

**Proyecto Final de Máster: Descripción y análisis del
Acuífero de Alfamén y el Embalse de Mularroya**

Saz Serrano Daniel y Torrente Ramírez Desirée

2013



Director: Pedro Arrojo Agudo

Tutores: Javier San Román y Teresa Carceller

Universidad de Zaragoza
Máster gestión fluvial sostenible y gestión
integrada del agua

"El presente trabajo es un ejercicio práctico de Master presentado para optar al certificado de aptitud por los autores, realizado en parte como supuesto real y en parte con contenidos académicos. Su contenido, calidad y adecuación a la realidad son de la exclusiva responsabilidad de sus autores, así como los cálculos, aseveraciones, conclusiones y recomendaciones. Éstas no tienen porqué coincidir con las de los tutores-directores del trabajo, ni del Master, ni de sus organismos patrocinadores. La existencia de este trabajo no supone su aprobación ni la aceptación de su contenido."

ÍNDICE

1. Resumen.....	1
2. Introducción.....	3
2.1 Explicación y caracterización del proyecto.....	3
2.2 Caracterización de la zona.....	5
2.2.1 Descripción del clima.....	5
2.2.2 Descripción de la geología.....	9
2.2.3 Descripción de la geomorfología.....	13
2.2.4 Descripción de la hidrografía.....	15
2.2.5 Descripción de la estructura social y económica.....	16
3. Acuífero de Alfamén.....	27
4. Embalse de Mularroya.....	34
4.1 Descripción del proyecto.....	34
4.2 Análisis de la nueva EIA (2013).....	38
4.3 Programa de medidas del PH del Ebro 2010-2015.....	50
4.4 Valoraciones del proyecto.....	51
5. Alternativas propuestas.....	63
5.1 Cambio en el tipo de cultivo y mejora de la eficiencia de riego.....	63
5.2 Creación de una comunidad de usuarios y mejora de la gestión de demanda.....	65
5.3 Ampliación de los proyecto de inducción a la recarga a otros barrancos en la zona de mayor presión extractiva.....	67
6. Conclusiones.....	71
7. Bibliografía.....	79

1. RESUMEN

El presente proyecto tiene por objeto describir y analizar la situación actual del embalse de Mularroya y del Acuífero de Alfamén en la zona comprendida entre las Comarcas de Cariñena y Valdejalón, Zaragoza. Actualmente, dichas comarcas presentan una demanda creciente de agua y carecen de soluciones paralelas al proyecto del embalse, por lo que se han diseñado una serie de alternativas con el objetivo de servir como alternativa al embalse de Mularroya, y al mismo tiempo satisfacer tanto las demandas ambientales como las socioeconómicas.

En las comarcas de Campo de Cariñena y Valdejalón, la agricultura ha sido a lo largo de la historia su principal motor económico. Desde la década de los 70 se produce una transformación del secano al regadío gracias a la explotación del acuífero de Alfamén, el cual ha sufrido grandes descensos (sobre todo en la zona de Virgen de Lagunas). En los últimos años se ha observado la estabilización de los niveles piezométricos, pero es necesaria una buena gestión del mismo para que en el futuro no se de una sobreexplotación del acuífero.

El proyecto de Mularroya comenzó hace más de 40 años como la única opción posible para conseguir un desarrollo socioeconómico en la zona de estudio, gracias a una mayor disponibilidad de agua como consecuencia de la regulación de la cuenca del Bajo Jalón. Dicho proyecto, cuyas obras están actualmente paradas, presenta un elevado presupuesto y una serie de puntos débiles, así como una falta de alternativas al mismo. Por lo que, el presente trabajo se centrará en ofrecer una serie de alternativas con sus correspondientes requisitos de implantación, los cuales están desarrollados según las particularidades y características de las comarcas seleccionadas. Este conjunto de alternativas apuesta por una gestión integrada de aguas superficiales y subterráneas encaminada a satisfacer tanto las demandas socio-económicas como ambientales.

Respecto a la metodología utilizada; se ha llevado a cabo un estudio de definición de necesidades tanto sociales como ambientales así como, un análisis en profundidad de la zona incluyendo el reconocimiento en campo para el posterior diseño de alternativas viables que apoyarían la gestión integrada del agua. Esta línea de propuestas se ha basado en medidas ya realizadas sobre la zona de estudio como es el caso del “Proyecto

de recarga de la Unidad hidrogeológica Campo de Cariñena,” (Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) ,2011)”.

Por último, el proyecto ofrece un conjunto de tres alternativas factibles y adaptadas a las necesidades de la zona, las cuales, podrían ser la primera respuesta a la problemática estudiada; dichas medidas son: Cambio en el tipo de cultivo y mejora de la eficiencia de riego, creación de una comunidad de usuarios y mejora de la gestión de demanda y una ampliación de los proyecto de inducción a la recarga en barrancos ubicados en la zona con mayor presión extractiva.

Las principales conclusiones que se pueden extraer del presente trabajo es que el embalse de Mularroya no es la mejor solución para mejorar la actual problemática del aumento de demanda de agua para la agricultura de regadío. Por otro lado, se ha considerado como alternativa la utilización del acuífero de Alfamén, ya que se trata de un gran “embalse” subterráneo y la cantidad de recurso hídrico es suficiente para satisfacer tanto las demandas actuales socioeconómicas como las ambientales. Siempre y cuando se realice una correcta gestión y utilización del mismo.

Palabras clave: Mularroya, Acuífero de Alfamén, Cariñena, Valdejalón, alternativas y gestión integrada del agua.

2. INTRODUCCIÓN

En España, se ha promovido la construcción de presas como única solución frente a los problemas que genera la gestión de la demanda de agua sin tener en cuenta, en diversas ocasiones, los costes y consecuencias que estas obras hidráulicas acarrearán. Hace ya más de 40 años que se comenzó a hablar del proyecto de construcción del embalse de Mularroya, el cual ha generado en los últimos años un gran debate social y político. Este tipo de obras catalogadas como conflictivas nos dotan de una ocasión para analizar la viabilidad económica, social y ambiental de dichos proyectos con el fin de proporcionar alternativas al mismo y promover así, una gestión integrada del agua que posea menores impactos negativos en todas las vertientes.

De especial importancia es apostar por este tipo de gestión y análisis de alternativas a los proyectos hidráulicos en España debido a que, es un país con una gran tradición en dichas proyectos en el que las administraciones siguen apostando por este modelo de regulación de ríos generando una gran alteración de los regímenes naturales y un dudoso beneficio socio-económico. Además, el clima Mediterráneo predominante y, el cambio climático que potencia las características del mismo, dan lugar a un déficit de agua agravado por el aumento de las demandas del mencionado recurso. Todo esto, enmarcado en una situación de incumplimiento de las directrices recogidas en la Directiva Marco del Agua (DMA).

También se ha realizado un análisis del estado del acuífero de Alfamén, actualizando los niveles piezométricos del mismo. Dicho acuífero se ubica en la única zona de toda la cuenca del Ebro que presenta masas de aguas subterráneas con problemas en mal estado cuantitativo y cualitativo. Se propondrán alternativas para mejorar el estado actual del acuífero, las cuales serán factibles desde un punto de vista económico y ambiental, y así cumplir las directrices de la nueva Directiva Marco

2.1 Explicación y caracterización del proyecto

La finalidad de este estudio es la determinación del actual estado del acuífero denominado como Alfamén. Además, se incurre en el análisis del proyecto “*Construcción de la presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase*” con el fin de analizar las fortalezas y debilidades que la infraestructura generaría en la zona, desde un punto de vista socio-económico y ambiental.

El acuífero de Alfamén está formado por tres masas de aguas subterráneas denominadas: Campo Cariñena (075), Pliocuaternario de Alfamén (076) y Mioceno de Alfamén (077). Como complemento a estas masas aparece una cuarta masa llamada Sierras Paleozoicas de la Virgen y Vicort (074) y que conjuntamente con las anteriores forman una única unidad de gestión. Las aguas subterráneas de este acuífero comenzaron a ser explotadas de manera tradicional con pozos de pequeña profundidad, pero a partir de la década de los 70 el número de perforaciones creció de manera exponencial provocando la bajada de los niveles piezométricos. La principal causa a dicha explotación fue consecuencia de la transformación de los campos de secano en regadío, lo que supuso un crecimiento económico de las comarcas de Valdejalón y Cariñena.

En el año 1975 se crea el “Plan de aprovechamiento integral y regulación de avenidas del río Jalón y afluentes”. En dicho plan se promovía la creación de 30.000 ha de regadío, con diferentes obras hidráulicas, entre ellas destaca el embalse de Mularroya. A pesar de llevar casi 50 años proyectado, aún no se ha terminado su conflictiva construcción y el objetivo de nuestro estudio es exponer la situación actual, así como proponer una serie de alternativas.

Para realizar el estudio se ha llevado a cabo un análisis en profundidad de la zona ubicada en la margen derecha del Bajo Jalón, entre los términos municipales de Alfamén, Almonacid de la Sierra, La Almunia de Doña Godina, Calatorao, Cariñena, Épila y Longares, asimismo se ha procedido a un reconocimiento en campo de la misma. También se han realizado diversos acercamientos y comunicaciones con los agentes implicados y afectados por el proyecto con el afán de poder analizar todas las vertientes de las que consta dicho proyecto para así poder dar un juicio objetivo de las potencialidades y dificultades que tendría la zona con y sin proyecto además de una serie de alternativas que podrían ayudar a solucionar el conflicto regente en la zona de estudio.

2.2 Caracterización de la zona

La zona de estudio se localiza entre las sierras paleozoicas de Algairén y Aladren al suroeste y las formaciones calizas miocenas de La Muela al nordeste. Los cauces de los ríos Huerva y Jalón limitan el área al este y al oeste, y alcanza un total de 1.100 km². Se localiza en la margen derecha del Bajo Jalón, y se incluyen las comarcas de Campo de Cariñena y Valdejalón. La capital aragonesa se encuentra a unos 40 km (Figura 1).



Figura 1. Mapa de la zona de estudio Fuente: Elaboración propia

2.2.1 Descripción del Clima

Las características climatológicas de la zona de estudio afectan de manera directa a la agricultura, puesto que la edafología y el clima que se dan en ella hacen que se produzca una de las variedades más sobresalientes de uva.

La meteorología en la zona está regida por el clima mediterráneo continentalizado característico del valle medio del Ebro. Las principales características de éste son: la aridez, condicionante habitual de la actividad agraria, la irregularidad de las lluvias, años muy secos se alternan con años muy lluviosos, fuertes contrastes térmicos entre inviernos muy fríos y veranos calurosos ocasionados por su ubicación interior.

Finalmente, cabe mencionar la intensidad y frecuencia del viento dominante, el cierzo, seco y frío, que discurre en dirección NW-SE. En las siguientes figuras se han reflejados los datos de precipitaciones y temperaturas medias recogidos en las dos comarcas de estudio para observar las fuertes oscilaciones estacionales (figuras 2 y 3).

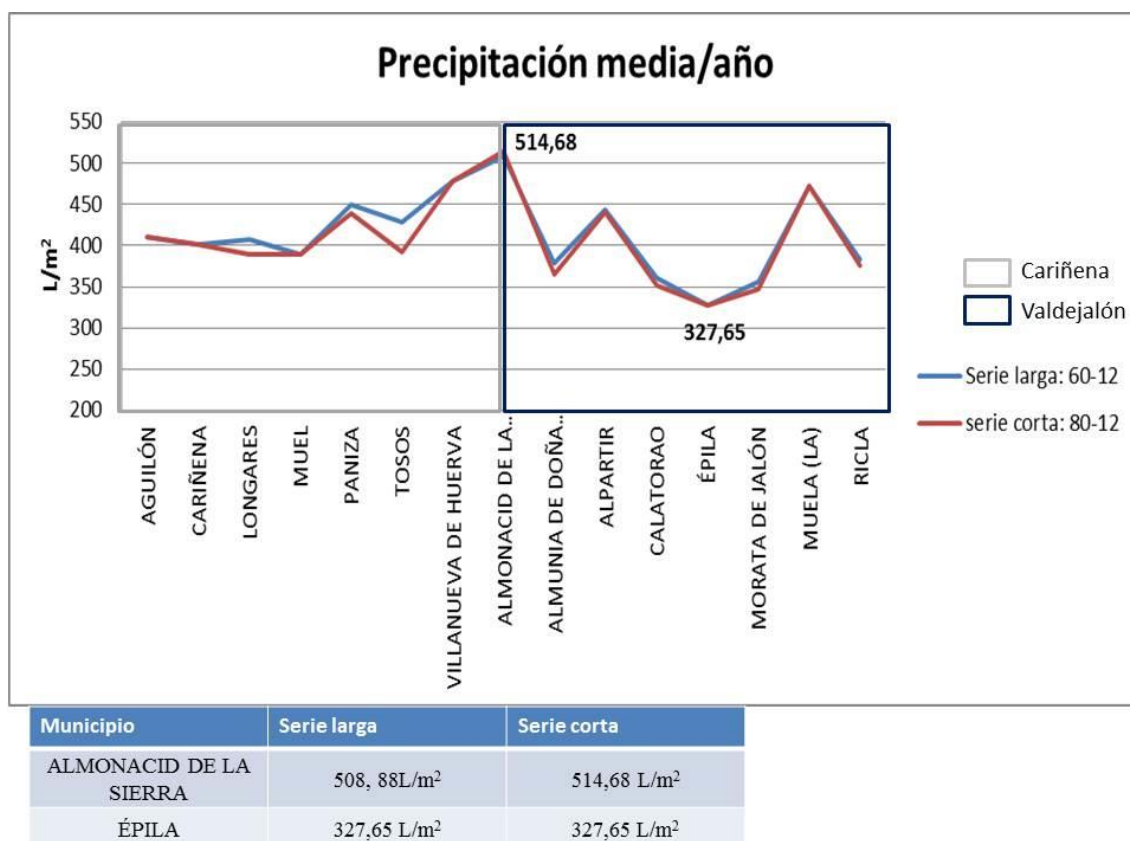
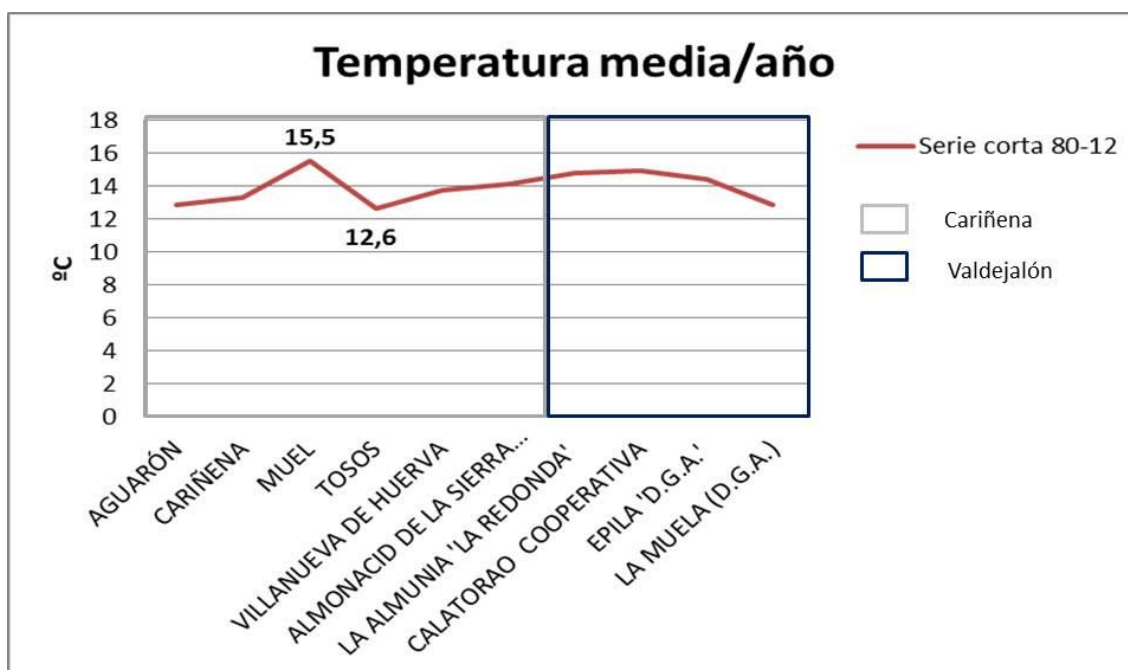


Figura 2. Gráfica de precipitación media anual. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del instituto aragonés de estadística (IAE).



Municipio	Serie corta
MUEL	15,5 °C
TOSOS	12,6 °C

Figura 3. Gráfica de temperatura media anual. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IAE.

Si se analiza conjuntamente las gráficas anteriores podemos observar que el territorio resultante es seco, con lluvias escasas entorno a los 400mm, se vislumbran dos periodos máximos de lluvia en primavera y otoño y dos mínimos en verano e invierno típico de un clima mediterráneo continentalizado.

También cabe destacar la irregularidad de las lluvias que se observa de unos años a otros. Por ejemplo en 1971 las lluvias fueron excepcionalmente altas, 823 mm en Cariñena. Asimismo, pueden ser lluvias de gran intensidad concentradas en un periodo muy corto de tiempo provocando inundaciones. Éstas pueden ir acompañadas de granizo y viento causando grandes desastres en los campos de cultivo. Por el contrario, existen largos periodos secos confirmados por las series de datos recogidos.

Un ejemplo es la gran sequía que duró de 1992 a 1995 y que recientemente se volvió a dar en 2005. Dichas sequías son un conocido fenómeno climático frecuente característico del clima dominante en la zona pero, que puede ser gestionado de una manera eficaz y recurrente. El ejemplo, lo tenemos en la sequía sufrida en 1995, en la cual se solucionó la escasez de agua con el abastecimiento desde la Tranquera y se

garantizó el riego para la campaña agrícola. Con todo ello, se demuestra que una correcta gestión de los recursos hídricos existentes es eficaz contra la sequía y así paliar sus efectos negativos.

En relación a las temperaturas, existe un fuerte contraste térmico entre las estaciones de verano e invierno, con una media anual entre 11 y 15 °C dependiendo de la altitud a la que nos encontremos. Generalmente, las temperaturas más bajas se registran en Enero y las más altas en Julio.

Otro aspecto muy importante del clima en Aragón es el viento, el cierzo. Alcanza sus mayores velocidades en invierno y comienzos de la primavera lo que genera una elevada aridez de la zona ya que provoca un gran efecto desecante y una elevada caída de las temperaturas.

Para terminar, hay que mencionar la gran diferencia que sufre la media anual de temperaturas y precipitaciones dependiendo del periodo de tiempo seleccionado. Por ello, cabe resaltar la falta de rigor que tendría una estrategia de gestión del agua basada en los datos pluviométricos medios anuales. La siguiente figura muestra la precipitación media anual para el periodo 1973/74-2005/2006 (figura 4).

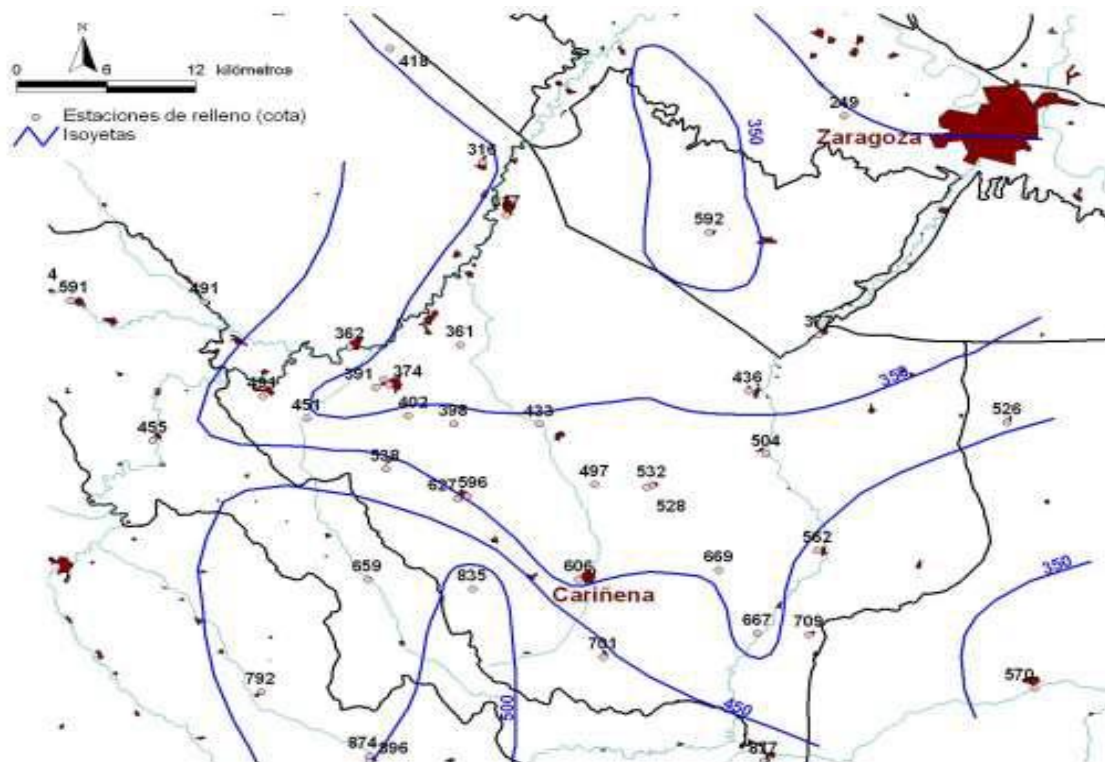


Figura 4. Precipitación media anual para el periodo 1973/74-2005/2006. Fuente: www.aragon.es

2.2.2 Descripción de la Geología

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro de dos grandes unidades, la Cordillera Ibérica y la Cuenca del Ebro. Debido a esta situación, el relieve de la región será muy diferente dependiendo de la unidad en la que se encuadre (figura 5 y 6).

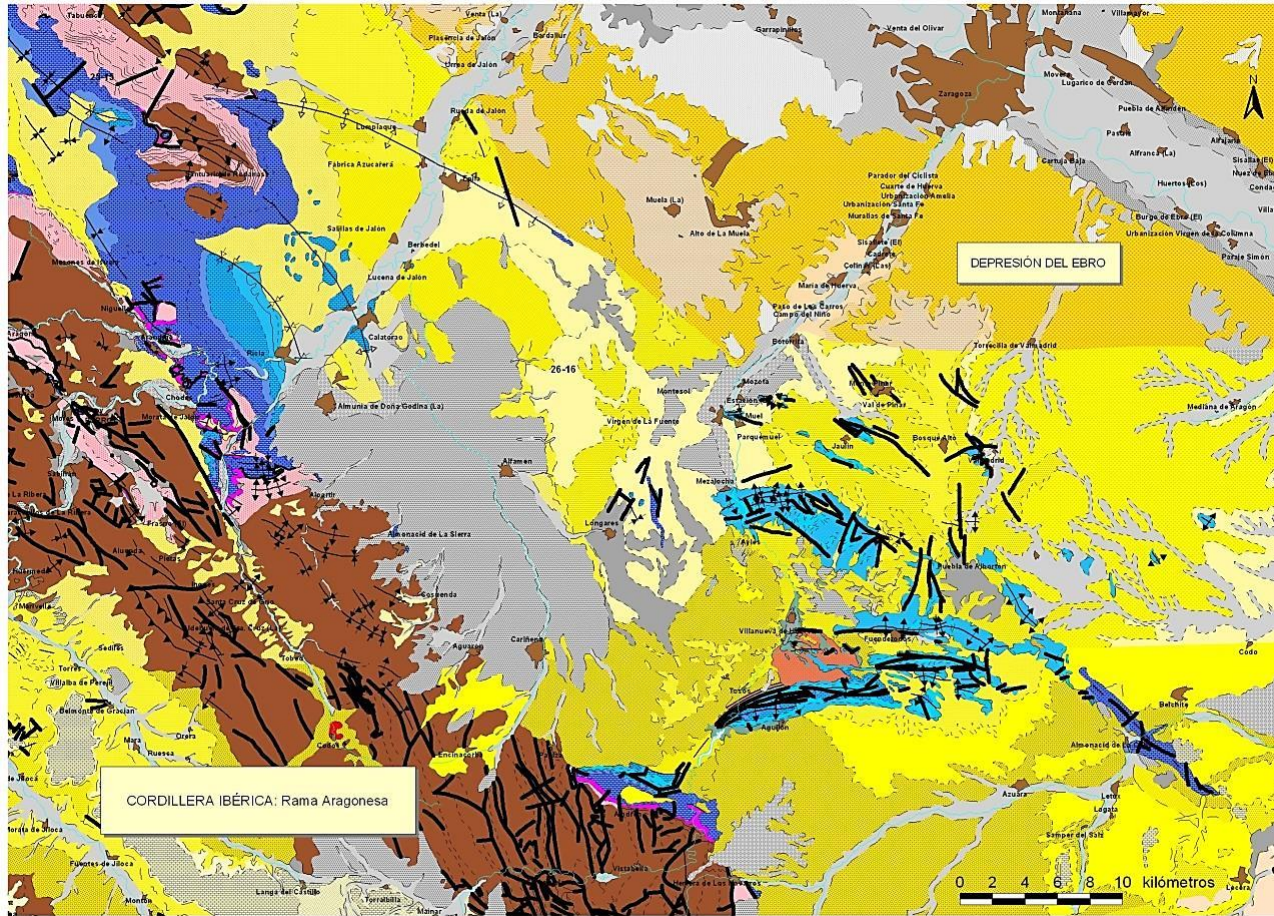


Figura 5. Mapa geológico de la zona de estudio Fuente: Oficina Planificación hidrológica GIS Ebro

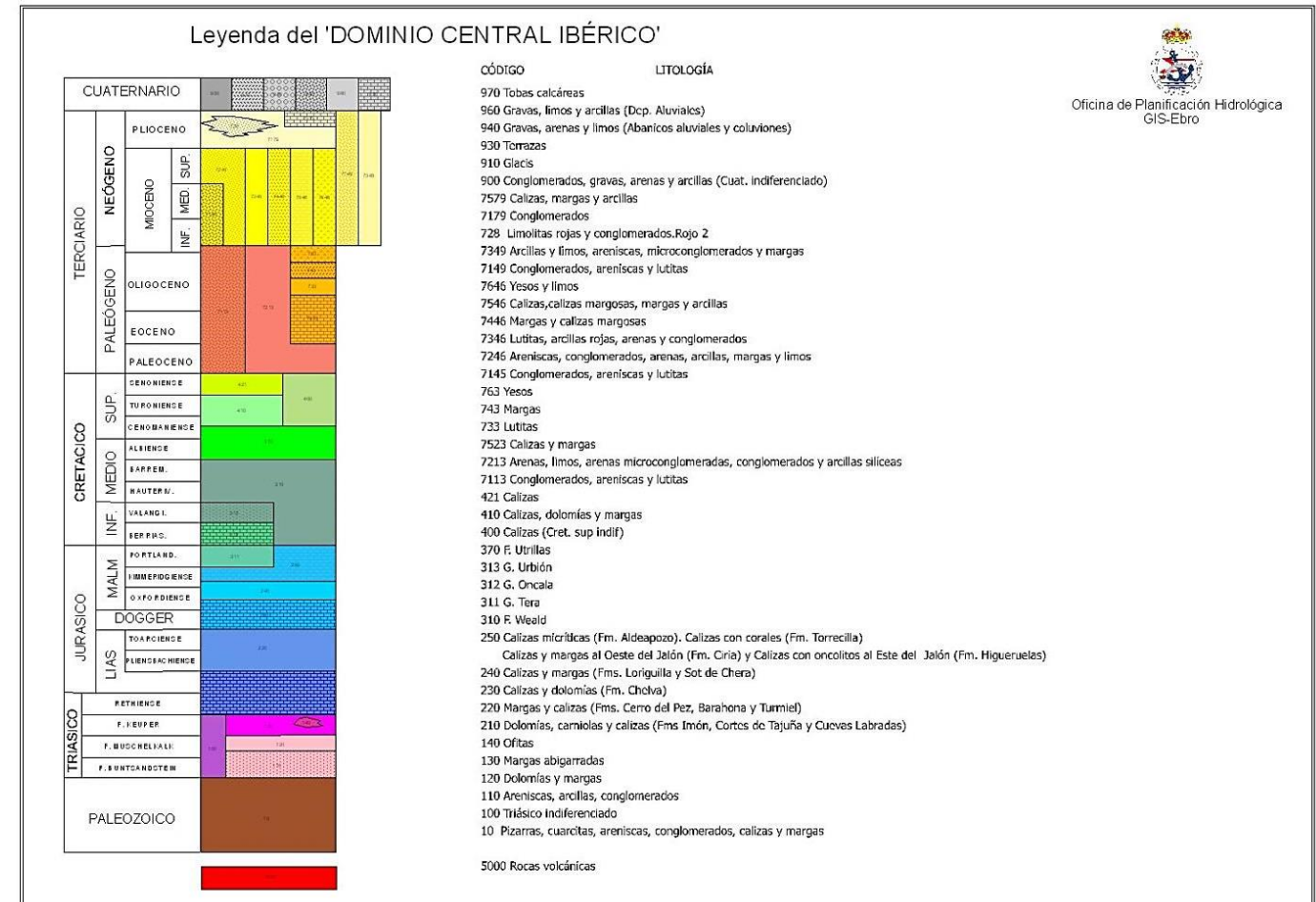


Figura 6. Leyenda del mapa geológico Fuente: Oficina Planificación hidrológica GIS Ebro

Cordillera Ibérica

Estructura alpina de edad comprendida entre el Precámbrico y el Cuaternario que presenta una distorsión moderada en sus diversas zonas. Una de ellas es la Rama Aragonesa u Oriental donde se localiza la Comarca Campo de Cariñena.

Desde finales del Paleozoico y durante el Mesozoico se produce una apertura del océano Atlántico generando la aparición de cuencas sedimentarias marinas en su mayoría. La mayor actividad se registró durante el Pérmico-Triásico inferior y durante el Jurásico superior-Cretácico inferior.

Por otro lado, se produce la aproximación entre las placas Ibérica y Euroasiática en el Terciario que provocó el crecimiento de los Pirineos y la inversión de las aperturas; de este modo, las fallas normales mesozoicas funcionan como cabalgamientos cenozoicos. Además, se produce una reactivación de fallas transcurrentes generadas previamente.

Los materiales de la Cordillera Ibérica son en su mayoría cuarcitas, areniscas y pizarras; con presencia conglomerados, lutitas, margas, calizas y dolomías en el Ordovícico. Además entre estos materiales se han encontrado asiduamente fósiles y huellas de actividad biológica de la zona costera que antiguamente existía en la zona.

En el caso del Mesozoico, todas sus subdivisiones están representadas aunque, en diferente proporción. Por último decir, que en el caso del Cretácico este se encuentra escasamente representado.

Asimismo, todas estas rocas están deformadas y afectadas por el periodo conocido como hercínico, el cual dio forma a los materiales paleozoicos. Sin embargo, durante la fase alpina se modela, además de los materiales anteriores, la cubierta sedimentaria mesozoica y terciaria basal.

Durante el Paleozoico tuvieron lugar una serie de fenómenos que generaron un plegamiento principal que desarrolló las estructuras más importantes y la esquistosidad presente a lo largo de toda la zona. Las estructuras formadas poseen, en su gran mayoría, dirección NNO-SSE, NO-SE y N-S. Conjuntamente, se produjo una fracturación al final del periodo dando lugar a fallas muy importantes que controlan la

sedimentación del Mesozoico y cuyas direcciones son NE-SO y NO-SE. Dichas fallas sufrirán una reactivación durante la orogenia Alpina.

En la zona que nos atañe, la falla más importante es la que separa las Unidades de Herrera (NO) de la de Badules (fuera de los límites del Campo de Cariñena y orientación SE). Esta falla es conocida como falla de Datos, caracterizada por ser una falla inversa con un gran ángulo y orientación NO-SE. Por otro lado, en la Unidad de Herrera encontramos una tectónica individualizada de fosas y horst que influyen sobre el Cámbrico superior, Ordovícico y Silúrico.

Durante el Terciario, la orogenia Alpina actuó de manera distinta en los niveles inferiores paleozoicos y los superficiales del mesozoico-terciario. Entre ambos, surge un nivel yesífero triásico al producirse la separación de éstos. Mientras, la espesa cubierta carbonatada mesozoica ha sufrido una serie de fracturas y torsiones que han dado lugar a fallas inversas, pliegues, desgarres y cabalgamientos durante las fases de compresión y fallas normales en las etapas de deformación distensiva y también microestructuras.

Asociado a los materiales carbonatados aparece el Paleógeno, el cual presenta su mismo plegamiento. En las cercanías de Aladrén, las direcciones del Triásico medio son ESE-ONO. En el área de Aguilón son casi E-O y en conjunto se observa un pliegue en el que hay cabalgamientos y fallas que son longitudinales y oblicuas a los pliegues (Sabio, Alcutén. A. et al.). La fase Alpina produjo una presión N-S hacia NNE-SSO, que da a entender las estructuras con dirección E-O. Ejemplo de ello son los anticlinales de Aguilón y de Mezalocha y los movimientos de las principales fallas de zócalo.

Depresión del Ebro

Posee forma triangular, limitada al Norte por los Pirineos, la Cordillera Ibérica al Sur y la cadena Costero-Catalana al Este. La actividad tectónica ha condicionado el crecimiento de la cadena pirenaica.

Desde el Eoceno superior, la conexión con el océano se fue taponando por materiales sedimentarios acumulados en la Cuenca del Ebro cuyo origen era continental, debido a los sistemas de abanicos aluviales y a los sistemas lacustres de poca profundidad que regían en la zona. La mayoría de las rocas que se formaron en esos ambientes

sedimentarios son detríticas, evaporíticas (yeso y halita) y carbonatadas (Muñoz *et al.*, 2002; Pardo *et al.*, 2004).

Posteriormente, hace aproximadamente diez millones de años, la Cuenca del Ebro se abrió hacia el mar Mediterráneo momento en el cual surge el sistema fluvial del Ebro que comienza a erosionar desde la época final del Terciario. Como resultado de este proceso fluvial erosivo, aparecieron durante el Cuaternario las terrazas y glaciares que se superponen a las rocas terciarias.

La mayoría de los materiales de la Cuenca del Ebro son Neógenos terciarios, sobre los que se sitúan los materiales Cuaternarios depositados por la acción de los cursos fluviales y aluviales que han tenido lugar en la cuenca. Debido a su singularidad, cabe destacar los afloramientos mesozoicos que se dan en los municipios de Longares y Muel entre otros.

Las rocas que aparecen en la zona son carbonatadas en los niveles más modernos y sedimentarias del terciario que son detríticas con tamaño de grano variable, conglomerados, areniscas y arcillas. Los ambientes sedimentarios corresponden a distintas zonas de abanicos aluviales, desde sectores activos con cauces entrelazados, o *braided*, a áreas más alejadas del abanico e incluso lagunas de poca profundidad en que se producen variaciones periódicas del nivel de las aguas (carbonatos).

Respecto a las estructuras tectónicas de los materiales terciarios, se observan varias deformaciones en Alfamén y Longares, con dirección NO-SE hasta casi N-S y con inclinaciones que no superan los 10°.

Además, existe un borde rectilíneo en el extremo N del anticlinal de Mezalocha, en el límite que se toca con las rocas sedimentarias terciarias donde se puede ver el arrastre de las capas terciarias consecuencia de la actividad de una falla normal. Finalmente, se aprecian con frecuencia diaclasas y fallas normales que afectan a los materiales dominantes de la zona, los cuales presentan una distensión radial.

2.2.3 Descripción de la Geomorfología

Las comarcas de Cariñena y Valdejalón se ubican en un enclave caracterizado por una gran diversidad de materiales sobre los que han actuado diferentes agentes erosivos durante un largo periodo de tiempo. Todos estos factores generan una gran variedad de modelados presentes en las comarcas.

Se pueden describir cinco unidades paisajísticas (De miguel Cabeza, 1998) que describen los rasgos morfológicos de la zona: El frente de sierra paleozoico, el somontano, llanura de depósitos terciarios, los relieves tabulares de la Muela y el valle del Huerva.

- Zona de Sierras:

Se desarrolla en los municipios de Paniza, alrededor de los 700m de altitud, Almonacid (600) y Alpartir (500). Esta unidad paisajista se caracteriza por ser un conjunto montañoso de relieves macizos. Sobre la cota 1000 se visualizan restos de un aplanamiento con pequeñas elevaciones residuales. El límite sur del área de estudio está conformado por una crestería que incluso llega a los 1275m en el pico de Valdemadera. Como es característico de esta unidad el suelo tiene escaso desarrollo y está conformado por materiales rocosos de pizarra y cuarcita.

- Somontano:

Se sitúa en la parte inferior de la unidad anterior, incluyendo las poblaciones de Alpartir, Paniza, Encinacorba, Aguarón, Cosuenda y Almonacid de la Sierra. El somontano está formado por campos de guijarros procedentes de cuarcitas presentes entre los materiales paleozoicos, mesozoicos y terciarios.

- Llanura:

Se extiende desde la Sierra de Algairén y su somontano hasta los escarpes tabulares de La Muela. Sobre ella se desarrolla una pequeña depresión de origen neotectónico rellena por materiales cuaternarios orientada en dirección SE/NW (De miguel Cabeza, 1998). Sobre esta meseta encontramos la llamada rambla de Cariñena la cual, desemboca en el Jalón y posee una profundidad media de aproximadamente 450m.

- Relieves tabulares de La Muela:

El área superficial de la Muela se encuentra a unos 600m de altitud, compuesta por materiales calcáreos afectados por barrancos encajados. En el fondo de estos barrancos pueden encontrarse los materiales arcillosos que reposan debajo de los citados anteriormente.

- Valle del Huerva:

Este valle abarca zonas fuera de la zona de estudio pero, se ha considerado de importancia debido a los barrancos que enlazan las planicies de las Eras de Tosos y La Pala de Jaulín con el valle del Huerva y que tienen importancia sobre los recursos hídricos de la zona. Dentro del valle encontramos los municipios de Tosos, Villanueva de Huerva, Mezalocha, Muel, Mozota y Botorrita. Los materiales terciarios y mesozoicos de la zona son atravesados por el Huerva el cual, a su paso genera gargantas. Dentro de estas gargantas encontraremos los embalses de Las Torcas y Mezalocha.

En la siguiente figura se aprecian todas las unidades geológicas descritas anteriormente (figura 7)

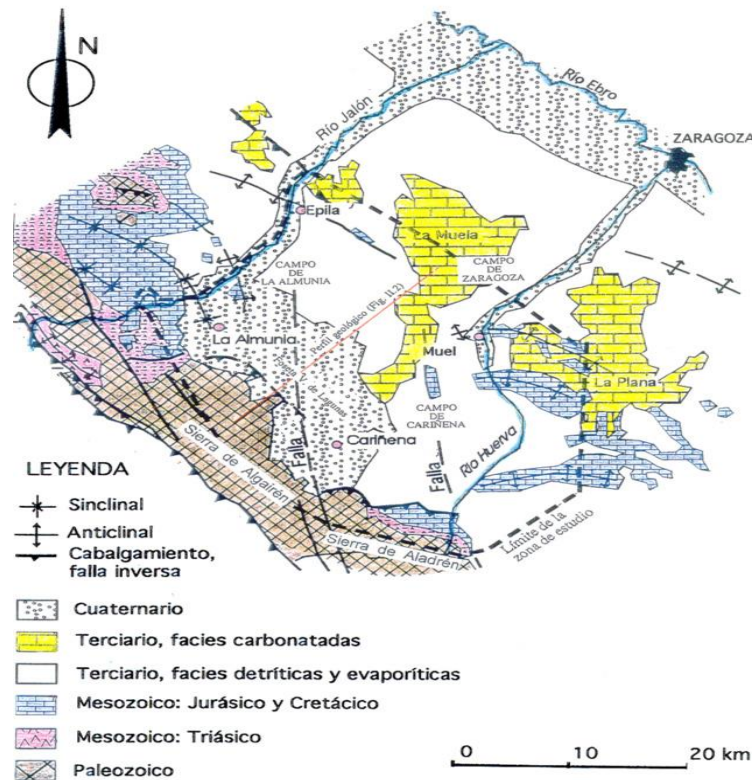


Figura 7. Geología en las comarcas de Cariñena y Valdejalón Fuente: Tesis doctoral JL Miguel 1998

2.2.4 Descripción de la Hidrografía

En la zona de estudio se encuadran tres cursos principales de agua, el río Jalón, el Huerva y el Grío.

El cauce del Jalón delimita el extremo Oeste de la zona de estudio. Su nacimiento se produce al pie de Sierra Ministra (Soria) debido a la aparición de unos manantiales a 1220m de altitud. El cauce principal del río tiene una longitud de 225 Km, una cuenca de 9.350 km² en superficie y es el principal afluente de la margen derecha del Ebro. Debido al régimen pluvial mediterráneo y a las regulaciones artificiales que introducen los embalses de la Tranquera y Maidevera así como las numerosas derivaciones para regadío hacen que, aunque su caudal al paso por Calatayud sea de 20.80 m³/s, en diversas ocasiones éste no llegue a alcanzar el Ebro.

El río Huerva tiene una entidad menor que la del Jalón. Nace en Fonfría en la Sierra de Cucalón, a 1280 metros de altitud, tiene una longitud de 128 Km, y su cuenca tiene una superficie de 1.020 km². La regulación artificial del río en la zona estudiada consta en el embalse de Las Torcas y el de Mezalocha. En dicha área se registra el caudal entrante en la estación de aforos de Las Torcas con un valor medio de 1m³/s aunque, es un valor muy variable debido a la fuerte oscilación interanual que sufre el río.

El río Grío, afluente del Jalón, nace en Sierra Modorra a 1235m de altitud y discurre encajonado entre la Sierra de Algairén y la de Vicort, en el área de interés, hasta desembocar en Ricla. Aun tratándose de un río de poca entidad, en él se encuentra la Acequia de Grío para regar cerca de 600 ha y el entorno natural de Mularroya declarado ZEPA.

Además, de estos cauces principales encontramos una serie de barrancos situados entre el valle del Huerva y el Jalón. Estos barrancos discurren por las sierras Paleozoicas asiduamente sin cauce excepto en sus cabeceras donde, el escaso caudal permanente proviene de manantiales de escasa importancia. Entre estos accedentes geográficos cabe destacar las ramblas de Cariñena, Aguarón, Cosuenda, Almonacid y Alpartir que drenan en el Jalón y son de gran importancia para nuestro estudio como se explicará más

adelante. Los cauces de estos barrancos desaparecen al llegar al Somontano con excepción de la Rambla de Cariñena que llega en ocasiones extraordinarias al Jalón.

También, cabe destacar el carácter torrencial de los mismos el cual, queda de manifiesto en registros históricos donde estos cauces en periodos de avenidas llevan importantes caudales de agua al Jalón.

2.2.5 Descripción de la estructura Social y Económica

A continuación se enunciarán las principales características socioeconómicas de la región, y se analizará en profundidad la situación actual de las comarcas de Campo de Cariñena y Valdejalón.

- Introducción

El área comprendida entre las comarcas de Valdejalón y Campo de Cariñena ha sido tradicionalmente una zona con gran desarrollo agrícola. La fértil vega del río Jalón propició su desarrollo desde la época romana, construyéndose una red de acequias que favorecieron el desarrollo de su afamada huerta. La industrialización del regadío llega al final del siglo XIX cambiando el panorama agrícola tradicional y surgiendo un afán importante por transformar el secano en regadío. La acción reguladora del embalse de la Tranquera, construido en 1.960, da un extraordinario impulso a la economía de la zona. Desde mediados de la década de 1970, los acuíferos del bajo Jalón han sido objeto de una explotación creciente que ha permitido un importante desarrollo socioeconómico de las comarcas del Campo de Cariñena y Valdejalón, a través de la transformación en regadío de una superficie que en la actualidad alcanza 27.500 has, de las que unas 18.000 se atienden con aguas subterráneas, así como de un significativo aumento de la industria agroalimentaria y metalmecánica, vinculadas a la agricultura de regadío.

A pesar de la importancia histórica de la agricultura, en los últimos años hay constancia del abandono de diferentes campos de cultivo debido a que el precio de la fruta ha descendido en los últimos años, a la población envejecida y sobre todo al auge del sector industrial y de servicios. También se ha producido un elevado

aumento de población inmigrante en la zona, que ha servido para mantener el número de habitantes en una zona rural donde una gran parte de la población ha emigrado a las grandes ciudades en las últimas décadas.

CAMPO CARIÑENA

La agricultura y la ganadería eran prácticamente las únicas actividades económicas importantes en la comarca hasta principios del siglo XX, y todavía hoy la producción agraria es muy relevante, sobre todo por el desarrollo que ha alcanzado el cultivo de la vid. Tradicionalmente dicho cultivo ha sido el predominante en el Campo de Cariñena. A pesar de la importancia de la vid, su aportación económica ha sido superada por la industria y los servicios, como prueban su alta participación en la renta comarcal y la evolución creciente del número de actividades económicas registradas en ambos sectores en los últimos años.

- Datos comarcales: A continuación se definen los rasgos característicos de la comarca (Tabla 1)

Superficie (km ²)	772
Municipios	14
Población total (hab)	11059
Población extranjera (hab)	2370
Densidad población (hab/km ²)	14,3

Tabla 1. Datos demográficos para la Comarca de Campo de Cariñena. Fuente:IAE (2012).

La comarca está compuesta por 14 municipios: Alfamén, Muel, Mezalocha, Villanueva de Huerva, Aguilón, Tosos, Aladren, Paniza, Encinacorba, Aguarón, Cosuenda, Vistabella, Cariñena y Longares (Figura 8).



Figura 8. Términos municipales pertenecientes a la Comarca Campo de Cariñena. Fuente: IAE.

- Características demográficas

La Comarca de Campo de Cariñena tiene una de las densidades de población más bajas de Aragón y su porcentaje de población mayor de 65 años así como su índice de edad media la sitúa entre las comarcas con la población más envejecida con un incipiente problema para crecer (Tabla 2).

% población > 65 años	23,8
Edad media	45,7
Índice envejecimiento	160,2
Índice	17

Tabla 2. Caracterización demográfica de la Comarca Campo de Cariñena. Fuente: IAE (2011).

La proporción de extranjeros sobre la población total es una de las más altas de Aragón, únicamente aventajada por la Comarca de Valdejalón. Esta es la principal causa del crecimiento de la población que la Comarca de Campo de Cariñena ha experimentado en los últimos años colocándose entre las comarcas aragonesas de mayor crecimiento poblacional (Figura 9).

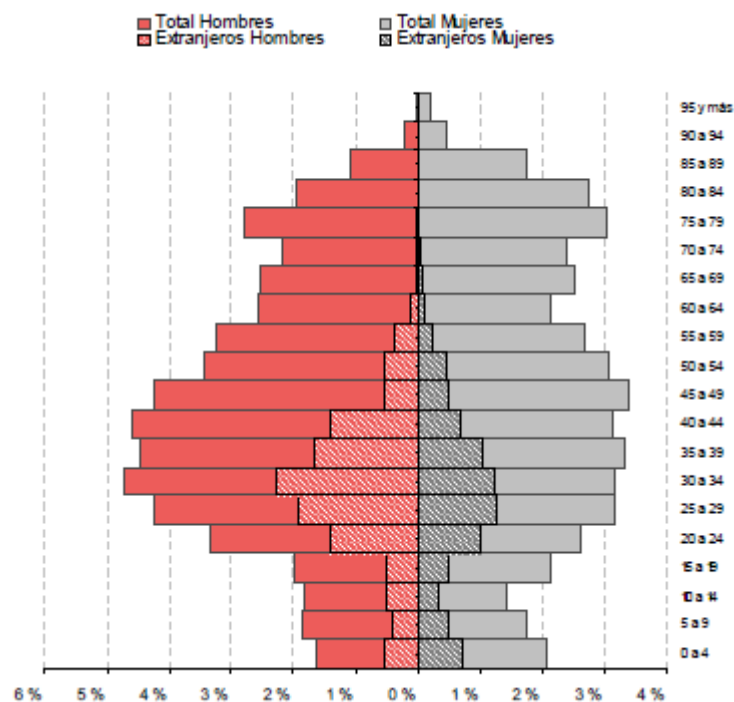


Figura 9. Pirámide poblacional de la Comarca Campo de cariñena. Fuente: IAE (2011).

- Economía

La principal actividad económica de esta comarca es la agricultura vitivinícola, unida a la industria de transformación del vino, siendo la Denominación de Origen de Cariñena la más antigua de Aragón y una de las llamadas históricas en España. Este hecho ha fomentado de modo notable el movimiento cooperativo, incrementando la escasa industria existente, así como la comercialización nacional e internacional del vino de Cariñena. La región sufre un gran problema de monocultivo, centrado exclusivamente en la vid, por lo que la abundancia o escasez económica se basan en el buen o mal año de la recogida de este producto.

El valor añadido bruto en precios básicos asciende a 198.422 miles de euros. A continuación se muestra una tabla con el peso específico de cada sector en dicho valor (tabla 3).

Sector	Valor añadido bruto (miles euros)
Agricultura	29.476 (14,9 %)
Energía	17.513 (8,8 %)
Industria	83.362 (42 %)
Construcción	15.469 (7,8 %)
Servicios	52.603 (26,5 %)
TOTAL	198.422

Tabla 3. *Peso en el PIB por sector en la Comarca de Campo de Cariñena. Fuente: IAE (2012).*

Los sectores con mayor peso en la comarca son los servicios (26,5 %) y en mayor medida la industria (42%). La agricultura supone un 14,9% del PIB total.

La renta disponible bruta per cápita alcanza el valor de 13.657 euros.

- Agricultura

Dentro de la comarca la superficie total agraria utilizada alcanza más de 45000 ha, de las cuales 7300ha son de regadío. El número de explotaciones es de 1976. A pesar de no ser el principal sector en beneficios generados (PIB) de la comarca, es el que más empleo genera ya sea de manera directa o indirecta. Por lo tanto, podemos afirmar que la agricultura es imprescindible para la economía en la comarca de Cariñena (Tabla 4).

Número de explotaciones	1976
Superficie total explotaciones	48954
Superficie agraria utilizada (ha)	45374
Tierras labradas (ha)	41749
Superficie regada (ha)	7299

Tabla 4. *Análisis de la agricultura en la Comarca Campo de Cariñena. Fuente: IAE (2012).*

- Industria

Supone el 42% del Valor Añadido Bruto Comarcal. Esta región se caracteriza por poseer pequeñas y medianas empresas, ya que la comarca solamente cuenta con una entidad que tenga más de 200 asalariados. Los sectores en los que se divide el panorama industrial son: alimentación, bebida y tabaco, metalurgia y fabricación de productos metálicos, construcción de maquinaria, industria química y otros productos minerales no energéticos e Industria de la transformación del caucho y materias plásticas. La principal industria es la vinícola.

- Energía

El sector energético y de extracción también tiene cierta relevancia con un 8,8% del VAB.

- Servicios

Los servicios son el motor económico de la comarca, la mayoría están concentrados en Cariñena su capital. Entre todos ellos destacan el comercio y la reparación, seguido de las actividades inmobiliarias y la hostelería. Precisamente, la comarca en los últimos años ha realizado un gran avance en cuanto al turismo. Cada año llegan a estos municipios cientos de turistas que se encuentran con una oferta turística bastante escasa ya que solamente dispone de 108 plazas hoteleras.

- Otros datos

El paro en la comarca es elevado, sobre todo en el sector servicios (48,7 %) y en la industria (21,2 %). La gran mayoría de afiliados pertenecen al sector servicios e industria (Tabla 5)

	Nº actividades	Nº afiliados SS	% paro
Agricultura	94	1310 (30,9 %)	13,2 %
Energía	62	-	-
Industria	149	1624 (38,2 %)	21,2 %
Construcción	238	217 (5,1 %)	11,6 %
Servicios	744	11095 (25,8 %)	48,7 %

Tabla 5. Número de afiliados por a la SS y paro por sector. Fuente: IAE (2012).

VALDEJALÓN

Que el río Jalón atraviese la comarca le ha aportado una alta productividad a su agricultura, tradicionalmente basada en cultivos de secano: cereal, vid y olivo, que pasaron paulatinamente a ser secundarios desde hace unas cuatro décadas gracias a la recepción de caudales procedentes de agua de embalse. Así, supone el cultivo de regadío un 30% de la superficie destinada a la producción agrícola. Sin embargo, hoy en día, persiste el cultivo de cereal (principalmente trigo ecológico), olivo y vid, estos últimos de extrema importancia en municipios como Morata de Jalón y

Almonacid de la Sierra, respectivamente (límitrofe este último con el Campo de Cariñena, e incluido en su Denominación de Origen vinícola).

La transformación de la antigua carretera N-II en autovía posibilitó el desarrollo económico de los municipios que atraviesa, como Épila, La Muela o La Almunia.

A la hora de describir la comarca hay que tener en cuenta las diferencias existentes entre el conjunto de municipios por un lado y el municipio de La Muela por otro. La comarca se caracteriza por ser una zona agrícola, con baja densidad de población, así como un envejecimiento de la misma. Sin embargo, el municipio de La Muela destaca por su actividad industrial (corredor industrial de la ribera del Jalón medio), alta densidad de población y gran cantidad de gente joven. En dicho municipio destaca el gran polígono industrial “Centrovía”.

Por lo tanto, La Muela ha alterado en los últimos años las características históricas de la comarca, que como hemos dicho anteriormente se trata de una zona agrícola.

- Datos comarcales

La comarca de Valdejalón es una de las más desarrolladas dentro de la provincia de Zaragoza, de hecho ocupa el tercer puesto en lo referente a datos socioeconómicos. Tiene una densidad de población superior a las comarcas que las rodean, alcanzando 32 hab/km² (Tabla 6).

Superficie (km2)	933
Municipios	17
Población total (hab)	29730
Población extranjera (hab)	6221
Densidad población (hab/km2)	31,9

Tabla 6. Datos demográficos para la Comarca de Campo de Valdejalón. Fuente: IAE (2012).

Los 17 municipios que forman parte de la comarca son: Rueda de Jalón, Plasencia de Jalón, Bardallur, Urrea de Jalón, Lumplaque, La Muela, Épila, Salillas de Jalón, Lucena de Jalón, Riela, Calatorao, La Almunia de Doña Godina, Chodes, Morata de Jalón, Alpartir, Almonacid de la Sierra y Santa Cruz de Grío (Figura 10).

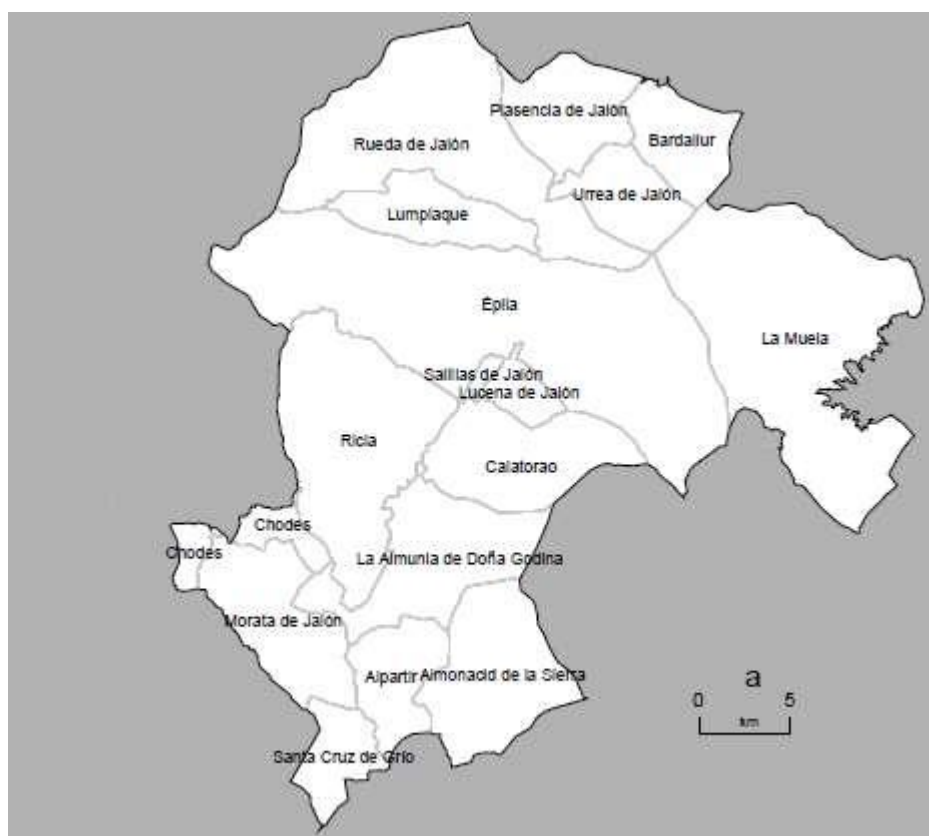


Figura 10. Términos municipales pertenecientes a la Comarca de Valdejalón. Fuente: IAE

- Características demográficas

La comarca de Valdejalón es una de las que más crecen en los últimos años, concentrándose sus habitantes en los pueblos de mayor tamaño, próximos a la A-2, mientras que los pueblos pequeños se han ido despoblando. Es la cuarta comarca más densamente poblada de Aragón excluyendo la comarca de Zaragoza. El índice de edad media de Aragón y Valdejalón son similares y ambas pirámides de población reflejan un proceso de envejecimiento severo. Valdejalón tienen un saldo migratorio positivo, habiendo aumentado significativamente desde 2004 (Tabla 7).

% población > 65 años	18,6
Edad media	41,8
Índice envejecimiento	97,7
Índice sobre envejecimiento	16,7

Tabla 7. Caracterización demográfica de la Comarca de Valdejalón. Fuente: IAE (2012).

Es la comarca aragonesa con mayor proporción de población extranjera. En los dos últimos años el ritmo de crecimiento poblacional y de acogida de inmigrantes (empadronados) ha crecido a menor ritmo que en ejercicios anteriores (Figura 11).

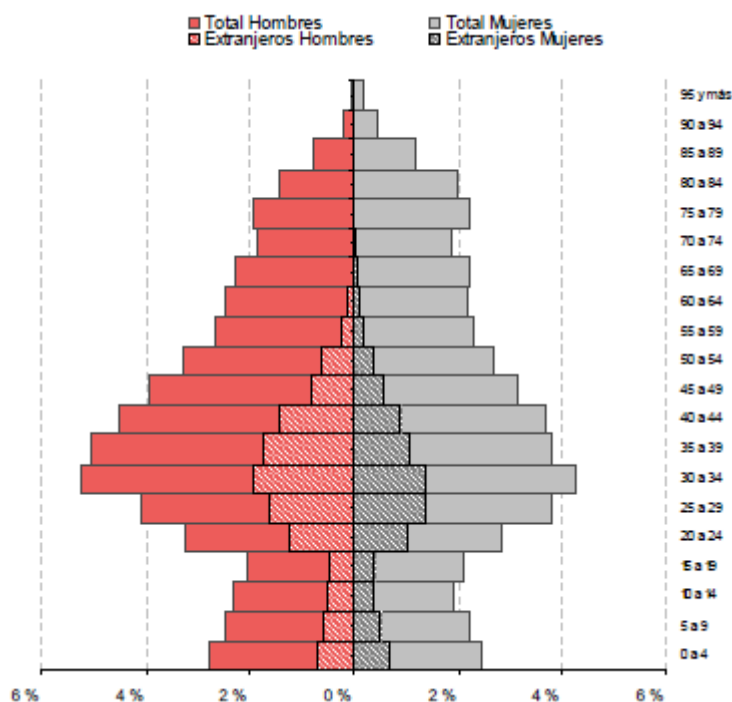


Figura 11. Pirámide poblacional de la Comarca de Valdejalón. Fuente: IAE (2012)

- Economía

El valor añadido bruto en precios básicos asciende a 654.202 miles de euros. A continuación se muestra una tabla con el peso específico de cada sector en dicho valor (Tabla 8)

Sector	Valor añadido bruto (miles de euros)
Agricultura	55.659 (8,5 %)
Energía	39.740 (6,1 %)
Industria	265.226 (40,5 %)
Construcción	76.614 (11,7 %)
Servicios	216.962 (33,2 %)
Total	654.202

Tabla 8. Peso en el PIB por sector en la Comarca de Campo de Cariñena. Fuente: IAE (2012)

Al igual que en la comarca de Cariñena los sectores con mayor peso en la economía son las industria (40,4 %) y los servicios (33,2%). La agricultura tiene un peso ínfimo, con apenas el 8,5 %.

La renta disponible bruta per cápita alcanza el valor de 12.384 euros.

- Agricultura

En Valdejalón está extendido el cultivo de fruta en regadío pero es dominante el cultivo de secano, casi en la misma proporción viñedo y olivar. Cuenta con un total de 2515 explotaciones agrarias, y una superficie agraria utilizada de 58.390 ha. La superficie de regadío suponen casi 13.000 ha (Tabla 9). También tiene importancia la ganadería en la comarca, siendo la principal actividad ganadera es sobre especie ovina, principalmente oveja.

Número de explotaciones	2515
Superficie total explotaciones	70448
Superficie agraria utilizada (ha)	58390
Tierras labradas (ha)	49314
Superficie regada (ha)	12790

Tabla 9. Análisis sector agrario de la Comarca Campo de Valdejalón. Fuente: IAE (2011)

- Industria

La actividad industrial de Valdejalón está diversificada, es la rama del metal la que mayor número de licencias tiene, seguida de la fabricación de alimentos y bebidas. La oferta de suelo industrial en polígonos se ubica a lo largo de la autovía A-2 o en sus proximidades. El mayor polígono es Centrovía en La Muela pero la disponibilidad de suelo libre en el resto de polígonos es alta.

- Energía

Todas las plantas de producción eléctrica en Valdejalón lo son en régimen especial. Son parques eólicos que se concentran principalmente en La Muela. En La Almunia existe un parque fotovoltaico en el polígono La Cuesta II, que además se destina a fines de investigación universitaria. Supone el 6,1% del valor bruto añadido total en la comarca.

- Servicios

Se encuentra una variada y nutrida gama de servicios. Predominan el comercio al por menor, el comercio al por mayor, el servicio de alimentación y el servicio de alquiler de bienes inmuebles. Sin embargo, la tendencia del consumo ha cambiado en los últimos años y se hace necesaria una regeneración del sector. Actualmente, y al igual que en Cariñena, es el motor económico de la comarca

- Otros datos

El paro es muy elevado en el sector servicios, con una tasa por encima del 50%. Los demás sectores no superan el 20%. El número de afiliados se reparte entre los sectores de la industria, agricultura y servicios (tabla 10).

	Nº actividades	Nº afiliados SS	% paro
Agricultura	199	3525 (26 %)	16,3 %
Energía	122	-	-
Industria	409	4025 (29,7 %)	17 %
Construcción	617	983 (7,3 %)	8,8 %
Servicios	2301	5013 (37 %)	51,1 %

Tabla 10. Número de afiliados por a la SS por sector. Fuente: IAE (2012).

3. ACUÍFERO DE ALFAMÉN

La zona de estudio se sitúa entre las comarcas de Valdejalón y Campo de Cariñena pertenecientes al ámbito geográfico del tramo bajo del río Jalón en la provincia de Zaragoza.

El Jalón, es el principal afluente del Ebro en su margen derecha. Posee una cuenca de 9607 Km² la cual, recibe un importante aporte de aguas subterráneas en su parte baja debido a los acuíferos agrupados en las unidades hidrogeológicas del Campo de Cariñena, margen derecha, y la del Somontano del Moncayo, en su margen izquierda (San Román et al. 2004).

A causa de la complejidad que presentan los acuíferos de la zona, se ha seleccionado como área del presente estudio las masas de agua ubicadas en la margen derecha del río Jalón, para obtener una visión global de su estado actual pudiendo así realizar un análisis de su evolución, una prognosis de futuro, analizar sus riesgos así como, sus posibles usos futuros del agua y las medidas necesarias a implantar para su buen estado de conservación de acuerdo con la DMA; con el fin de establecer si el sistema de acuíferos sigue siendo una alternativa viable para mantener las demandas de agua de las comarcas sin necesidad de construir el embalse de Mularroya. En el *anexo 1* se ha realizado un estudio hidrogeológico detallado de los acuíferos de la zona a estudiar.

Debido a la implantación de la DMA, en el año 2000, la unidad hidrogeológica anterior ha sido dividida en 4 masas de agua subterráneas, obteniendo el siguiente mapa (figura 12).

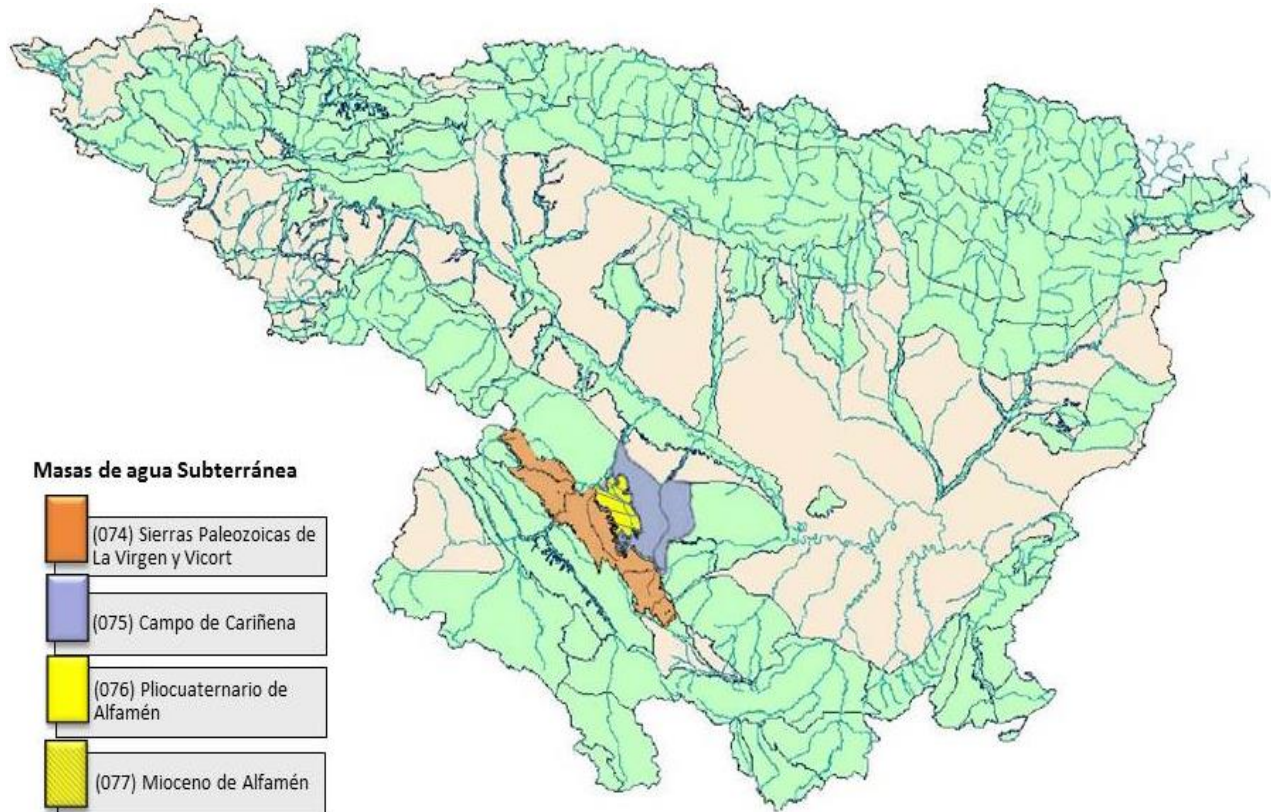


Figura 12. Mapa de las masas de agua subterránea de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Las masas de agua subterráneas (075,076 y 077), están situadas una encima de otra. Siendo la masa 076 (Pliocuatrnario de Alfamén) la más superficial, seguido de la masa 077 (Mioceno de Alfamén) y por último la masa 075 Campo de Cariñena formándose así acuíferos confinados o semiconfinados inferiores debido a las capas impermeables que se disponen por encima. Asociado a estas tres masas se localiza la masa 074 (Sierras Paleozoicas de La Virgen y Vicort), formando en conjunto el denominado acuífero de Alfamén (PERONIEL XXI, 2006), cuyo drenaje principal es el río Jalón, que cruza el conjunto de Sur a Norte y constituye un límite hidrogeológico.

Los materiales que se encuentran, recorren las edades del Triásico al Cuaternario y forman una estructura geológica compleja. Dicha estructura se apoya por el sur en la Sierra de Algairén y al norte con la gran falla Noribérica, la cual rompe la continuidad de los materiales hundiéndolos bajo el relleno terciario de la Cuenca del Ebro.

Este conjunto de materiales forma un sistema multicapa conformado por tres tramos de acuíferos, Jurásico, Terciario y Pliocuatrnario, separados entre sí por niveles impermeables en algunas zonas quedando sectores en los que un tramo se sitúa

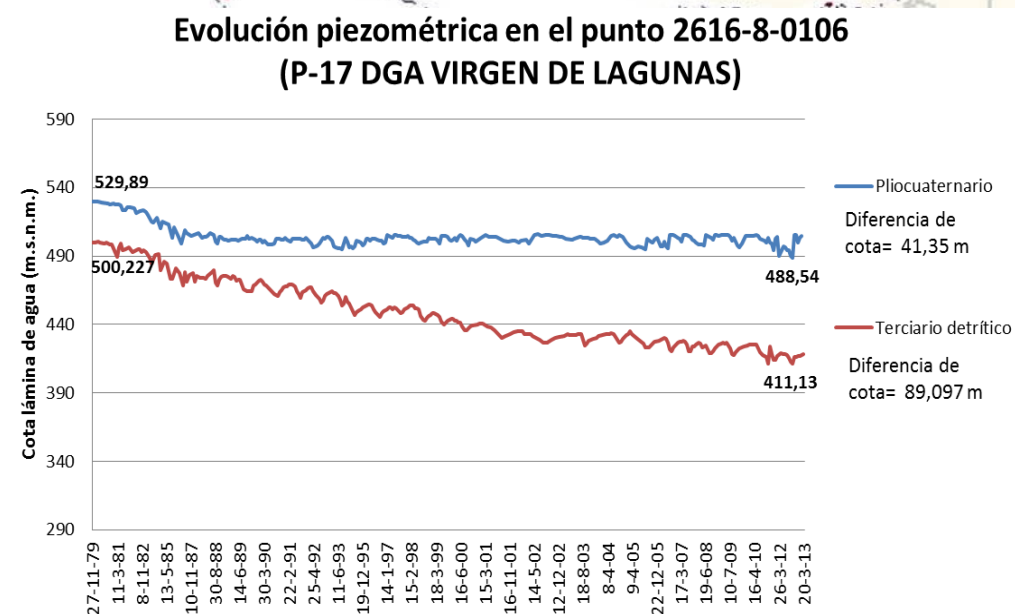
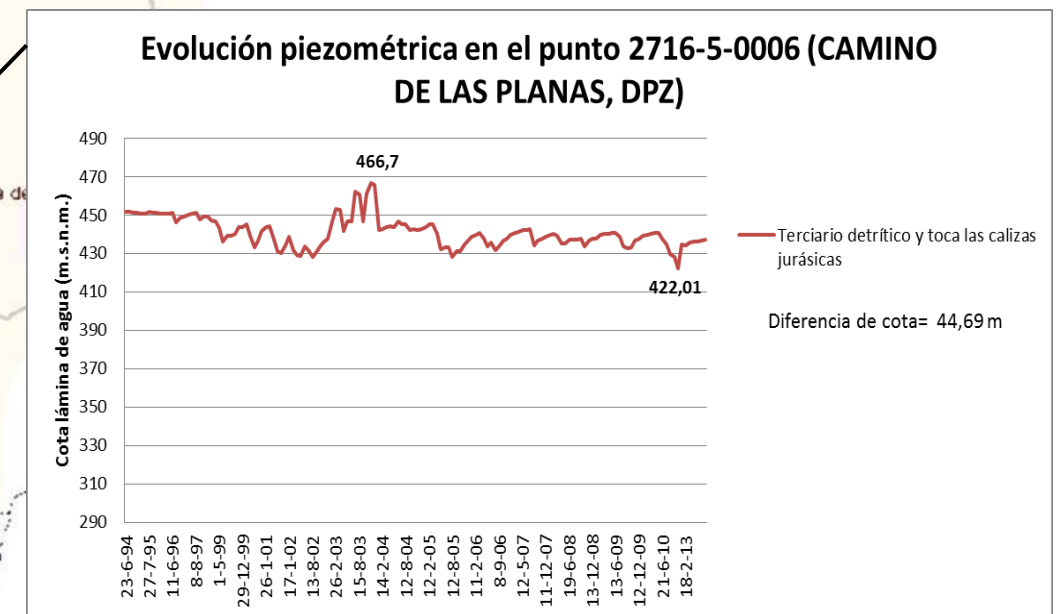
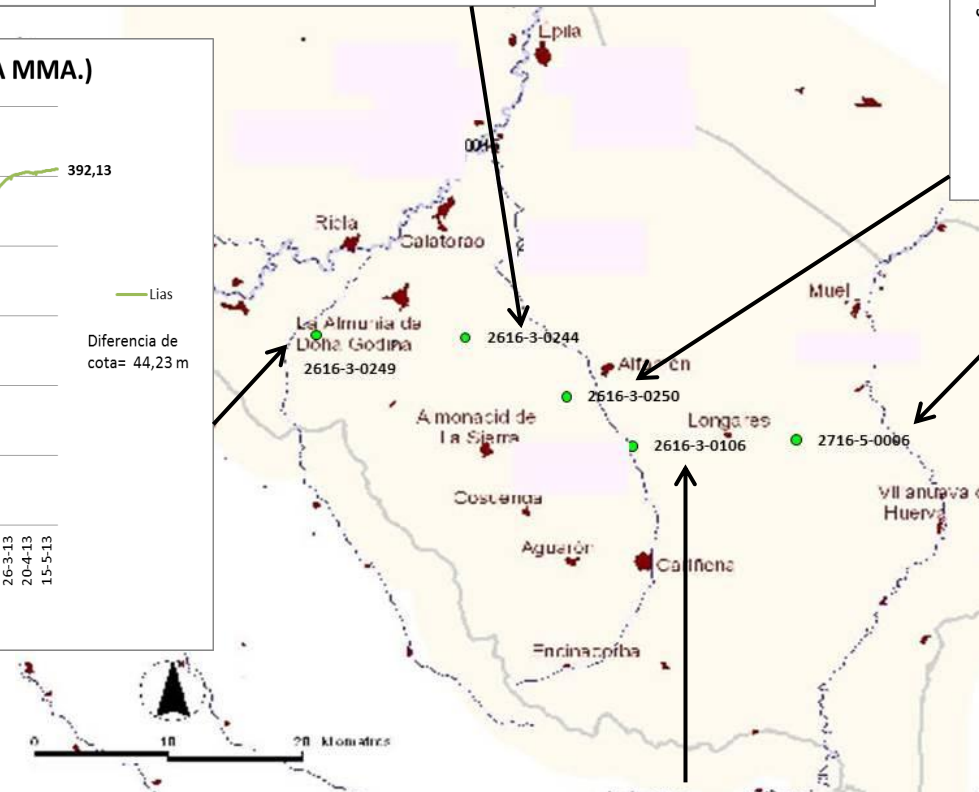
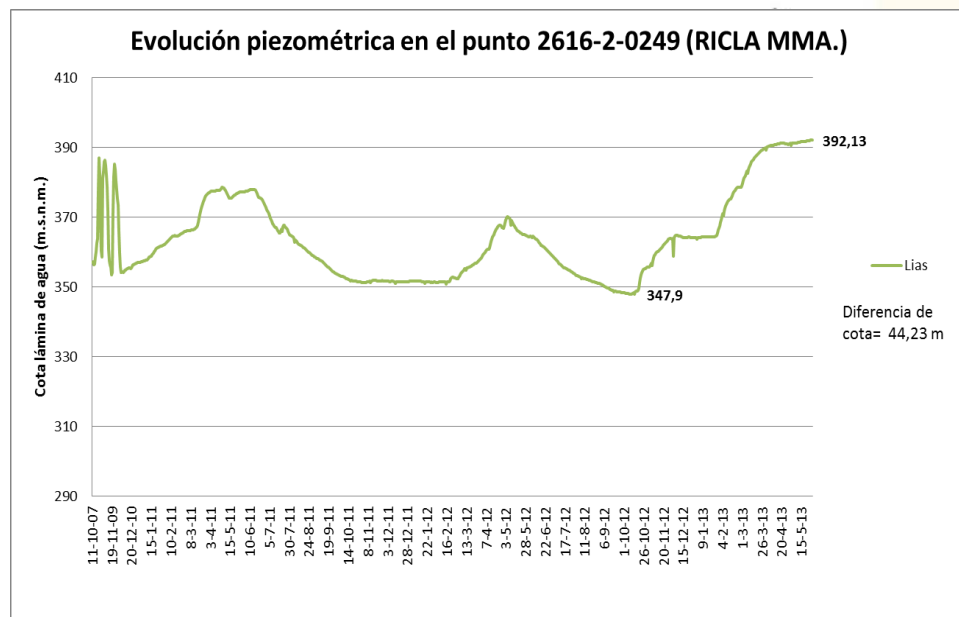
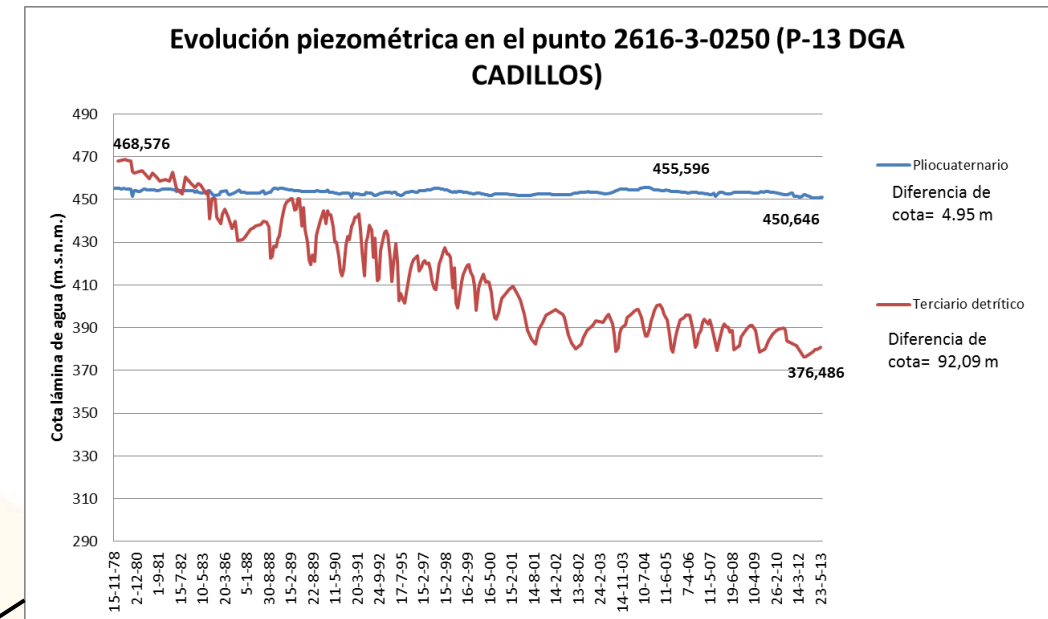
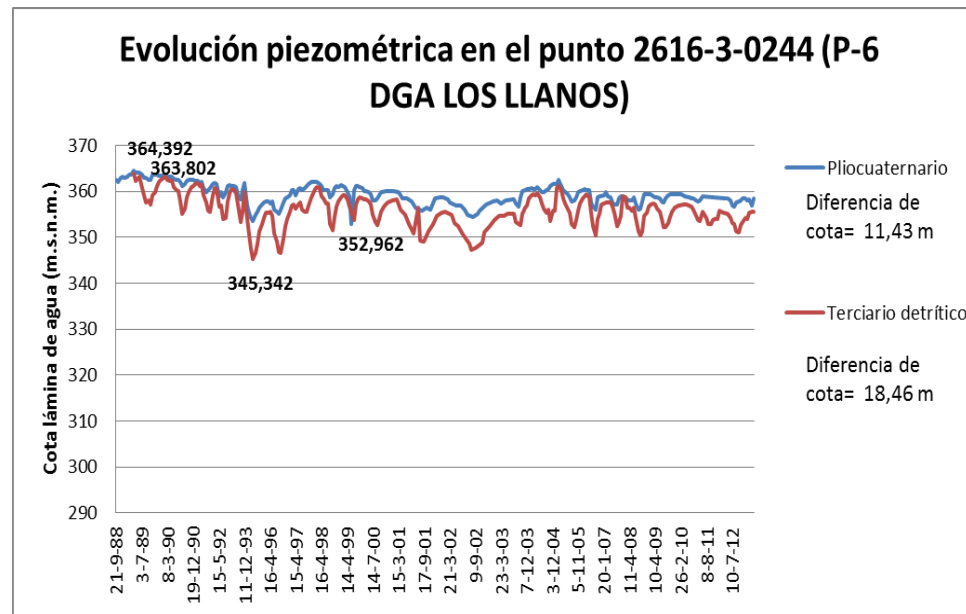
directamente sobre el siguiente tramo (PERONIEL XXI, 2006). Los acuíferos y tramos semipermeables que se han descrito anteriormente se representan en los cortes hidrogeológicos de las figuras 1 y 2 del anexo 1.

De manera general, se puede afirmar que la dirección de flujo en las diferentes masas de agua tiene lugar hacia el río Jalón. Los mapas de isopiezas detallados se encuentran en el nombrado anexo.

La elección de dichas masas se ha motivado por la importancia que los acuíferos del bajo Jalón han tenido para el desarrollo socioeconómico de dichas comarcas siendo por ello, objeto de una creciente explotación desde 1970 asociada a una fuerte expansión de la agricultura de regadío llegando actualmente a las 27.500 has, de las que unas 18.000 se atienden con aguas subterráneas (Arce Montejó et al. 2011).

Diversos estudios han demostrado, que las elevadas extracciones de agua para el riego han provocado un descenso de los niveles piezométrico en determinados sectores cercanos a los 60 m (Arce Montejó et al. 2011). En la actualidad, se ha observado que ese descenso puede alcanzar los 90 m aproximadamente (ver figura 13). Sin embargo, a su vez se vislumbra una tendencia al equilibrio, de manera generalizada, en el sistema de acuíferos. Este hecho, puede vincularse a la falta de control y vigilancia de los aprovechamientos y extracciones realizadas en las masas de agua subterránea por parte de los usuarios, lo que desembocó en una serie de medidas tomadas por la CHE (2010) encaminadas a establecer normas para poder aprobar una concesión sobre las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón, primando siempre un uso sostenible del recurso.

A consecuencia del elevado aumento de extracciones se generó una zona con mayor afección, creando un desequilibrio local en el sector Alfamén-Virgen de Lagunas (P-17) donde se han observado, para el periodo 1988-2006 fuertes descensos en el acuífero Terciario que llegan en la actualidad a casi 90 m. Este fenómeno se puede observar con las líneas de isodescensos acumulados que se representan en la siguiente figura 13.



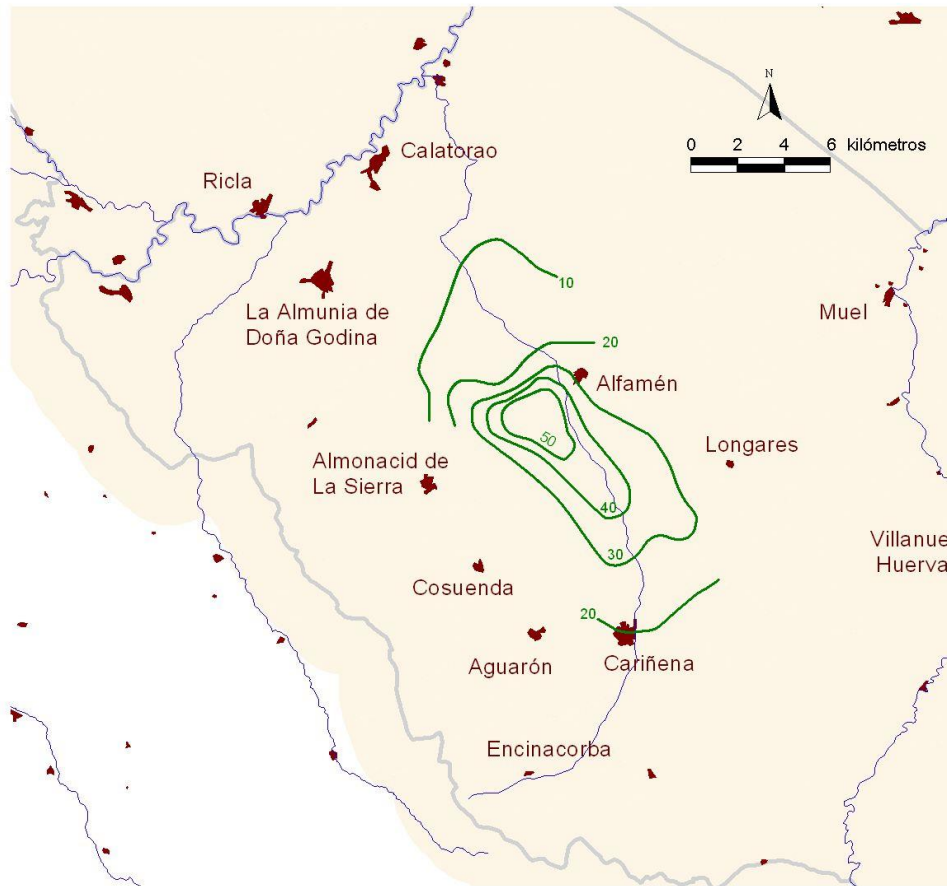


Figura 13. Isodescensos (m) en el acuífero Terciario 1988-2006. Fuente: PERONIEL XXI, 2006

De manera general, se ha observado que las masas de agua con mayor afección son el Mioceno de Alfamén (077) y el Pliocuaternalio de Alfamén (076), debido a que ambas sufren una fuerte influencia antrópica que las ponen en conflicto de no cumplir los requisitos ambientales de la DMA tanto por razones cuantitativas como cualitativas. Estos riesgos se han dado como consecuencia de las fuertes extracciones de agua para regadío que ha habido en la zona y al incremento del uso de fertilizantes nitrogenados para cultivos.

A modo de resumen, se han recogido los estados de las cuatro masas de agua subterráneas del acuífero de Alfamén (tabla 11).

Masa Agua subterránea	Estado cualitativo			Estado cuantitativo		Estado global	Objetivos del estado		
	Estado en 2008	Contaminación difusa	Riesgo	Índice de explotación	Estado en 2008		Cumplimiento DMA 2008	DMA 2015	Prorroga 2021-27
Sierras Paleozoicas de la Virgen y Vicort (074)	Bueno	-	NO	0,449	Bueno	Bueno	Cumple	SI	-
Campo de Cariñena (075)	Bueno	SI	SI	0,635	Bueno	Bueno	Cumple	SI	-
Pliocuaternario de Alfamén (076)	Malo	SI	SI	0,308	Bueno	Malo	No Cumple	-	SI
Mioceno de Alfamén (077)	Malo	SI	SI	1,055	Malo	Malo	No cumple	-	SI

Tabla 11. Estado de las masas agua del acuífero de Alfamén Fuente: Propuesta PHE 2010-2015

Centrándonos en el estudio cualitativo, las masas que están en riesgo son el Pliocuaternario de Alfamén y el Mioceno de Alfamén. Ambas masas se encuentran afectadas por el mismo tipo de presión, las cuales tienen definida una zona afectada por NO_3^- de origen agrario, que se estima en un área superior al 20% del total. Además, existen varios puntos situados en el interior de la zona afectada lo cuales presentan concentraciones superiores a 50 mg/l de nitratos.

Para alcanzar el buen estado, marcado por la DMA, es necesario tomar una serie de medidas (aplicar *Las Buenas Prácticas Agrarias*), como la prohibición de uso de fertilizantes y pesticidas y/o mejorar la depuración de purines en la zona, detalladas para cada masa en el anexo 1. En cambio, las masas de agua subterráneas conocidas como Sierras Paleozoicas de La Virgen y Vicort y Campo de Cariñena presentan un buen estado cualitativo, aunque la última se encuentra el riesgo de posible contaminación difusa en el futuro.

Respecto al estado cuantitativo, la única masa en mal estado es el Mioceno de Alfamén. Para la recuperación de esta masa de agua se han previsto varias actuaciones complementarias a las anteriores, y que se recogen en el actual Plan Hidrológico de

Cuenca, alguna de ellas serían: inducción a la recarga con aguas de la escorrentía superficial, reducción de la presión extractiva mediante la redistribución de sondeos y aportaciones desde el Canal Imperial (balsas de regulación en la zona que se llenen desde los barrancos o desde el Canal Imperial), y a más largo plazo, con aguas procedentes del futuro embalse de Mularroya. No obstante, se considera que al horizonte 2015 todavía no se habrán recuperado los niveles.

Lo anteriormente expuesto, nos revela como el punto más conflictivo del acuífero de Alfamén la masa de agua 077 (Mioceno de Alfamén); zona realmente afectada y pendiente de una mejora de su estado actual.

Sin embargo, al realizar una predicción de futuro se ha observado que si se pararan los bombeos, esta afección se iría amortiguando de manera logarítmica. *“En el caso de que los bombeos siguieran al mismo ritmo que el actual, el impacto de éstos generaría una detracción del 15 % de la aportación total acumulada para el año 2036”* (Javier san Román et al 2006).

En conclusión, se puede deducir que una buena gestión de los recursos almacenados en los acuíferos puede mantener la actividad de la zona siempre y cuando se lleve un control de las extracciones y de las concesiones establecidas dentro del área. Por lo tanto, el acuífero de Alfamén tiene la capacidad de satisfacer las demandas socioeconómicas actuales.

Además, hay que tener en cuenta las características climáticas predominantes de la región las cuales, se caracterizan por unos periodos de estiaje recurrentes propias del clima Mediterráneo.

4. EMBALSE DE MULARROYA

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto de Mularroya tiene una larga y conflictiva historia, ya que en 1.971 se realizó una primera aproximación al mismo con la elaboración de un estudio por parte de la empresa INTECSA con el objetivo de regular de una manera integral la cuenca del Bajo Jalón, donde posteriormente se plantearía el proyecto.

Desde la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) hace ya más de treinta años que se persigue la construcción del embalse de Mularroya, y para entender esta afirmación hay que partir del momento en el que se sitúa el origen del proyecto. En los años 80, tanto políticos como ciudadanos veían como única solución de crecimiento socio-económico la posibilidad de disponer agua durante todo el año y así aumentar la superficie de cultivo (en el proyecto actual la CHE persigue y defiende los mismos objetivos que hace tres décadas).

En un primer momento (1.971) se pretendía construir un embalse en el río Grío de 168 hm³ de capacidad, alimentado por la derivación de aguas desde el río Jalón hasta el río Grío, mediante un túnel de 12,5 km. Más tarde, en 1.975 se redactó el “Plan de aprovechamiento integral y regulación de avenidas del río Jalón y afluentes” en el que se contemplaba la puesta en regadío de diversas superficies del bajo Jalón a partir de la regulación del embalse de Mularroya. Pasaron 17 años para que se formalizará el Pacto del Agua, acuerdo político en las Cortes de Aragón relativo a los criterios sobre política hidráulica de la Comunidad Autónoma de Aragón. En dicho acuerdo, de 30 de Junio de 1992, se concretaba la construcción del embalse de Mularroya con una capacidad total de 110 hm³, el tiempo de tramitación y su construcción se situaba entre Julio de 1.993 y Junio de 1.999 y su presupuesto final estimado para 1.992 era de casi 121 millones de euros (tanto el presupuesto como el tiempo de construcción han sufrido diferentes alteraciones hasta el actual proyecto). Posteriormente, en el año 2000, la CHE se encargó de redactar el proyecto, y en el 2003 y tras una serie de modificaciones se aprobó el anteproyecto 04/03. Dicha aprobación provocó un fuerte rechazo social por

parte de asociaciones de ecologistas y afectados, como COAGRET, las cuales se opusieron al proyecto ya que consideran que la afección a espacios Red Natura 2000 es muy severa. Por lo tanto, entienden la realización del proyecto de Mularroya como un grave error y totalmente innecesario (a día de hoy siguen luchando para la no construcción del mismo). Desde hace varios años esta serie de asociaciones han intentado a través de varias denuncias la derogación y suspensión del proyecto de Mularroya, pero no han conseguido paralizarlo hasta Febrero de 2013, cuando el tribunal supremo anula el proyecto 04/03 y se paralizan las obras. El actual proyecto (redactado Junio 2013) ha sido sometido a una nueva EIA, la cual aún no ha sido aprobada y se está a la espera de su aprobación para que las obras se reanuden. El actual proyecto (06/13) presenta un presupuesto de 198,5 millones de euros, sus características son muy similares al anterior proyecto (04/03) y se encuentra construido el 44% del total de las infraestructuras del proyecto, los últimos datos apuntan a que se han invertido cerca de 50 millones de euros (*Evaluación de Impacto Ambiental 2013 del Proyecto de la Presa de Mularroya, Azud de derivación y Conducción de trasvase, en los términos municipales de La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla*).

Como se ha mencionado anteriormente, la principal función del embalse será la regulación de la cuenca Baja del Jalón con el fin de aumentar la disponibilidad del recurso hídrico.

El proyecto de Mularroya presenta una serie de objetivos:

- Garantizar la demanda de agua de boca para abastecimiento de la población de Campo de Cariñena y Valdejalón, así como satisfacer la actual demanda industrial.
- Aseguramiento de los caudales ecológicos en los ríos Grío y Jalón.
- Reducir el riesgo por inundación gracias a la laminación de avenidas.
- Consolidación de las 21.430 ha actuales de regadío y ampliación de 5.000 ha nuevas de cultivo.

Indirectamente podría servir para la recarga del acuífero de Alfamén. Ya que la regulación del río Grío, permitirá liberar recursos subterráneos y reorganizar extracciones combinando adecuadamente recursos superficiales y subterráneos (EIA 2013).

(En el anexo 2 se recogen todos los acontecimientos de la historia del proyecto de Mularroya)

Análisis del proyecto

Según la CHE, el proyecto de Mularroya cumplirá el propósito de regular todos los caudales pertenecientes a la cuenca del Bajo Jalón, cuya extensión alcanza los 7.008 km² con una aportación media anual de 315,57 hm³ y un caudal medio de 10,01 m³/s. Una vez se hayan terminado todas las actuaciones del proyecto el volumen medio anual trasvasado rondará los 58,76 hm³ (EIA, 2013).

El gran motivo para la regulación de la cuenca es la consolidación de las 21.430 ha actuales de cultivo y la transformación de 5.000 ha más de secano a regadío, la demanda de agua será de 9.319 m³/ha y año, y la superficie total de regadío ascenderá a 26.340 ha. Estos cultivos se ubicarán en los siguientes municipios: Alagón, Alcalá, Alfamén, Almonacid, La Almunia de Doña Godina, Alpartir, Bárboles, Bardalluer, Cabañas de Ebro, Calatorao, Cariñena, Cosuenda, Chodes, Épila, Figueruelas, Grisén, La Joyosa, Lucena, Luceni, Lumpiaque, Pedrola, Pinseque, Plasencia, Pleitas, Ricla, Rueda, Salillas, Sobradiel, Torres de Berellén, Urrea, Utebo y Zaragoza (EIA, 2013).

También se garantizará el abastecimiento a poblaciones, la demanda industrial, el mantenimiento del caudal ecológico en los ríos Grío y Jalón, y la disminución del riesgo de avenidas gracias a la laminación del agua.

La CHE proclama que gracias a la regulación de la cuenca y la mayor disponibilidad de agua en la comarca, se producirá un progreso a nivel socio-económico como consecuencia de la mejora de los regadíos existentes, la implantación de nuevos

regadíos que favorecerán una consolidación y estabilidad del sector agrícola y se producirá así mismo, una mejora de la seguridad, diversidad y calidad de las cosechas. De forma indirecta se desarrollarán actividades industriales y movimientos migratorios que facilitaran la recuperación de la población en las comarcas de Campo de Cariñena y Valdejalón (*Anteproyecto de la Presa de Mularroya, Azud de derivación y Conducción de trasvase, en los términos municipales de La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla*).

Tal y como enuncia la CHE, dicha actuación beneficiará a un número elevado de habitantes, dado que las actividades agrarias ocupan, como actividad principal o secundaria, a la mayor parte de la población situada en la margen derecho del río Jalón. La consolidación de la actual zona regable afecta a unas 16.000 ha (*Anteproyecto Mularroya*) cuyas garantías actuales, tanto volumétricas como temporales, son muy bajas. En la tabla adjunta se observan los valores de estas garantías para la situación “con” y “sin” proyecto, y para las zonas del Jalón y Grío (tabla 12).

		Garantías temporales	Garantías volumétricas
ZONA JALÓN	“Sin” proyecto	30,30 %	75,87 %
	“Con” proyecto	96,97 %	99,58 %
ZONA GRÍO	“Sin” proyecto	15,15 %	49,16 %
	“Con” proyecto	100 %	100 %

Tabla 12. Valores de garantías con y sin proyecto. Fuente: Anteproyecto embalse Mularroya

Por otra parte, en el caso de ampliarse la zona regable en 5.000 ha, tal y como se establece en el actual Plan Hidrológico del Ebro, las garantías en las demandas serían las siguientes (tabla 13):

		Garantías temporales	Garantías volumétricas
ZONA JALÓN	“Sin” proyecto	30,30 %	75,87 %
	“Con” proyecto	81,82 %	95,41 %
ZONA GRÍO	“Sin” proyecto	15,15 %	49,16 %
	“Con” proyecto	100 %	100 %

Tabla 13. Valores de garantías con y sin proyecto para la ampliación de 5.000 ha de regadío. Fuente: Anteproyecto embalse Mularroya

En la siguiente figura (14) se muestra un mapa con las principales características del proyecto:

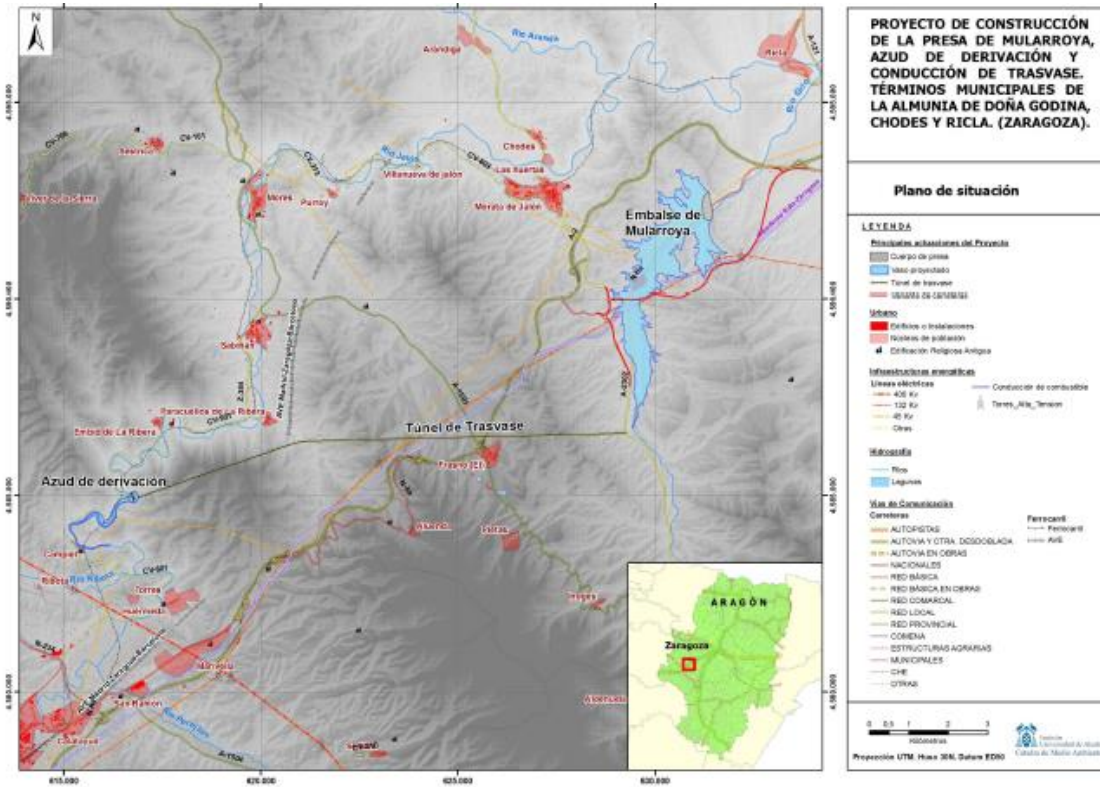


Figura 14. Mapa de caracterización del proyecto. Fuente: EIA (2013)

(En el anexo 3 se definen las principales infraestructuras del proyecto)

4.2 Análisis de la nueva EIA (2013)

Introducción

El pasado 30 de Julio la CHE anuncio a información pública la nueva EIA del proyecto “Construcción de la presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase”.

En la siguiente figura (15) se muestran las principales actuaciones del proyecto:

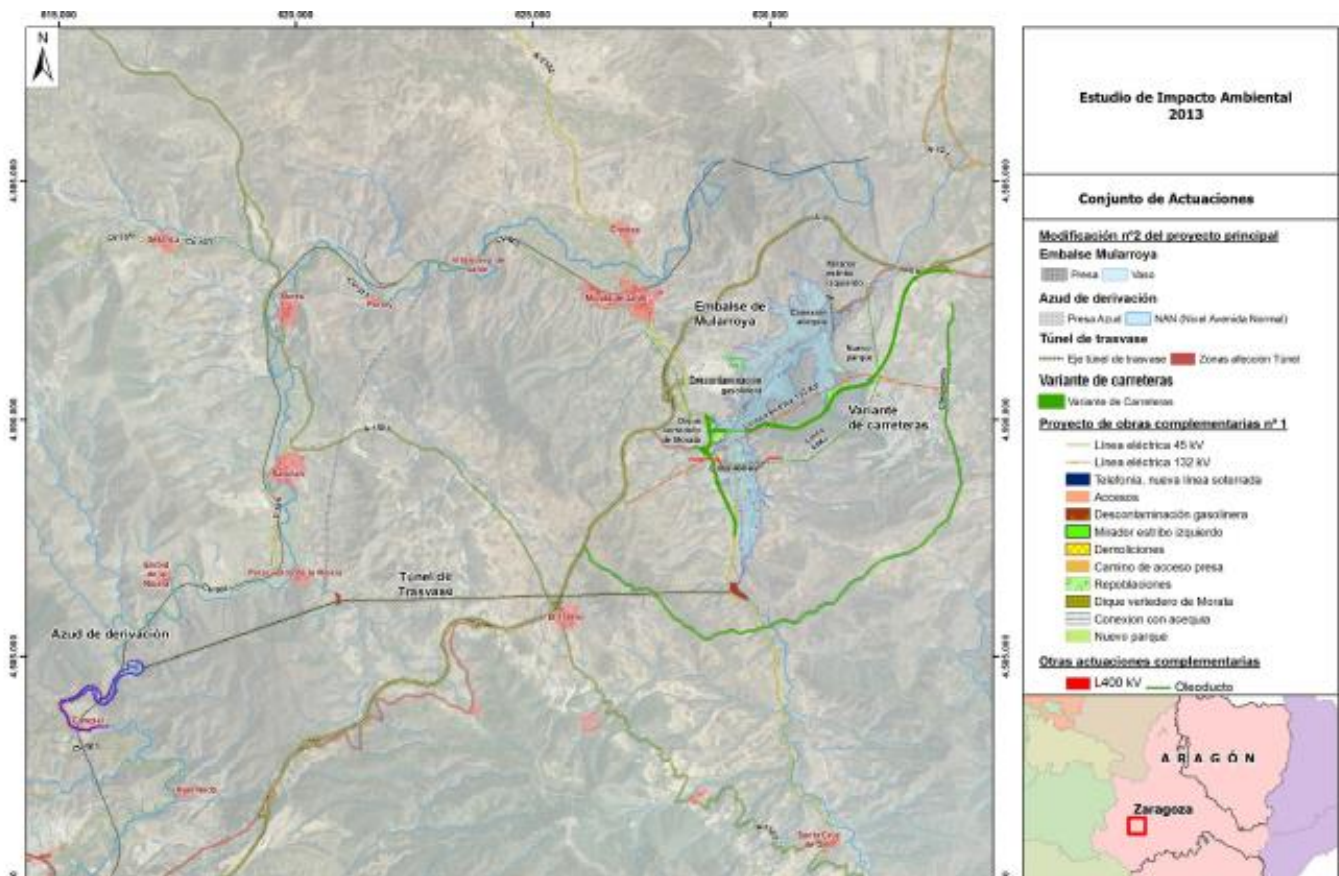


Figura 15. Mapa de actuaciones del proyecto de Mularroya sometido a EIA; Fuente: EIA 2013

Las obras que se han sometido a dicha EIA son las siguientes (EIA, 2013):

1. Proyecto de construcción, el cual consta de cuatro actuaciones:

- Presa de Mularroya:** Se trata de la creación de un embalse mediante la construcción de una presa en el cauce del río Grío con una capacidad útil total de $103,3 \text{ hm}^3$.
- Azud de derivación:** Con el fin de aportar un volumen suficiente de agua al embalse se ha proyectado la realización de un azud en el río Jalón que permitirá derivar parte de su caudal al Embalse de Mularroya.
- Túnel de trasvase:** Para canalizar el agua desde el Azud del río Jalón hasta el Embalse de Mularroya se ejecutará un túnel que comunicará ambas infraestructuras.

d) Variante de carreteras: El proyecto contempla la realización de una variante de las carreteras N-IIa y A-2302, en los tramos afectados por el embalse de Mularroya.

2. Proyecto de obras complementarias número: se pueden agrupar de la siguiente manera:

- a) Actuaciones por servicios afectados
- b) Actuaciones por motivos técnicos y geotécnicos
- c) Actuaciones por motivos medioambientales

3. Anteproyecto de desvío del oleoducto ROTAZA

4. Anteproyecto de desvío de línea eléctrica de Red Eléctrica Española S.A.U. (REE)

Nos centraremos en resumir la EIA del proyecto de construcción y sus cuatro actuaciones básicas (túnel trasvase, presa, azud de derivación y variante de carreteras)

Objetivo de la EIA

En la EIA se describen todos los detalles de las actuaciones que se van a llevar a cabo en el proyecto de Mularroya, explicando todas sus características y futura ubicación. Se analizan las tres alternativas propuestas y para cada una de ellas se enuncian sus impactos potenciales. Para ello se han realizado minuciosos muestreos, obtención de datos, revisión completa de las especies de fauna y flora, en definitiva un complejo y detallado informe de todas aquellas variables que pueden verse afectadas por las obras del proyecto de Mularroya.

Con todos los datos anteriores se realizó una valoración del impacto generado a la zona, donde se ubicaran las diferentes construcciones, como consecuencia de las obras ya ejecutadas y las que se prevén en el futuro. En el presente EIA se realizó una comparación entre las tres alternativas posibles, para así poder elegir aquella que cumpla todos los objetivos del proyecto y afecte en menor medida al medio ambiente.

Por último se realizó una matriz de impactos, en la que se sintetiza toda la información del EIA.

Los antecedentes e historia del actual EIA vienen explicados en el anexo 4

Alternativas

Una vez que el tribunal supremo anulara el proyecto 04/03 y se paralizaran las obras en Febrero de 2013, se propusieron nuevas alternativas para la construcción del nuevo proyecto de Mularroya.

Se plantearon un total de tres alternativas viables, y a la hora de proponer las diferentes actuaciones se tuvo en cuenta que las obras ya estaban iniciadas. A continuación se definirán cada una de las alternativas y se expondrán los motivos por los cuales se ha elegido una de las tres para la realización del proyecto:

A) Alternativa 1 (*EIA 2013*):

Se propone paralizar las obras, abandonar el proyecto y realizar una futura restauración ambiental de la zona. Por lo tanto, dicha alternativa supondría la suspensión del proyecto y como consecuencia no se cumplirían los objetivos del mismo:

- Consolidación de los regadíos existentes en el Bajo Jalón, con 21.340 Has y ampliación en 5.000 Has de nuevo regadío.
- Dotación de un régimen de caudales ecológicos, en función de las aportaciones, en los ríos Jalón y Grío.
- Laminación de avenidas.
- Abastecimiento a las poblaciones cercanas (tanto para agua de boca como industrial).

Consecuentemente, la Alternativa 1 considera que no se realiza en su totalidad el proyecto y la zona quedaría con las características actuales con las alteraciones producidas por las obras del embalse y la propia variante de carreteras. Además, implica que tampoco se construirán ni el Azud de derivación en el río Jalón ni el túnel de trasvase, ni la mayoría de la Obras Complementarias, ni las otras Actuaciones Complementarias. Sin embargo, se considera la necesidad de la restauración ambiental de la zona y de la estabilización de las actuales infraestructuras construidas.

(En el anexo 5 se analiza la situación actual de las obra).

B) Alternativa 2 (EIA 2013)

Se corresponde con la continuación del proyecto 04/10 (redactado en 2003) más la Modificación nº 1 (aprobada el 5 de Julio 2011, la cual cambiaba algunas de las actuaciones del proyecto original, incluyendo importantes mejoras desde el punto de vista de afecciones ambientales). El principal objetivo de esta alternativa sería el cumplimiento de los objetivos fijados por la infraestructura de obtener una reserva de agua.

Las diferentes actuaciones de la alternativa 2 se aprecian en la siguiente figura (16):

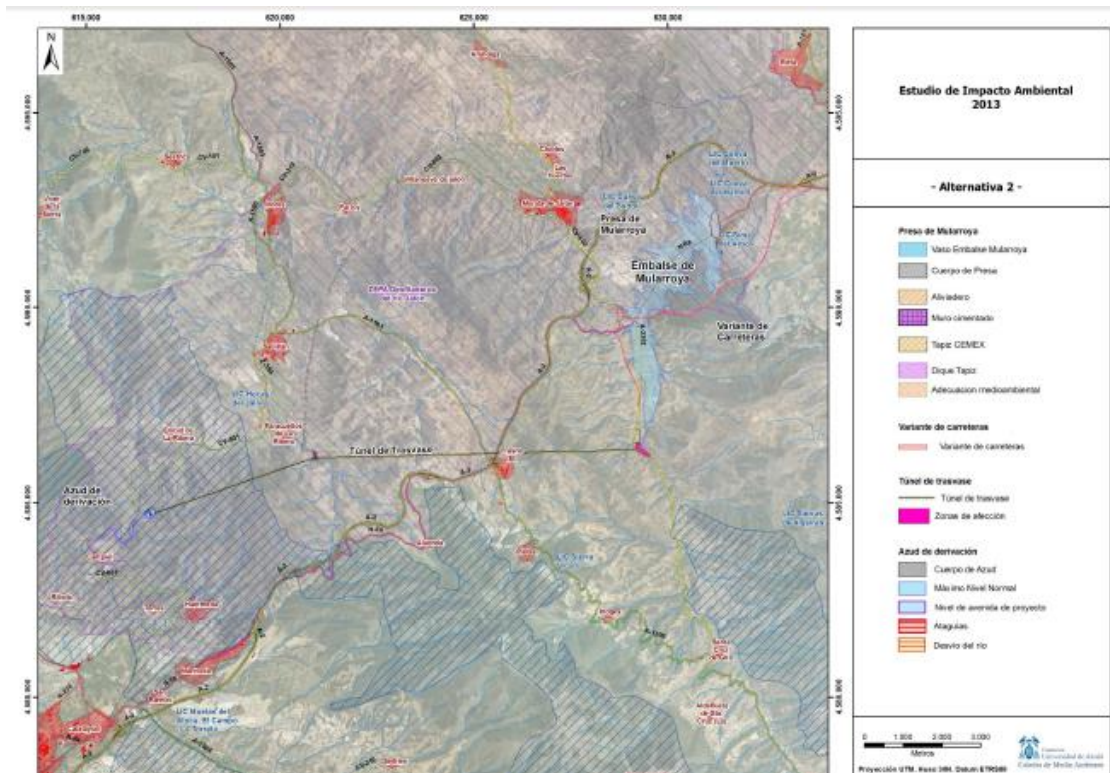


Figura 16. Mapa de las actuaciones de la alternativa 2. Fuente: EIA (2013)

(En el anexo 6 se describen las cuatro infraestructuras necesarias para satisfacer esta alternativa)

C) Alternativa 3 (EIA 2013)

Se corresponde con la realización del nuevo proyecto de construcción 06/13. Su principal objetivo es la regulación de la cuenca del Bajo Jalón, con el propósito de mayor disponibilidad de agua para satisfacer las demandas de regadío. Esta alternativa es muy similar a la alternativa 2 en todas sus actuaciones, apreciándose muy pocas diferencias (figura 17):

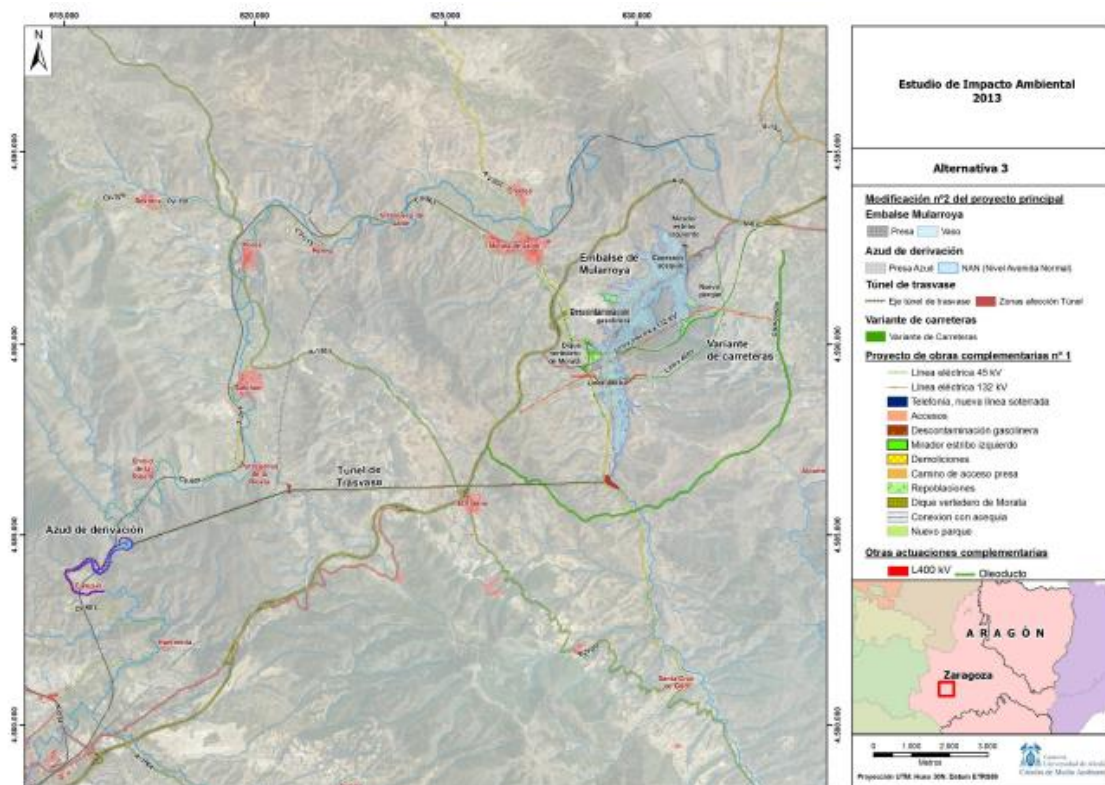


Figura 17. Actuaciones de la Alternativa 3 Fuente: EIA (2013)

(En el anexo 7 se describen las principales infraestructuras de la alternativa 3)

Conclusión de las alternativas

Una vez explicadas las principales actuaciones de las tres alternativas propuestas, se resumirán los motivos sobre la elección de una de ellas como la mejor opción posible para cumplir los objetivos del proyecto y con un menor impacto ambiental.

La alternativa 1 parte de la idea de la suspensión del proyecto y la no continuidad de las obras. También sería necesario una restauración ambiental, ya que las obras actualmente ejecutadas han supuesto una importante afección al medio, lo que conllevaría un elevado gasto económico. A pesar de estos contratiempos, la principal razón por la que dicha alternativa no puede ser la elegida como propuesta final es la no consecución de los objetivos del proyecto (regulación de la cuenca Bajo Jalón y mayor disponibilidad de agua para satisfacer las demandas de regadío y abastecimiento urbano)

Por todas estas razones dicha alternativa queda descartada y nos centraremos en la comparación de las alternativas 2 y 3 (muy similares entre sí), analizando los efectos e impactos de las principales infraestructuras (embalse, azud de derivación, túnel de trasvase y variante de carreteras) al medio.

A continuación se resumen las principales diferencias entre los impactos medio ambientales de las cuatro infraestructuras principales (embalse, azud, túnel trasvase y variante de carreteras) de las alternativas 2 y 3 (Tabla 14):

	Afección Alternativa 2 (m²)	Afección Alternativa 3 (m²)	Comparación A2-A3
Embalse de Mularroya	4.903.820	4.896.273	La Alternativa 2 afecta a 7.548 m ² más que la Alternativa 3. Destacando la afección de 0,7 ha más al ZEPA “Desfiladeros del río Jalón”, así como 0,4ha mas de afección a la vegetación natural por parte de la Alternativa 2 respecto a la Alternativa 3.
Azud de derivación	253.697	252.589	La Alternativa 2 afecta a 1.108 m ² más que la Alternativa 3. Esto se traduce en un mayor grado de afección de la Alternativa 2 sobre casi todos los factores ambientales, salvo en infraestructuras y roquedos silíceos.
Túnel trasvase	-	-	Mismo grado de afección por parte de ambas alternativas.
Variante de carreteras	236.957	227.629	La Alternativa 2 afecta a 1.108 m ² más que la Alternativa 3. Destacando la afección de 0,9 ha más al ZEPA “Desfiladeros del río Jalón”, así como 0,86ha mas de afección de matorral por parte de la Alternativa 2 respecto a la Alternativa 3.

Tabla 14. Comparación afecciones alternativas 2 y 3. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la EIA

Una vez analizadas ambas alternativas, se ha llegado a la conclusión de que la alternativa 3 (desarrollar el nuevo proyecto 06/13) se considera más positiva para el medio, ya que supondría un menor daño ambiental, en comparación con la alternativa 2 (continuar con el proyecto 04/10).

Por lo tanto, el equipo redactor del EIA considero que la opción menos impactante es la Alternativa 3, y como también cumple todos los objetivos del proyecto (regulación de la cuenca baja del Jalón y mayor disponibilidad de recurso hídrico) es la elegida para la realización del mismo.

(La comparación detallada entre ambas alternativas y las acciones generadoras de impactos se encuentra en el anexo 8 y 9 respectivamente)

Afecciones del proyecto

A continuación se resumirán las principales afecciones del proyecto de Mularroya (alternativa 3) a los distintos factores ambientales (Tabla 15)

FACTOR AMBIENTAL	AFECCIÓN	IMPACTO
Espacios protegidos	486 ha (2,16%) ZEPA “Desfiladeros del rio Jalón”	Negativo, ya que provocara la destrucción de hábitats y vegetación con alto valor ambiental
	31,6 ha (0,61 %) LIC “Hoces del Jalón”	
Hidrología (masas de agua)	No produce afección alguna sobre el régimen hidrodinámico de los ríos Grío y Jalón, y permite la consolidación de los regadíos en el bajo Jalón	Positivo, sinérgico, permanente y de cierta extensión, con una magnitud media.
Calidad de las aguas	Liberación importante de nutrientes a la columna de agua, que podría provocar procesos de eutrofia.	Negativo, indirecto al ser el resultado de procesos distintos, sinérgico, extenso, reversible y recuperable a través de medidas preventivas y correctoras. Se trata de un impacto compatible.
Acuíferos	Reducción de bombeos (11,3 hm ³ /año)	Positivo, indirecto, extenso, sinérgico, recuperable y reversible.
Flora	Eliminación de especies que se localizan en el área de inundación (destrucción directa bien por desbroce, tala o inundación)	Negativo, de efecto directo, permanente, ya que supone la destrucción de ejemplares, y por lo tanto irreversible pero recuperable en ciertos aspectos. Es un impacto localizado en la zona de afección directa pero de cierta extensión. La magnitud del mismo puede ser considerada como moderada.
Vegetación	La mayor afección es sobre el bosque de ribera, del que se afecta un 13,79% de la superficie total del área. Los siguientes valores significativos son un 5,36% de los farallones calcáreos de la zona, un 6,49% del tomillar pradera y un 5,68% de las repoblaciones de coníferas. El resto de tipos de vegetación tienen una afección muy escasa y de baja significatividad.	Negativo, de efecto directo, permanente, ya que supone la destrucción de la vegetación y por lo tanto irreversible, en algunos casos recuperable y en otros no, localizado en la zona de afección directa pero de cierta extensión
Fauna	Sera perjudicial para aquellas especies que viven en los ecosistemas terrestres aguas abajo de la presa y en las zonas de inundación aledañas a la misma. Provocará afección directa a la conectividad ecológica.	Directo e indirecto, permanentes, negativos, irreversibles pero hasta cierto punto recuperables en el tiempo, por lo que son necesarias las medidas correctoras convenientes para intentar paliar esta situación. La magnitud la consideramos moderada
Suelos	Afección importante a los medios de cultivo, un total de 180 ha de suelo agrícola. Eso sumado a las 234 ha de vegetación natural y a las 168 ha de repoblaciones de Pinus, suponen la mayoría del impacto sobre el suelo.	Directo, permanente, extenso, irreversible y en la mayor parte de las zonas irrecuperable. Sin embargo, dado el escaso valor del suelo en gran parte de su extensión, pobres y con poca capacidad agrícola y forestal, consideramos que el impacto tiene una magnitud moderada. No obstante, deberán tomarse medidas preventivas y correctoras que actúen sobre este factor, disminuyendo en lo posible la magnitud del mismo

Tabla 15. Afecciones ambientales del proyecto de Mularroya (alternativa 3) Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la EIA 2013

(En el anexo 10 se detallan con mayor detalle las afecciones del proyecto al medio ambiente).

Análisis del impacto global

Una vez analizadas las principales afecciones del proyecto sobre la naturaleza y el medio ambiente, el equipo encargado de redactar la EIA resumió todos los impactos en una matriz final de impactos (ver anexo 11):

Desde el punto de vista ambiental la mayor afección es aquella que supone la inundación de 12 ha de vegetación de ribera, que si bien es un tipo de vegetación que en la zona está representada por comunidades bastante alteradas, ya que los cultivos han sustituido los suelos que ocuparían estas comunidades, sin duda tiene un cierto valor al ser una de la comunidades arboladas más interesantes en estas zonas antropizadas.

Por otro lado el resto de variables analizadas, socioeconómicas, hidrológicas, geomorfológicas, el efecto sobre la atmósfera o el patrimonio no tienen impactos negativos de entidad, incluso en muchos casos se producirá un efecto positivo sobre ellas y por lo tanto el impacto es compatible con el proyecto propuesto.

Por lo tanto el impacto más importante y el que definirá la afección negativa sobre la zona son las variables relacionadas con el medio natural; especies y hábitats. Ya que el conjunto de variables más destacadas de flora, de fauna y de hábitats son parte integrante de los objetivos de conservación de la Red Natura 2000 en la zona, analizando el impacto sobre estos espacios resumimos el impacto global del proyecto. Es decir, sin lugar a dudas, la afección más importante y la que resume todo el estudio es la afección sobre los lugares de la Red Natura 2000, tanto a la ZEPA “Desfiladeros del Río Jalón como” al LIC “Hoces del Jalón”. Menos afectados, ya que no se produce afección directa, son los LICs de las diversas cuevas de la zona, entre otros el LIC Sima del Árbol o Cueva del Mármol.

En el caso del LIC se inunda un 0,61% de la superficie del mismo, siendo lo más relevante la posible afección a una población de unos 30 ejemplares de *Centaurea*

pinnata, que suponen un 0,15% de la superficie potencial de la especie en la zona. Otra de las afecciones es la que actúa sobre 0,01 ha de un hábitat prioritario, los prados calcáreos basófilos, lo que supone un 0,06% de la superficie del Hábitat en el LIC. También puede existir un impacto sobre la población de nutrias, aunque esta afección únicamente puede ser de cierta importancia durante la fase de construcción, puesto que una vez concluido el Azud podrá formar parte sin problemas de la red de azudes que usa habitualmente la población de nutrias de la zona.

En el caso de la ZEPA se ocupa por inundación un 2,09% de su extensión, del cual un 0,93% ya ha sido afectado por las obras y quedarían por afectar el 1,20% de la superficie de la ZEPA. Respecto a este espacio, lo más destacado es la afección que se puede producir sobre las especies más representativas del medio que son las rapaces rupícolas y especialmente el águila azor perdicera. Esta especie, junto con el resto de especies rupícolas, no ven alterada sus zonas de campeo en el Azud ya que el medio a inundar, sobre todo huertos de frutales, bosques de ribera y zonas de carrizales y cañaverales no son un hábitat propicio para estas especies. La mayoría de la fauna que usa la zona a inundar son especies muy comunes de zonas arboladas, repoblaciones o campos de cultivo que no tendrán problemas en usar las grandes extensiones de estos hábitats por todo el territorio.

Al analizar las superficies de los hábitats de la Red Natura 2000 que se inundan, encontramos que la mayoría de éstas pertenecientes a la ZEPA tienen como cubierta vegetal cultivos de secano, repoblaciones de pinos y matorrales. La mayoría de estos hábitats son muy comunes, por lo que no tienen gran valor ambiental. Ninguno de los hábitats de la directiva europea inundados en la ZEPA suponen más de 0,4% del total del hábitat en este espacio, siendo casi residual la afección a los matorrales de *Juniperus* (0,45 ha) y a los encinares y prados calcáreos (0,01 ha en ambos casos). Sin embargo, nos encontramos que uno de los matorrales de la zona, el perteneciente a la *Thero-Brachypodietea*, es un hábitat prioritario de la directiva de hábitats. Este hábitat sufrirá inundación en 7,74 ha, lo que en términos relativos supone el 0,33% de la superficie de este hábitat en la ZEPA, que asciende a 2.381 ha.

En resumen, el equipo técnico encargado de realizar la EIA (2013) elaboró un análisis meticuloso del conjunto de la obra y su afección, en el cual se han cuantificado y valorado los impactos y afecciones de manera objetiva. Dado el estado avanzado en el que se encuentra el proyecto, y la profunda transformación del medio ya desarrollada, se consideró que la suspensión de la obra puede acarrear más impactos sobre el medio ambiente, que continuar con el mismo. Sin embargo, es necesario aplicar toda una serie de medidas correctoras que corrijan la mayor parte de los impactos producidos (*ver anexo 12*).

4.3 Programa de medidas del PH del Ebro 2010-2015

El pasado 4 de Julio de 2013 se aprobó el nuevo Plan Hidrológico del Ebro para el periodo 2010-15. Nos centraremos en el programa de medidas del citado plan, cuyo objetivo es cumplir con los objetivos marcados y definidos en la cuenca del Ebro. En nuestra zona de estudio, Bajo Jalón, se han propuesto una serie de medidas:

- Turbinado en el embalse de Mularroya
- Consolidación y mejora de regadíos en el acuífero de Alfamén desde embalse de Mularroya
- Modernización de los regadíos dependientes del embalse de Mularroya
- Mejora y consolidación de regadíos de la comunidad de regantes del acuífero de Alfamén
- Recarga de la masa de agua subterránea del campo de cariñena
- Sendero verde del Bajo Jalón

(En el anexo 13 se describen dichas medidas).

4.4 Valoraciones al proyecto de Mularroya

Una vez enunciadas las principales características del proyecto de Mularroya y las diferentes medidas incluidas en el Plan Hidrológico del Ebro, así como los contenidos básicos de la nueva EIA (2013) del mencionado proyecto, nos disponemos a enumerar y citar aquellos aspectos que hemos considerado como puntos débiles del mismo:

- Uno de los objetivos del proyecto es la laminación de avenidas del Jalón para evitar posibles inundaciones en la zona de estudio. Dicha afirmación no se corresponde ni con la historia ni la realidad, ya que no hay datos en los últimos 100 años de lluvias catastróficas ni eventos de avenidas trágicas. También se debe tener en cuenta que el efecto de laminación sería mínimo como consecuencia de la implantación de la presa-azud, ya que las crecidas calculadas en un periodo de retorno de 100 años están por encima de los 350 m³/s y la capacidad de conducción del trasvase apenas asciende en el mejor de los casos a 8m³/s. Por lo tanto, la laminación de avenidas en el Jalón tendría un papel irrelevante.
- La construcción del embalse de Mularroya se califica como una construcción de categoría “A”. Esto significa que los pueblos situados a pie de presa corren el máximo riesgo de ser arrastrados como consecuencia de una rotura de la presa, los principales municipios afectados serían Ricla y La Almunia de Doña Godina. También se verían perjudicadas en un incierto futuro diferentes infraestructuras como la autovía A-II y la red de ferrocarril convencional, daños materiales y un gran impacto ambiental. Dichas consecuencias no aparecen evidenciadas en la nueva EIA, lo que se considera un error por parte de la Administración.
- Otro de los efectos supuestamente positivos de la construcción del Proyecto es el aseguramiento de los caudales ambientales tanto del río Grío como del Jalón.

Esta afirmación no es en ningún momento cierta, ya que los embalses son los responsables de alterar los regímenes naturales de los ríos. El impacto será en todo caso negativo, ya que ambos ríos verán como sus caudales aumentan en

verano y disminuyen en invierno, algo que no se cierne a la realidad. Es un daño ambiental, y no supone ninguna ventaja hacia los ríos. Por ejemplo, el caudal mínimo del Jalón en el azud del trasvase pasara del dato actual $5,42 \text{ hm}^3/\text{mes}$ al valor de $1,36 \text{ hm}^3/\text{mes}$ cuando finalice dicha obra. Y el río Grío, característicamente mediterráneo y seco la gran mayoría del año, llevara agua durante todas las estaciones “encefalograma plano”, gráficamente hablando, modificando así su régimen natural (en verano el río Grío sin presa se encuentra seco, con presa el volumen asciende a $28,43 \text{ hm}^3$).

Así mismo, la consolidación de las 21.000 ha de regadío propuestas en el proyecto estudiado y las nuevas 5.000 ha propuestas, generara la sobreexplotación de las aguas del río Jalón. Las demandas agrarias ascienden a $393,8 \text{ hm}^3/\text{año}$ y las aportaciones del Jalón apenas llegan a las $350 \text{ hm}^3/\text{año}$. Esto provocará que el río circule sin agua a lo largo de varios kilómetros, lo que supondrá la ruptura del corredor ecológico y un fuerte impacto ambiental y paisajístico. Como efecto negativo también se incluiría el túnel de trasvase ($8 \text{ m}^3/\text{s}$ o $252 \text{ hm}^3/\text{año}$) propuesto desde el río Jalón hacia el río Grío con el objetivo de llenado del embalse, significara una detracción de caudal del río Jalón y provocaría como se dijo anteriormente una posible desecación del caudal natural.

Como resumen, lo que se hace es reducir caudales en el río Jalón y aumentarlos en el río Grío. Esta alteración de los ríos solo puede calificarse como negativa, y en ningún momento se podrá considerar como un aspecto positivo del proyecto ya que tan malo es dejar sin agua a un río que la lleva habitualmente como hacer que tenga un caudal elevado un río que se seca estacionalmente.

Además, hay que tener en cuenta que el embalse de Mularroya está definido en el Plan Hidrológico del Ebro como una de las medidas que supuestamente van a conseguir mejorar el actual estado de las masas de agua de Demarcación, y datos como los ya enunciados demuestran todo lo contrario.

- En la Evaluación de Impacto Ambiental no se nombra ni se menciona el fuerte rechazo social al Proyecto durante los últimos años. El papel de la sociedad (grupos ecologistas, organizaciones de afectados y vecinos, ciudadanos...) ha tenido una gran influencia en el proyecto de Mularroya ya que ha conseguido paralizarlo en 3 ocasiones. La primera de ellas fue en el año 2005 cuando el Tribunal Superior Justicia de Aragón, TSJA, condenó al Ministerio de Medio Ambiente a proteger ambientalmente el vaso del pantano al obligarle a ampliar la Zona de Especial Protección de Aves, ZEPA, "Hoces del Jalón" incluyendo los terrenos del vaso de la presa. La segunda data de 2009 cuando la Audiencia Nacional anuló la Evaluación de Impacto Ambiental, y el proyecto y anteproyecto del "pantano Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase del río Jalón" por tener efectos irreversibles sobre 6 espacios protegidos pertenecientes a la Red Natura 2000. La última en marzo de 2013, donde dicha sentencia fue confirmada por el Tribunal Supremo.

Por lo tanto es evidente el rechazo por varios actores (Ecologistas en Acción, SEO Bird Life, COAGRET, Plataforma Jalón Vivo, etc.) durante más de 10 años a la aprobación del proyecto, y es necesario incluirlo y tenerlo en cuenta a la hora de redactar la EIA.

- La primera vez que se propuso el proyecto data de hace más de cuarenta años, y el objetivo del mismo era idéntico al de hoy en día, aumentar la superficie de cultivo. No es lógico, ya que las pretensiones y la situación de hace cuatro décadas no es la misma a día de hoy. Para hacernos una idea vamos a dar una serie de ejemplos: a) en el proyecto original uno de los beneficiarios económicos (mayor cantidad de agua para desarrollo agrícola) recae sobre la Comarca de Valdejalón, al igual que en el actual. Lo que no se tiene en cuenta es que dicha Comarca ha evolucionado y mejorado económicamente en gran medida en los últimos años, y que los perjudicados serían pueblos (Riela, Morata de Jalón...), los cuales no se han desarrollado apenas, y a cambio verían reducidas sus posibilidades de riego y saneamiento como consecuencia de la sobreexplotación del Jalón al paso de dichos municipios (impacto social, económico y ambiental).

La principal consecuencia sería la desigualdad social y económica entre los diferentes municipios (“más poder a los ricos, y menos capacidad de desarrollo a los pobres”) b) Los objetivos y la mentalidad de la CHE no deberían ser los mismos que hace 40 años, y sería necesario abogar por una nueva cultura del agua y dejar a un lado la idea de regular los ríos con grandes presas. Es necesario hacer un uso razonable del agua, teniendo en cuenta no solo las demandas de los agricultores sino también y, más importante, la demanda de los ríos. C) La administración debería revisar y justificar los objetivos, y ajustarlos a la actual Directiva Marco De Agua, ya que las nuevas leyes y directrices actuales poco o nada tienen que ver con las de hace más de 40 años. D) En el proyecto se han encontrado una serie de incongruencias entre el informe técnico y el análisis de impactos, como ejemplo se dice que las aportaciones anuales de la cuenca del Jalón son de 315,6 hm³/año en una parte del proyecto y de 457,62 hm³/año en otra parte del mismo. Se puede afirmar que es necesaria una actualización de objetivos y contenidos, adecuados a las pretensiones actuales.

- El coste económico del proyecto asciende a casi 200 millones de euros, y con los actuales cálculos se prevé un aumento del mismo en los próximos años de un 10 %. Teniendo en cuenta la actual situación del país, se considera que es un coste muy elevado y con apenas justificación. En el apartado socio-económico del proyecto solo se destacan los posibles beneficios en aquellas zonas donde se consolidan y aumentan las zonas de regadío, y sin embargo no se mencionan en ningún apartado de la EIA las consecuencias negativas que generara el proyecto en diferentes lugares de la zona de estudio (expropiación de tierras, reducción de recursos hídricos, pérdida de cultivos...). Tampoco se recoge ni en el proyecto ni en el EIA cuál será el canon a pagar por cada agricultor como consecuencia de la construcción del embalse, que según los cálculos realizados por la Fundación Nueva Cultura (2010) ascendería a 361€/ha al año el primer año y 290€/ha año los próximos 10 años, y sería un precio imposible de pagar por los agricultores, lo que seguramente en el futuro se traduzca en una negación de pago por parte de los mismos y en un agujero negro para las arcas del Estado

español (como ya ha pasado en el embalse de la Tranquera). También se debe tener en cuenta que muchos de los agricultores ya pagan el canon de la Tranquera, y que muchos otros no utilizaran agua superficial proveniente del embalse (ya que utilizan aguas subterráneas) y tendrán que pagar por algo que no consumen (totalmente incoherente). Por lo tanto la Administración y la CHE tienen que explicar a los agricultores (principales actores a favor del embalse) los costes a pagar por dicha infraestructura y no omitir la verdad a los mismos. (En el mes de Noviembre de 2013 agricultores de pueblos como Ricla y Morata de Jalón, al conocer el canon a pagar para la amortización del embalse de Mularroya, han declarado su intención de no pagar ningún tipo de canon ya que lo consideran muy elevado y sobre todo porque las aguas provenientes del embalse no llegaran hasta sus campos de cultivo, por lo tanto es una incoherencia pagar por algo que no vas a poder consumir)

- El proyecto de Mularroya, según la CHE, provocará un importante crecimiento socioeconómico en las comarcas de Campo de Cariñena y Valdejalón. A pesar de esta afirmación, en el proyecto no se dice en ningún momento que la construcción del embalse lo que provocara será una serie de beneficios para un conjunto de poblaciones (La Almunia de Doña Godina, Calatorao, Épila...) y en contra, habrá un conjunto de municipios perjudicados (Ricla, Morata de Jalón...) lo que conllevara a una desigualdad social entre poblaciones y conflictivos entre las mismas (a día de hoy el alcalde y los vecinos de Ricla ya se han empezado a manifestar en contra de la construcción del embalse).
- El coste de amortización del proyecto a 40 años es muy elevado. Hemos calculado los costes (ver anexo 2 digital) a pagar por parte de los agricultores por utilizar el agua de Mularroya (si bien es cierto, y como ya se ha comentado anteriormente, el agua no llegara a todos los municipios de la zona de estudio debido a la diferencia de cotas/alturas y los agricultores tendrían que pagar por algo que no consumen). Teniendo en cuenta que el volumen anual trasvasado desde Mularroya asciende a 58,73 hm³ y la demanda de agua es 9.319ha/año

nos sale un total a pagar el primer año de más de 1500euros/ha año (disminuyendo este dato en los años posteriores). Este valor es elevadísimo y los agricultores no podrán hacer frente a este pago, lo que conllevará seguramente a un NO pago generalizado (el metro cubico del agua saldría a 0,17 euros)

- El abastecimiento de poblaciones se incluye en los propósitos del presente proyecto, pero esta afirmación carece de sentido ya que actualmente está garantizado el suministro de agua de boca a todos los municipios de la zona estudiada gracias al agua que llega desde el embalse de Loteta y del acuífero de Alfamén. No es necesario la construcción del embalse para satisfacer dicha demanda.
- El proyecto presenta varios objetivos: laminación de avenidas, abastecimiento de poblaciones, cumplir los requisitos de los caudales ecológicos atendiendo a la nueva DMA, consolidación de 21.000ha de cultivo y ampliación de 5.000ha más. Como ya hemos comentado anteriormente, de todos los citados anteriormente el único y real motivo en la actualidad es el referido a la obtención de agua para satisfacer las demandas agrarias. A pesar de ser este el principal objetivo, sobre él se ciernen numerosas dudas: desconocimiento de los caudales realmente disponibles en el futuro, de la capacidad de pago de la agricultura de la zona, del futuro de esa agricultura, de las concesiones existentes y de la posibilidad de concesiones futuras, falta de estudios sobre la evolución socio-económica...Podemos afirmar la imperiosa necesidad de plantearse el porqué del proyecto, manejando datos sobre la situación actual en todos los ámbitos y recapacitar sobre la posibilidad de abandonar dicho proyecto, tal y como está definido, y apostar por medidas más factibles, las cuales satisfagan las demandas de los agricultores, de la sociedad y del medioambiente.
- Recientes estudios confirman la liberación de gases efecto invernadero a la hora de construir grandes presas. En el EIA no se menciona dicha afección a la naturaleza, ni existe cálculo alguno sobre la contribución al calentamiento global que pudiera provocar la realización del proyecto. Sería conveniente incluir en el

mismo las emisiones a base de combustibles fósiles generadas durante las obras, así como los cambios en los flujos de GEI como consecuencia de las modificaciones en el uso del suelo (deforestación, conversión de humedales a la agricultura intensiva, descomposición de la materia orgánica contenida en los embalses...)

- El conflictivo túnel de trasvase desde el Jalón al Grío presenta varios temas a debatir. En primer lugar su elevado coste debido a que debe atravesar un conjunto de cuarcitas difícil de perforar, así como una posible afección al acuífero por donde circula, ya que pasara por varias formaciones poco permeables (acuíferos pobres pero que se utilizan en pequeñas explotaciones agrícolas) de la cordillera Ibérica, con niveles freáticos muy superiores que podrían provocar la inundación del túnel. Por lo tanto se trataría de un túnel drenado, lo que supondrá un elevado % de pérdidas de agua. Este contratiempo significara problemas técnicos con difícil solución, al igual que un aumento en el presupuesto para minimizar riesgos para bienes y personas. A día de hoy no se ha comenzado la obra del túnel y presenta muchas dudas e incógnitas.

- No se han tenido en cuenta los contratiempos generados a largo plazo como consecuencia del Cambio Climático. En ningún apartado del EIA se han mencionado las posibles variaciones climáticas en el tiempo que podrían suponer importantes cambios en la cantidad de aportaciones hídricas en la zona de estudio. Estudios recientes exponen una reducción del 27% del recurso hídrico en las últimas 2 décadas, esto se traducirá en la necesidad de disminuir la superficie de regadío en los próximos lustros. La no inclusión de esa variable entre los cálculos del EIA, lo convierte en un documento obsoleto y fuera de la realidad y del futuro próximo

- Uno de los daños más importantes y a tener en cuenta del actual proyecto es sin duda algún la afección espacios RN2000. Los principales espacios protegidos son los siguientes:

- a) Hoces del Jalón (LIC)
- b) Desfiladeros del Rio Jalón (ZEPA)
- c) Sierra Vicort (LIC)
- d) Cueva del Muerto
- e) Sierra Algairén

En la zona de ámbito del proyecto también se localizan diferentes especies de fauna y flora amenazada. Entre ellos destaca el águila-azor perdicera en peligro de extinción.

Como consecuencia de esta serie de afecciones sobre espacios y especies de alto valor ecológico, el impacto ambiental se debería considerar muy severo y por tanto declararse como negativa la EIA.

Además las medidas compensatorias que se proponen no satisfacen las demandas ambientales, algunas de ellas se citan a continuación: demolición de las edificaciones existentes, construcción de un mirador, descontaminación de los suelos de la gasolinera, creación de un nuevo parque junto a la variante de carreteras, repoblaciones forestales en las zonas expropiadas, dique “anticontaminación” junto al vertedero de Morata de Jalón, repoblaciones con especies de flora en el entorno...etc. Todas estas medidas se consideran mínimas, ya que se trata de un proyecto con un impacto ambiental elevado y declarado nulo judicialmente debido precisamente al daño ambiental provocado en la zona de estudio.

- El equipo encargado para redactar el EIA perteneciente a la Universidad de Alcalá presenta cierta subjetividad, ya que todos ellos son biólogos y supuestamente deberían abogar por la protección del medio ambiente y no apostar por la construcción de un embalse generador de daños ambientales, objetivo defendido por dicho grupo de expertos, en lugar de proponer una restauración ambiental. También se confunden medidas correctoras con compensatorias. Un ejemplo de ello es la imposibilidad de definir medidas correctoras a la fauna ya perjudicada como consecuencia de las obras ya

realizadas del vaso de la presa, y sin embargo dicho equipo propone este tipo de medidas, las cuales en todo caso serían compensatorias y en ningún caso correctoras. En la EIA se enumeran una serie de medidas compensatorias que no tienen nada de innovador y en muchos casos son ineficaces como la escala de peces propuesta en el azud de derivación. Es por ello que todo el apartado referente a daños ambientales inhabilita el EIA e incumple la sentencia del TSJ.

- No se aprecian cambios evidentes al comparar el antiguo proyecto (declarado nulo judicialmente) con el proyecto actual. La presa presenta las mismas características, con idénticos movimientos de tierra e impactos ambientales asociados, lo mismo sucede con el azud de derivación. Serían necesarias nuevas alternativas al proyecto, y esto no sucede en el nuevo EIA, para que no vuelva a declararse negativo y así poder reanudar las obras (actualmente paradas)
- Las obras del vaso de presa se comenzaron hace años y actualmente ya están más que avanzadas, destrozando a su paso vegetación y afectando a la fauna al destruir su hábitat. Es cierto que el EIA ha tenido en cuenta dichas obras, pero en ningún caso se analizan los impactos acumulados de las mismas como debería ser, y se desecha la alternativa más respetuosa con el medio ambiente (alternativa 1, la cual aboga por una recuperación y restauración vegetal). Los actuales impactos de las obras (las cuales debían haber sido paralizadas en 2009 cuando la sentencia anuló el proyecto y así el impacto hubiera sido de mucha menor identidad) son de gran magnitud, y los nuevos que se prevén generaran todavía mayor impacto ambiental sobre la fauna y la flora, por lo que la única alternativa viable en el futuro sería una restauración ambiental completa en todos los sentidos del lugar afectado por la construcción del proyecto.
- El nuevo EIA solo estuvo en consulta pública durante un mes (Agosto) y no se facilitó en forma digital, por lo tanto el proceso de información pública por parte de la Administración dejó mucho que desear y no ayudo en ningún momento al ciudadano a conocer dicho proyecto. Además no hubo periodo de consultas

previas al proyecto presentado a EIA como exige la ley, solo se realizaron consultas previas al modificado número 2 del proyecto, pero nunca al proyecto completo.

- Las alternativas presentes en el nuevo EIA no justifican de una manera contundente la elección final, y tampoco se tiene en cuenta la alternativa 0 (la no construcción del embalse, solo se dice que esto es imposible por lo avanzado de las obras. Pero no se explica porque no puede existir, no se asumen responsabilidades). A continuación se van a enumerar las 3 alternativas que refleja el presente EIA:

La 1ª alternativa sería dejar todo como está ahora, a pesar de que las obras ya han destrozado gran cantidad de paisaje natural y se ha invertido una importante suma económica (50 millones de euros y el 44% del total del proyecto construido). Y propone una futura restauración de la zona afectada, la cual supondría según la EIA un elevado coste (no obstante este gasto de dinero estaría provocado por unas obras que nunca se debieron de permitir por parte de la administración porque el proyecto estaba anulado judicialmente). En muchos momentos en el EIA no se define de una manera clara y ordena dicha alternativa, ya que a veces afirma dejar todo en la situación actual y otras veces aboga por la restauración ambiental de toda la zona. Por este motivo y por no cumplir los objetivos de las otras 2 alternativas, se descarta definitivamente esta alternativa. A pesar de ser la opción más respetuosa y coherente con la naturaleza, el equipo redactor no la toma en consideración.

Entre la alternativa 2 y la 3 apenas hay diferencias, y solamente por este motivo el EIA debería ser negativo, ya que no se presentan unas alternativas acorde con la realidad y diferentes entre sí. Ambas alternativas suponen la construcción total de las obras del proyecto (incluidos los nuevos trazados del gasoducto, las líneas de alta tensión, la construcción de la nueva carretera como compensación a la destrucción de la antigua N II, y otras actuaciones menores) y las mismas características (los mismos volúmenes de agua embalsada sobre el río Grío y de

caudal trasvasado desde el río Jalón, la misma altura del muro de la presa y similares efectos sobre las zonas de especial protección.). Las escasas diferencias se basan en una menor afección (0,6 %) de la alternativa 3 a los espacios pertenecientes a la RN2000 y un presupuesto algo mayor que la alternativa 2. Por lo tanto, existe una falta de rigor a la hora de elegir y sería necesaria proponer alternativas totalmente distintas unas de las otras, y que satisfagan tanto las demandas agrarias como las ambientales.

- A lo largo de todo el proyecto se enuncia como uno de sus objetivos la creación de 5.000ha nuevas de regadío, pero en ningún documento del referido proyecto se dice donde se van a implantar estos cultivos ni quienes van a ser los beneficiarios. Por lo tanto falta la ubicación de dichas parcelas en el mapa de la zona.
- Supuestamente el embalse de Mularroya debería resolver los déficits generados en el acuífero de Alfamén como consecuencia de la explotación del mismo desde la década de los 70. Sin embargo, la bajada de los niveles piezométricos se localiza en las zonas del acuífero más alejadas del río Jalón, donde los terrenos se sitúan a una cota muy superior a la definida del embalse de Mularroya, lo que deja a los posibles usuarios fuera del área del embalse y no podrán utilizar agua del mismo. Por el contrario, los regantes próximos a las riberas del Jalón, los cuales no tienen problemas de escasez de agua, serán los que reciban el agua procedente del embalse. En conclusión, los que realmente necesitan agua para sus cultivos no recibirán ni una gota proveniente de Mularroya ya que están a una cota muy elevada, y los que no necesitan más agua serán los que utilicen el embalse de Mularroya.
- En el citado EIA no se considera la alternativa de terminar la presa tal y como está, sin la necesidad de construir el túnel y llenándola con las aportaciones del río Grío, y en los años de sequía con una impulsión desde la acequia del Carretillo. Sería un embalse con una capacidad de regulación menor, pero sería una garantía para los años con escasez de agua. Pero siempre teniendo en cuenta

que la mejor alternativa es la no regulación de los ríos, porque es simplemente antinatural y supone un impacto al medio ambiente. Los ríos al ser regulados generan una serie de problemas ambientales: proliferación de plantas acuáticas en los cauces, crecimiento desmedido de vegetación en la ribera, desbordamientos en crecidas que antes no causaban problemas, mosca negra, etc.

- El equipo encargado de redactar la EIA ha considerado que una vez se llene el embalse, este va a ser de carácter mesotrófico. Por lo tanto desde un primer momento se asume que el agua almacenada en la presa no va a ser de calidad, y tendrá problemas de estratificación. Este dato es de especial importancia, ya que uno de los objetivos del proyecto es el abastecimiento de poblaciones, y debido a la estratificación el agua será de mala calidad y no podrá utilizarse como agua de boca porque no cumple las condiciones necesarias para su uso. Es decir, una vez más, se demuestra que el único y verdadero objetivo del proyecto es la consolidación y aumento de ha de campos de cultivo. Este dato es un punto muy a tener en cuenta para argumentar la no construcción del embalse de Mularroya.

5. ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Una vez definidos y analizados, tanto el proyecto de Mularroya como el acuífero de Alfamén, se propondrán una serie de alternativas. Las mismas se basaran en tratar el agua como un recurso imprescindible y único para el futuro de la zona de estudio, por lo tanto su gestión tendrá que estar integrada en un modelo donde todas las demandas (agrarias, industriales y medioambientales) tengan el mismo peso y protagonismo. Rechazando aquellas medidas perjudiciales tanto para el medio ambiente como para el desarrollo socio-económico de las comarcas de Valdejalón y Cariñena.

El conjunto de alternativas propuestas son las siguientes:

- Cambio en el tipo de cultivo y mejora de la eficiencia de riego.
- Creación de una comunidad de usuarios y mejora de la gestión de demanda.
- Ampliación de los proyecto de inducción a la recarga a otros barrancos en la zona de mayor presión extractiva

5.1 Cambio en el tipo de cultivo y mejora de la eficiencia de riego

El objetivo de esta medida será el ahorro de agua y la disminución de la demanda agraria como consecuencia de apostar por cultivos que requieren una cantidad menor de agua y a la vez tengan una mayor rentabilidad para los agricultores.

Según los análisis realizados sobre los cultivos de la zona y apoyándonos en el estudio científico, “Establecimiento de las normas de otorgamiento de concesiones en las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón” realizado por la CHE, se ha estimado que para conseguir dicho objetivo es necesario una serie de incentivos:

- Favorecer los cultivos con baja demanda de agua, cereales y viñedo, mediante ayudas económicas a los agricultores que apuesten por el cambio de frutales a los cultivos mencionados. Conjuntamente, la zona de estudio goza de unas características muy favorables a la hora de producir una uva de alta calidad que se ve afirmada por ser un cultivo muy adaptado a la zona y con una alta

rentabilidad y tradición. Por todo ello, si la PAC y la administración favorecieran la vid frente a otros cultivos se ocasionaría un ahorro sustancial de agua, aproximadamente 4.000 m³/ha. Para poder hacer esta afirmación se han analizado los cultivos de las comarcas estudiadas según su extensión y demanda hídrica (ver anexo 3 digital).

Además apostar por el cultivo de la vid, es seguir con la tradición en la zona de estudio ya que desde principios del s. XX fue el cultivo por excelencia de la comarca. Entre los años 1870-1910 en la zona de Cariñena la vid era el único cultivo, y en los años siguientes gracias al desarrollo de las técnicas de cultivo se expandió por todo el Bajo Jalón. En las últimas décadas los volúmenes de agua empleados para su riego han disminuido, esto es debido a que, aunque en un principio se regaba más para conseguir la máxima productividad (en kg/ha), con el tiempo se han percatado de que con menos riego la uva adquiere unas características de color, contenido en azúcares, etc. que son más apreciadas y están mejor pagadas en las cooperativas de la zona.

Como resultado, se ha observado que actualmente en las comarcas de Valdejalón, y en mayor medida, Campo de Cariñena se ha producido una evolución del cultivo de la vid, lo que ha generado una actividad industrial vitivinícola muy reveladora. Este hecho apoya la afirmación de que apostar por este cultivo no sólo mejorará la tendencia descendente de los niveles freáticos de los acuíferos, si no que fomentará el desarrollo económico de la zona incluso, abriéndose paso a las exportaciones en mercados internacionales del vino como China o Alemania.

- Otra técnica asociada que mejoraría la rentabilidad de este cultivo sería la eficiencia a la hora de realizar el riego, es decir, ser capaz de suplir las necesidades hídricas del cultivo con un volumen menor de agua. Por consiguiente, esta zona rondaría el 90 % de eficacia de riego en los casos donde se utilice el riego localizado desde aguas subterráneas, como explica el experto en temas de agricultura y economía agrarias, José Manuel Tabuenca. Por ello,

aunque la mayoría de las hectáreas de regadío de las comarcas se realizan por este método sería recomendable realizar una pequeña modernización de los regadíos en los que se utilicen otros métodos de riego menos eficientes. También, podría mejorarse el *manejo del suelo*, mediante técnicas que permitan que se infiltre mejor el agua aportada como, dejar paja sobre el terreno cosechado con el fin de que se incorpore como materia orgánica en el suelo.

Con esta serie de medidas queda demostrado que la necesidad de agua en la zona se puede suplir con una buena gestión de la misma y sin necesidad de realizar grandes y costosas obras hidráulicas.

5.2 Creación de una comunidad de usuarios y mejora de la gestión de demanda.

Con el objetivo de llevar a cabo una gestión adecuada y conjunta de las masas de agua (superficiales y subterráneas) creemos necesario la creación de una Comunidad de usuarios en el Bajo Jalón. Para conseguirlo es necesario cumplir y llevar a cabo un conjunto de requisitos:

- Realizar reuniones y charlas informativas con todos los agricultores de la zona, para explicarles la importancia de una buena gestión del agua y conceptos básicos de hidrogeología (definición y funcionamiento de acuíferos y ríos, características de suelos óptimos para el cultivo...etc.). Será la administración la que se encargue de organizar los eventos, en los cuales se expondrán estudios y datos relevantes sobre la importancia de ahorrar agua para el futuro de la Comunidad, y lo necesario del acuerdo por parte de todos de usar unas técnicas de regadío respetuosas para el medio ambiente, ya que son los agricultores los primeros interesados en poder disponer de agua en el futuro.
- Todos los integrantes de la Comunidad tendrán que comprometerse a instalar sistemas de tarificación que reflejen realmente el agua consumida, y la presencia de contadores y sistemas de vigilancia con el fin de controlar los niveles piezométricos del correspondiente acuífero explotado. Es decir, implantar una

política de control de los recursos hídricos (superficiales y subterráneos) en la que se trate por igual a todos los miembros de la Comunidad.

- Mejorar la eficiencia y el estado de los sistemas de conducción, los cuales presentan una baja eficiencia en la zona de estudio como se ha podido comprobar al realizar un reconocimiento de campo. Gracias a la implementación de esta medida se conseguirá aumentar dicha eficiencia y supondrá un importante ahorro de agua. También generará otra serie de beneficios: permitiría el riego a la demanda, se automatizarían los riegos, desapareciendo la “apertura de tajadera” y los turnos nocturnos. Así mismo, el trabajo del agricultor se agilizaría, facilitando además, la práctica de la agricultura a tiempo parcial, cada vez más extendida en el mundo agrario aragonés.
- Se realizarán reuniones periódicas entre la administración, la comunidad de usuarios y ciudadanía. En las cuales se tratarán y se expondrán las ideas de cada sector, con el fin de lograr acuerdos entre todas las partes y poder solventar los conflictos generados. También se redactaran planes de sequías, en los que se definirán los objetivos y las restricciones técnicas, económicas, sociales en dichos periodos, así como las opciones posibles que van a definir la gestión de la sequía.
- También se deberían facilitar las políticas de permuta, es decir, que explotaciones abastecidas por aguas subterráneas y superficiales, renunciaran a las superficiales en beneficio de terceros, con la debida compensación económica.
- Se debe trabajar en campañas de concienciación de lo que significan las aguas subterráneas y superficiales, educando no solo a los propios regantes sino a la población en general, la cual también debería tener conocimiento de la existencia de alternativas a los medios convencionales de suministro de agua. En nuestro caso de estudio el acuífero de Alfamén se puede considerar como un

gran “embalse” subterráneo (con una capacidad muchísimo mayor que el deseado embalse de Mularroya) y simplemente es necesaria una gestión adecuada del mismo para garantizar la demanda de agua actual.

- Dentro de la comunidad de usuarios se contará con expertos y técnicos, que serán los encargados de realizar informes del estado de las masas de agua. Así como del asesoramiento a los responsables antes de aprobar o redactar cualquier medida asociada a la gestión del agua.

5.3 Ampliación de los proyecto de inducción a la recarga a otros barrancos en la zona de mayor presión extractiva

El objetivo de la alternativa será aumentar el nivel piezométrico del Acuífero Terciario-Detrítico en la zona conocida como Virgen de Lagunas mediante, una recarga inducida de la escorrentía que se genera en los barrancos adyacentes. Para conseguirlo se construirán dos zanjas al pie de la Sierra de Algairén, las cuales atravesarán la serie de barrancos y favorecerán la infiltración del agua de escorrentía al disminuir la velocidad de esta. La alternativa propuesta ha tomado como base el proyecto, ya ejecutado, por la CHE “Proyecto de recarga del a Unidad Hidrogeológica Campo de Cariñena” realizada sobre los barrancos de Cosuenda y Aguarón.

El área seleccionada corresponde a la zona donde se han observado los mayores descensos piezométricos durante los últimos 20 años, como consecuencia de la gran explotación del agua subterránea para cultivos de regadío. Dicho descenso se ha observado al realizar el análisis de la evolución piezométrica de diversos sondeos existente en el acuífero (ver anexo 4 digital). En la siguiente figura se representa la evolución piezométrica observada en el Piezómetro 17 correspondiente a Virgen de Lagunas para el periodo 1979-2013 (figura 18).

Evolución piezométrica en el punto 2616-8-0106 (P-17 DGA VIRGEN DE LAGUNAS)

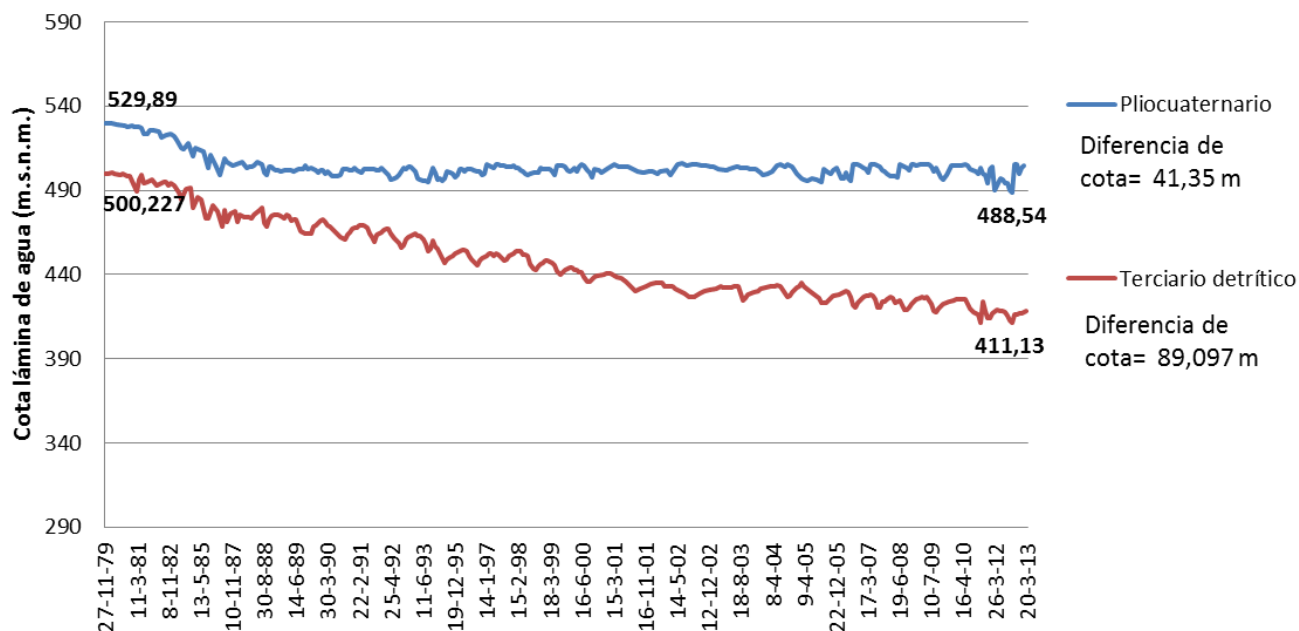


Figura 18. Evolución piezométrica P-17. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CHE.

En la gráfica anterior se observa en rojo el Acuífero Terciario-detrítico, el cual ha sufrido un descenso aproximado de 90m aunque, a partir de 2006 se aprecia una estabilización del nivel piezométrico. Este efecto puede ser debido a un mayor aumento de las precipitaciones y de la medida adoptada por la CHE de no admitir temporalmente a trámite más concesiones desde el 2002 hasta realizar un estudio hidrogeológico de la Unidad Hidrogeológica para escenificar el estado del acuífero.

Con el fin de aumentar los recursos de agua almacenados en el acuífero, se ha propuesto la construcción de dos zanjas con las siguientes características:

- Zanja de Alpartir: (tabla 16)

ZANJA DE ALPARTIR	
Longitud	4879 m
Anchura	1 m
Profundidad	1 m
Pendiente	0,4 %
Barrancos que atraviesa	Val Hondo, Balerna, Camino de Épila y Espinar del Sotillo.

Tabla 16. Características zanja de Alpartir.

- Zanja de Almonacid de la Sierra (tabla 17):

ZANJA DE ALMONACID DE LA SIERRA	
Longitud	5659 m
Anchura	1 m
Profundidad	1 m
Pendiente	1 %
Barrancos que atraviesa	Cosuenda, de las Viñas, Tejera y Espinar del Sotillo.

Tabla 20. Características zanja de Almonacid de la Sierra.

La función principal de ambas zanjas es disminuir la velocidad del agua de escorrentía que cae por los barrancos y así favorecer su infiltración en el acuífero Pliocuaternario, conectado es este punto con el acuífero Terciario detrítico ya que, en esta zona la capa impermeable de margas que los separa no existe.

La elección de esta ubicación para las zanjas se debe a que:

- Los barrancos están compuestos de materiales que presentan una gran permeabilidad. Por lo que, la infiltración será elevada. Según los estudios estimados por la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Medio Ambiente en 1990, el 50 % del agua infiltrada en el acuífero de Alfamén procede de los barrancos de la Sierra de Algairén.
- No se encuentran materiales impermeables que confinen las diferentes capas de acuíferos.
- No presenta afecciones ambientales puesto que este caudal de agua es puntual y solo se da en avenidas extraordinarias.
- El trazado de las zanjas no atraviesa tierras de cultivo u otros suelos con aprovechamientos socioeconómicos.
- Supondrán un descenso de las inundaciones de los municipios situados aguas abajo de los mismos.

Hay que destacar, que la alternativa propuesta no es un medida aislada si no que, actuaría en conjunta con las citadas anteriormente, así como, la desarrolla por la CHE en el año 2011 denominada “Proyecto de recarga de la Unidad Hidrológica de Cariñena. Este conjunto de medidas supondrán una mejora de la situación del acuífero.

En las siguientes figuras (19 y 20) se observa la evolución del acuífero desde la implantación de la medida de la CHE, apreciándose una estabilización de los niveles piezométricos. Esto puede a consecuencia de varios factores, como el aumento en las precipitaciones en los últimos años, una mayor regulación de las explotaciones del acuífero por parte de la administración y la ya citada medida de recarga artificial llevada a cabo por la CHE.

Evolución piezométrica en el punto 2616-8-0226 (AGUARON MMA)

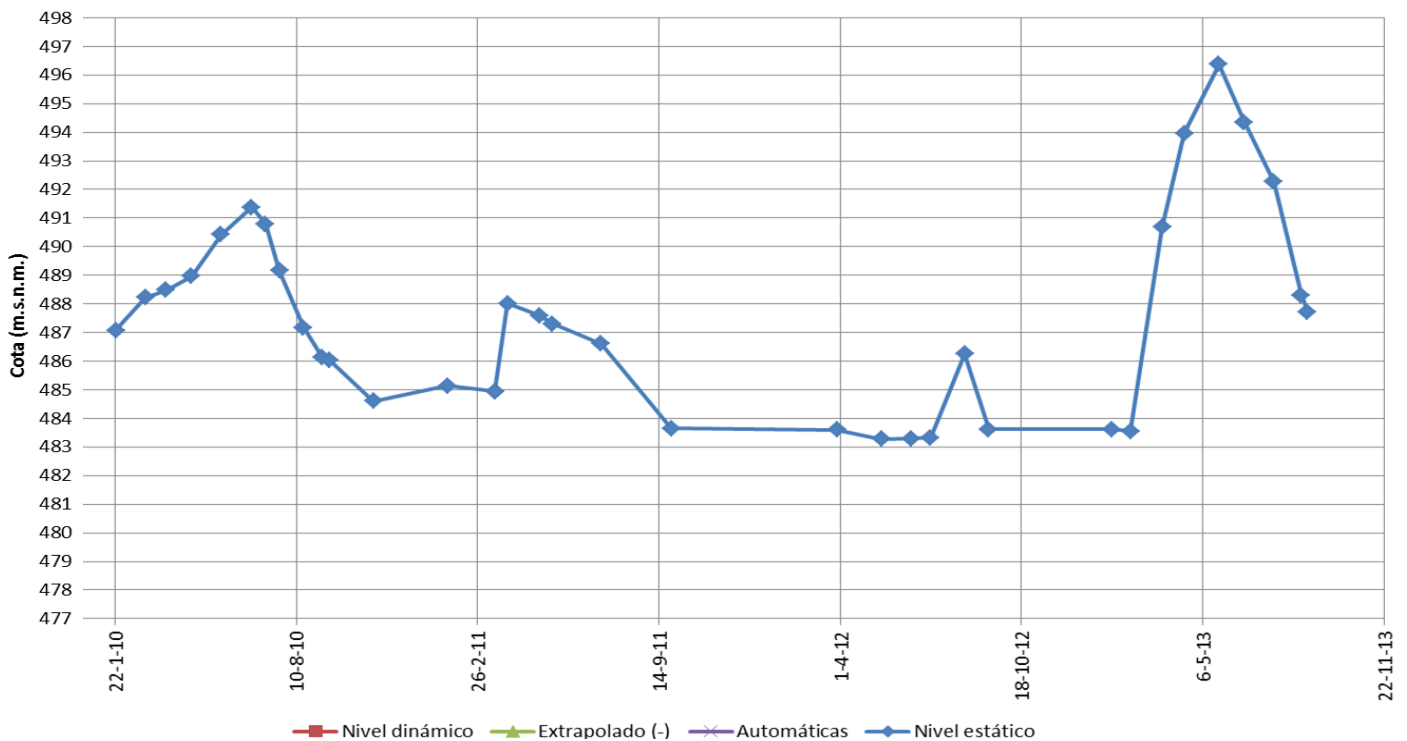


Figura 19. Evolución piezométrica en el barranco de Aguaron Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CHE

Evolución piezométrica en el punto 2616-7-0149 (LA SOMERA, PIEZÓMETRO CHE CONTROL RECARGA)

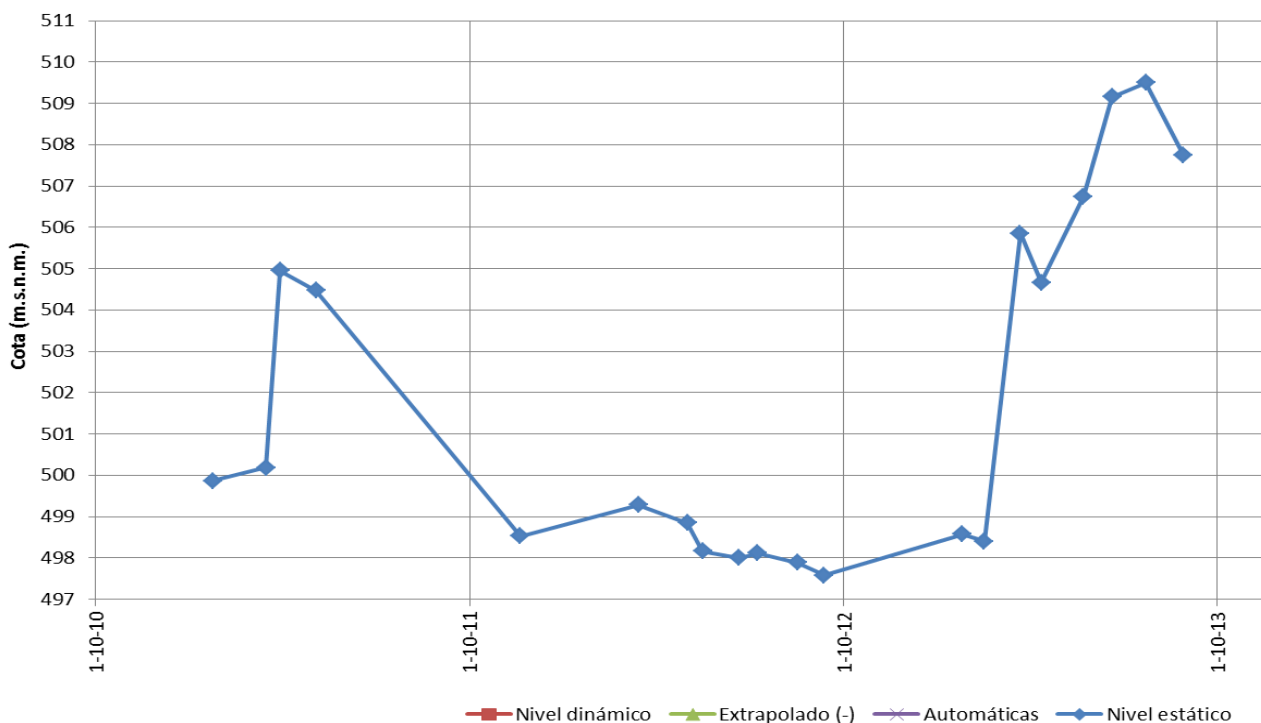


Figura 20. Evolución piezométrica en la Somera Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CHE

Metodología

En primer lugar, se han proyectado las zanjas mediante el visor Sitebro. Seleccionando como imagen de fondo el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 se han trazado las estructuras de Alpartir y Almonacid de la Sierra siguiendo las curvas de nivel e intentando que se corten la menor cantidad de infraestructuras y suelos productivos (el trazado completo se puede observar en el anexo 14).

El coste de las zanjas se ha estimado a partir del generador de precios de CYPE ingenieros, S.A. en el que se ha seleccionado como obra, excavación inferior a 1,25m a cielo abierto y las opciones de manual y con maquinaria, obteniendo dos costes por m³ de zanja que posteriormente se multiplicaran por la longitud total de las zanjas (ver anexo 5 digital). Con parte de los residuos generados por la excavación de la zanja se realizarán motas longitudinales a lo largo del cauce con el fin de evitar que el agua pueda rebosar en periodos de avenidas. Además, para comprobar la eficacia de la

actuación, se realizará un seguimiento hidrogeológico de la actuación mediante una recopilación de los datos de medición de los niveles piezométricos mensuales que recoge la CHE de manera automática de los piezómetros situados sobre las masas de interés para el estudio.

Para obtener una estimación de las cuencas vertientes totales se ha utilizado el modelo digital del terreno 25x25 (MDT) por la imposibilidad de utilizar otro con mayor detalle. Estas estimaciones y las siguientes han sido realizadas mediante GIS.

Por otro lado, se ha realizado una predicción de la recarga natural que se produce sobre el acuífero a consecuencia de la escorrentía de la zona. Para ello, se ha utilizado la capa de escorrentía SIMPA, teniendo en cuenta la serie corta (1980 a 2006) de datos mensuales y unas unidades de mm/año. Uno de los puntos débiles que se ha encontrado al realizar este análisis es que se toma en consideración toda la cuenca vertiente y no solo hasta la línea que marca la zanja proyectada por lo que la aportación está siendo parcialmente sobredimensionada; además, no se ha podido cruzar dicha capa en el GIS con el CORINE LAND COVER 2006, la cual agrupa los usos del suelo del área de estudio, lo que conlleva que no se ha podido ver los tipos de ocupación de suelo que atraviesan las zanjas. Para solucionarlo, se ha utilizado el visor Sitebro ya que esa herramienta posee una vista de satélite de la zona. Al realizar esta panorámica, se ha observado que la mayoría de los terrenos atravesados se pueden considerar campos de cultivo, los cuales serían sometidos a un proceso de expropiación. El cálculo de dicha actuación ha tenido en cuenta la superficie de la zanja, longitud por anchura de afección, y el valor de expropiación por hectárea que se recoge en el PHE vigente.

Posteriormente, se ha realizado un balance hídrico de las cuencas de los barrancos con el fin de calcular la infiltración en mm/año que tiene lugar en el área de actuación. Debido, a los problemas anteriores no se ha podido calcular la ETP para cada tipo de suelo y cobertura que tendría lugar en cada barranco. Por ello, se ha estimado como ETP la obtenida para los piezómetros 2616-7-0062 y 2616-3-0248 en el "sistema de gestión de datos hidrológicos HydroEbro" realizado por la CHE para el PHE 2002-2005;

al igual que la capacidad de campo del suelo. Los cálculos y resultados obtenidos se muestran en el anexo 6 digital.

Resultados

Como se ha expuesto anteriormente, la construcción de las zanjas proyectadas se ha considerado como una obra menor puesto que se ejecutarán siguiendo las indicaciones para realizar una zanja común. El presupuesto de ejecución de la obra se describe con mayor detalle en el anexo 5 digital, obteniendo de manera general un precio por m³ de 15,39€ si se realizan los trabajos con un martillo neumático y de 18,26€ si el trabajo se realiza sin maquinaria. Además, se ha tenido en cuenta el coste de expropiación de los campos de cultivo afectados por la superficie de la zanja. En la siguiente tabla (tabla 18) se resumen los costes por zanja y método de construcción teniendo en cuenta el gasto de expropiación.

ZANJAS	MÉTODO	COSTE FINAL
Zanja de Alpartir	Con martillo neumático	83870,01€
	Sin martillo neumático	97872,74€
Zanja de Almonacid	Con martillo neumático	97278,21€
	Sin martillo neumático	113519,54€

Tabla 18. Costes de las zanjas. Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos apoyan la decisión de realizar las obras con un martillo neumático puesto que la obra experimentará una reducción de su coste y además el esfuerzo de los operarios será menor. Asimismo, el pliego de condiciones que se deberá tener en cuenta a la hora de la ejecución de la pequeña infraestructura se adjunta en el anexo 5 digital.

La justificación de este tipo obra se apoya no solo en su coste, si no en la poca maquinaria necesaria para ejecutarla evitando así la construcción de nuevos caminos y accesos para el paso de maquinaria pesada. Por otro lado, la parte negativa de estas zanjas es que requieren un mantenimiento de limpieza del cauce de los mismos debido a la deposición de finos arrastrados por la escorrentía de los barrancos.

Se ha realizado, mediante GIS, una aproximación estadística del volumen anual de recarga para la lluvia de un periodo de retorno de 25 años, obteniendo los siguientes resultados por barranco (tabla 19). En el anexo 7 digital se recogen otra serie de cálculos estadísticos estimados para poder hacer el análisis.

Nombre	Superficie (ha)	Aportación total (mm/año)
BARRANCO DE LAS VIÑAS	3036	2288,500
RÍO ALPARTIR O RÍO TIERNAS	3403	2981,820
BARRANCO DEL ESPINAR DEL SOTILLO	708	378,277
BARRANCO DE LA TEJERA	104	103,759
BARRANCO DE BALERMA	431	288,653
BARRANCO DE VAL HONDO	152	106,909
BARRANCO DEL BALSETE	257	123,050

Tabla 19. Estadísticos de los barrancos seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

Para un resultado más visual se ha creado el siguiente plano (figura 21) en el que se recogen las aportaciones anuales estimadas para cada barranco.

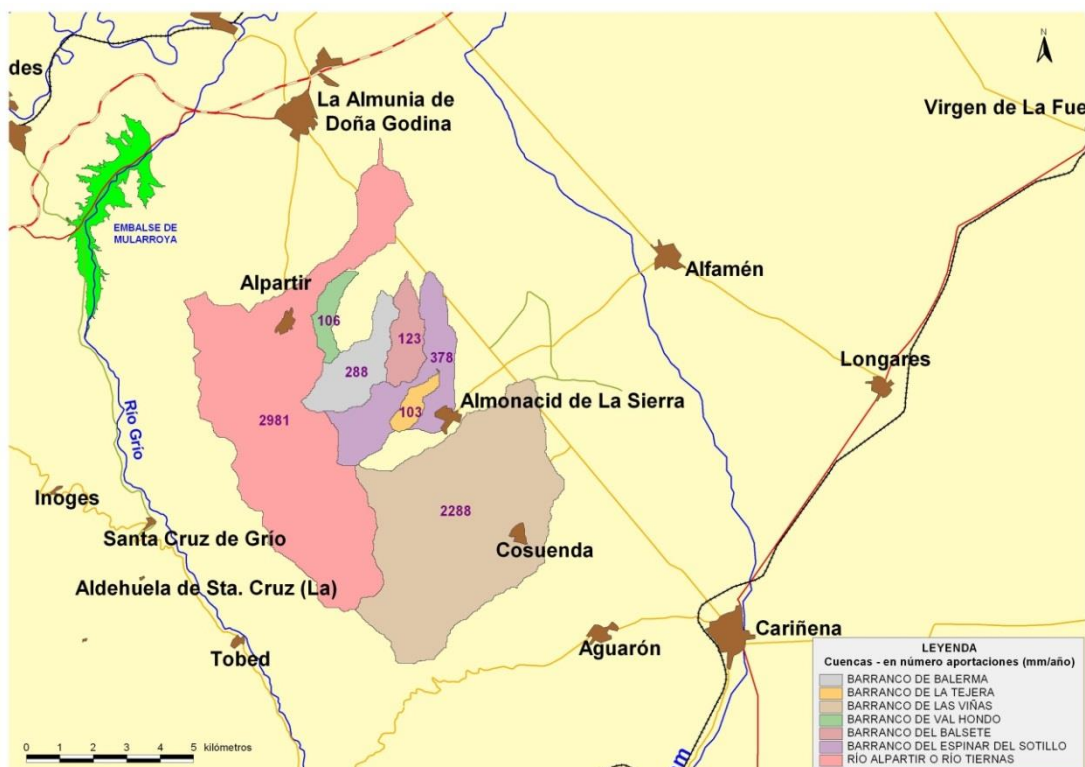


Figura 21. Mapa de cuencas vertientes seleccionadas. Fuente: Elaboración propia con datos de la CHE.

Una vez realizada la corrección de la escorrentía, como se ha explicado anteriormente, se han obtenido los siguientes datos de recarga natural para los dos zanjas (tabla 20 y 21).

Zanja Alpartir	ha	mm/año*
BARRANCO DE BALERMA	431	0 (-511,347)
BARRANCO DE VAL HONDO	152	0 (-693,091)
BARRANCO DEL BALSETE	257	0 (-676,95)
RÍO ALPARTIR O RÍO TIERNAS	3403	2181,82
Total general	4243	2181,82 (300,432)

Tabla 20. Estimación recarga zanja Alpartir. Elaboración propia.

* Se observan valores negativos como reflejo del déficit que se produce en los barrancos. Debido a que no se pueden las entradas de agua no se pueden considerar negativas se han tomado como valores 0.

Zanja Almonacid de la Sierra	ha	mm/año*
BARRANCO DE LA TEJERA	104	0 (-714,241)
BARRANCO DE LAS VIÑAS	3036	1470,5
BARRANCO DEL ESPINAR DEL SOTILLO	708	0 (-439,723)
Total general	3848	1470,5 (316,536)

Tabla 21. Estimación recarga zanja Almonacid. Elaboración propia.

Como se puede observar, la recarga natural que se produce en el sistema del acuífero de Alfamén a lo largo del año es positiva aun teniendo en cuenta factores como la elevada temperatura y escasa precipitación de los periodos de estiaje. Este resultado reafirma la ejecución de esta alternativa, ya que con la construcción de las zanjas se aumentaría el tiempo y la superficie de contacto del agua con la zona de recarga del acuífero por lo que la cantidad de agua infiltrada sería mayor que en la situación natural.

6. CONCLUSIONES

El proyecto presentado intenta recoger una serie de datos e informes científicos que muestren las características y circunstancias en la que se encuentra la zona del Acuífero de Alfamén, la cual va a ser afectada por la construcción del Embalse de Mularroya. Los datos, informes y análisis objetivos recopilados y realizados muestran, que la construcción de Mularroya, así como sus obras complementarias, no es la alternativa más acertada para resolver la problemática de la zona, puesto que se trata de un proyecto con un elevado coste y envuelta en una gran incertidumbre, tanto a la hora de la finalización de sus obras como, de su viabilidad económica, ambiental y social. Además, se ha observado que existen otra serie de alternativas menos agresivas que ayudarían a resolver la problemática de la zona caracterizada principalmente por la falta de agua para riego.

Una de las debilidades más fuertes observada en el proyecto de construcción de la obra hidráulica, es su argumento como la única solución a las demandas de agua para riego existentes y futuras de la zona. El regadío actual ha conseguido mantenerse durante años e incluso crecer con los recursos hídricos actuales, incluso en periodos de gran sequía, año 95, debido a una correcta gestión integrada de los recursos superficiales y subterráneos de la zona.

Los recursos subterráneos más importantes de la zona y que han permitido el desarrollo del regadío fuera de las riberas del Jalón, es el denominado Acuífero de Alfamén. Después de un intenso análisis sobre este sistema hidrogeológico se ha observado, que las masas de agua subterráneas ubicadas en la margen derecha del Jalón están estabilizando sus descensos piezométricos y pueden mantener el regadío actual de la zona si actúan como una sola masa. Sin embargo, la gran extracción realizada por La Almunia, Alfamén y Cariñena sobre las masas conocidas como Pliocuaternario y Mioceno de Alfamén, están generando depresiones piezométricas en la zona de Virgen de Lagunas. Por ello, en el estudio también se han propuesto una serie de alternativas encaminadas a mejorar estos descensos con el fin de utilizar este “embalse” subterráneo ya construido y suplir las demandas de agua que existen en el área de estudio. Estas

medidas planteadas demuestran que son eficaces para aumentar el contenido de agua en el acuífero con lo que la garantía para riego de los términos municipales estudiados estaría satisfecha.

Sin embargo, si este regadío se expandiera por el Bajo Jalón, los requerimientos de agua de las “supuestas”, ya que no se especifica en ningún documento su ubicación exacta, 5.000 nuevas hectáreas de regadío propuestas en el proyecto, existe la posibilidad de que el Canal Imperial De Aragón cubra dichas necesidades ya que este nuevo regadío se encontraría bajo potestad y así cubrir las necesidades de esas nuevas hectáreas.

A la hora de hablar del futuro del sector primario se propone el embalse de Mularroya como la única manera de asegurar una agricultura con alta rentabilidad, favorecer la creación de empleo y generar un gran desarrollo económico. Sin embargo, existen muchos otros factores que influyen en el estado y desarrollo de un sector económico como es la situación actual que sufre el mercado hortofrutícola, el cual se ha sufrido una gran regresión y esta situación no se soluciona con la construcción de un nuevo embalse. La misma afirmación podemos hacer respecto a la migración de la población puesto que el asentamiento o no de la población no depende de la construcción de una infraestructura. A toda esta problemática social, hay que añadir que existe una gran segregación social y científica entre los que están a favor y en contra del embalse provocando divisiones entre vecinos.

Entre los puntos más conflictivos al analizar el proyecto se han encontrado los siguientes:

- Falta de estudios que demuestren la viabilidad técnica, ambiental y económica de la zona.
- Precio final del agua elevado (0,17 euros/m³).
- Falta de estudios objetivos y científicos sobre alternativas al proyecto. Al igual ocurre con la descripción del proyecto, el cual, tiene grandes lagunas.
- Incertidumbre en el tiempo de ejecución, es una obra que lleva muchos años proyectada pero que debido a diversos conflictos aún no se ha finalizado y no existe ningún incentivo actual para que esto cambie a corto plazo.

- Presupuesto de la obra desactualizado. El precio de la infraestructura ha sufrido un gran aumento debido a la actualización de precios, nuevos trabajos y nuevos presupuestos.
- Desconocimiento de los usuarios de la cifra que tendrán que abonar para hacer uso de esta agua.
- No se pueden olvidar las afecciones medioambientales directas e indirectas que provocaran las obras, pudiendo llegar a incurrir en el incumplimiento de Directivas Europeas, como por ejemplo, la DMA o RN2000.

Durante todo este estudio, se reconocen las necesidades de la zona y la obligatoriedad de buscarlas soluciones, pero ante todo se mantiene que tiene que ser una solución estudiada, argumentada y que demuestre su verdadera eficacia a la hora de resolver la problemática. Además, una buena solución tiene que resolver necesidades reales, rentables para todos y que permitan un desarrollo sostenible acorde con el estado del medio ambiente con el fin de constituir un verdadero desarrollo y oportunidad para el futuro.

.

7. BIBLIOGRAFIA

- Arrojo, P. (2009, Julio 3). Mularroya, un mal proyecto. *El periódico*, pp. 8-9
- Custodio, E. y Llamas, M. R., (1996). *Hidrología subterránea*. Ed. Omega. Tomo II. 2.308 pp
- De Miguel, J.L. bajo la dirección de D.J. Martínez Gil (Julio 1998). *El agua en el sistema acuífero de Alfamén. Un estudio hidrológico y de gestión*, tesis para optar al título doctor en hidrología, Universidad de Zaragoza, España.
- España, Antena Local de La Almunia de Doña Godina (2009). *Diagnóstico de movilidad laboral y académica en la comarca de Valdejalón*. Zaragoza: Editor
- España, Boletín Oficial Estado, Numero 181, 30 Julio 2013 (BOE-B-2013-29666)
- España, Cátedra de Medio Ambiente de la Fundación General de la Universidad de Alcalá (2013). *Estudio de impacto ambiental para el proyecto “Proyecto de construcción de la presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, tt.mm. la Almunia de doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza) y actuaciones complementarias*. Madrid: Editor.
- España, Confederación Hidrográfica del Ebro (2011). *Propuesta de proyecto de plan hidrológico de la cuenca del Ebro 2010-2015*. Zaragoza: Editor
- España, Confederación Hidrográfica del Ebro (2011) *Proyecto de recarga de la Unidad hidrogeológica Campo de Cariñena*. IBERINSA: Autor.
- España, Confederación Hidrográfica del Ebro (2011). *Red de Control del Estado Cuantitativo de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro*. Zaragoza: Editor
- España, Diagnóstico territorial sobre el empleo, la formación y la dinamización empresarial (2010). *Estudio socioeconómico de la Almunia y Valdejalón actualización*. Zaragoza: Editor
- España, Departamento de Política Territorial, Justicia e Interior (2010), *Comarca Campo de Cariñena*. Zaragoza: Editor
- España, Federación para el Desarrollo Integral de Valdejalón y Campo de Cariñena (2011). *Diagnóstico territorial sobre el empleo, la formación y la dinamización empresarial*. Zaragoza: Editor

- España, Fundación Nueva Cultura del Agua (2010), *Valoración y declaración sobre el proyecto de Mularroya y sus posibles alternativas*. Zaragoza: Editor
- España, IBERINSA (2000). *Memoria del anteproyecto de la presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase. Términos municipales de La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla*. Zaragoza: Editor.
- España, Informe de sostenibilidad ambiental (2011). *Plan de zona de desarrollo rural sostenible de la comarca de campo de Cariñena*. Zaragoza: Editor
- España, Ministerio de Medio Ambiente (2007). *Informe de viabilidad proyecto de presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase (zg/la Almunia de doña Godina y otros)*. Madrid: Editor.
- España, Ministerio de Medio Ambiente y medio rural y marino (MARM, b; Confederación Hidrográfica del Ebro). *Masa de agua subterránea Campo de Cariñena (075)*
- España, Ministerio de Medio Ambiente y medio rural y marino (MARM, d; Confederación Hidrográfica del Ebro). *Masa de agua subterránea Mioceno de Alfamén (077)*.
- España, Ministerio de Medio Ambiente y medio rural y marino (MARM, c; Confederación Hidrográfica del Ebro). *Masa de agua subterránea Pliocuaternario de Alfamén (076)*,
- España, Ministerio de Medio Ambiente y medio rural y marino (MARM, a; Confederación Hidrográfica del Ebro). *Masa de agua subterránea Sierras paleozoicas de La Virgen y Vicort (074)*,
- España, Plan Hidrológico del Ebro (2009). *Caracterización de la recarga en las masas de agua subterránea de la cuenca del Ebro*.
- España, Plan Hidrológico del Ebro 2010-15 (2013). *Consolidación y mejora de regadíos en el acuífero de Alfamén desde embalse de Mularroya*. (Programa de Medidas). Zaragoza: Editor.
- España, Plan Hidrológico del Ebro 2010-15 (2013). *Mejora y consolidación de regadíos de la comunidad de regantes del acuífero de Alfamén*. (Programa de Medidas). Zaragoza: Editor.

- España, Plan Hidrológico del Ebro 2010-15 (2013). *Modernización de los regadíos dependientes del embalse de Mularroya* (Programa de Medidas). Zaragoza: Editor.
- España, Plan Hidrológico del Ebro 2010-15 (2013). *Recarga de la masa de agua subterránea del campo de cariñena* (Programa de Medidas). Zaragoza: Editor.
- España, Plan Hidrológico del Ebro 2010-15 (2013). *Sendero verde del Bajo Jalón* (Programa de Medidas). Zaragoza: Editor.
- España, Plan Hidrológico del Ebro 2010-15 (2013). *Turbinado en el embalse de Mularroya* (Programa de Medidas). Zaragoza: Editor.,
- Establecimiento de las normas de otorgamiento de concesiones en las unidades hidrogeológicas del bajo jalón, Investigación y Desarrollo de Recursos Naturales, S.A. –IDRENA– y Zeta Amaltea, S.L. –ZETA AMALTEA–, agrupadas en UTE bajo la denominación “PERONIEL XXI”, por encargo de la Dirección de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas del Ministerio de Medio Ambiente, bajo la dirección y supervisión de Javier San Román Saldaña, CHE, 2006.
- Fernández, E. (Octubre, 2010), Depth Investigation of New Activities for MAR. *La gestión de la recarga artificial de acuíferos en el marco del desarrollo sostenible desarrollo tecnológico*. (Serie hidrogeología hoy, capítulo 6)
- San Román, J. (1996). *Las aguas subterráneas en la cuenca del río Huecha (Zaragoza)*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Pub: Centro de Estudios Borjanos. Institución Fernando el Católico. 278 pp
- San Román J. y Coloma P. (2004, Mayo). El agua subterránea en las comarcas del campo Cariñena y Valdejalón. *Empremde* nº 2
- San Román J. y Coloma P. (2005, Mayo) El agua subterránea en las comarcas del campo Cariñena y Valdejalón II. *Empremde* nº 5
- San Román J., Coloma P., Arce M.V., Cerceller T., SERRANO MORATA J., Van Ellen W., (2011) *Los acuíferos del bajo jalón: balance, modelización y normas de explotación*. Congreso Ibérico Aguas Subterráneas: desafíos de la gestión para el siglo XXI (Zaragoza)

BIBLIOGRAFIA (PAGINAS WEBS)

- Biblioteca virtual de Aragón
http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?pat_h=3600233
- Cámara de Zaragoza www.camarazaragoza.com
- Datos básicos de Aragón, 2013, Instituto Aragonés de Estadística
www.aragon.es/iaest
- Gobierno de Aragón www.aragon.es
- Información climatológica Datos climatológicos:
http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Organismos/InstitutoAragonesEstadistica/AreasTematicas/MedioAmbiente/ci.05_Clima_Datos-climatologicos.detalleDepartamento?channelSelected=c70d2135fc5fa210Vgn_VCM100000450a15acRCRD
- Página turismo de Zaragoza <http://www.turismodezaragoza.es>
- Sistema de información hidrogeológica en la cuenca del Ebro (hydrogeobro),
www.sitebro.es
- Portal del Ebro <http://www.chebro.es/>