



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# **Estudio para la integración del régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible de los acuíferos**

Caso 1: Sistemas de explotación Cenia, Mijares y  
Palancia

Grado en Ingeniería Civil

Trabajo fin de Grado

Autor: Jose Maria Parra Abad

Tutor: Teodoro Estrela Monreal

Cotutor: Miguel Ángel Pérez Martin

Valencia, 20 de Noviembre de 2015

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR.....	6
2.1	SITUACIÓN GEOGRÁFICA .....	6
2.2	MARCO FÍSICO .....	7
2.2.1	Litología .....	7
2.2.2	Rasgos geomorfológicos .....	8
2.2.3	Clima .....	8
2.2.4	Red de drenaje.....	9
2.2.5	Usos del suelo .....	9
2.3	Masas De Agua Superficial .....	10
2.4	Masas De Agua Subterránea.....	11
2.5	Características Socio-Económicas .....	11
2.6	Sistemas De Explotación .....	12
3.	AMBITO DE ESTUDIO: SISTEMAS CENIA, MIJARES Y PALANCIA .....	13
3.1	EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CENIA-MAESTRAZGO .....	13
3.2	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN MIJARES-PLANA DE CASTELLÓN .....	15
3.3	EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PALANCIA-LOS VALLES .....	18
4.	ANTECEDENTES .....	20
4.1.	“MAPA DE MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS” .....	21
4.2	“MAPA RELACIÓN RIO-ACUIFERO” .....	22
4.3	“MAPA DE PUNTOS DE CONTROL DEL CAUDALES ECOLÓGICOS” .....	24
4.4	TABLA DE DATOS PREVIOS DEL PHJ .....	26
5.	METODOLOGÍA.....	27
6.	APLICACIÓN A CASO DE ESTUDIO: ANÁLISIS DE LA RELACIÓN CAUDAL ECOLÓGICO-SALIDAS A RÍO ....	31
6.1.1	Sistema de explotación Cenia-Maestrazgo.....	32
	El rio Cenia .....	32
6.1.2	Sistema de explotaciónMIJARES-PLANA DE CASTELLÓN.....	41
	El rio Mijares.....	41

6.1.3 Sistema de explotación PALANCIA-LOS VALLES.....	77
El rio Palancia .....	77
7. CONCLUSIONES .....	91
8. ACRÓNIMOS .....	97
9. REFERENCIAS .....	98

## 1. INTRODUCCIÓN

La DMA es una norma que tiene como objetivo establecer un marco para la protección de las aguas continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas. Su propósito ambiental es el siguiente: para el año 2015 debe de haberse alcanzado el buen estado de los sistemas acuáticos de todos los países de la Unión. La Directiva Marco del Agua entro en vigor en el mes de diciembre del año 2000 tras cinco años de gestación.

Para alcanzar dicho propósito la DMA se marca los siguientes objetivos

- Prevención del deterioro adicional y protección y mejora de los ecosistemas acuáticos.
- Promoción de los usos sostenibles del agua.
- Protección y mejora del medio acuático
- Reducción de la contaminación de las aguas subterráneas
- Paliación de los efectos de inundaciones y sequías.
- Garantizar el suministro suficiente de agua superficial o subterránea en buen estado.

Este estudio se propone como objetivo el análisis de este último punto, intentando que el suministro de los caudales ecológicos se lleve a cabo a través de las aportaciones que realizan las masas de agua subterráneas a las distintas masas de agua superficial.

Para cumplir estos objetivos se estableció una ley en nuestro país, la Ley de Aguas, que en consonancia con la Instrucción de Planificación Hidrológica, fijó un régimen de caudales ecológicos en los ríos de las distintas confederaciones.

Tal y como viene indicado en el Plan Hidrológico, podemos definir el caudal ecológico como aquel caudal que contribuye a alcanzar el buen estado o buen potencial ecológico en los ríos o en las aguas de transición y mantiene, como mínimo, la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.

Los caudales ecológicos, también conocidos como flujos ambientales, son esenciales a la hora de conseguir una gestión sostenible de los recursos hídricos. Además, en el caso de España, los caudales ecológicos, como expone la Ley de Aguas, son una restricción a los usos del agua y no una demanda ambiental, lo que les otorga un papel todavía más condicionante en la planificación y gestión de los recursos hídricos.

El Recurso disponible de las aguas subterráneas está definido según la Directiva Marco del Agua como la Tasa de recarga o recurso renovable menos el volumen requerido para alcanzar objetivos medioambientales, que son las restricciones ambientales.

Con estas premisas, la situación actual es la siguiente: Se ha fijado dicho régimen de caudales ecológicos y por otra parte se han elaborado con distintos criterios unas restricciones ambientales de salidas a los ríos de cada masa de agua subterránea. Esto unido a la escasez de recursos hídricos de la zona hace que sea más necesario el buen aprovechamiento del agua disponible.

Es por esta problemática que este estudio se propone como objetivo garantizar que todas las masas de agua subterránea posean un recurso disponible que garantice que en todos los tramos de las aguas superficiales se cumple el régimen de caudales ecológicos establecidos.

Por tanto los objetivos principales de este estudio son:

- Integrar el régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible.
- Estimar qué volumen de los acuíferos es necesario para mantener el buen estado de acuíferos y a su vez cumplir régimen de caudales ecológicos.

## 2. CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

### 2.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El ámbito territorial de la CHJ está situado en el extremo central este de la Península Ibérica, donde se incluyen todas las cuencas hidrográficas que vierten sus aguas al mar Mediterráneo desde la desembocadura del río Segura hasta la del río Cenia, este último también está incluido. La Demarcación Hidrográfica del Júcar limita con las demarcaciones del Ebro, del Segura, del Tajo, del Guadiana y del Guadalquivir. La superficie total del territorio es de 42.735 km<sup>2</sup> y se extiende dentro de cinco Comunidades Autónomas: Aragón, Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana y Región de Murcia.



Figura 1. Demarcaciones Hidrográficas de España












## 2.2 MARCO FÍSICO

### 2.2.1 LITOLOGÍA

Las diferentes litologías existentes en la CHJ se han agrupado según el tipo litológico y su comportamiento hidrodinámico en las siguientes agrupaciones.

- Alternancia de calizas, areniscas, arcillas, margas y calizas margosas
- Arcillas, margas y limos
- Arenas, gravas y conglomerados
- Arenas y gravas con contenido en arcilla
- Areniscas
- Calizas, dolomías y yesos
- Calizas y dolomías clasificadas
- Esquistos / pizarras
- Metamórficas / ígneas
- Volcánicas

#### AGRUPACIONES LITOLÓGICAS

- |   |   |
|---|---|
|  | - Sin información litológica  |
|  | A - Arcillas, margas y limos  |
|  | B - Esquistos / pizarras  |
|  | C - Calizas, dolomías y yesos   |
|  | D - Areniscas   |
|  | E - Alternancia de calizas, areniscas, arcilla, margas y calizas margosas |
|  | F - Arenas y gravas con contenido en arcillas                             |
|  | G - Metamórficas / ígneas   |
|  | H - Arenas, gravas y conglomerados  |
|  | I - Volcánicas  |
|  | J - Calizas y dolomías carstificadas                                      |

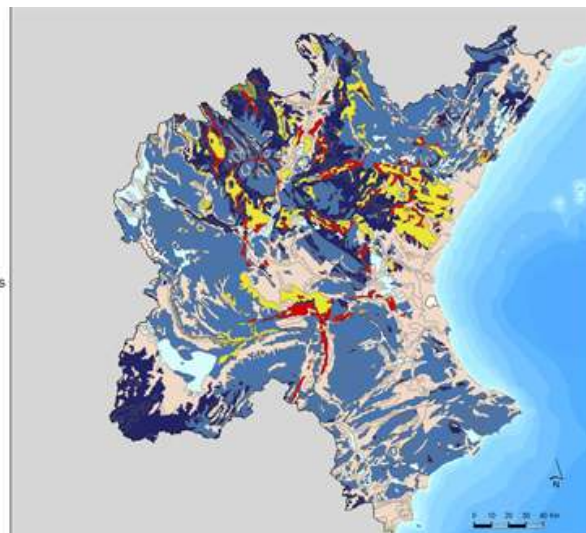


Figura 2. Agrupaciones litológicas de la CHJ

### 2.2.2 RASGOS GEOMORFOLÓGICOS

Las principales características que se encuentran en el ámbito de la CHJ pueden agruparse en dos grandes ambientes: uno interior montañoso, en el que por lo general las altitudes se encuentran por debajo de los 1000 metros y que cuenta con altitudes superiores a los 1500 metros, donde el punto máximo asciende hasta los 2028 metros. El otro ambiente que nos encontramos en el ámbito de la Confederación es la zona costera, constituida por las conocidas planas (llanuras litorales).

La principal cadena montañosa es el sistema Ibérico, el cual se extiende más allá del ámbito de estudio. El sistema Ibérico actúa como barrera para los frentes marinos, elevando las nubes cargadas de humedad para producir posteriormente la precipitación. Este sistema montañoso da lugar al nacimiento de ríos de capital importancia como son el Júcar, que da nombre a la demarcación; el Turia y el Mijares. Estos tres ríos proporcionan en conjunto el 65% de la escurrentía media de toda la Confederación

En la parte Sur y Suroeste de la demarcación se encuentra la parte final del sistema Bético, lugar de nacimiento de los ríos Serpis y Vinalopó.

La llanura costera se extiende a lo largo de la franja litoral y está delimitada en la parte noroeste por el sistema Ibérico, en la parte oeste por la llanura continental y por el sur con el sistema Bético.

Por último, la zona de la Mancha es una superficie llana, con una altura media de 650 metros, situada entre los sistemas montañosos Ibérico y Bético. En esta llanura encontramos un acuífero de grandes dimensiones, conocido como el acuífero de la Mancha Oriental, que está conectado al río Júcar cuando éste atraviesa la llanura.

### 2.2.3 CLIMA

Sobre esta demarcación se desarrolla un clima mediterráneo, con veranos cálidos y secos y con inviernos suaves, con la excepción del fenómeno meteorológico conocido como “gota fría”. La gota fría tiene una mayor probabilidad de ocurrencia en los meses de octubre y noviembre, consiste en la precipitación repentina de bruscas lluvias y puede llegar a ser la causa en ciertas ocasiones de inundaciones devastadoras.



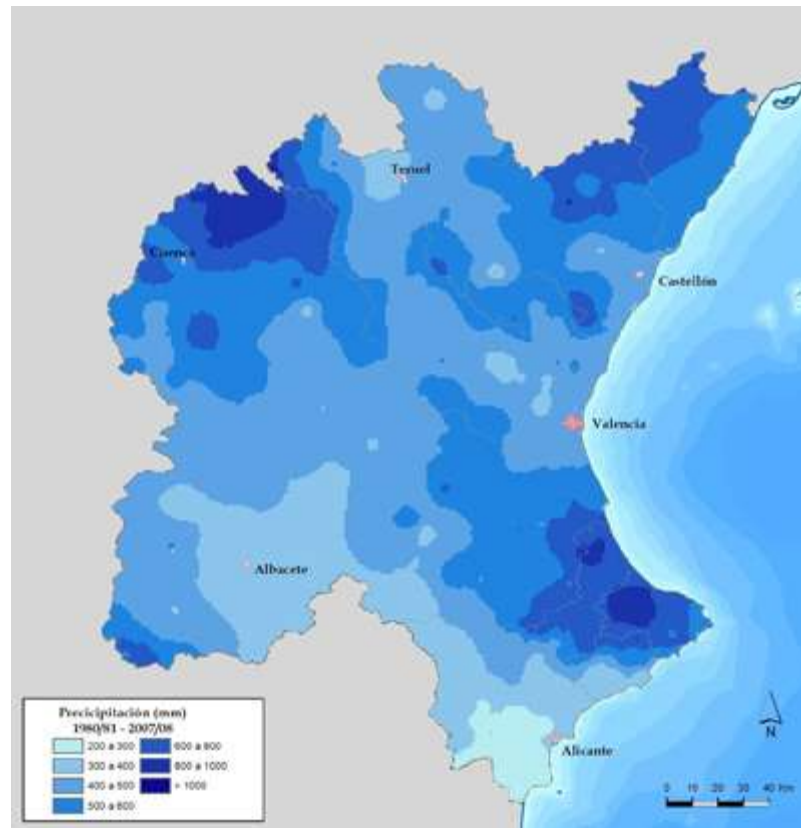


Figura 3. Precipitaciones en la CHJ.

#### 2.2.4 RED DE DRENAJE

La red de drenaje está articulada básicamente por los ríos Cenia, Mijares, Palancia, Turia, Júcar, Serpis y Vinalopó, siendo los ríos Júcar y Turia los más importantes.

La aportación total de la red fluvial proviene mayoritariamente de la escorrentía subterránea, de ahí la importancia de las aguas subterráneas.

#### 2.2.5 USOS DEL SUELO

El uso del suelo predominante en la demarcación es el bosque y las zonas semi-naturales, que ocupan el 50% del territorio. El siguiente uso mayoritario es el de zonas agrícolas de secano, que cubren un 36% del territorio, y tras este las zonas agrícolas de regadío con un 10%. Las zonas urbanas e industriales cubren un 3% del territorio y el 1% restante corresponde a humedales y superficies acuáticas.

### 2.3 MASAS DE AGUA SUPERFICIAL

Las masas de agua superficial de la Demarcación se clasifican en las categorías de ríos, lagos, aguas de transición y costeras. Para este estudio nos centraremos en los ríos. A su vez estas masas pueden ser subclasificadas según su naturaleza como naturales, artificiales o muy modificadas.

Los ríos principales de la red hidrográfica son el Turia y el que da nombre a la demarcación, el Júcar, cuyos principales afluentes del son el Cabriel, el Cañoles y el Magro. En un segundo plano podemos encontrar los ríos Cenia, Mijares, Serpis y Vinalopó. Los cauces de los ríos de la Confederación se caracterizan por fuertes sequías en verano e inundaciones en otoño.

Dentro de la Confederación Hidrográfica del Júcar se han definido 304 masas de agua en la categoría río, de las cuales 257 son ríos naturales, 43 son masas de agua muy modificadas y las 4 restantes son masas de agua artificiales.

En el sistema de ámbito de este estudio se localizan 16 masas de agua superficial con una longitud de unos 370 km.



Figura 4. Masas de agua superficial de categoría río de la CHJ

## 2.4 MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Las masas de agua subterránea que componen la Confederación Hidrográfica del Júcar son un total de 90, cubren una superficie total en el ámbito de la demarcación de 40.250 km<sup>2</sup> y varían dentro de un rango marcado por la masa de agua de la Mancha Oriental, que asciende a 7118 km<sup>2</sup>, y por la de Jávea, la cual apenas llega a los 10 km<sup>2</sup>.

Ya que los sistemas de explotación están definidos según las cuencas hidrográficas, habrá masas de agua que pertenezcan a la vez a varios sistemas de explotación.



Figura 5. Masas de agua subterránea de la CHJ

## 2.5 CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONÓMICAS

La población permanente en la Demarcación Hidrográfica del Júcar es de 5.172.000 habitantes según datos del Instituto Nacional de Estadística en el año 2012, siendo la población total equivalente estimada de 5.697.000. Los sistemas Turia, Júcar y Vinalopó-Alacantí son los que tienen mayor población total, mientras que los sistemas Marina Baja, Marina Alta y Cenia-Maestrazgo destacan por la importancia de la población estacional.

## 2.6 SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

El PHN divide la CHJ en 9 sistemas de explotación que vienen definidos en la siguiente ilustración.



Figura 6. Sistemas de explotación de la CHJ

### 3. AMBITO DE ESTUDIO: SISTEMAS CENIA, MIJARES Y PALANCIA

En este estudio nos centramos más concretamente en los sistemas de explotación Cenia-Maestrazgo, Mijares-Plana de Castellón y Palancia-Los Valles, por lo que nos situamos en el extremo norte de la Confederación Hidrográfica.

#### 3.1 EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CENIA-MAESTRAZGO

El sistema de explotación Cenia-Maestrazgo está localizado al norte de la provincia de Castellón ocupando una pequeña superficie de la provincia de Tarragona. Comprende la totalidad de las cuencas de los ríos Cenia, Valviquera, Cérvol, Barranco de Agua Oliva, Cervera, Alcalá y San Miguel, así como todas las cuencas litorales del territorio que se encuentran entre la margen izquierda del río Cenia y el límite de los términos municipales de Oropesa y Benicasim. La superficie total albergada por este sistema es de 2.033 km<sup>2</sup>

El río **Cenia** es un río costero que nace en los Puertos de Beceite, en la provincia de Castellón, tiene 49 km de recorrido y su desembocadura se encuentra entre los términos municipales de Vinaròs y Alcanar.



Figura 7. El río Cenia en el Parque Natural dels Ports.

En la parte alta existe un caudal continuo todo el año. Las aguas del río Cenia se acumulan posteriormente en el embalse de Ulldecona situado también en el término municipal de Puebla de Benifasar, a 477 m de altitud. A partir del embalse, el río discurre por zonas de fuertes pendientes, lo que le proporciona una elevada oxigenación, que contribuye a que la vegetación sea muy abundante, pudiendo así mantener el hábitat de la vida piscícola. Poco

antes de Cenia (localidad perteneciente situada en la provincia de Tarragona), el río sirve de frontera entre Cataluña y la Comunidad Valenciana.



Figura 8. El embalse de Ulldecona

Sin embargo, a partir de este punto el cauce prácticamente no recibe aportes naturales y la calidad del agua empeora de forma notable. En la zona media y baja se produce la infiltración de la mayor parte de los caudales excepto los de avenida que llegan a alcanzar el Mar Mediterráneo.

El **río San Miguel** presenta un ligero caudal en estío que se infiltra en la Plana de Oropesa, por lo que sólo en grandes avenidas desagua al mar.

El **río Alcalá** discurre paralelamente al mar hasta su entrada en la Plana de Vinaroz y al igual que en los otros ríos, se infiltran todos los caudales a excepción de los de grandes avenidas.

En este sistema se hallan 16 masas de agua superficial con una longitud de unos 370 km. Las masas de agua subterráneas presentes en el subsistema de explotación Cenia son las masas Puertos de Beceite, Plana de Cenia y la masa de agua Plana de Vinaroz.

### 3.2 SISTEMA DE EXPLOTACIÓN MIJARES-PLANA DE CASTELLÓN

El sistema de explotación Mijares-Plana de Castellón comprende la totalidad de las cuencas de los ríos Mijares, Seco, Veo y Belcaire y de las subcuencas litorales comprendidas entre Benicasim, incluido su término municipal, y el límite provincial entre Castellón y Valencia.

El río **Mijares** nace de la unión de diversos ríos a unos 1600 m de altitud en la Sierra de Gúdar, en el término municipal de El Castellar, en la provincia de Teruel, y desemboca tras 156 km de recorrido entre las localidades de Almazora y Burriana, en la provincia de Castellón. La superficie de la cuenca es de 4028 km<sup>2</sup> y la superficie total que ocupa el sistema de explotación es de 4.818 km<sup>2</sup>.



Figura 9. Foto de autor. Río Mijares a su paso por Sarrión

El régimen del río es pluvial mediterráneo si bien con un ligero matiz debido a la altura a la que nace. Todo esto provoca que en el curso bajo del río exista un periodo de relativo caudal en febrero y junio, superados en octubre y significantes descensos en enero y sobre todo agosto. El carácter mediterráneo del río provoca la existencia de monstruosas avenidas de las cuales las más importantes fueron la de 1922 con un máximo de 3000 m<sup>3</sup>/s y la de 1957 de la que no se tienen estimaciones debido a que destruyó los aforos.

El aprovechamiento de las aguas del río para el riego es muy importante, la mayor parte del regadío (77 %) se localiza en la cuenca baja, aguas abajo de los embalses de María Cristina y Sichar. El embalse de Sichar es el que regula el riego de la Plana y controla las crecidas del río. El embalse tiene una capacidad de 49,3 hm<sup>3</sup>.

Entre sus principales afluentes cabe destacar por la margen derecha los ríos Alcalá, Villahermosa y la Rambla de la Viuda y por la izquierda, los ríos Albentosa y Montán.

En la confluencia con el río Albentosa, a la altura de la localidad de Sarrión, se encuentran varios manantiales naturales que son fuente de grandes aportaciones al cauce del Mijares. Entre ellos los que más destacan son los Ojos de Babor y la Fuente de la Escaleruela.



Figura 10. Foto de autor. Río Albentosa a escasos metros de la confluencia con el Mijares.

La **Rambla de la Viuda** es el más largo de sus afluentes y recibe esta denominación tras la unión del río Monleón con la rambla Carbonera, en la confluencia de los términos municipales de Culla, Sierra Engarcerán, y Useras, en la provincia de Castellón y desembocando en el río Mijares a la altura del término municipal de Almazora. La cuenca hidrográfica de este afluente es de 1.510 km<sup>2</sup>, transcurriendo en dirección norte-sur por el interior de las sierras litorales de la provincia. Por lo general, el nivel freático de la Rambla es más bajo que su propio cauce, como consecuencia, se produce una fuerte filtración que deja seco al cauce excepto en época de lluvias de otoño. El embalse de María Cristina sirve como nexo de unión entre la Rambla y el río de Alcora.





Figura 11. La Rambla de la Viuda

Por otro lado, el **río Villahermosa** nace en la sierra de Gúdar, en las pistas de esquí de Aramón-Valdelinares en la provincia de Teruel y desemboca en el río Mijares en la provincia de Castellón. Tiene una biodiversidad muy variada a lo largo de su corto recorrido. Pasa por las localidades de Villahermosa del Río y Linares de Mora. Su principal afluente es el río Carbo.



Figura 12. El río Villahermosa

El sistema presenta 43 masas de agua superficial con una longitud de unos 694 km. Existen 14 masas de agua subterránea integradas total o parcialmente en el sistema de explotación de las que destacan, por tener la mayor parte de su superficie o un mayor volumen de extracción dentro del sistema, las masas Javalambre Oriental, Mosqueruela, Maestrazgo Occidental, Maestrazgo Oriental, Lucena–Alcora, Onda–Espadán, Plana de Castellón, Plana de Sagunto y Medio Palancia.

### 3.3 EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PALANCIA-LOS VALLES

El sistema de explotación Palancia-Los Valles comprende la cuenca propia del río Palancia y las subcuencas litorales contenidas entre el límite provincial entre Castellón y Valencia y el límite municipal entre Sagunto y Puçol.

El río **Palancia** nace en un paraje nombrado el “estrecho del collao del cascajar” en la sierra del Toro, provincia de Castellón y, tras 85 km de recorrido, desemboca en el término municipal de Sagunto.

Durante su curso el río recoge los aportes de diferentes fuentes y manantiales, siendo el curso de agua de mayor entidad la rambla Seca. Esto hace que el curso alto del río tenga gran calidad en sus aguas hasta la localidad de Bejís, pero a partir de esta localidad, los vertidos urbanos de diversas poblaciones como Teresa, Viver o Jérica empobrecen la calidad de las aguas. Este curso de agua se encuentra muy aprovechado para el riego, provocando que el cauce quede prácticamente seco al llegar a Sagunto, lo que la localidad aprovechó para utilizar sus riveras como parques y se diseñaron diversas rutas y senderos que circulan por ella y en la que pasean y entrenan sus habitantes.



Figura 13. Rio Palancia

La superficie de la cuenca es de 910 km<sup>2</sup> y el caudal medio de 1,5 m<sup>3</sup>/s en la localidad de Viver. La superficie total abarcada por este sistema es de 1.086 km<sup>2</sup>.

Los principales embalses del sistema son El Regajo y Algar. El embalse de la Barchilla y el de los Azudes, dada su menor capacidad, no influyen de forma significativa en el análisis del sistema de explotación. El sistema presenta 10 masas de agua superficial con una longitud de unos 125 km.

Respecto a las masas de agua subterráneas, hay 7 integradas parcialmente en el sistema de explotación, siendo las 4 más importantes Sierra de Toro, Jérica, Medio Palancia y Plana de Sagunto. Estas son las que albergan la mayor parte de su superficie dentro del sistema siendo, además, aquéllas por las que discurren las masas de agua superficial del sistema.

#### 4. ANTECEDENTES

La relación entre la evaluación del recurso disponible y el estado cuantitativo de las masas de agua tanto subterránea como superficial, con las restricciones ambientales, han sido analizados en los últimos años, debido a su importancia en la mejora del medio ambiente. Del mismo modo, se sigue estudiando en el establecimiento del régimen de caudales ecológicos para mejorar en el mantenimiento sostenible de la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y aquellos terrestres asociados.

Como paso previo a la realización de este trabajo, se lleva a cabo el análisis de los siguientes documentos previos relacionados para las regiones que comprende la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Título	Fuente
"Mapa de Masas de agua Subterráneas"	IGME
"Mapa relación río-acuífero"	CHJ
"Mapa de puntos de control de caudales ecológicos"	CHJ
Memoria-Anejo5."Régimenes de caudales ecológicos"	CHJ

Tabla 1. Relación documentos-fuente de información

#### 4.1. “MAPA DE MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS”

La definición y división de las masas de agua subterránea se basa en las unidades hidrogeológicas presentes en el Plan Hidrológico aprobado en 1998 y el informe de caracterización de las masas de agua subterráneas comprendidas en la CHJ. El mapa contiene la distribución de las distintas masas subterráneas que comprenden la CHJ diferenciándolas según el tipo de masa ya sea permeable o impermeable.



Figura 14. Mapa de masas de agua subterránea

#### 4.2 "MAPA RELACIÓN RIO-ACUIFERO"

Este documento muestra la tipología de los distintos ríos de la CHJ en relación a si el río es ganador, variable o perdedor.

En la siguiente imagen se añade al mapa anterior el conjunto de ríos que comprenden la CHJ. Con este mapa se observa la ubicación de los sistemas de explotación en las masas de agua subterráneas, siendo posible que dichas masas cubran un solo sistema de explotación o varios.



Figura 15. Mapa de relación río-acuífero

Poniendo la vista en la relación río-acuífero en el sistema de explotación Cenia-Maestrazgo es posible apreciar como en la zona de cabecera de los diferentes ríos existe un caudal continuo durante todo el año mientras que en la zona media y baja se produce la infiltración de la mayor parte de los caudales excepto los de avenida que llegan a alcanzar el mar.

El único tramo de cabecera que es un tramo perdedor está ubicado en la masa de agua superficial “Río Cervera: Bco. Espadella – Mar”.

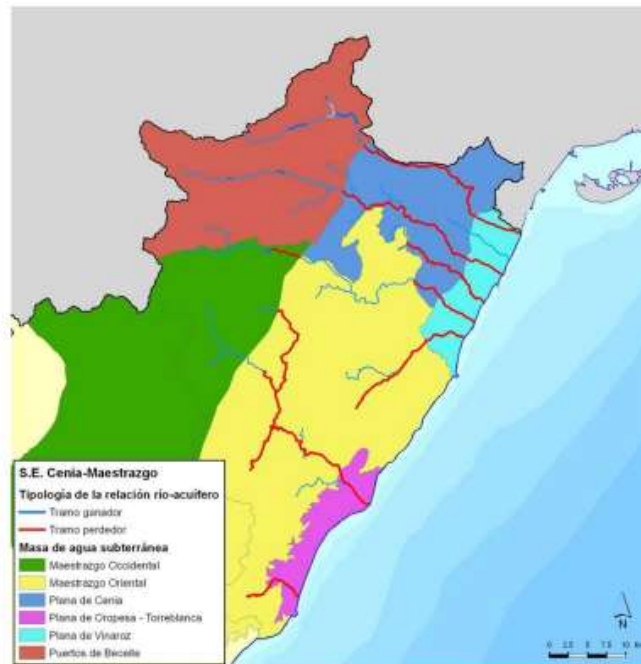


Figura 16. Relación río acuífero en el sistema de explotación Cenia-Maestrazgo

En la relación río-acuífero del sistema de explotación Mijares-Plana de Castellón se pueden apreciar dos zonas diferenciadas: los tramos perdedores están concentrados en los cursos bajos y en la rambla de la Viuda, presentando una conexión difusa indirecta por efecto ducha, mientras que los tramos ganadores se reparten por el resto del sistema.



Figura 17. Relación río acuífero en el sistema de explotación Mijares-Plana de Castellón

Observando la relación entre los tramos del río Palancia y las masas de agua subterránea del sistema de explotación, cabe destacar la presencia de manantiales, aguas abajo del embalse de Regajo, que aportan un recurso superficial muy importante para la satisfacción de las demandas de la zona. En el tramo bajo del río, a partir del embalse de Algar, se tienen tramos perdedores con conexión difusa indirecta con efecto ducha, que infiltran la mayor parte del caudal circulante, excepto en avenidas.



Figura 18. Relación río acuífero en el sistema de explotación Palancia-Los Valles

#### 4.3 "MAPA DE PUNTOS DE CONTROL DEL CAUDALES ECOLÓGICOS"

El régimen de caudales ecológicos de una masa de agua se determina teniendo en cuenta aquellos aspectos ambientales que afectan a dichas masas para alcanzar sus objetivos de buen estado.

El mapa de a continuación, muestra el conjunto de puntos de control del régimen de caudales ecológicos dispuestos hasta ahora por la CHJ. Los Puntos de control vienen fijados con un valor de caudal estimado previamente para la consecución del buen estado en los ecosistemas presentes en la CHJ.





Figura 19. Mapa de régimen de caudales ecológicos

#### 4.4 TABLA DE DATOS PREVIOS DEL PHJ

Esta tabla viene definida con los nombres de cada masa de agua subterránea acompañada de su correspondiente código. Con cada masa se encuentran los valores correspondientes de diferentes componentes que conllevan al estudio y análisis de evaluar el recurso disponible de cada una de ellas.

Masa de Agua Subterránea	Restricción Ambiental hm3/año			Recurso Renovable zonal hm3/año	Recurso Disponible hm3/año
	Salidas a humedal	Salidas a río	Salidas al mar		
Puertos de Beceite	0,0	22,8	0,0	46,5	23,7
Plana de Cenia	0,0	0,7	0,0	57,3	56,6
Maestrazgo Oriental	1,0	0,9	71,7	172,4	98,8
Maestrazgo Occidental	0,0	0,0	0,0	79,4	79,4
Mosqueruela	0,0	17,8	0,0	46,8	29
Lucena-Alcora	0,0	34,1	0,0	75,4	41,3
Javalambre Oriental	0,0	18,9	0,0	75,1	56,2
Javalambre Occidental	0,0	6,6	0,0	30,7	24,1
Onda-Espadán	0,0	24,4	0,0	46,9	22,5
Plana de Castellón	0,6	11,6	38,3	131,5	81
Sierra del Toro	0,0	1,5	0,0	13,6	12,1
Jérica	0,0	14,5	0,0	30,3	15,8
Medio Palancia	12,9	5,4	0,0	45,8	27,5
Plana de Sagunto	3,0	0,0	8,3	30,1	18,8
Plana de Vinaroz	4,5	0,0	26,4	63,2	32,3
Plana de Oropesa-Torreblanca	4,8	0,0	12,5	40,6	23,3
Liria-Casinos	0,0	8,9	0,0	114,4	105,5

## 5. METODOLOGÍA

El proceso de este estudio comienza utilizando la herramienta Arc-map, que se encuentra dentro de los programas que componen ARCGIS, que es uno de los sistemas de información geográfica más importantes que podemos encontrar en el mercado. Este programa nos permite examinar como capas los mapas necesarios para desarrollar el estudio. Las capas de los mapas podemos encontrarlas en el PHJ.

Las capas que se introducen son:

Una capa que nos muestra las masas de agua subterránea, otra capa que muestra las distintas subcuencas hidrográficas halladas dentro de la CHJ y finalmente, la capa de puntos de las salidas de agua subterránea del modelo Patrical. Este modelo muestra las diferentes salidas de agua a superficie de cada una de las masas de agua subterránea definidas en la CHJ en forma de pixel.

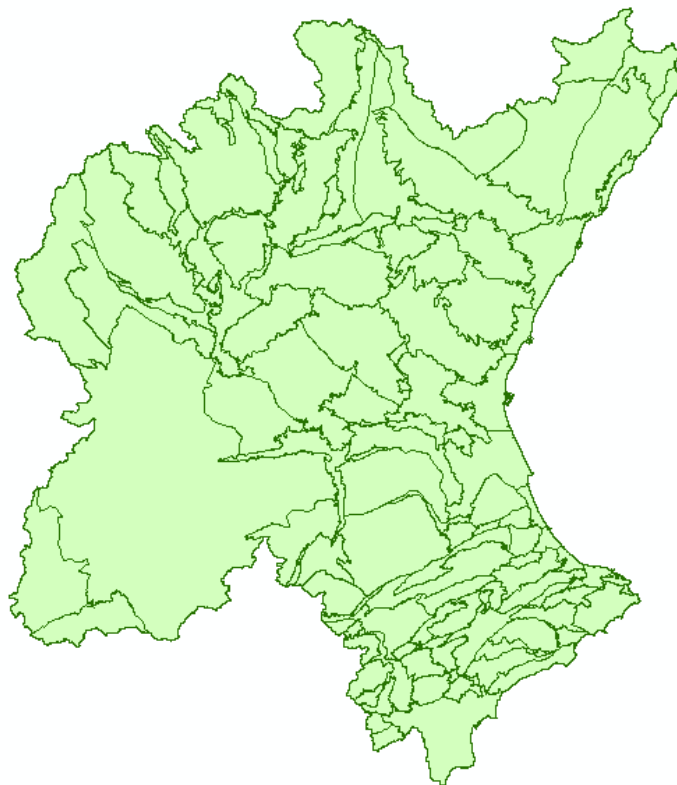


Figura 20. Capa de masas de agua Subterráneas



Figura 21. Capa de subcuencas hidrográficas



Figura 22. Capa de modelo Patricol

Con esta información y con el fin de realizar una distribución de los recursos hídricos en las diferentes masas de agua superficial, se ha elaborado un histograma que proporciona el valor numérico de píxeles que cada masa de agua distribuye por las diferentes subcuencas, estableciendo la proporción en la que se distribuye el recurso de cada masa de agua subterránea por subcuencas.

	SUBCU_131	SUBCU_132	SUBCU_145	SUBCU_130	SUBCU_133	SUBCU_134	SUBCU_140	SUBCU_139	SUBCU_138	SUBCU_137	SUBCU_136	
810,102	0	0	0	0	0	0	0	56	45	21	0	172
810,104	0	0	0	0	0	10	0	34	0	0	0	44
810,201	0	0	0	0	0	0	0	0	2	24	0	26
810,202	0	0	0	0	0	0	22	23	0	0	0	45
810,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
810,301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	8
810,302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
810,303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
810,401	0	0	0	0	0	0	0	0	4	39	5	65
810,402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
810,403	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
810,501	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
810,504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
810,601	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
810,604	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
810,701	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
810,702	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
810,703	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
810,801	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220
810,802	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
810,901	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
810,902	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	41	41	66	46	10	87	46	117	51	86	11	

Tabla 2. Histograma

A continuación, se ha elaborado una matriz de paso “Salidas a río-Caudal” que, teniendo en cuenta las aportaciones de cada subcuena a los tramos de río en los que se localizan los puntos de control de caudales ecológicos, cuantifica el caudal en cada tramo según las salidas a río aplicadas.

La matriz de paso resultante consta de 9 columnas, que para su aclaración, se dividen en dos partes.

La primera parte la componen las primeras 6 columnas. La primera columna señala las diferentes subcuencas hidrográficas que afectan a cada punto de control. La siguiente columna muestra las salidas totales a río de la correspondiente masa de agua subterránea. La tercera columna multiplica el número de píxeles que afectan a cada subcuena por la proporción en la que se distribuye el recurso de cada masa de agua subterránea por subcuencas. La siguiente columna cuantifica las salidas a río totales de cada subcuena. La siguiente columna, por su parte, señala la proporción en la que se distribuye el recurso de cada masa de agua subterránea por subcuencas. Llegando así a la columna que muestra las salidas totales de caudal a cada río.

A partir de aquí, empieza la segunda parte de la matriz, que está compuesta por las tres columnas finales. En la primera se muestra los puntos de control de caudal ecológico correspondientes a cada subcuenca con su valor correspondiente, la columna de en medio cuantifica las salidas reales de caudal de agua a cada tramo de río teniendo en cuenta la posición de los diferentes puntos de control de caudal ecológico y, la última columna sitúa los puntos de control representando el punto kilométrico que tendría si pusiéramos el origen en la cabecera de cada río.

	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Masa de agua subterránea	Salidas a río	%	Total Subcuencas	Valor pixel	Total río	Puntos de control		Salidas a río	P.K.
2										
3	Puertos de Beceite (Cenia DHJ)	0,722983257	2,83018868	0,02046179	0,94339623		1	0,01	0	5+146
4				0,02046179						
5	Puertos de Beceite (Cenia DHJ)	0,722983257	2,83018868	0,02046179	0,94339623					
6				0,02046179						
7	Puertos de Beceite (Cenia DHJ)	0,722983257	14,1509434	0,102308951	0,94339623		1	0,09	0,04092358	14+369
8	Puertos de Beceite (Cenia, CICV)	0,722983257	0,47169811	0,003410298	0,94339623					
9	Plana de Cenia (CICV)	0,022196854	0	0	1,53846154					
10	Plana de Cenia (DHJ)	0,022196854	0	0	1,53846154					
11	Plana de Vinaroz (Río Cenia)	0	0	0	3,125					
12				0,127916104		0,16883968				52,899
13										

Tabla 3. Matriz de paso "Salidas a río"

Con esta información se ha procedido a analizar los resultados obtenidos, para comprobar en qué medida las restricciones ambientales, fijadas por el PHJ, en las distintas masas de agua subterránea, satisfacen la demanda de caudal en el río. Caudal que es necesario para cumplir con el régimen de caudales ecológicos, fijado en función de estudios realizados sobre la vida piscícola y demás fauna y flora de las especies autóctonas de los ríos que pertenecen a la demarcación.

## 6. APLICACIÓN A CASO DE ESTUDIO: ANÁLISIS DE LA RELACIÓN CAUDAL ECOLÓGICO-SALIDAS A RÍO

En este capítulo del estudio se procede al análisis del resultado subyacente de aplicar la metodología de trabajo a los diferentes sistemas de explotación que forman parte del ámbito de estudio.

A la hora de realizar el análisis se ha tenido en cuenta la relación río-acuífero y se han definido dos diferentes hipótesis basadas en esta relación, la segunda de ellas con dos variantes. De esta forma, aparecen tres matrices de paso iniciales en función de las distintas hipótesis y variaciones.

La primera hipótesis formulada estipula que todos los tramos de todos los ríos que son ámbito de estudio son tramos ganadores y por lo tanto, reciben agua de las masas subterráneas. La segunda hipótesis, por otro lado, admite que sólo los tramos ganadores reciben agua de las masas subterráneas. Esta última hipótesis se ha formulado con dos variantes, una de ellas, la primera, toma los tramos de río desconocidos como tramos ganadores y, la segunda, considera que los tramos desconocidos no reciben agua de los acuíferos.

Por otro lado, se ha supuesto que la continuidad del caudal del río no se viese afectada por los embalses que nos podemos encontrar a lo largo de los diferentes sistemas de explotación.

El sistema de referencia adoptado considera el punto kilométrico (P.K.) cero en el nacimiento del río, y se considera creciente hacia aguas abajo hasta la desembocadura. De esta manera se han establecido las relaciones caudal-punto kilométrico a lo largo del perfil longitudinal del río.

A lo largo de este capítulo, se presentarán los resultados obtenidos para las diferentes hipótesis en forma de gráfica. En ella, se verán reflejados los valores del régimen de caudales ecológicos fijados por la CHJ, representados por la línea verde. A la hora de la determinación de estos caudales ecológicos se han realizado estudios acerca de las necesidades de la muy variada biodiversidad que compone la CHJ, así como las peculiaridades de cada tramo de río, por tanto, si en los tramos finales de los ríos se produce una filtración de caudal de agua hacia las masas de agua subterránea, o si los ríos sufren déficit de caudal debido a alguna acción antrópica, como por ejemplo, la Acequia mayor de Sagunto, que deja el río Palancia seco desde el lugar donde están situadas las compuertas de derivación hasta su desembocadura, se refleja en la gráfica como una disminución del valor del caudal ecológico.

Las salidas a río esperadas a partir de las restricciones ambientales fijadas en el PHN, están representadas por la línea magenta.

Finalmente, a partir de la información obtenida y del análisis llevado a cabo en este apartado, se ha procedido a estimar las restricciones ambientales óptimas para cada masa de agua subterránea, utilizando como criterio que las salidas a río se ajusten al régimen caudales ecológicos establecido.

Se han realizado nuevas gráficas añadiendo una nueva variable de comparación, que se muestra con una línea amarilla y que representa las salidas a río que producirían las masas de agua subterráneas con las restricciones ambientales necesarias para cumplir con el régimen de caudales ecológicos.

#### 6.1.1 SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CENIA-MAESTRAZGO

El río del sistema de explotación Cenia-Maestrazgo que ha sido objeto de estudio es el río Cenia, puesto que en el resto de ríos que componen el sistema no se dispone de puntos de control de caudal ecológico.

---

#### EL RIO CENIA

En la figura se puede observar que el río Cenia es un río ganador en sus primeros tramos, entendiendo ganador como el río que recibe aportaciones de los acuíferos. Sin embargo, a partir del embalse de Ulldecona y hasta su desembocadura se trata de un río perdedor.

Los puntos de control que se han hecho efectivos en este estudio se encuentran en los tramos de cabecera del río el primero y a la salida del Embalse de Ulldecona el Segundo.



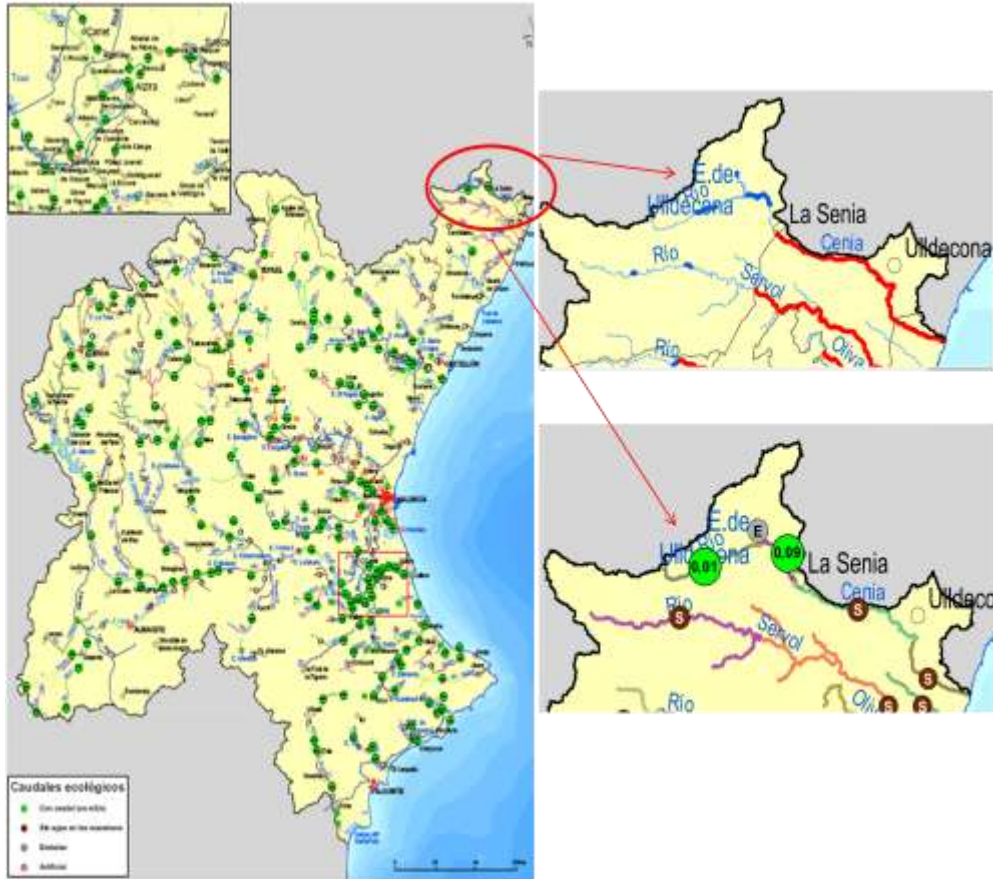


Figura 23. Situación del río Cenia en la CHJ

**Primera Hipótesis**

En esta primera hipótesis se ha considerado que todos los tramos del río son ganadores. La gráfica que arroja muestra que las aportaciones recibidas de Puertos de Becete son inferiores al caudal ecológico en los puntos de control.

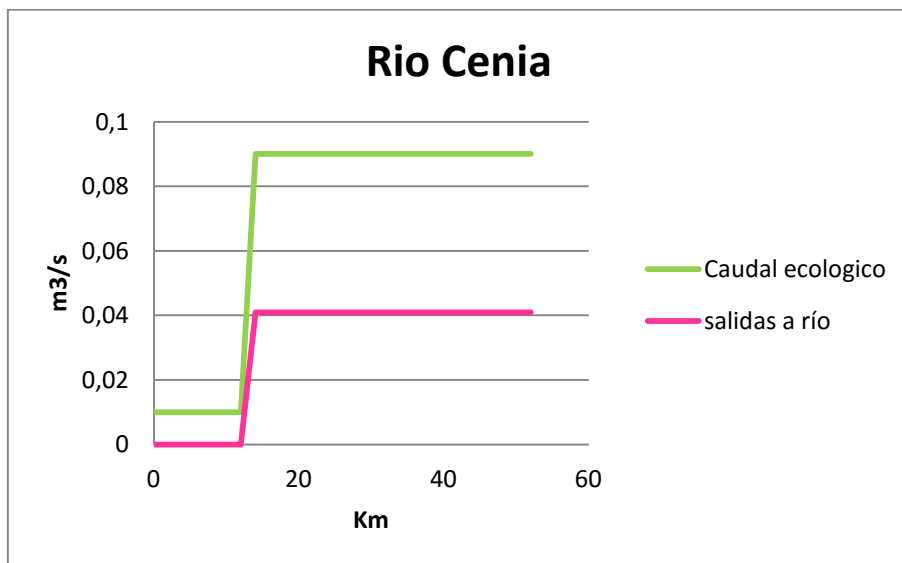


Figura 24. Gráfica Salidas a río-Caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Río Cenia		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río (m <sup>3</sup> /s)	Salidas a río (hm <sup>3</sup> /año)
Puertos de Beceite	0,147	4,625
Plana de Cenia	0,004	0,113
Plana de Vinaroz	0,009	0,293
	0,160	5,031

Tabla4. Salidas a río por masas de agua subterránea

### Segunda Hipótesis

Esta segunda hipótesis considera los tramos azules como ganadores y no cuenta los tramos perdedores. Se han realizado dos variantes de esta hipótesis. En la primera se han considerado los tramos desconocidos como ganadores y en la segunda considera que estos tramos de los que no tenemos datos no reciben aportaciones de los acuíferos.

- Primera Variante

En esta variante las aportaciones que recibe el río de Puertos de Beceite antes de los puntos de control de caudal ecológico vuelven a resultar insuficientes, dejando el caudal del río por debajo del necesario para la mantención de la naturalidad de los distintos hábitats.

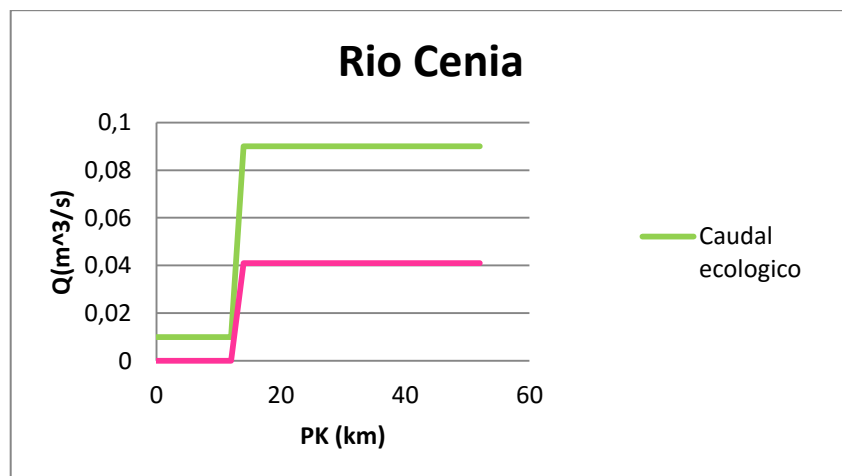


Figura 25. Gráfica Salidas a río-Caudal ecológico

A continuación, se muestra la tabla resumen correspondiente a esta variante. Las masas subterráneas Plana de Cenia y Plana de Vinaroz no aportan caudal de agua, a diferencia de la primera hipótesis, debido a que los pixeles que muestran los puntos de salida de agua a río se encuentran en un tramo perdedor.

Rio Cenia		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río (m3/s)	Salidas a río (hm3/año)
Puertos de Beceite	0,147	4,625
Plana de Cenia	0,000	0,000
Plana de Vinaroz	0,000	0,000
	0,147	4,625

Tabla5. Salidas a río por masas de agua subterránea

- Segunda Variante

En esta variante no se observan cambios respecto a la anterior, debido a que los pixeles de la masa de agua Puertos de Beceite se encuentran aguas abajo del punto de control de caudal ecológico, arrojando pues, unos resultados similares a los anteriormente expuestos.

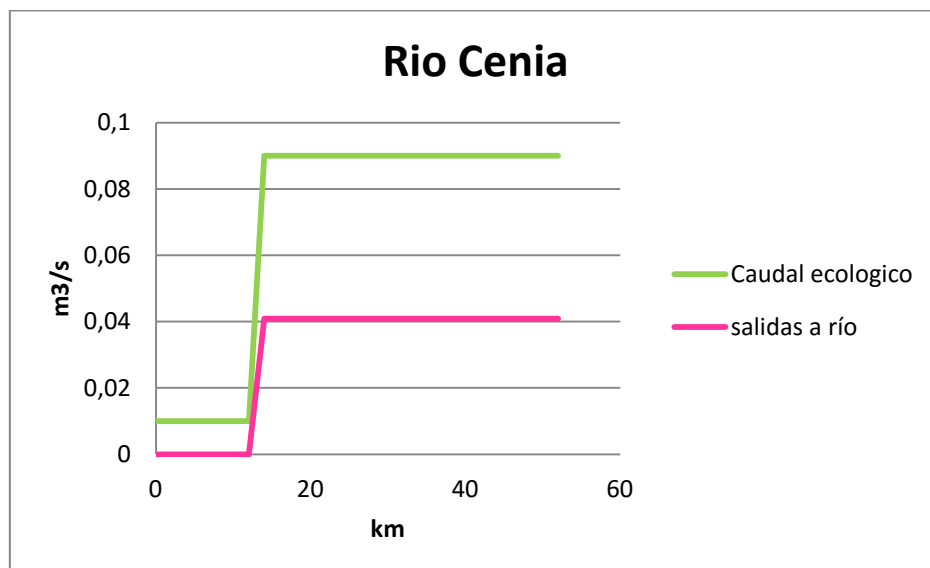


Figura26. Gráfica Salidas a río-Caudal ecológico

Río Cenia		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río (m <sup>3</sup> /s)	Salidas a río (hm <sup>3</sup> /año)
Puertos de Beceite	0,147	4,625
Plana de Cenia	0,000	0,000
Plana de Vinaroz	0,000	0,000
	0,147	4,625

Tabla 6. Salidas a río por masas de agua subterránea

En el resultado obtenido de aplicar la metodología de estudio al río Cenia se observa que en ningún momento las salidas previstas de producirse superan el caudal ecológico con las restricciones impuestas actualmente en la masa Puertos de Beceite. Conviene destacar que después del segundo y último punto de control aún se produce una filtración de caudal a favor del río antes de tornarse perdedor hasta su desembocadura. Las salidas a río en las tres hipótesis son de 0.041 m<sup>3</sup>/s en el segundo de los puntos de control.

Con el fin de profundizar más en el estudio del drenaje de la masa Puertos de Beceite, se ha realizado una alternativa a las planteadas hasta ahora. En esta alternativa, se realiza una redistribución de los píxeles de la masa Puertos de Beceite, que además coincide con la recolocación de los puntos de control de caudal ecológico más retrasados en el perfil longitudinal del río.

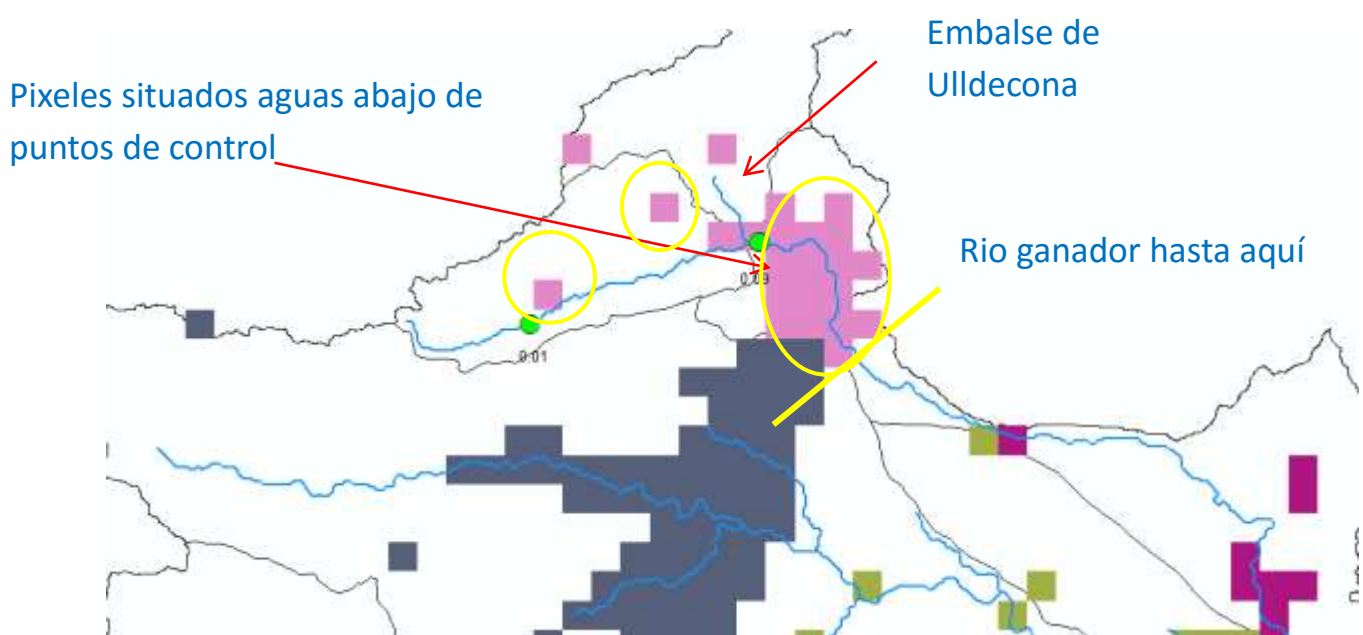


Figura 27. Relacion de píxeles en Puertos de Beceite

Con este planteamiento, la gráfica resultante es radicalmente distinta a las anteriores hipótesis. Con estas premisas, las aportaciones de la masa Puertos de Beceite al río Cenia son superiores al caudal ecológico en todos los puntos de control registrados. Las salidas a río en este caso son de  $0.147 \text{ m}^3/\text{s}$  en el segundo de los puntos de control.

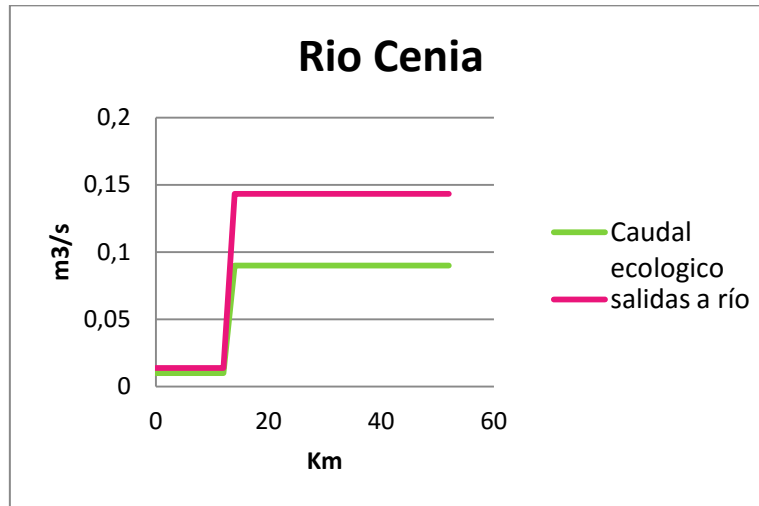


Figura 28. Gráfica Salidas a río-Caudal ecológico

Finalmente, se procede a la estimación de las restricciones ambientales necesarias para mantener el régimen de caudales ecológicos en las masas de agua subterránea del sistema de explotación Cenia-Maestrazgo.

A continuación se muestra la gráfica comparativa entre las salidas a río que producen las restricciones ambientales actualmente impuestas y las que producirían las que se proponen en este estudio y la tabla de salidas a río por masas de agua subterráneas, comparando las de las hipótesis con las propuestas.

La propuesta consiste en aumentar las restricciones de Puertos de Beceite hasta que las salidas a río son superiores al caudal ecológico. Es necesario aumentar las restricciones de  $22.8 \text{ hm}^3/\text{año}$  a  $50.2 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

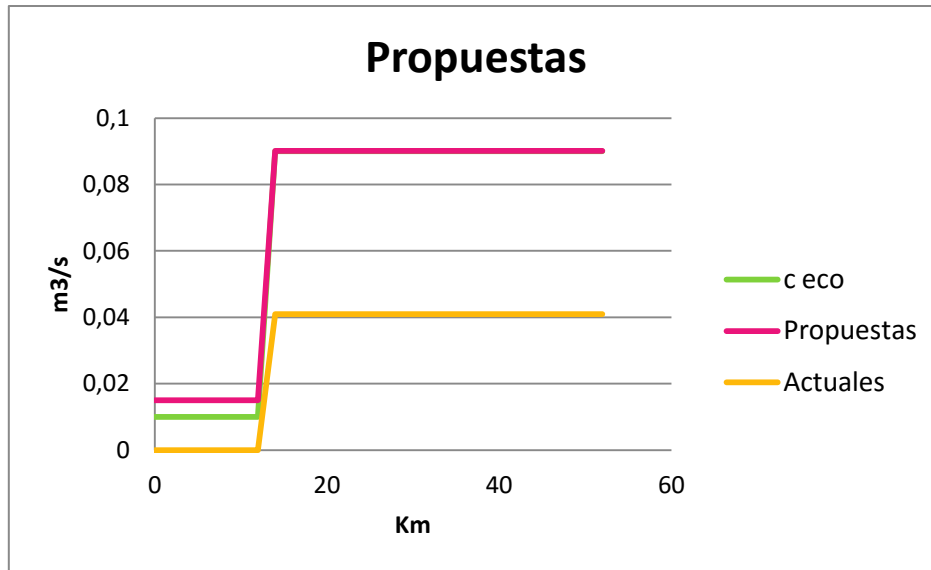


Figura29.Comparaciónrestricciones-caudal ecológico

Cenia			
Masa de agua Subterránea	Propuestas m <sup>3</sup> /s	Hipótesis 1 m <sup>3</sup> /s	Hipótesis 2 m <sup>3</sup> /s
Puertos de Beceite	0,323	0,147	0,147
Plana de Cenia	0,000	0,004	0,000
Plana de Vinaroz	0,000	0,009	0,000
	0,323	0,160	0,147

Tabla 7. Salidas a río por masas de agua subterránea

Después de la revisión de pixeles, la alternativa manejada es totalmente opuesta a la anterior. En esta variante, se reducen las restricciones ambientales para la masa de agua subterránea Puertos de Beceite. Se rebajan hasta los 16,2 hm<sup>3</sup>/año.

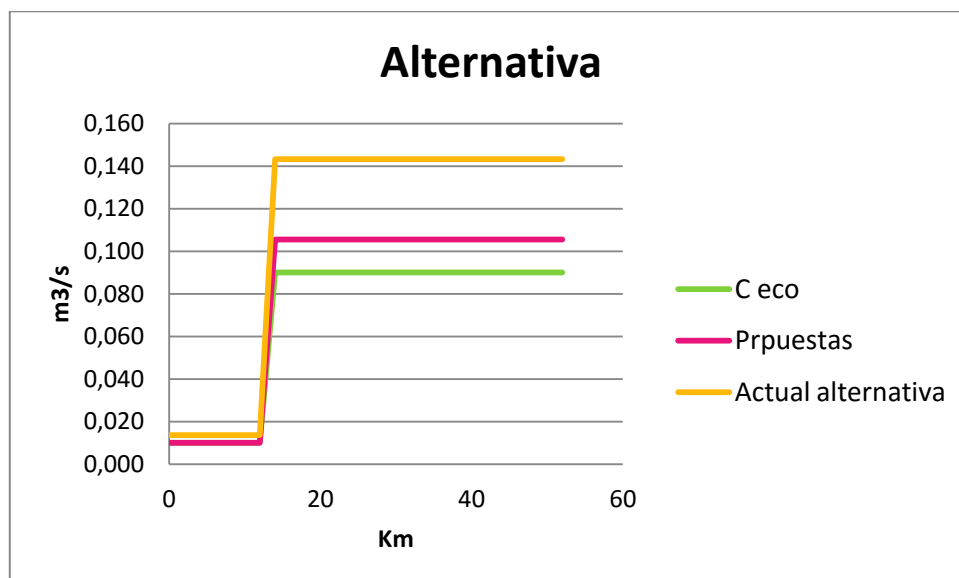


Figura30.Comparaciónrestricciones-caudal ecológico

Cenia		
Masa de agua Subterránea	Alternativa(m <sup>3</sup> /s)	Propuestas(m <sup>3</sup> /s)
Puertos de Beceite	0,147	0,108
Plana de Cenia	0,000	0,000
Plana de Vinaroz	0,000	0,000
	0,147	0,108

Tabla 8. Salidas a río por masas de agua subterránea

### Síntesis del río Cenia:

No drena suficiente agua para superar el caudal ecológico para las hipótesis planteadas, para paliar con este problema se plantea un reajuste de la cuantificación de los pixeles que coincide con la variación en la posición de los puntos de control de caudal ecológico.

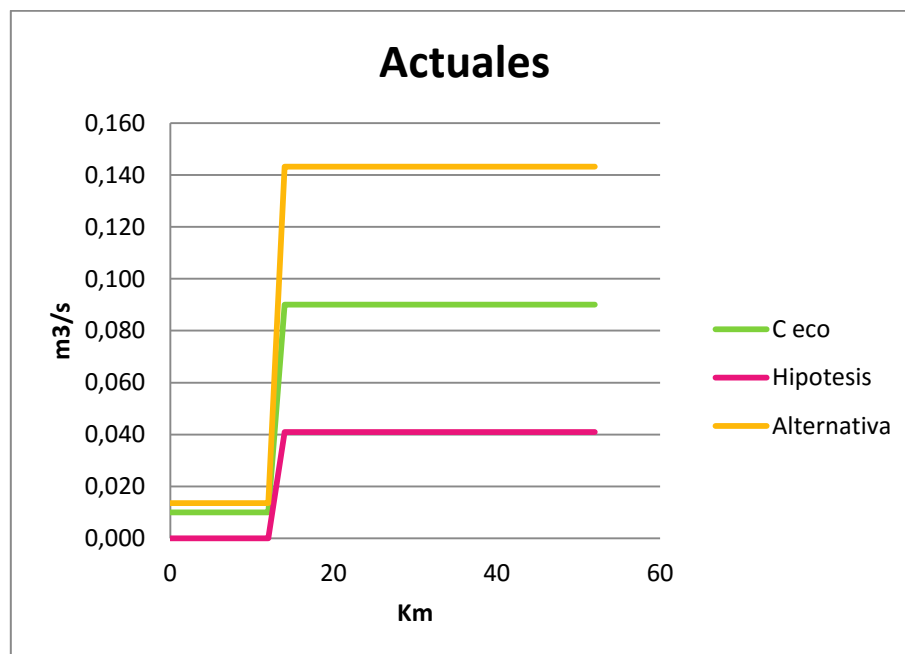


Figura 31. Comparación restricciones-caudal ecológico

Finalmente se proponen unas nuevas restricciones ambientales para la masa subterránea Puertos de Beceite.

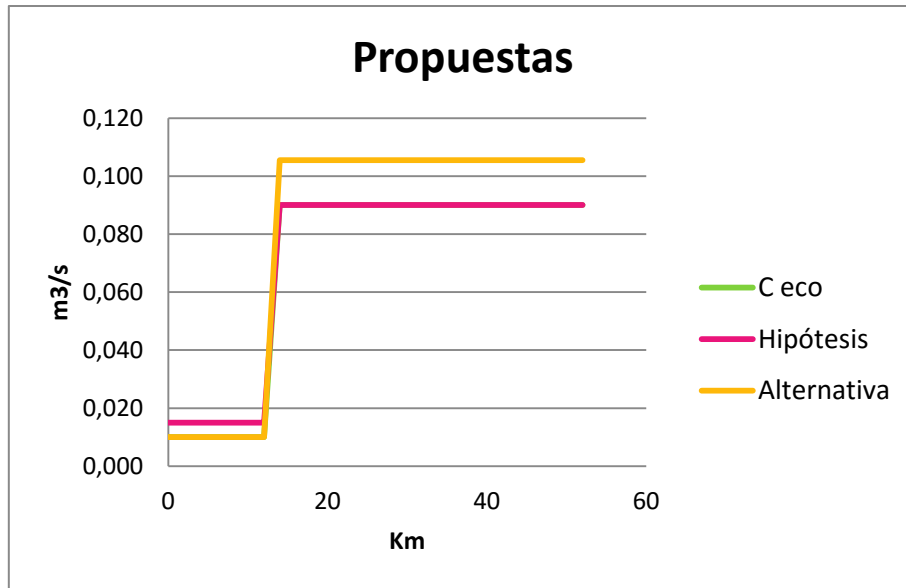


Figura 32. Comparación restricciones-caudal ecológico

Se incluye una tabla resumen con la comparación de las restricciones actuales y las propuestas tanto para las hipótesis planteadas como para la alternativa basada en la localización de los pixeles propuesta.

Comparación Restricciones			
Masa de agua Subterránea	Actuales(hm <sup>3</sup> /año)	Hipótesis(hm <sup>3</sup> /año)	Alternativa(hm <sup>3</sup> /año)
Puertos de Beceite	22,8	50,2	16,2

Tabla9.Comparaciónrestricciones

La alternativa realizada mediante la reasignación de los pixeles es la que se postula como más próxima a la situación real, por tanto, las restricciones ambientales finalmente propuestas, necesarias para mantener el régimen de caudales ecológicos, para la masa subterránea Puertos de Beceite, son de 16,2 hm<sup>3</sup>/año.



### 6.1.2 SISTEMA DE EXPLOTACIÓN MIJARES-PLANA DE CASTELLÓN

El principal río perteneciente a este sistema de explotación, que ha sido objeto de estudio, es el río Mijares. El río Mijares consta con numerosos afluentes que se detallan posteriormente, con el fin de estimar las aportaciones que recibe el río Mijares de sus distintos afluentes.

#### EL RIO MIJARES

El río Mijares tiene numerosos tramos de los cuales pequeños subtramos son ganadores y el resto desconocidos, esta sucesión de pequeños tramos ganador-desconocido se sucede a medida que vamos avanzando a lo largo de su longitud. Sin embargo, a partir de aguas abajo del embalse de Sicha y hasta su desembocadura se torna un río perdedor.

Los puntos de control que se han hecho efectivos en este estudio se encuentran repartidos a lo largo del río como se puede observar en la imagen. Tiene un total de diez puntos de control del caudal ecológico.

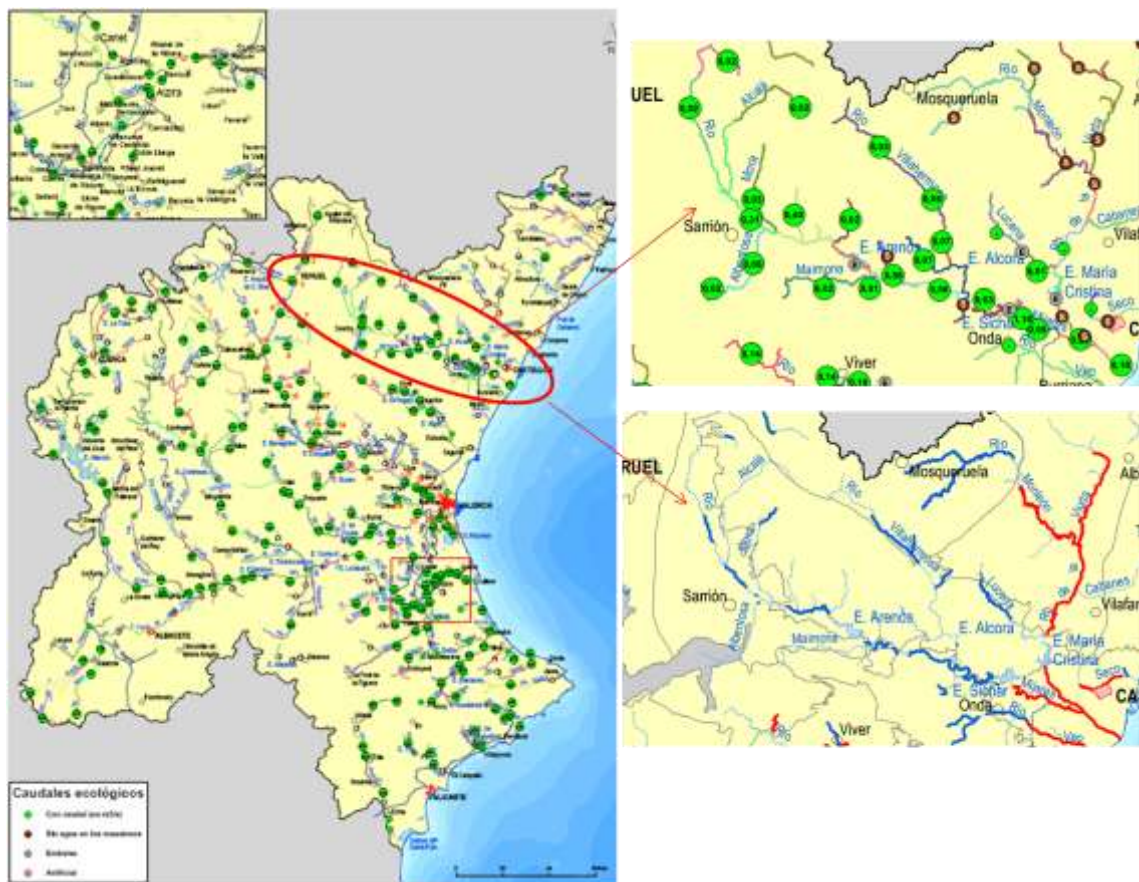


Figura 33. Situación del Río Mijares en la CHJ

### Primera Hipótesis

En esta primera hipótesis se ha considerado que todos los tramos del río son ganadores. La gráfica muestra que las aportaciones recibidas de las masas subterráneas Javalambre Oriental y Lucena-Alcora, por las cuales discurre el río en sus comicios, son superiores al caudal ecológico desde cabecera de río y hasta su desembocadura, exceptuando un pequeño tramo entre las confluencias con los ríos Alcalá y Albentosa.

Esto es debido a la localización de los pixeles, que se encuentran aguas abajo del punto de control de  $0.31\text{m}^3/\text{s}$  so que la falta precisión de los puntos de control de caudal ecológico pueda ser causante de distorsiones en la cuantificación de los caudales.

A partir de la confluencia con dicho río, se obtiene un amplio margen de diferencia con los puntos de control de caudal ecológico debido a que en este tramo se encuentran los manantiales naturales conocidos como Ojos de Babor y la Fuente de la Escaleruela, que significan una aportación muy importante de caudal al cauce del Mijares, además de un bonito paraje natural, como se puede apreciar en la figura.

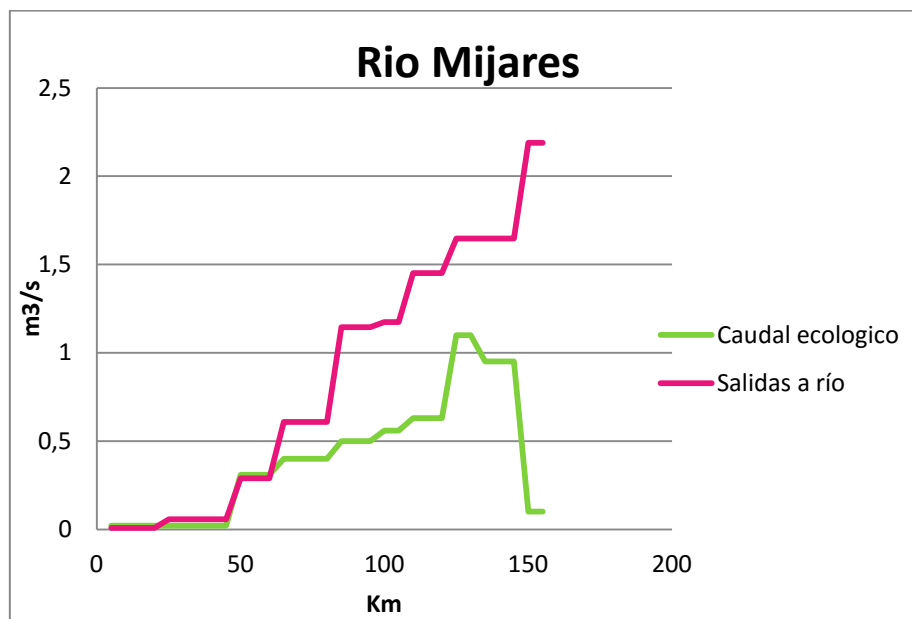


Figura 34. Gráfica salidas a río-caudal ecológico



Figura 35. Foto de autor. Ojos de Babor

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Rio Mijares		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m <sup>3</sup> /s	Salidas a río hm <sup>3</sup> /año
Maestrazgo Occidental	0,009	0,290
Maestrazgo Oriental	0,001	0,041
Plana de Oropesa - Torreblanca	0,054	1,701
Javalambre Oriental	0,421	13,277
Mosqueruela	0,385	12,149
Lucena - Alcora	1,032	32,550
Impermeable o acuífero de interés local 10	0,000	0,000
Sierra del Toro	0,017	0,522
Alpuente (Abjuela)	0,067	2,099
Onda - Espadán	0,196	6,171
Plana de Castellón	0,030	0,934
Javalambre Occidental	0,006	0,189
	2,217	69,922

Tabla 10. Salidas a río por masas de agua subterránea

## Segunda Hipótesis

Esta segunda hipótesis considera los tramos azules como ganadores y no cuenta los tramos perdedores. Se han realizado dos variantes de esta hipótesis. En la primera se han considerado los tramos desconocidos como ganadores y en la segunda considera que estos tramos de los que no tenemos datos no reciben aportaciones.

### - Primera Variante

Al igual que en la primera hipótesis, la gráfica revela que las aportaciones recibidas son superiores en casi todos los tramos, exceptuando un pequeño tramo entre las confluencias con los ríos Alcalá y Albentosa. De nuevo la localización de los pixeles y la precisión de los puntos de control de caudal ecológico pueden ser los causantes de que no se cumplan los caudales ecológicos.

A partir de la confluencia con dicho río, se vuelve a obtener un amplio margen de diferencia con los puntos de control de caudal ecológico debido los mencionados manantiales naturales conocidos como Ojos de Babor y la Fuente de la Escaleruela.

La diferencia con la primera hipótesis radica únicamente en la cuantificación del caudal, que en este caso es menor.

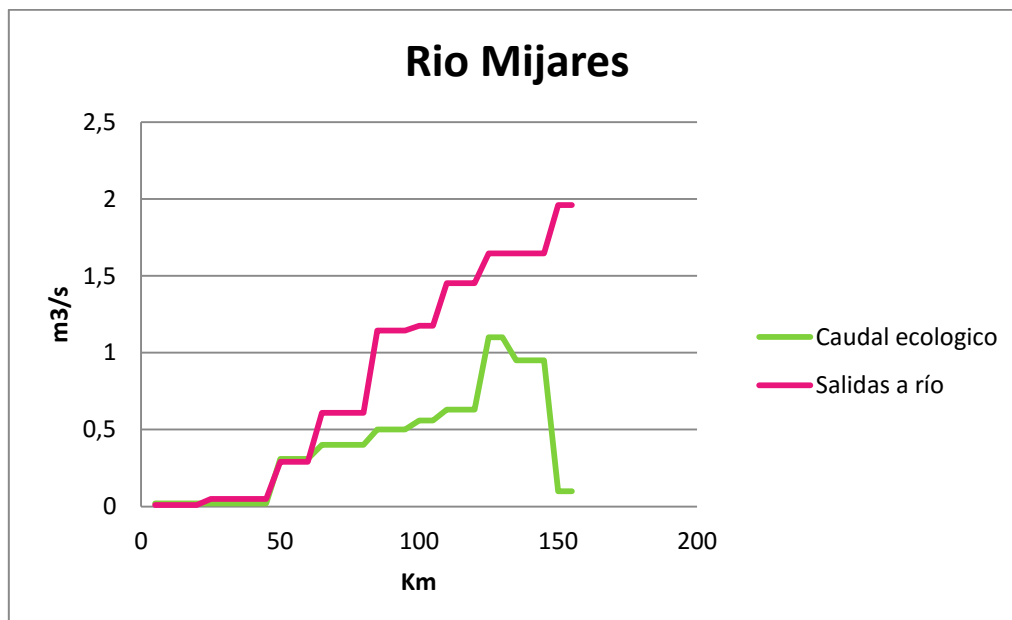


Figura 36. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Rio Mijares		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m <sup>3</sup> /s	Salidas a río hm <sup>3</sup> /año
Maestrazgo Occidental	0,003	0,086
Maestrazgo Oriental	0,001	0,041
Plana de Oropesa - Torreblanca	0,054	1,701
Javalambre Oriental	0,421	13,277
Mosqueruela	0,385	12,149
Lucena - Alcora	0,819	25,833
Impermeable o acuífero de interés local 10	0,000	0,000
Sierra del Toro	0,017	0,522
Alpuente (Abjuela)	0,067	2,099
Onda - Espadán	0,196	6,171
Plana de Castellón	0,000	0,000
Javalambre Occidental	0,006	0,189
	1,968	62,067

**Tabla 11. Salidas a río por masas de agua subterránea**

- Segunda Variante

En esta variante las aportaciones recibidas son similares al caudal ecológico en el primer tramo de río, sin embargo en el segundo tramo el caudal ecológico es mucho mayor que las aportaciones que recibe el río de sus mencionados afluentes, agravando el problema de las anteriores hipótesis y extendiéndolo hasta el tramo siguiente del río.

El déficit de agua respecto a la otra hipótesis y a la otra variante es debido a que el río Alcalá no aporta caudal de agua al tratarse de un río del que no se disponen datos para estimar su relación río-acuífero que unido a los mencionados problemas de localización de pixeles y falta de precisión de puntos de control, suponen la escasez de caudal mencionada.

En esta variante, no se supera el caudal ecológico hasta la confluencia con el barranco de Maimona y los ríos Montan y Cortés, que recogen aguas de la masa Lucena-Alcora.

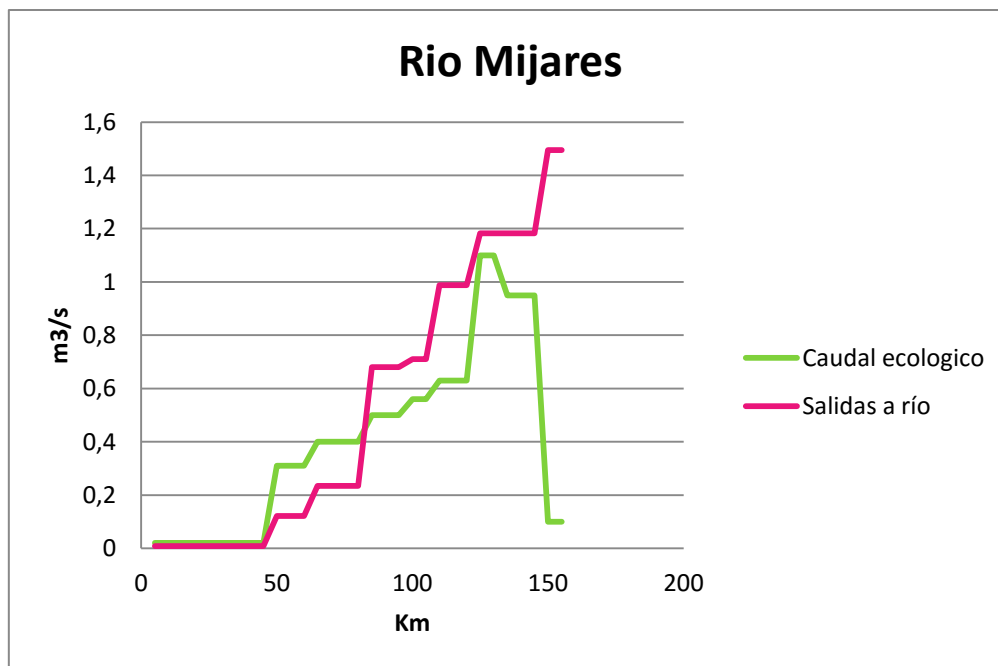


Figura 37. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Hipótesis 2b		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m <sup>3</sup> /s	Salidas a río hm <sup>3</sup> /año
Maestrazgo Occidental	0,001	0,037
Maestrazgo Oriental	0,001	0,041
Plana de Oropesa - Torreblanca	0,000	0,000
Javalambre Oriental	0,337	10,621
Mosqueruela	0,382	12,055
Lucena - Alcora	0,618	19,504
Impermeable o acuífero de interés local 10	0,000	0,000
Sierra del Toro	0,000	0,000
Alpuente (Abjuela)	0,005	0,164
Onda - Espadán	0,135	4,244
Plana de Castellón	0,000	0,000
Javalambre Occidental	0,002	0,063
	1,482	46,729

Tabla 12. Salidas a río por masas de agua subterránea

Para profundizar en el conocimiento del drenaje de las masas subterráneas Mosqueruela, Lucena-Alcora y Javalambre oriental se realiza una revisión de los píxeles, para comprobar si asignando dichos píxeles al punto de control de caudal de aguas arriba, se cumple dicho caudal.

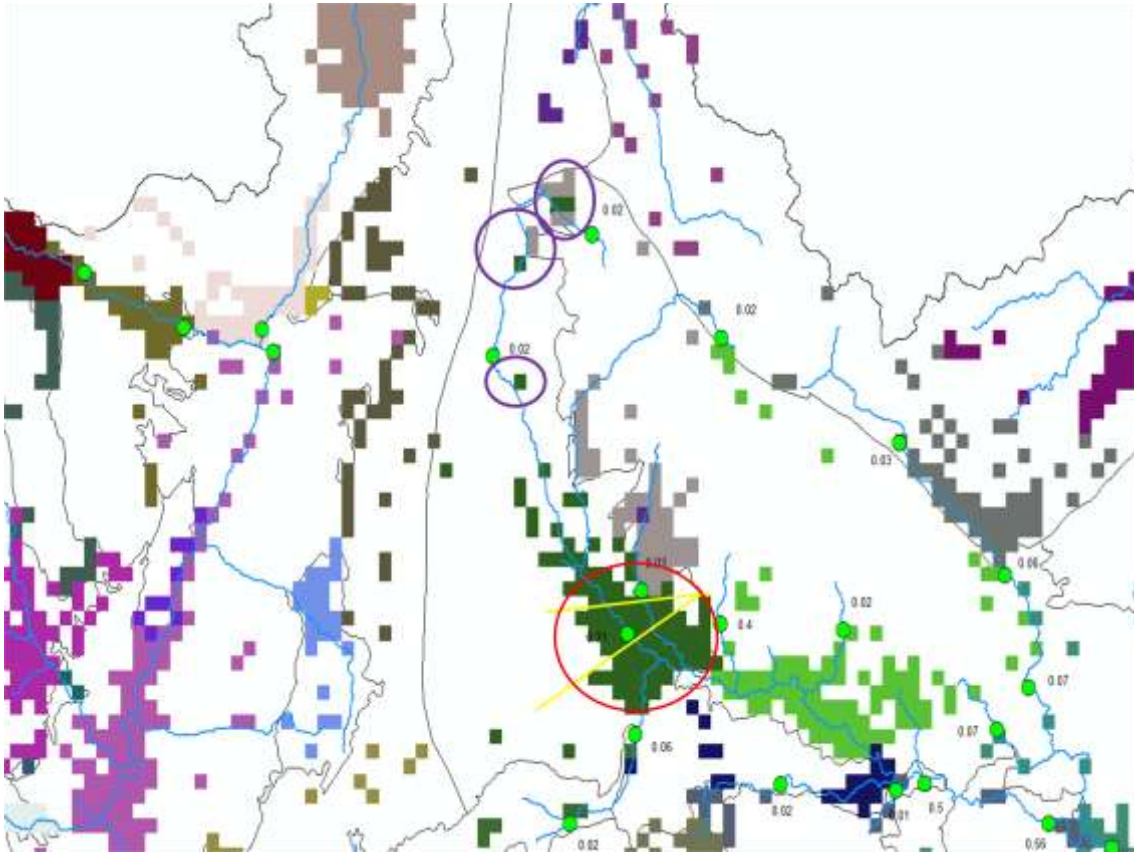


Figura 38. Píxeles en el río Mijares

Tanto en la primera hipótesis como en la primera variante de la segunda hipótesis, con esta alternativa en la asignación de los píxeles las aportaciones que recibe el río Mijares de las masas Mosqueruela, Lucena-Alcora y Javalambre Oriental son superiores al caudal ecológico en todos los tramos del río. Por tanto, el problema de caudal ecológico en estas variantes queda solucionado con la reasignación de los píxeles.

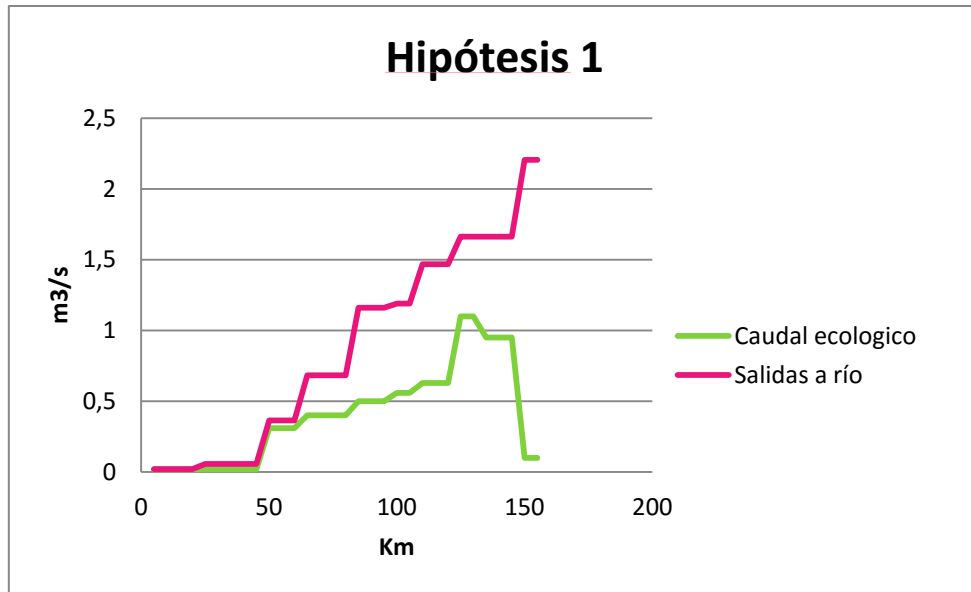


Figura 39. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

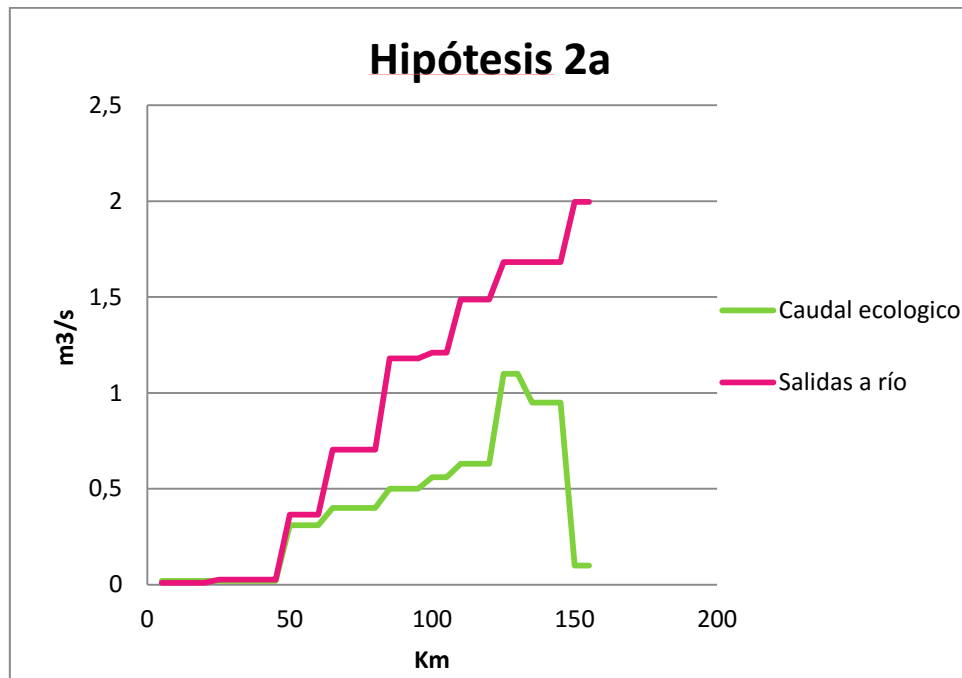


Figura 40. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Para la segunda variante de la segunda hipótesis, si los píxeles situados aguas abajo del punto de control de  $0,31 \text{ m}^3/\text{s}$  se contabilizan antes de dicho punto de control, aumentaría considerablemente el caudal, hasta los  $0,179 \text{ m}^3/\text{s}$ , aun así, no se cumple el caudal ecológico sin las aportaciones que en el resto de hipótesis recibe del río Alcalá y de los píxeles del propio Mijares señalados en morado en la figura.



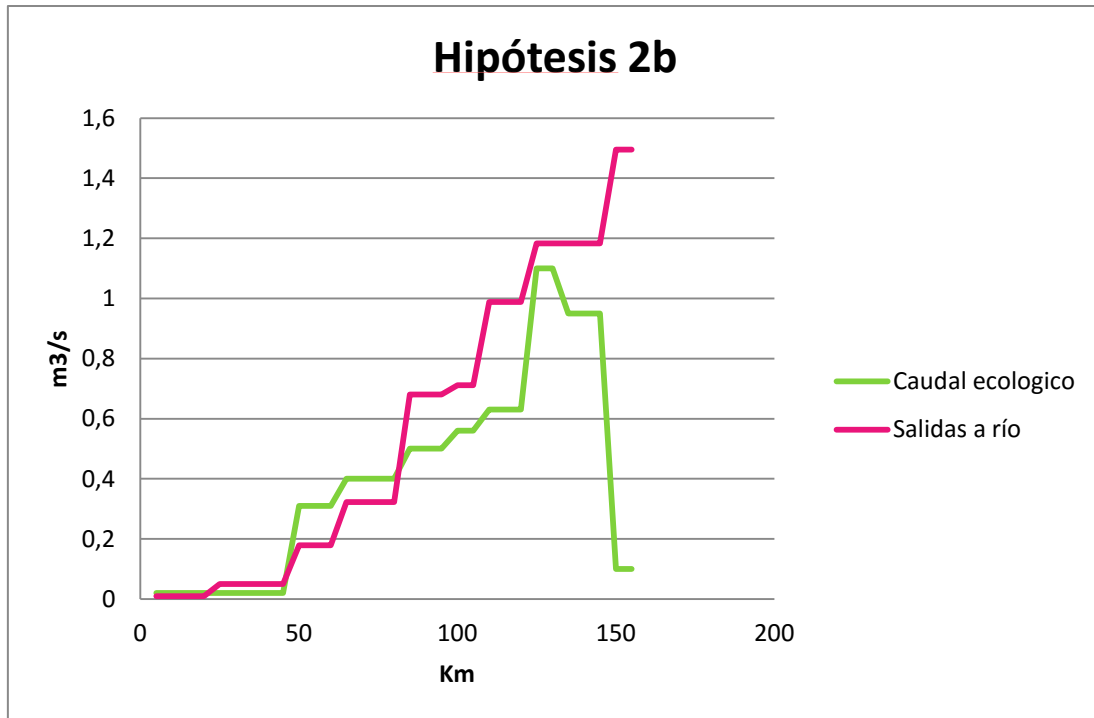


Figura 41. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Para finalizar el análisis del Mijares, se han replanteado las hipótesis suponiendo que los puntos de control de caudal ecológico se encuentran situados al final del tramo que representan y no en el punto que muestra el mapa de la CHJ, con el fin de determinar si la falta de precisión de dicho mapa es relevante en los resultados obtenidos.

Como muestran las tres figuras siguientes, en caso de tomar los puntos de control de caudal ecológico aguas abajo respecto a las anteriores hipótesis, se cumplen todos los caudales ecológicos del río Mijares para cualquiera de las hipótesis planteadas, demostrando que la falta de precisión en la localización de dichos puntos juega un papel muy importante en la cuantificación de las salidas a río y por tanto, de la determinación de las restricciones ambientales.

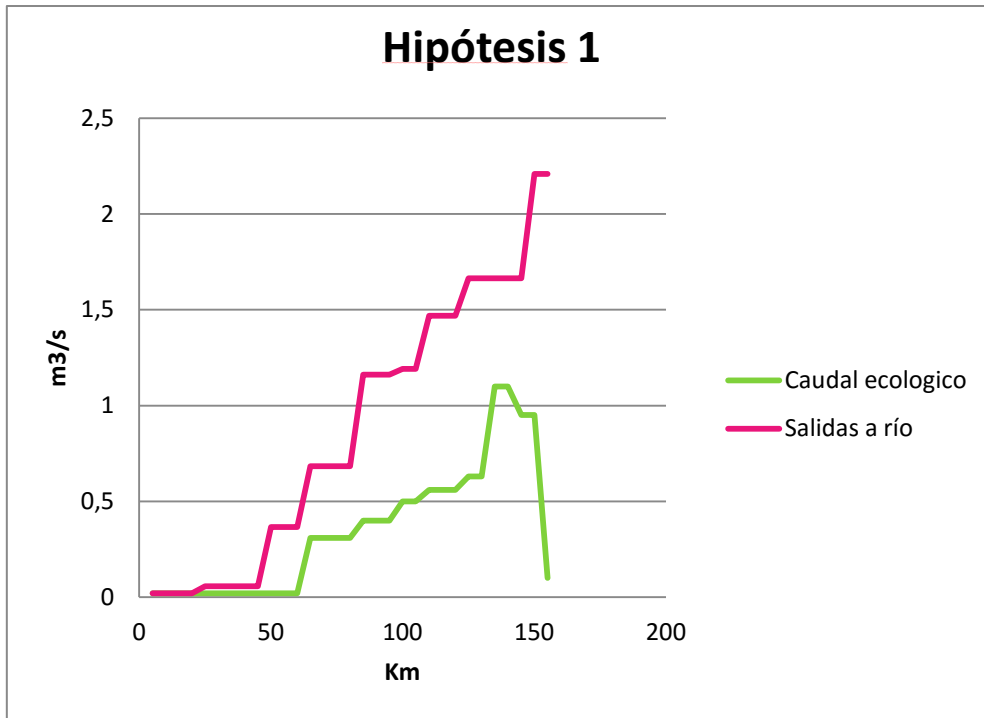


Figura 42. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

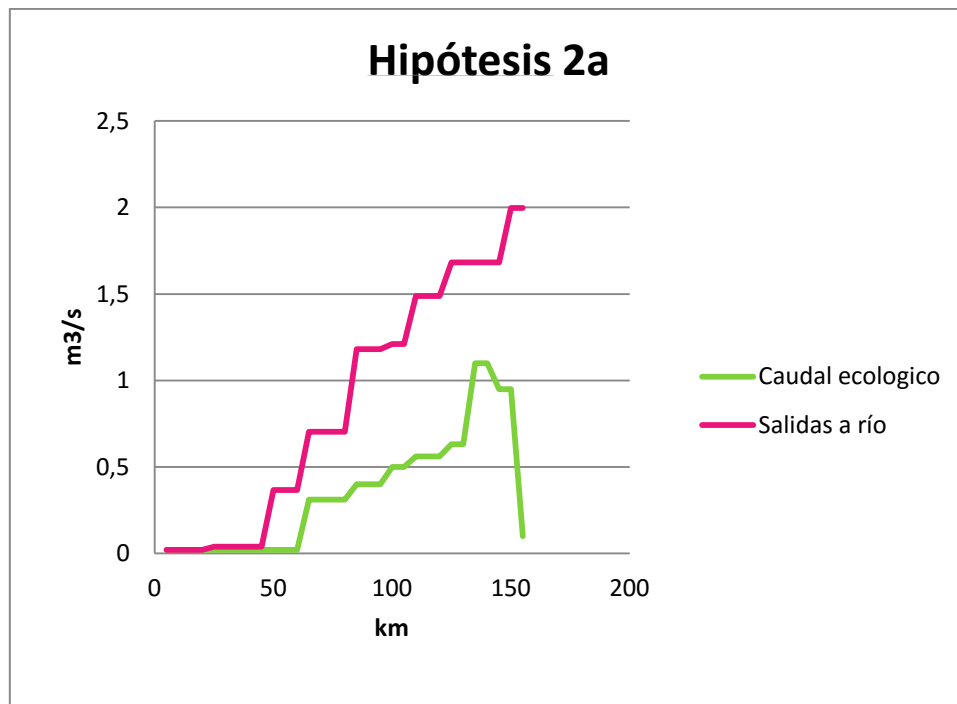


Figura 43. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

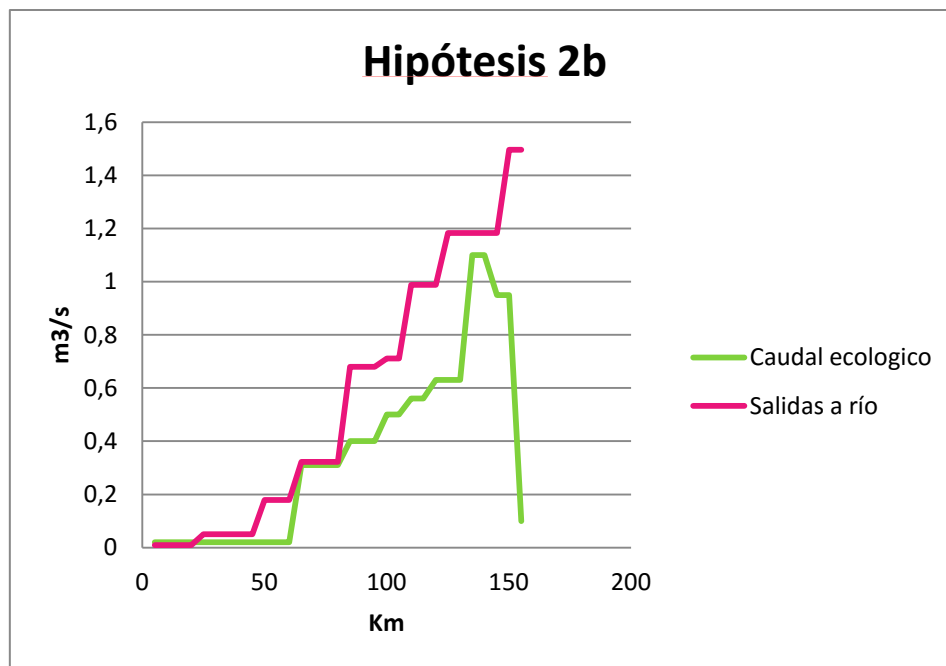


Figura 44. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Como se ha podido comprobar, las distintas alternativas a la metodología empleada influyen positivamente en la cuantificación de las aportaciones que recibe el río Mijares en los puntos de control de caudal ecológico. A la vista de los resultados, es asumible que la redistribución de los píxeles es necesaria para la correcta manipulación de los datos obtenidos.

A continuación se detalla el resultado de aplicar la metodología de estudio en los distintos afluentes del río Mijares.

#### EL RÍO ALCALÁ

En la imagen puede observar que del río Acalá no se tienen datos para determinar si es ganador o perdedor.

El único punto de control de caudal ecológico que se encuentra en este río está localizado en la cabecera del río.

### Primera Hipótesis

En esta primera hipótesis se ha considerado que el río es ganador. La gráfica muestra que las aportaciones son inferiores al caudal ecológico.

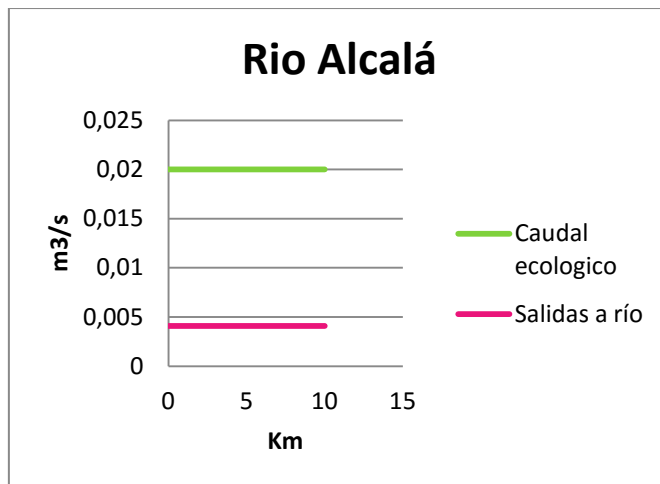


Figura 45. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Río Alcalá		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m <sup>3</sup> /s	Salidas a río hm <sup>3</sup> /año
Lucena - Alcora	0,045	1,421
Javalambre Oriental	0,010	0,312
Mosqueruela	0,003	0,094
	0,058	1,827

Tabla 13. Salidas a río por masas de agua subterránea

### Segunda Hipótesis

Esta segunda hipótesis considera que este río del cual no tenemos datos no recibe aportaciones de las masas de agua subterráneas.

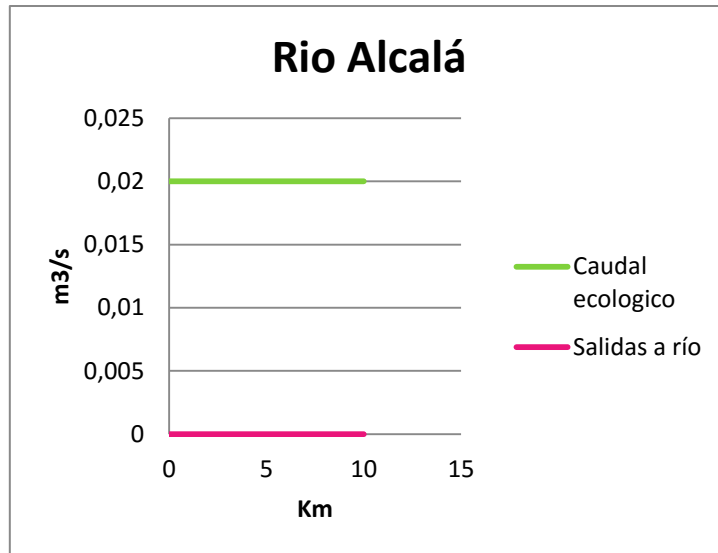


Figura 46. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

En el resultado obtenido de aplicar la metodología de estudio en el caso del río Alcalá se observa que en ningún momento las salidas previstas de producirse superan el caudal ecológico con las restricciones impuestas actualmente.

Se ha planteado la redistribución de ciertos pixeles de las masas Mosqueruela y Lucena-Alcora con el fin de profundizar en el estudio del drenaje de dichas masas. El resultado que subyace de estas modificaciones muestra una gráfica en la que las salidas a río son superiores al caudal ecológico. Las aportaciones finales al río Mijares ascienden a  $0.074\text{m}^3/\text{s}$ , como se puede observar en la tabla adjunta a continuación.

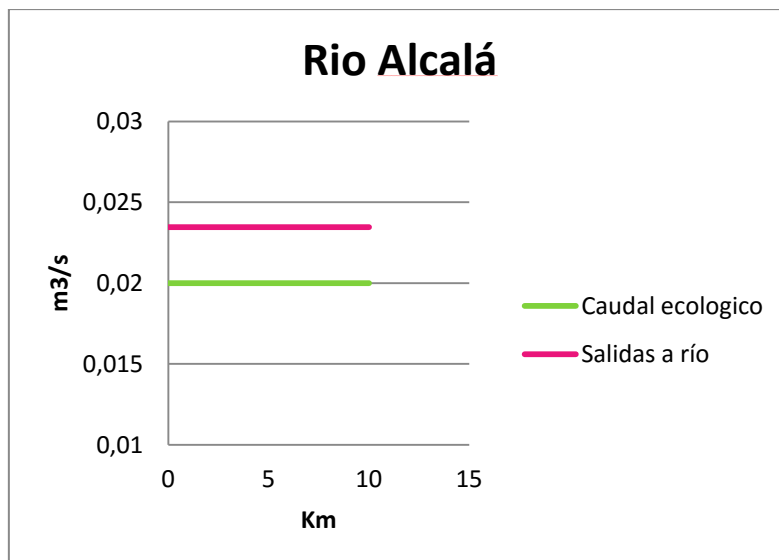


Figura 47. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Río Alcalá		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m3/s	Salidas a río hm3/año
Lucena - Alcora	0,061	1,938
Javalambre Oriental	0,010	0,312
Mosqueruela	0,003	0,094
	0,074	2,344

Tabla 14. Salidas a río por masas de agua subterránea

## EL RÍO ALBENTOSA

En la imagen puede observar que del río Albentosa no se tienen datos para determinar si es ganador o perdedor hasta prácticamente la confluencia con el Mijares, donde aparece un pequeño tramo ganador, que coincide con unos manantiales naturales conocidos como la Fuente de la Escaleruela, y Ojos de Babor que se muestra a continuación.



Figura 48. Foto de autor. Caudal que vierte Ojos de Babor en el Mijares

En esta ocasión se cuentan con dos puntos de control de caudal ecológico, el primero está localizado en la cabecera del río y el segundo aproximadamente en la mitad del segundo tramo del río

### Primera Hipótesis

En esta primera hipótesis se ha considerado que todos los tramos del río son ganadores. La gráfica muestra que las aportaciones son inferiores al caudal ecológico en los dos tramos del río.

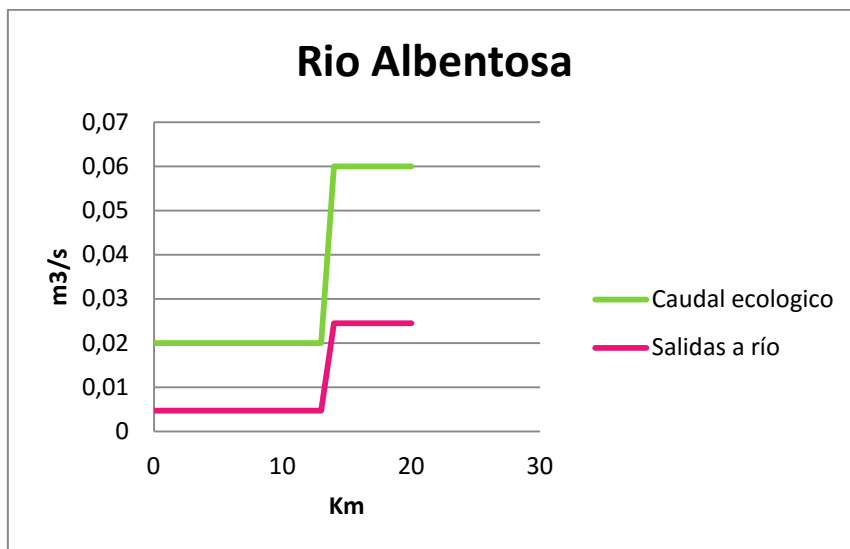


Figura 49. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Pese a recibir aportaciones de numerosas masas de agua subterráneas, estas aportaciones son insuficientes con las restricciones actuales.

Rio Albentosa		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m³/s	Salidas a río hm³/año
Impermeable o acuífero de interés local		
10	0,000	0,000
Javalambre Oriental	0,084	2,655
Sierra del Toro	0,001	0,022
Alpuente (Abjuela)	0,003	0,078
Javalambre Occidental	0,004	0,126
	0,091	2,880

Tabla 15. Salidas a río por masas de agua subterránea

## Segunda Hipótesis

Esta segunda hipótesis considera que este río del cual no tenemos datos no recibe aportaciones de las masas de agua subterráneas, salvo en el pequeño tramo del que se conocen datos para estimar que es ganador. La gráfica muestra que las aportaciones son inferiores al caudal ecológico en los dos tramos del río.

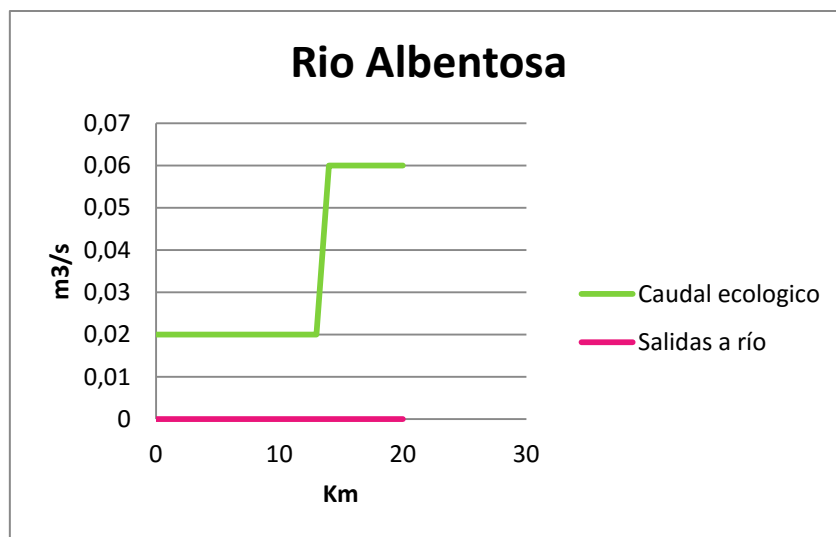


Figura 50. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Pese a recibir aportaciones de numerosas masas de agua subterráneas, estas aportaciones son muy escasas con las restricciones actuales.

Río Albentosa		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m <sup>3</sup> /s	Salidas a río hm <sup>3</sup> /año
Impermeable o acuífero de interés local 10	0,000	0,000
Javalambre Oriental	0,079	2,499
Sierra del Toro	0,000	0,000
Alpuente (Abjuela)	0,000	0,000
Javalambre Occidental	0,000	0,000
	0,079	2,499

Tabla 16. Salidas a río por masas de agua subterránea



En el resultado obtenido de aplicar la metodología de estudio en el caso del río Albentosa se observa que en ningún momento las salidas previstas de producirse superan el caudal ecológico con las restricciones impuestas actualmente.

Con el fin de profundizar en el estudio de la relación río-acuífero en las masas que son atravesadas por el río Albentosa, se propone la redistribución de ciertos píxeles. La gráfica resultante muestra que en este caso el caudal ecológico en el segundo tramo de río si se cumple.

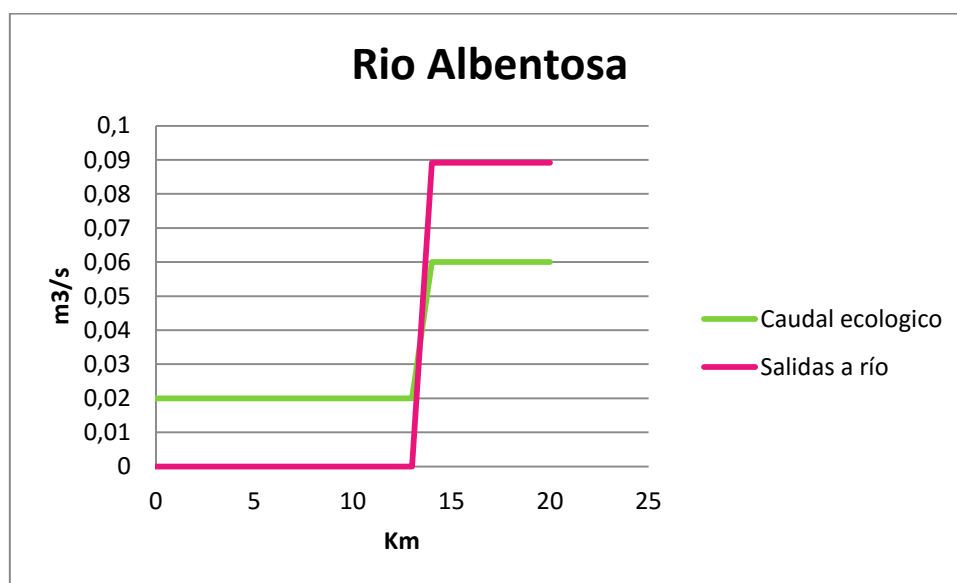


Figura 51. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

## EL RÍO MORA

En la imagen se puede observar que del río Mora no se tienen datos para determinar si es ganador o perdedor exceptuando un tramo en cabecera que se postula como ganador.

Este río únicamente dispone de un punto de control de caudal ecológico, situado en la segunda mitad del mismo.

### Primera Hipótesis

En esta primera hipótesis se ha considerado que todo el río es ganador. La gráfica muestra que las aportaciones quedan por encima de valor del caudal ecológico.

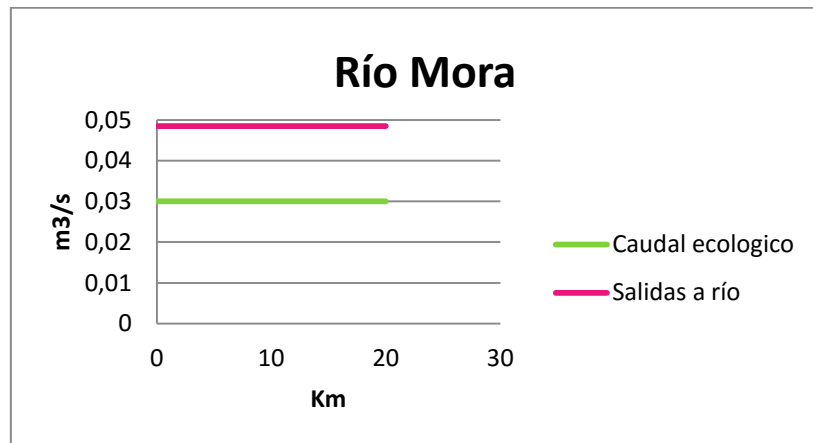


Figura 52. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Río Mora		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río (m3/s)	Salidas a río (hm3/año)
Javalambre Oriental	0,069	2,187
Lucena - Alcora	0,123	3,875
	0,192	6,062

Tabla 17. Salidas a río por masas de agua subterránea

### Segunda Hipótesis

Esta segunda hipótesis considera que solamente recibe aportaciones el tramo de río ganador de cabecera. La gráfica muestra que las aportaciones son inferiores, pero por muy poco, al caudal ecológico, debido a no recibir agua después del tramo ganador.

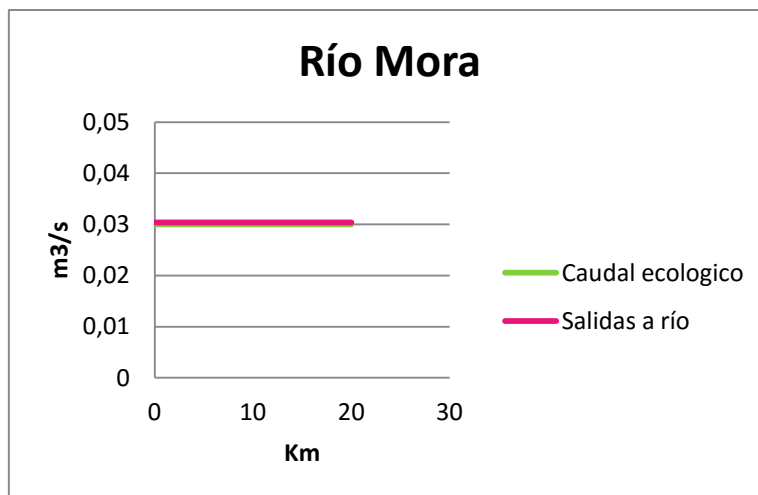


Figura 53. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Río Mora		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m³/s	Salidas a río hm³/año
Javalambre Oriental	0,000	0,000
Lucena - Alcora	0,030	0,904
	0,030	0,904

Tabla 18. Salidas a río por masas de agua subterránea

En el resultado obtenido de aplicar la metodología de estudio en el caso del río Morase observa que para la primera hipótesis si se cumple que las salidas sean superiores al caudal ecológico para las restricciones impuestas actualmente, pero la para la segunda hipótesis el déficit de agua respecto a la primera hipótesis provoca que las salidas a río resulten por debajo del caudal ecológico, aunque sea solo por una décima.

## EL BARRANCO DE MAIMONA

Se puede observar que del Barranco de Maimona no se tienen datos para determinar si es ganador o perdedor.

Este río únicamente dispone de un punto de control de caudal ecológico, situado aproximadamente en la mitad de la longitud del río.

### Primera Hipótesis

En esta primera hipótesis se ha considerado que todo el río es ganador. La gráfica muestra que las aportaciones quedan por encima de valor del caudal ecológico.

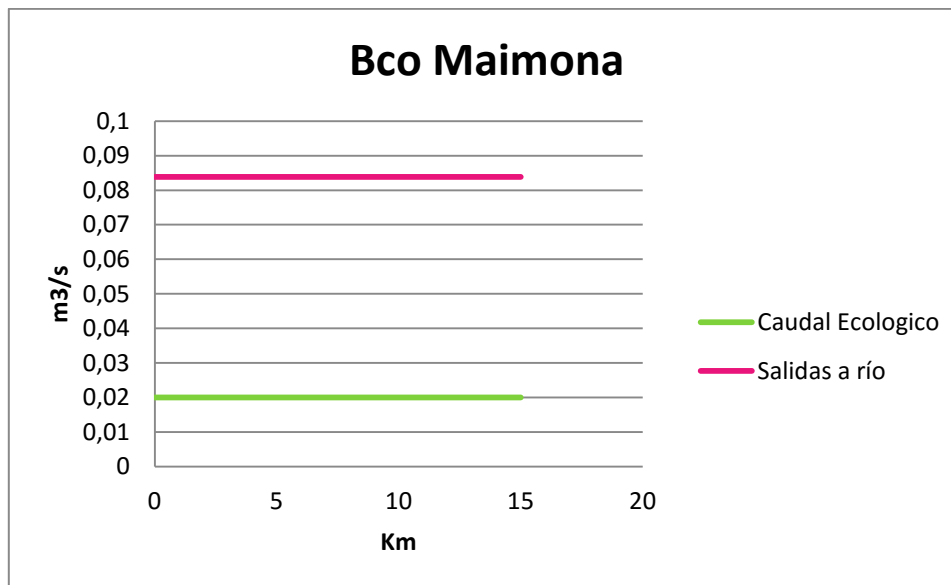


Figura 54. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Bco. Maimona		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m <sup>3</sup> /s	Salidas a río hm <sup>3</sup> /año
Sierra del Toro	0,016	0,500
Alpuente (Abjuela)	0,042	1,311
Onda - Espadán	0,061	1,926
	0,119	3,737

Tabla 19. Salidas a río por masas de agua subterránea

### Segunda Hipótesis

Esta segunda hipótesis considera que no se reciben aportaciones en ningún momento. La gráfica muestra que las aportaciones son nulas.

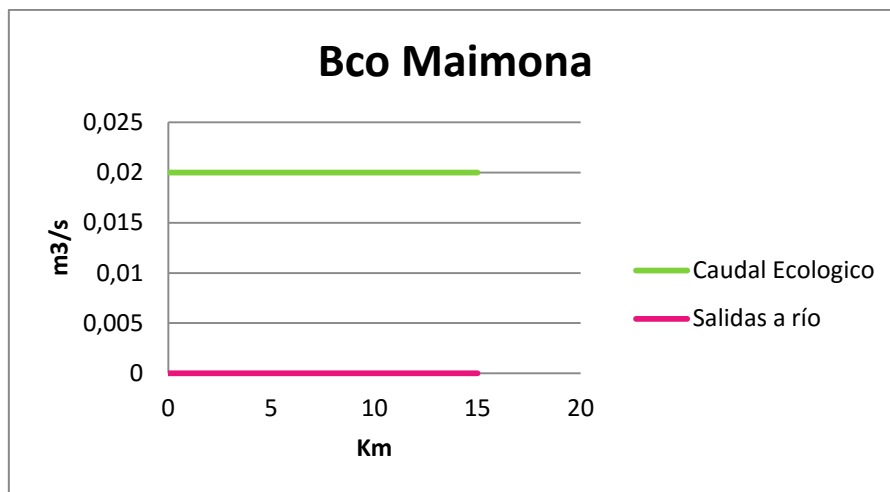


Figura 55. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Bco. Maimona		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m³/s	Salidas a río hm³/año
Sierra del Toro	0,000	0,000
Alpuente (Abjuela)	0,000	0,000
Onda - Espadán	0,000	0,000
	0,000	0,000

Tabla 20. Salidas a río por masas de agua subterránea

En el resultado obtenido de aplicar la metodología de estudio en el caso del Barranco de Maimona se observa que para la primera hipótesis si se cumple que las salidas sean superiores al caudal ecológico para las restricciones impuestas actualmente, pero en la segunda hipótesis son nulas.

## EL RÍO MONTÁN

En la imagen se puede observar que del río Montan no se tienen datos para determinar si es ganador o perdedor.

Este río únicamente dispone de un punto de control de caudal ecológico, situado aproximadamente en la mitad de la longitud del río.

### Primera Hipótesis

En esta primera hipótesis se ha considerado que todo el río es ganador. La gráfica muestra que las aportaciones superan el valor del caudal ecológico.

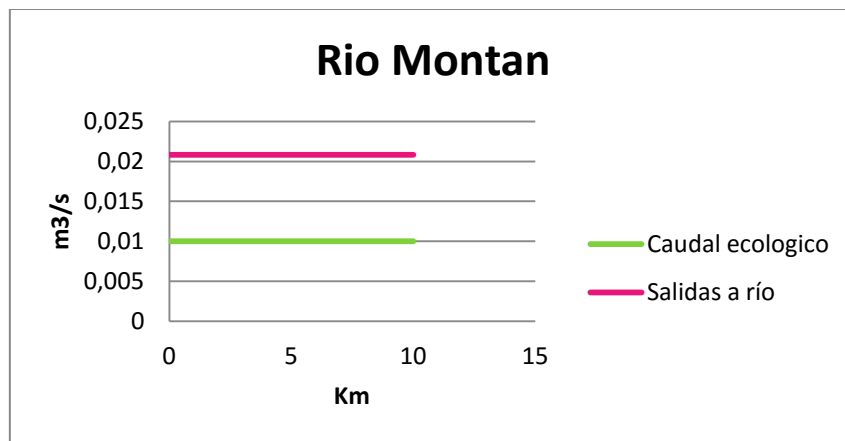


Figura 56. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Río Montan		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m3/s	Salidas a río hm3/año
Lucena - Alcora	0,002	0,065
Alpuente (Abjuela)	0,005	0,164
Onda - Espadán	0,014	0,428
	0,021	0,657

Tabla 21. Salidas a río por masas de agua subterránea

### Segunda Hipótesis

Esta segunda hipótesis considera que no se reciben aportaciones en ningún momento y por tanto las salidas a río son nulas.

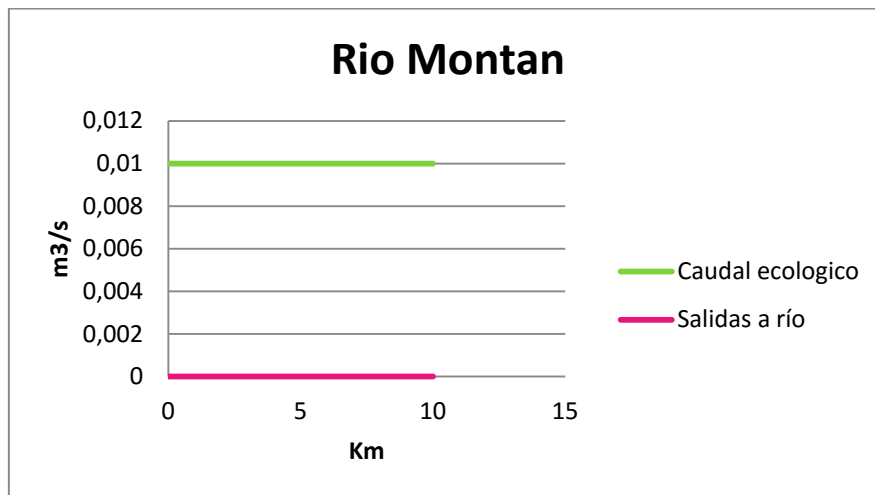


Figura 57. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Río Montan		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m3/s	Salidas a río hm3/año
Lucena - Alcora	0,000	0,000
Alpuente (Abjuela)	0,000	0,000
Onda - Espadán	0,000	0,000
	0,000	0,000

Tabla 22. Salidas a río por masas de agua subterránea

En el resultado obtenido de aplicar la metodología de estudio en el caso del río Montan se observa que para la primera hipótesis si se cumple que las salidas sean superiores al caudal ecológico para las restricciones impuestas actualmente, pero en la segunda hipótesis son nulas.

### EL RÍO VILLAHERMOSA

En la ilustración inferior se puede observar que el río Villahermosa es divisible en tres tramos, el primero de ellos, se trata de un tramo desconocido, el segundo, es un tramo ganador y de nuevo el río los datos se tornan desconocidos para el tramo final, exceptuando un pequeño resquicio al llegar a la desembocadura con el Mijares.

En esta ocasión se cuentan con tres puntos de control de caudal ecológico, situados uno en cada tramo de los tres en que se divide el río.

### Primera Hipótesis

En esta primera hipótesis se ha considerado que todos los tramos del río son ganadores. La gráfica muestra que las aportaciones de la masa Mosqueruela son inferiores al caudal ecológico en el primer tramo del río. Sin embargo, en el segundo tercio de río, se produce una gran filtración de caudal a favor del río, que provoca que tanto en este tramo como en el siguiente las salidas a río superen el caudal ecológico.

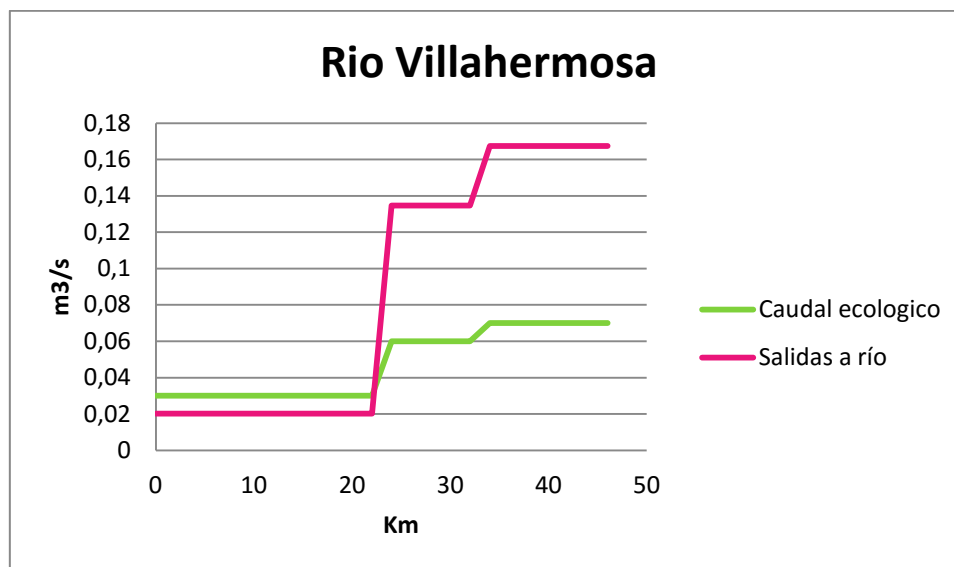


Figura 58. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Rio Villahermosa		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m³/s	Salidas a río hm³/año
Lucena - Alcora	0,084	2,648
Mosqueruela	0,122	3,861
Onda - Espadán	0,003	0,107
	0,210	6,616

Tabla 23. Salidas a río por masas de agua subterránea



### Segunda Hipótesis

Esta segunda hipótesis considera que este río sólo recibe aportaciones de las masas de agua subterráneas, en el segundo tercio del río, tramo del que se conocen datos para estimar que es ganador. La gráfica muestra que las aportaciones son inferiores al caudal ecológico en el primer tramo del río.

Sin embargo, en el segundo tercio de río, se produce una gran filtración de caudal a favor del río, que provoca que tanto en este tramo como en el siguiente las salidas a río superen el caudal ecológico. La diferencia con la primera hipótesis radica en la cuantificación de dicho caudal, que este caso es inferior al anterior.

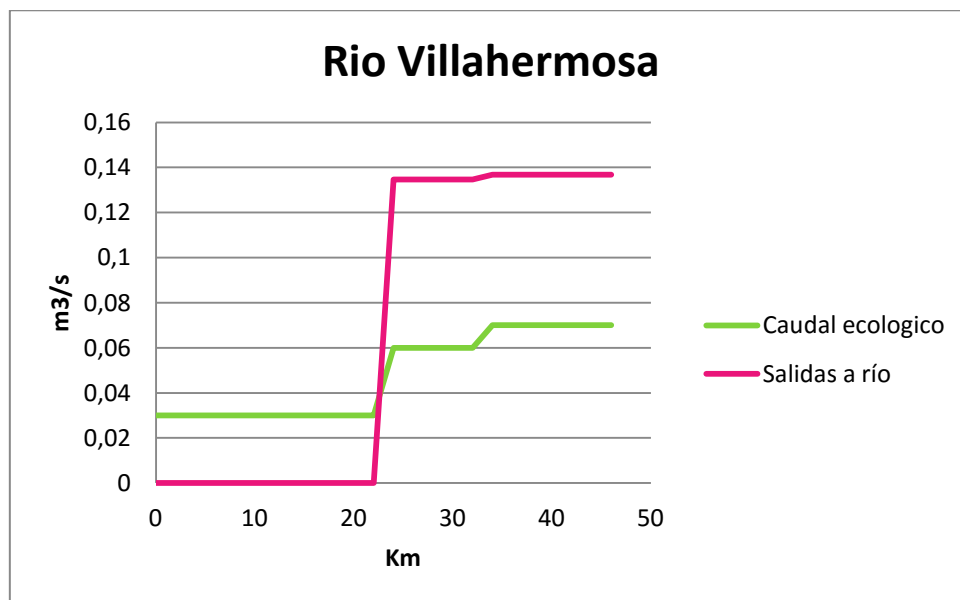


Figura 59. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Pese a recibir aportaciones de numerosas masas de agua subterráneas, estas aportaciones son muy escasas con las restricciones actuales.

Rio Villahermosa		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m3/s	Salidas a río hm3/año
Lucena - Alcora	0,055	1,722
Mosqueruela	0,122	3,861
Onda - Espadán	0,003	0,107
	0,180	5,690

Tabla 24. Salidas a río por masas de agua subterránea

En el resultado obtenido de aplicar la metodología de estudio en el caso del río Villahermosa se observa que tanto en la primera como en la segunda hipótesis existe un déficit de caudal respecto al caudal ecológico en el primer tramo de río, déficit que es posteriormente compensado en los siguientes tramos.

En la primera hipótesis se producen dos grandes escalones de la variable "salidas a río" debidas a los Barrancos de la Cimorreta y de la Canaleta. La diferencia con la segunda hipótesis es que en esta última la aportación del Barranco de la Canaleta no se considera debido a ser un tramo desconocido.

Para profundizar más en el drenaje de la masa subterránea Mosqueruela, se plantea la redistribución de los pixeles situados aguas abajo del primer punto de control de caudal ecológico. La gráfica subyacente muestra que con las premisas consideradas, las aportaciones de Mosqueruela son superiores al caudal ecológico en todos los tramos del afluente.

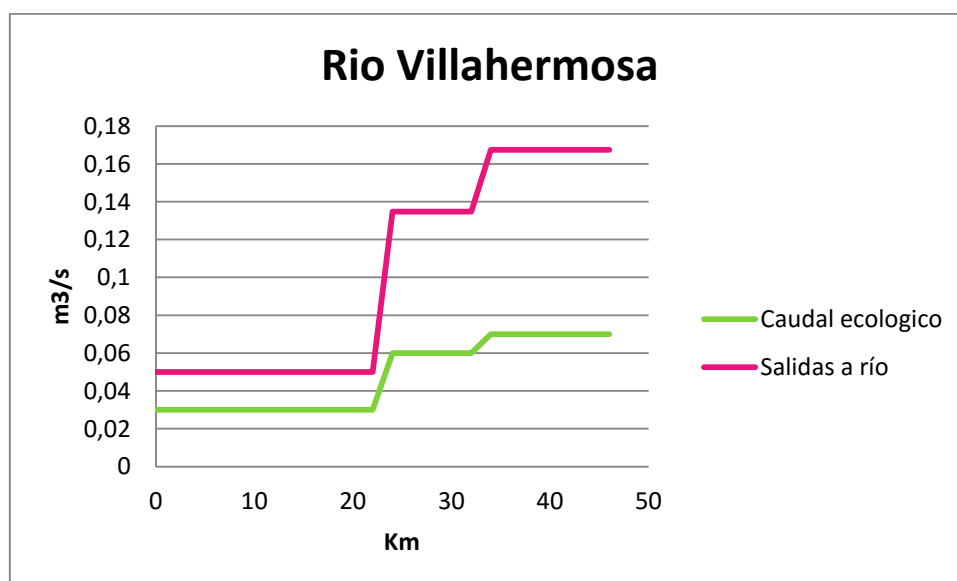


Figura 60. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

## EL RÍO LUCENA

En la ilustración inferior se puede observar que el río Lucena es un río ganador desde poco después de su nacimiento y hasta desembocar en el embalse de Alcora, a partir del cual, no se tienen datos de su estado.

Este pequeño río cuenta con dos puntos de control de caudal ecológico, de los cuales uno es nulo, el primero, y el segundo por su parte, está situado aguas abajo del embalse de Alcora

### Primera Hipótesis

En esta primera hipótesis se ha considerado que todos los tramos del río son ganadores. La gráfica muestra que las aportaciones son superiores al caudal ecológico ya desde el primer tramo del río. A partir del Embalse se produce una gran filtración de caudal, que deja las salidas a río muy por encima del caudal ecológico necesario.

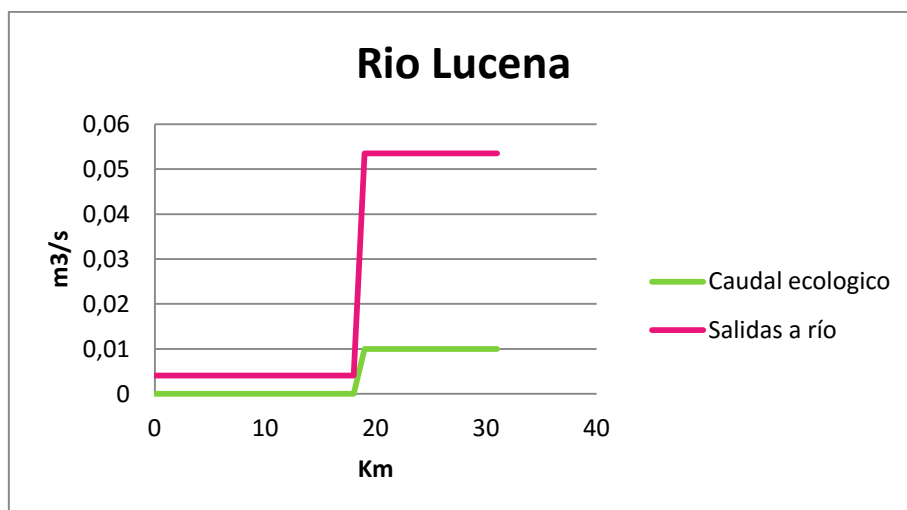


Figura 61. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Río Lucena		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m <sup>3</sup> /s	Salidas a río hm <sup>3</sup> /año
Maestrazgo occidental	0,001	0,008
Lucena - Alcora	0,053	1,679
	0,054	1,687

Tabla 25. Salidas a río por masas de agua subterránea

### Segunda Hipótesis

Esta segunda hipótesis considera que sólo se reciben aportaciones de las masas de agua subterráneas en el tramo ganador del río. La gráfica muestra que las aportaciones son superiores al caudal ecológico en el primer tramo del río y aguas abajo del embalse de Alcora recibe una gran aportación de caudal, por tanto supera al caudal ecológico en todos los tramos. La diferencia con la primera hipótesis radica en la cuantificación de dicho caudal, que este caso es inferior al anterior.

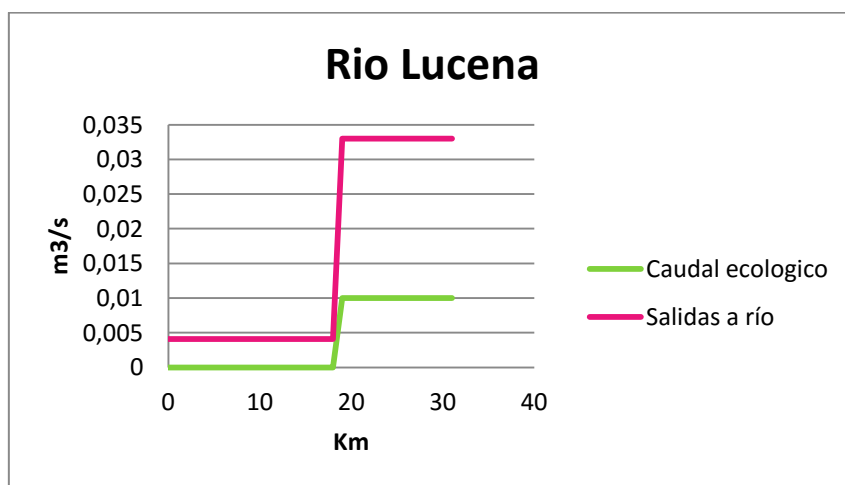


Figura 62. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Rio Lucena		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m³/s	Salidas a río hm³/año
Maestrazgo occidental	0,001	0,008
Lucena - Alcora	0,033	1,041
	0,034	1,049

Tabla 26. Salidas a río por masas de agua subterránea

En el resultado obtenido de aplicar la metodología de estudio en el caso del río Lucena se observa que tanto en la primera como en la segunda hipótesis se supera al caudal ecológico en todos los tramos del río. El embalse de Alcora juega un papel importante ya que es a partir de él donde se produce la descarga de la masa subterránea Lucena-Alcora importante de caudal.

## LA RAMBLA DE LA VIUDA

En la ilustración inferior se puede observar que La Rambla de la Viuda es un río bastante fragmentado, y recibe las aportaciones de varios afluentes, como son el río Monleón, el río Lucena y el barranco de Cabanes. La rambla de la Viuda es en sí un río perdedor la práctica totalidad de su longitud. Sin embargo el río Monleón y el Lucena son ganadores en cabecera y el barranco de Cabanes es un río del que se desconoce su estado.

Cuenta con dos puntos de control de caudal ecológico, de los cuales uno es nulo, el primero, y el segundo por su parte, está situado en la desembocadura con el Mijares.

### Primera Hipótesis

En esta primera hipótesis se ha considerado que todos los tramos del río son ganadores. La gráfica muestra que las aportaciones son superiores al caudal ecológico en todos los tramos de la Rambla. Las fluctuaciones de caudal se deben a la confluencia con sus mencionados afluentes.

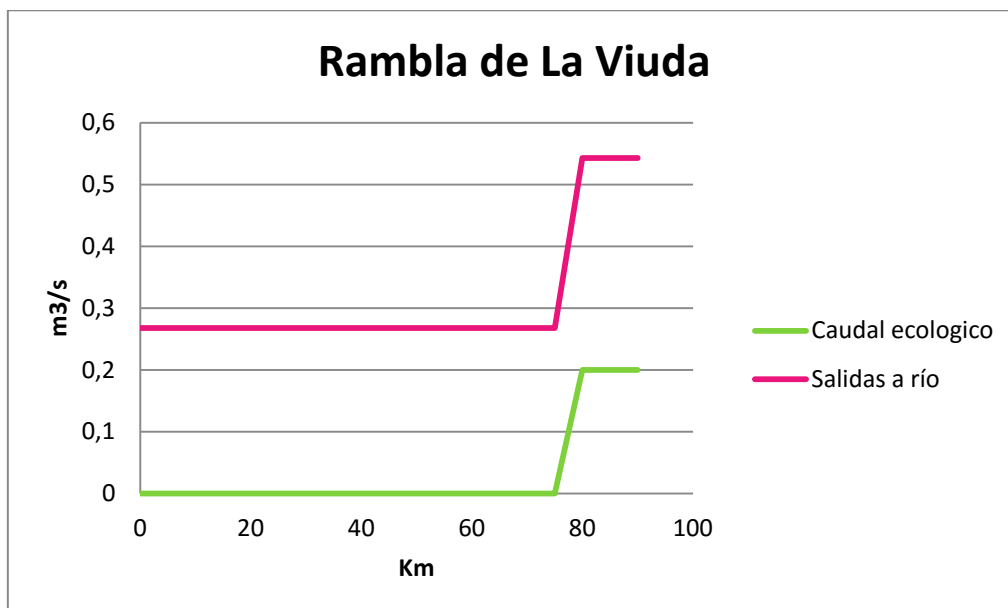


Figura 63. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Rambla de la Viuda		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m <sup>3</sup> /s	Salidas a río hm <sup>3</sup> /año
Lucena - Alcora	0,266	8,396
Maestrazgo occidental	0,009	0,290
Maestrazgo oriental	0,001	0,041
Mosqueruela	0,257	8,010
Plana de Castellón	0,009	0,295
	0,277	8,727

Tabla 27. Salidas a río por masas de agua subterránea

### Segunda Hipótesis

Esta segunda hipótesis considera los tramos azules como ganadores y no cuenta los tramos perdedores. Las aportaciones que recibe el río de las masas Mosqueruela y Lucena-Alcora, las cuales drenan en los afluentes de la Rambla de la viuda antes de los dos puntos de control de caudal ecológico, resultan superiores en todos los tramos del río.

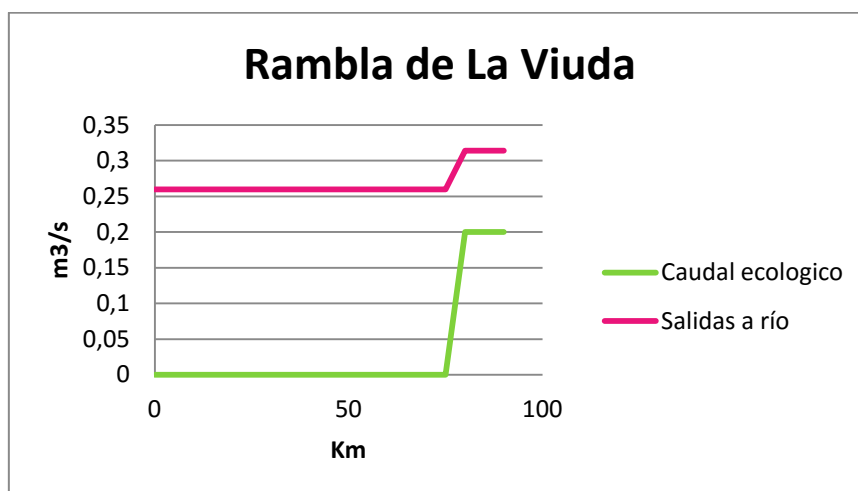


Figura 64. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se muestra la tabla resumen correspondiente a esta variante. La masa subterránea Plana de Castellón no aporta caudal de agua, a diferencia de la primera hipótesis, debido a que los pixeles que muestran los puntos de salida de agua a río se encuentran en un tramo perdedor.

Rambla de la Viuda		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m <sup>3</sup> /s	Salidas a río hm <sup>3</sup> /año
Lucena - Alcora	0,053	1,679
Maestrazgo occidental	0,003	0,086
Maestrazgo oriental	0,001	0,041
Mosqueruela	0,257	8,099
Plana de Castellón	0,000	0,000
	0,314	9,905

Tabla 28. Salidas a río por masas de agua subterránea

En el resultado obtenido de aplicar la metodología de estudio en el caso de la Rambla de la Viuda se observa que en ningún momento las salidas previstas de producirse son inferiores al caudal ecológico con las restricciones impuestas actualmente.

Conviene destacar que al ser la práctica totalidad de la masa superficial perdedora, las aportaciones que recibe son de sus afluentes, el río Monleón y el Lucena, y el barranco de Cabanes. Estas aportaciones son producto de las descargas de caudal de las masas subterráneas Mosqueruela y Lucena-Alcora.

Finalmente, se procede a la estimación de las restricciones ambientales necesarias para mantener el régimen de caudales ecológicos en las masas de agua subterránea del sistema de explotación Mijares-Plana de Castellón.

Se han realizado los pertinentes ajustes en las restricciones ambientales de las masas de agua subterránea Mosqueruela, Lucena-Alcora y Javalambre Oriental con el fin de optimizar el recurso disponible que proporcionan dichos acuíferos.

En la primera hipótesis y en la primera variante de la segunda hipótesis es posible rebajar las restricciones ambientales actuales, sobre todo de la masa Lucena-Alcora, que al ser un acuífero muy extenso, proporciona caudal de agua tanto al Mijares como a todos los afluentes de su vertiente norte y que se postula como la masa de agua más influyente de este sistema de explotación. A continuación, se muestran las gráficas comparativas entre las restricciones actuales y las propuestas.

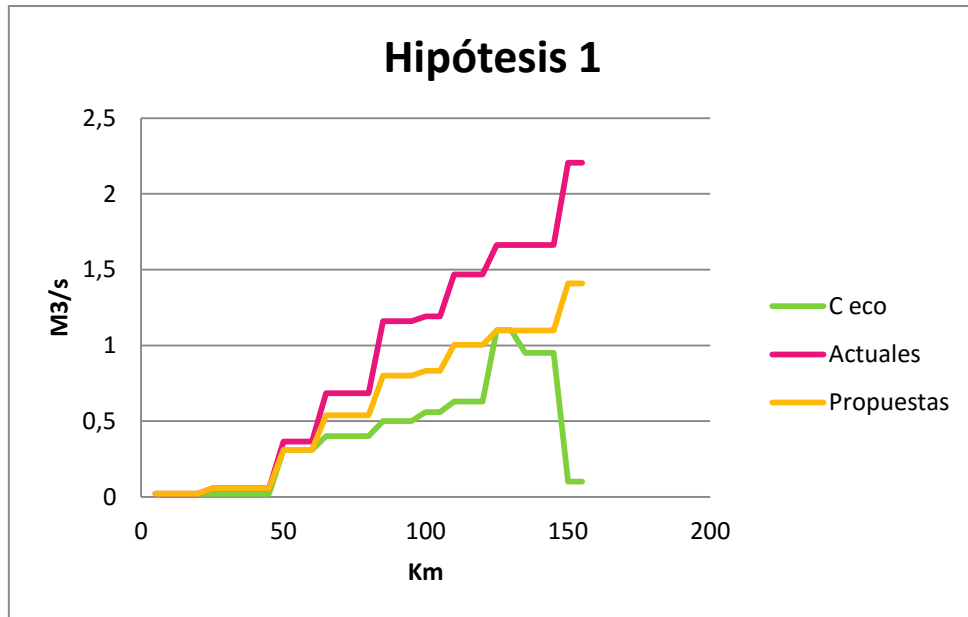


Figura65.Comparaciónrestriccionesambientales

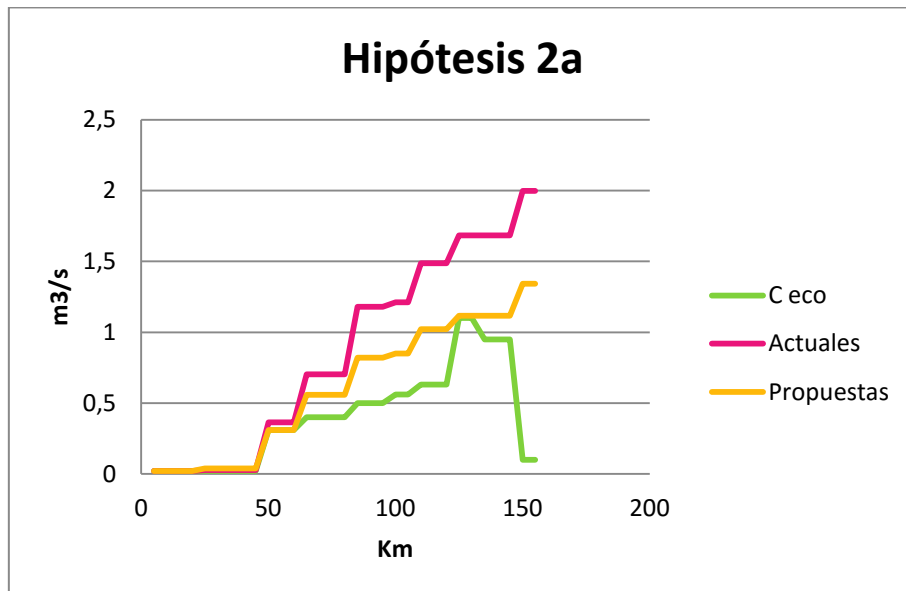


Figura 66. Gráfica de comparación restricciones ambientales

El producto de la optimización de las restricciones ambientales proporciona un aumento del recurso disponible de 23,1 hm<sup>3</sup>/año para la masa Lucena-Alcora. Para las masas Mosqueruela y Javalambre Oriental también se aumenta el recurso disponible, pero en este caso la diferencia es menor. Se expone a continuación una tabla resumen con las restricciones propuestas y las actuales.



Hipótesis 1 y 2a		
Masa de agua subterránea	Actuales hm <sup>3</sup> /año	Propuestas hm <sup>3</sup> /año
Lucena-Alcora	34,1	11
Javalambre oriental	18,9	18,2
Mosqueruela	17,8	14,2

Tabla 29. Tabla de comparación restricciones ambientales

Por otro lado, en la última hipótesis, es necesario aumentar las restricciones en las tres masas de agua subterránea para que drene caudal suficiente para satisfacer las demandas de caudal ecológico.

En la figura siguiente, se muestra la comparativa entre las restricciones actuales y las propuestas, se observa que, para satisfacer la demanda en cabecera, se debe aumentar las restricciones de Javalambre Oriental desde los 18,9 hm<sup>3</sup>/año hasta los 33 hm<sup>3</sup>/año. Si bien, en esta variante, las restricciones de Lucena-Alcora se han quedado intactas, produciendo un aumento de caudal respecto a las restricciones actuales en los tramos finales de río, que viene motivada por la necesidad de aumentar esas restricciones en cabecera.

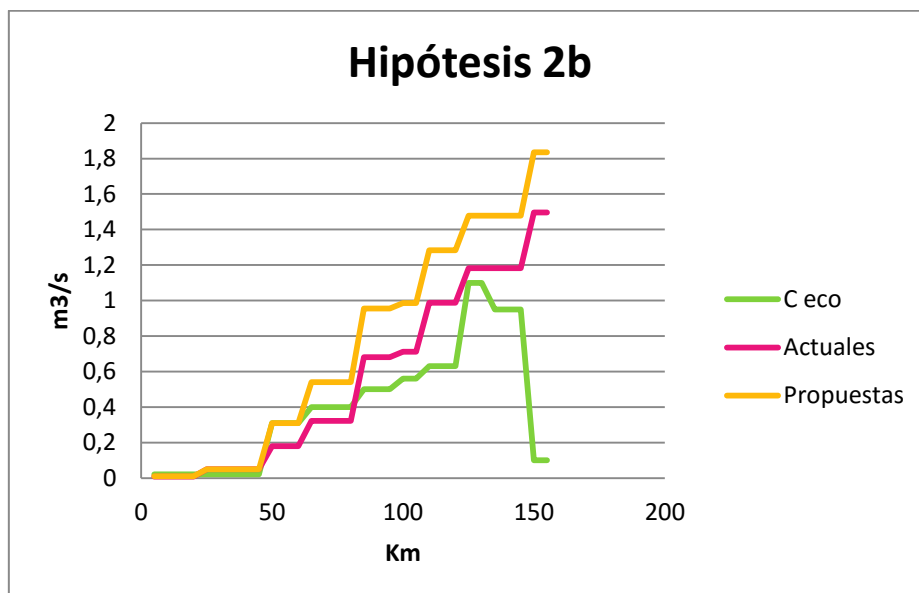


Figura 67. Gráfica de comparación restricciones ambientales

A continuación se muestra la tabla resumen en  $\text{hm}^3/\text{año}$  de la comparativa de las restricciones ambientales actuales y propuestas para las masas de agua subterránea influyentes. En esta variante se hace necesario aumentar las restricciones en un acuífero adicional, el conocido como Javalambre Occidental.

Hipótesis 2b		
Masa de agua subterránea	Actuales $\text{hm}^3/\text{año}$	Propuestas $\text{hm}^3/\text{año}$
Lucena-Alcora	34,1	34,1
Javalambre oriental	18,9	33,2
Mosqueruela	17,8	20,9
Javalambre occidental	6,6	13

Tabla 30. Tabla de comparación restricciones ambientales

### Síntesis del río Mijares:

El problema de drenaje de las masas de agua subterránea para satisfacer las demandas ambientales del río está en la cabecera del Mijares y en los tramos entre las confluencias con el río Alcalá y el Barranco de Maimona. Este problema se agrava si los tramos desconocidos no reciben aportaciones de los acuíferos, como ocurre en la segunda variante de la segunda hipótesis.

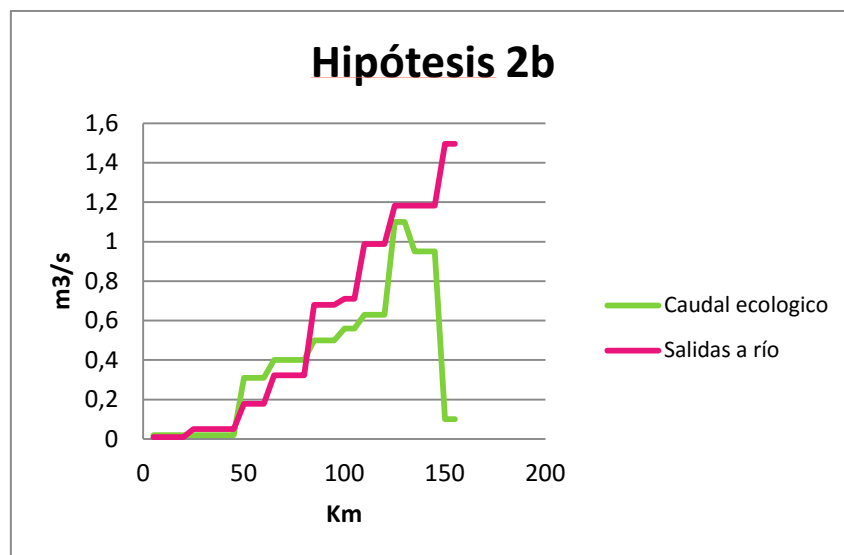


Figura 68. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Para profundizar en el conocimiento del drenaje se realiza una revisión de los pixeles de las masas Javalambre Oriental, Mosqueruela y Lucena-Alcora. Tras la revisión se cumplen los caudales ecológicos excepto en el mencionado tramo de la última hipótesis.

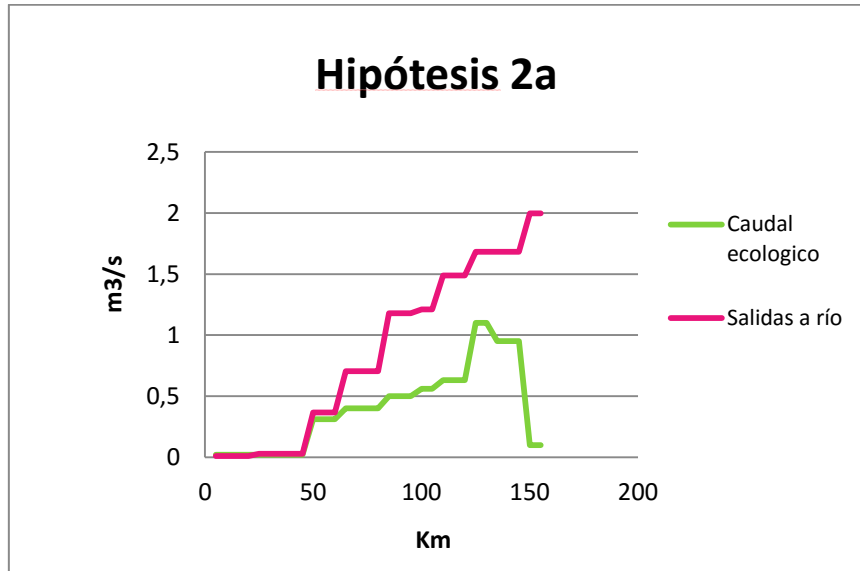


Figura 69. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Posteriormente, se plantea también una alternativa retrasando longitudinalmente los puntos de control de caudal ecológico. Con esta modificación drena caudal suficiente para cumplir con los caudales ecológicos en todas las hipótesis y en todos los tramos del río.

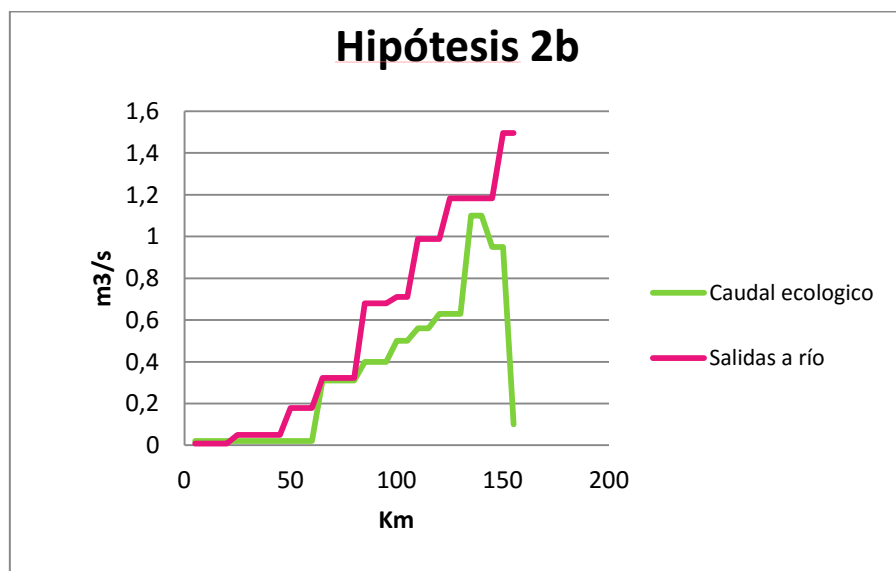


Figura 70. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Finalmente, teniendo en cuenta todas estas premisas, se procede a la optimización de las restricciones ambientales. A la vista de los resultados planteados en las distintas hipótesis, la primera variante de la segunda hipótesis se postula como la más próxima a la situación real.

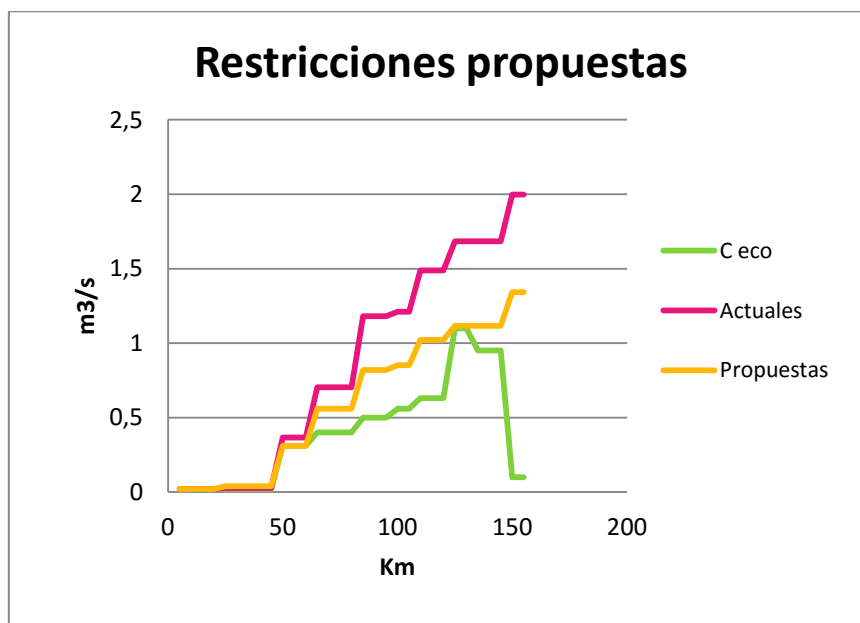


Figura 71. Gráfica de comparación restricciones ambientales

Restricciones Propuestas		
Masa de agua subterránea	Actuales hm3/año	Propuestas hm3/año
Lucena-Alcora	34,1	11
Javalambre oriental	18,9	18,2
Mosqueruela	17,8	14,2

Tabla 31. Tabla de comparación restricciones ambientales

### 6.1.3 SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PALANCIA-LOS VALLES

El río del sistema de explotación Palancia-Los Valles que ha sido objeto de estudio es únicamente el río Palancia, puesto que en el resto de ríos que componen el sistema no se dispone de puntos de control de caudal ecológico.

---

#### EL RIO PALANCIA

El río Palancia se puede dividir en tres grandes tramos basadas en su relación río-acuífero.

El primer tramo empieza en la cabecera del Palancia y finaliza en el embalse de El Regajo. El primer tramo se caracteriza porque se desconoce si recibe aportaciones o no. Existen ciertas zonas de las que se conocen datos para estimar que es perdedor, excepto en Viver, donde recibe aportaciones en un pequeño tramo.

El segundo tramo empieza aguas abajo del embalse de El Regajo y finaliza en el embalse del Algar. Este tramo se caracteriza por ser ganador en toda su longitud.

Y, finalmente, el tercer tramo, desde aguas abajo del embalse del Algar y hasta la desembocadura del citado río en la localidad de Sagunto, es perdedor.

Los puntos de control que se han hecho efectivos en este estudio se encuentran repartidos a lo largo del río como se puede observar en la imagen hasta el embalse del Algar, a partir del cual sólo tiene un punto de control y este es nulo. Tiene un total de seis puntos de control del caudal ecológico.

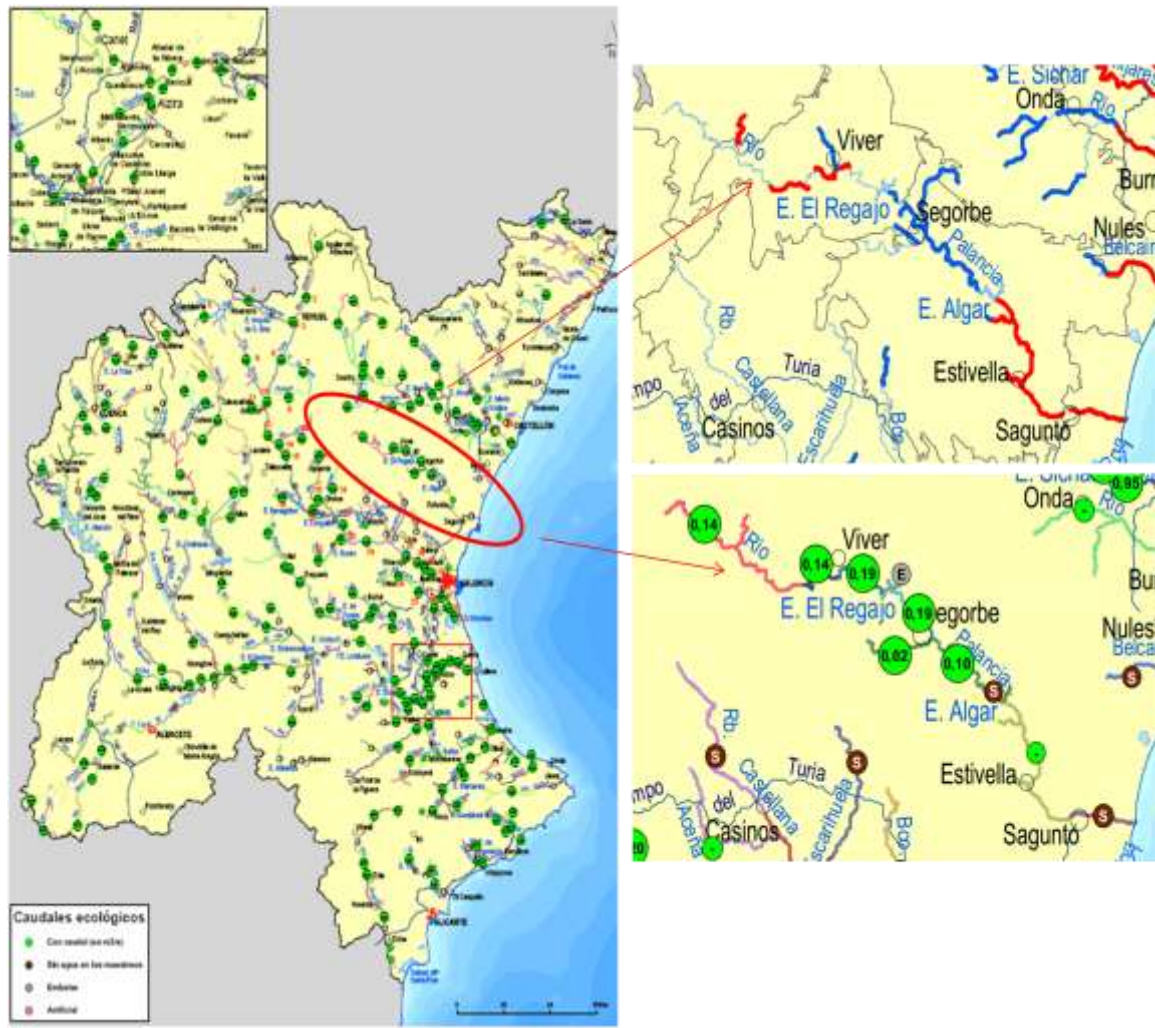


Figura 72. Situación del río Palencia en la CHJ

### Primera Hipótesis

En esta primera hipótesis se ha considerado que todos los tramos del río son ganadores. La gráfica muestra que las aportaciones recibidas son inferiores al caudal ecológico en el primer tramo de los anteriormente mencionados debido a las restricciones impuestas actualmente y a la localización de los píxeles en el programa Arc-Map.

Una vez superada la localidad de Viver, las salidas a río son superiores al caudal ecológico debido a las aportaciones que ahí recibe unidas a las del embalse del Regajo. Gracias a las anteriormente mencionadas aportaciones, las salidas a río son superiores al caudal ecológico hasta la desembocadura del río.

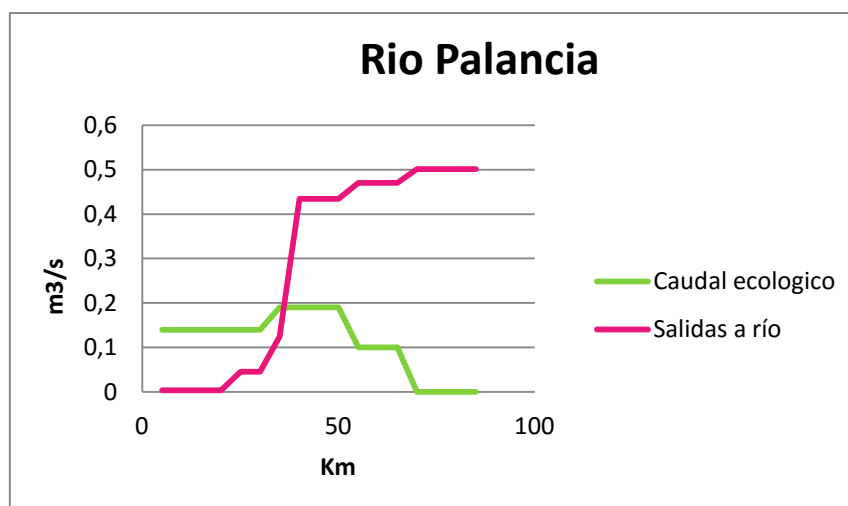


Figura 73. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Rio Palancia		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m³/s	Salidas a río hm³/año
Medio Palancia	0,057	1,800
Liria - Casinos (Alcublas)	0,003	0,094
Jérica	0,460	14,500
Plana de Sagunto (Centro)	0,004	0,139
Sierra del Toro	0,028	0,891
Alpuente (Abjuela)	0,003	0,078
Onda - Espadán	0,034	1,070
	0,589	18,571

Tabla 32. Salidas a río por masas de agua subterránea

## Segunda Hipótesis

Esta segunda hipótesis considera los tramos azules como ganadores y no cuenta los tramos perdedores. Se han realizado dos variantes de esta hipótesis. En la primera se han considerado los tramos desconocidos como ganadores y en la segunda considera que estos tramos de los que no tenemos datos no reciben aportaciones.

### - Primera Variante

En esta variante las aportaciones recibidas vuelven a ser inferiores al caudal ecológico en el primer tramo de los anteriormente mencionados debido a las restricciones impuestas actualmente y a la localización de los píxeles en el programa Arc-Map.

De nuevo es una vez superado Viver, cuando las salidas a río superan al caudal ecológico debido a las aportaciones que ahí recibe unidas a las del embalse del Regajo. Gracias a las anteriormente mencionadas aportaciones, las salidas a río son superiores al caudal ecológico hasta la desembocadura del río.

La diferencia con la primera hipótesis radica únicamente en la cuantificación del caudal, que en este caso es menor.

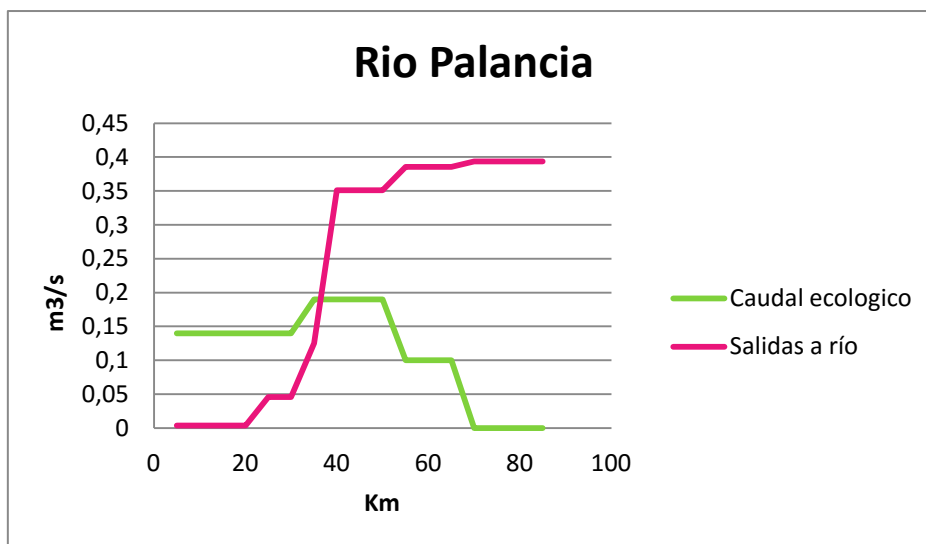


Figura 74. Gráfica salidas a río-caudal ecológico



A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Río Palancia		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m <sup>3</sup> /s	Salidas a río hm <sup>3</sup> /año
Medio Palancia (Segorbe)	0,017	0,532
Liria - Casinos (Alcublas)	0,003	0,094
Jérica	0,309	9,746
Plana de Sagunto (Centro)	0,000	0,000
Sierra del Toro	0,028	0,891
Alpuente (Abjuela)	0,002	0,077
Onda - Espadán	0,034	1,070
	0,394	12,410

Tabla 33. Salidas a río por masas de agua subterránea

- Segunda Variante

En esta variante las aportaciones recibidas vuelven a ser inferiores al caudal ecológico en el primer tramo de los anteriormente mencionados debido a las restricciones impuestas actualmente y a la localización de los píxeles en el programa Arc-Map.

De nuevo es una vez superado Viver, cuando las salidas a río superan al caudal ecológico debido a las aportaciones que ahí recibe unidas a las del embalse del Regajo. Gracias a las anteriormente mencionadas aportaciones, las salidas a río son superiores al caudal ecológico hasta la desembocadura del río.

La diferencia con la primera hipótesis y con la primera variante de la segunda hipótesis radica únicamente en la cuantificación del caudal, que en este caso es menor.

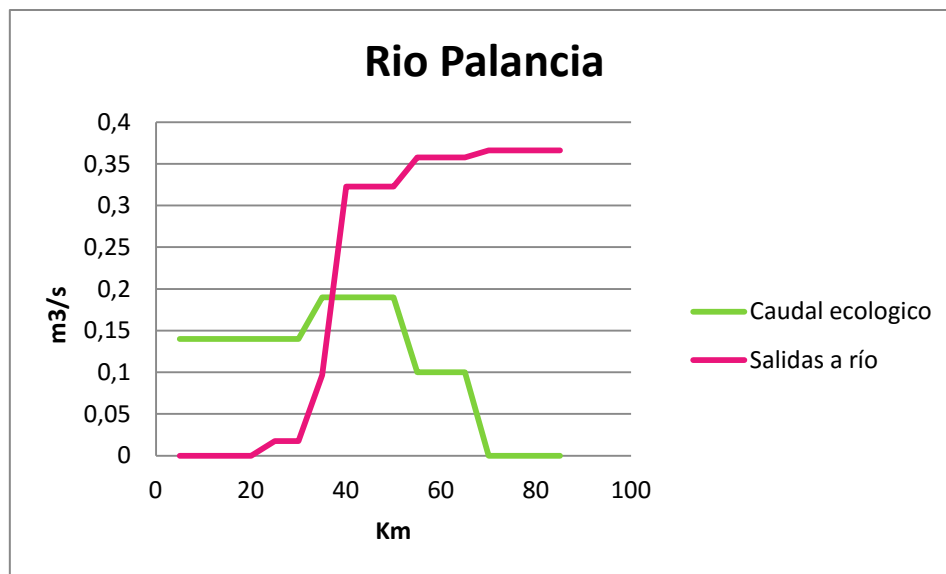


Figura 75. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

A continuación, se ha realizado una tabla que resume las salidas a río obtenidas por masa de agua subterránea, expresando las salidas a río tanto en metros cúbicos por segundo como en hectómetros cúbicos por año.

Rio Palancia		
Masa de agua Subterránea	Salidas a río m3/s	Salidas a río hm3/año
Medio Palancia (Segorbe)	0,018	0,552
Liria - Casinos (Alcublas)	0,003	0,094
Jérica	0,309	9,746
Plana de Sagunto (Centro)	0,000	0,000
Sierra del Toro	0,000	0,000
Alpuente (Abjuela)	0,003	0,077
Onda - Espadán	0,034	1,070
	0,366	11,539

Tabla 34. Salidas a río por masas de agua subterránea

Con el fin de profundizar en el análisis de la cuantificación de las aportaciones de las masas subterráneas Sierra de Toro y Jérica se han analizado varios casos distintos en función de la distribución de los pixeles.

Los pixeles de la masa subterránea Sierra del Toro están distribuidos de tal forma que a la cabecera del Palancia y bajo los criterios adoptados, sólo le afectan los pixeles señalados en la figura con una circunferencia amarilla. El resto de los pixeles afectan a tres masas de agua superficial distintas:

El propio Palancia, aguas abajo del punto de control de caudal ecológico; el tramo perdedor que desemboca en el Palancia y que en la hipótesis uno es fuente de buen caudal y otra parte que por la localización de los pixeles el caudal de agua drena en el barranco de maimona, afluente del Mijares, ambos detallados anteriormente.

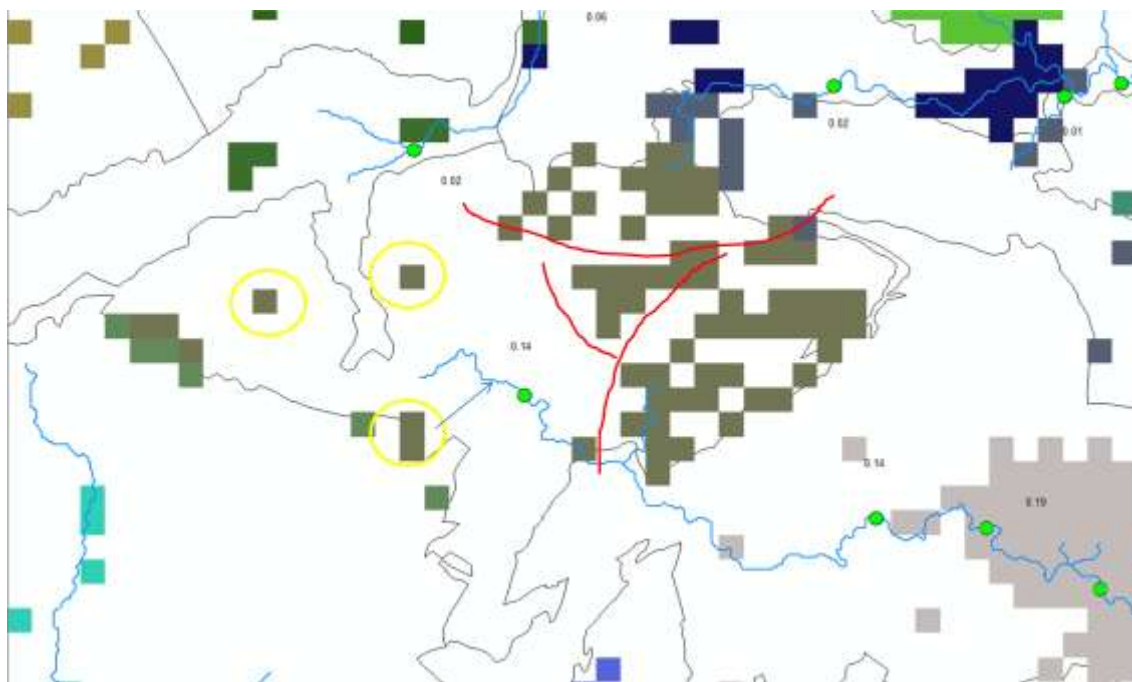


Figura 76. Pixeles en Sierra del Toro.

La redistribución de los pixeles en la masa Jérica, por su parte, se realiza de forma parecida a los ríos anteriormente analizados. De nuevo, la localización de los pixeles aguas debajo de los puntos de control es la causante de que no se cumpla el caudal ecológico hasta el segundo

punto de control de 0,19, marcado en la figura con una circunferencia azul. Por tanto se propone su reasignación, suponiendo que descargan su caudal de agua aguas arriba del punto de control en el que se contabiliza en la primera parte del estudio.

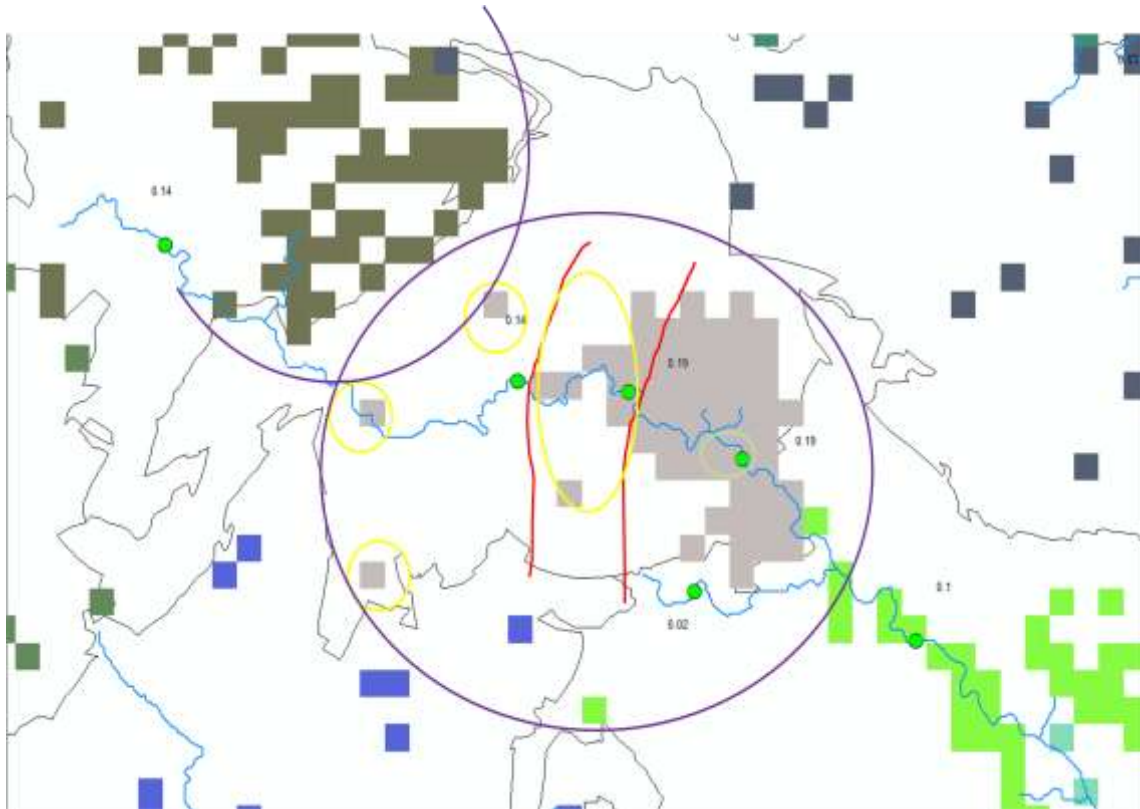


Figura 77. Píxeles Jérica

Con estas premisas, los resultados obtenidos muestran que las aportaciones corregidas de la masa Jérica superan al caudal ecológico en los puntos de control de dicha masa subterránea, pero siguen siendo insuficientes en los puntos de control de cabecera, debido a que las restricciones de Sierra del Toro, producen unas salidas a río de  $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$ , mientras que el caudal ecológico asciende hasta  $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Para la realización de estas alternativas, sólo se ha tenido en cuenta la primera variante de la segunda hipótesis, que es la que se considera que más representa lo que ocurre en la realidad.

En el primer caso de los analizados, todos los píxeles de Sierra del Toro descargan en el primer punto de control.

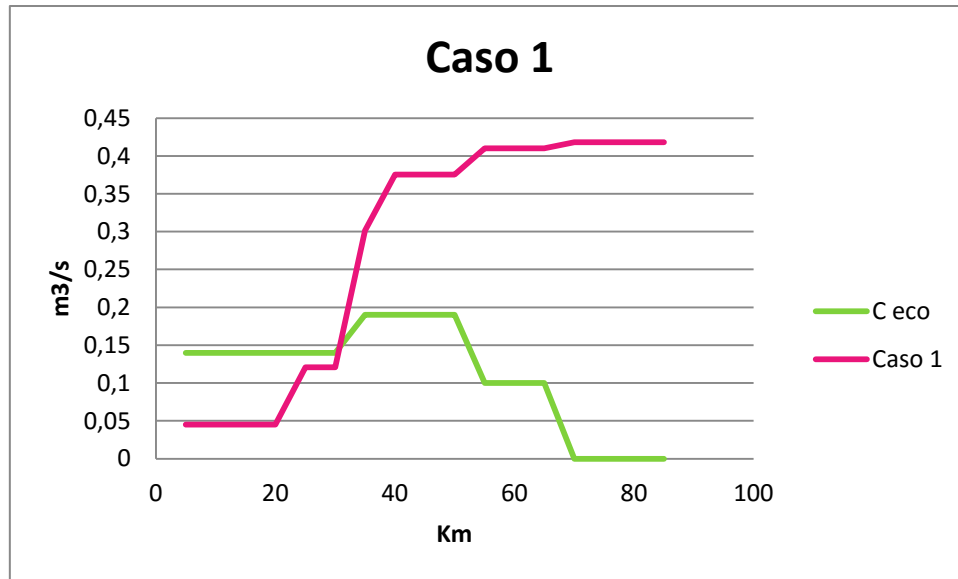


Figura 78. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

En la figura se puede observar la frontera entre las subcuencas del Barranco de Maimona y la del Palancia. Esta imagen determina que el caso 1, no es el adecuado, ya que parte de estos pixeles descargan en el afluente del Mijares y no en el río Palancia.

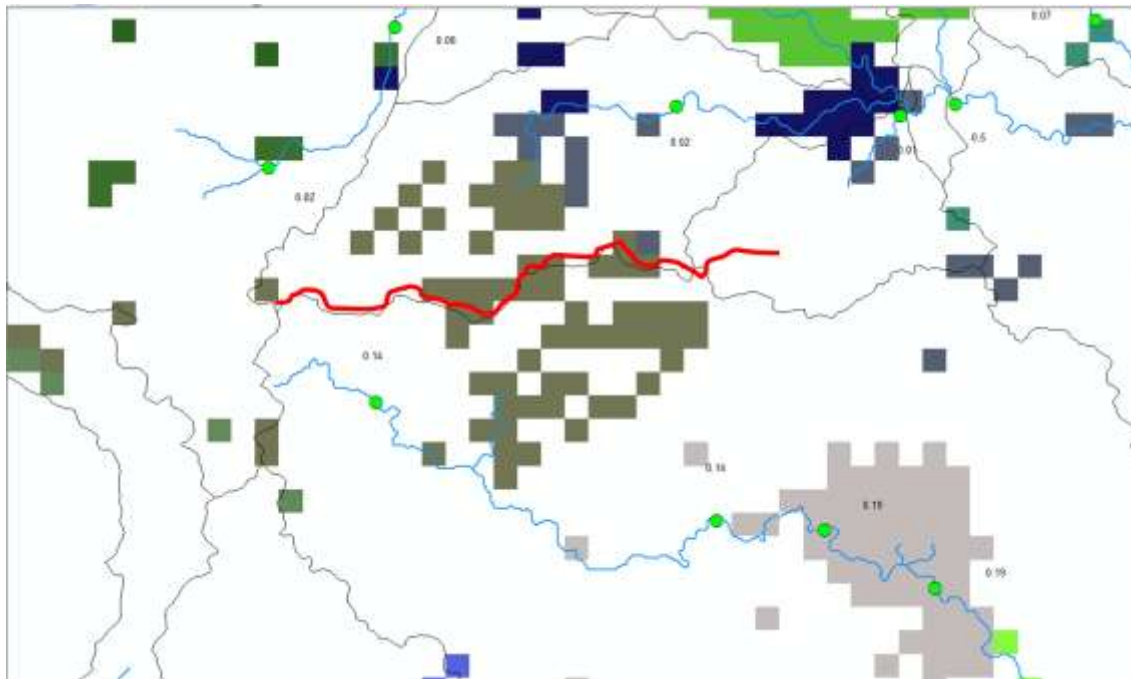


Figura 79. Subcuenca Palancia y subcuenca Bco. Maimona

En el segundo de los casos analizados, los pixeles pertenecientes a la subcuenca del Barranco de Maimona de Sierra del Toro descargan en el afluente del Mijares.

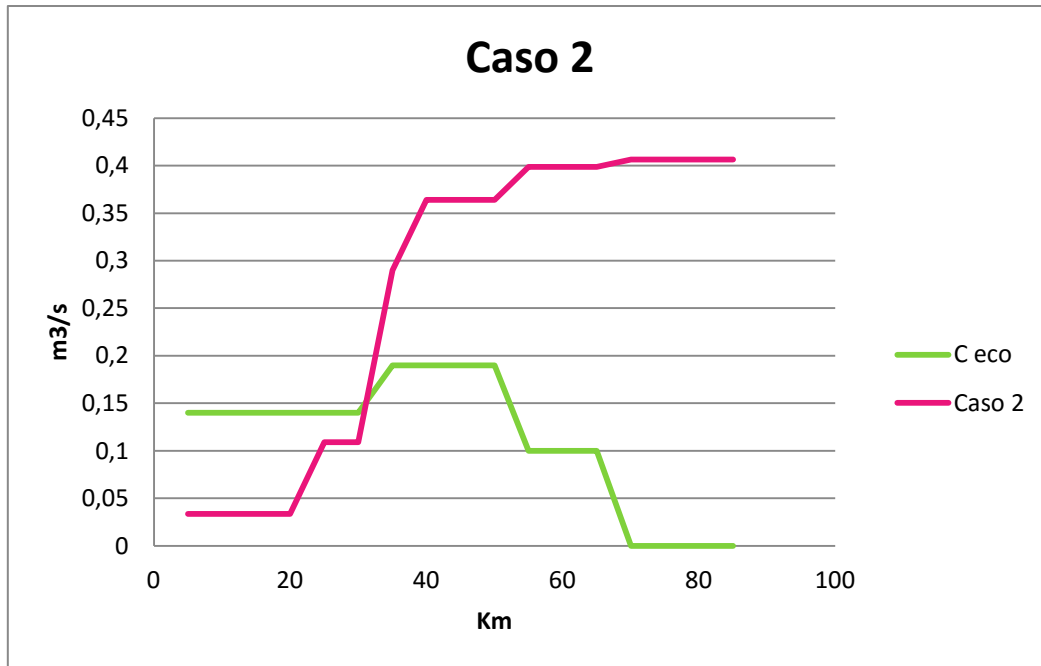


Tabla 35. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

En el tercer y último caso el punto de control sólo recibe agua de los pixeles más próximos de Sierra del Toro, estando los demás asignados o al barranco de maimona o al barranco afluente del Palancia de aguas abajo del primer punto de control.

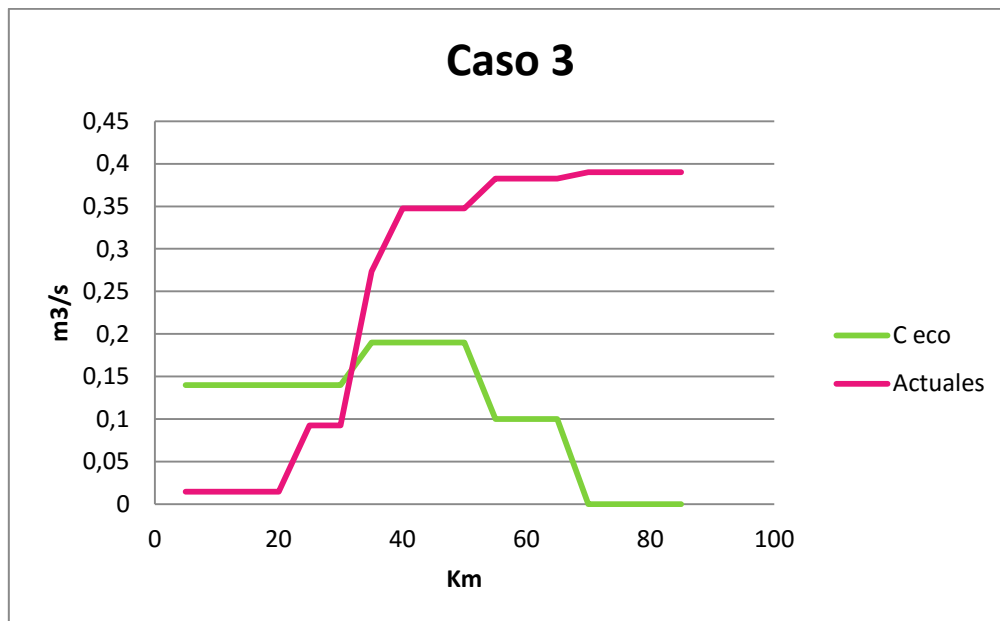


Figura 80. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Finalmente, se procede a la estimación de las restricciones ambientales necesarias para mantener el régimen de caudales ecológicos en las masas de agua subterránea del sistema de explotación Mijares-Plana de Castellón.

Para la optimización de las restricciones ambientales en el sistema de explotación Palancia-Los Valles y más concreta en el río Palancia, se ha procedido a realizar el ajuste en los tres casos analizados en el apartado anterior. En los tres casos, la tónica a seguir en el procedimiento ha sido la misma: Aumentar las restricciones de la masa subterránea Sierra del Toro para satisfacer la demanda de caudal en los tramos de cabecera de río, dando opción a poder reducir las restricciones en la masa de agua subterránea Jérica.

Como se puede observar en las gráficas y tablas que se exponen a continuación, el primer y el segundo caso de estudio del río Palancia son muy parecidos, si bien, en el caso dos debemos aumentar las restricciones ambientales en mayor cantidad que en el primero.

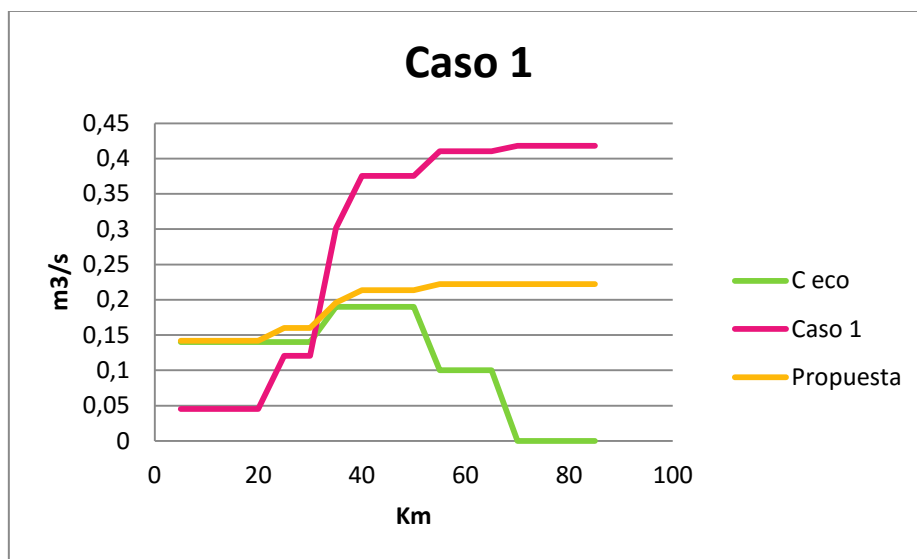


Figura 81. Gráfica de comparación restricciones ambientales

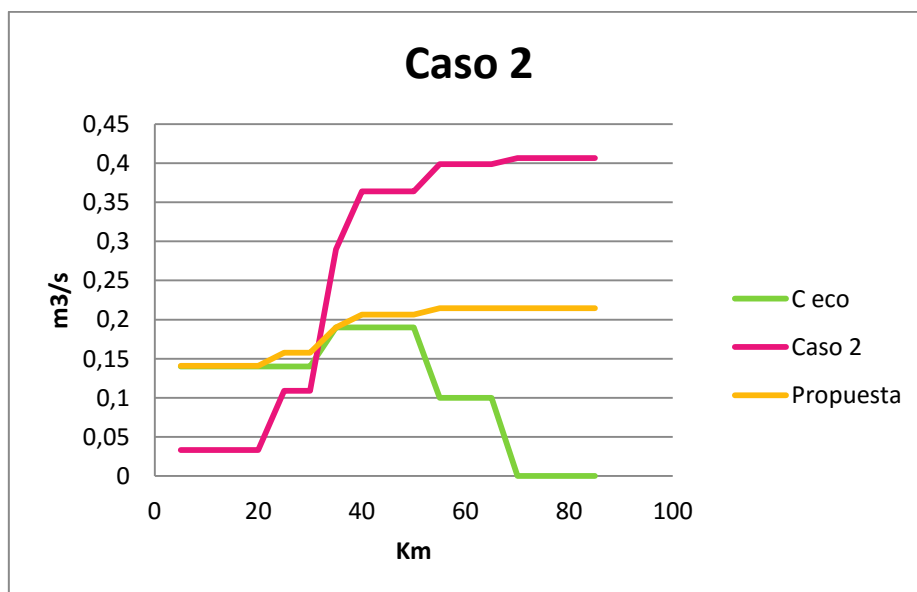


Figura 82. Gráfica de comparación restricciones ambientales

Masa subterránea	Restricciones actuales (hm <sup>3</sup> /año)	Propuestas (caso 1) (hm <sup>3</sup> /año)
Sierra del Toro	1,5	4,9
Jérica	14,5	3,5

Tabla 36. Tabla de comparación restricciones ambientales

Masa subterránea	Restricciones actuales (hm <sup>3</sup> /año)	Propuestas (caso 2) (hm <sup>3</sup> /año)
Sierra del Toro	1,5	6,7
Jérica	14,5	3,2

Tabla 37. Tabla de comparación restricciones ambientales

En cambio, en el tercer caso, es necesario aumentar las restricciones ambientales de Sierra del Toro hasta los 16.7 hm<sup>3</sup>/año para satisfacer la demanda de caudal ecológico.



Figura 83 Gráfica de comparación restricciones ambientales



A continuación se muestra la tabla resumen con las comparaciones entre restricciones actuales y propuestas para el tercer caso de estudio analizado en el río Palancia.

Masa subterránea	Restricciones actuales (hm <sup>3</sup> /año)	Propuestas (Caso 3)(hm <sup>3</sup> /año)
Sierra del Toro	1,5	13,6
Jérica	14,5	3,5

Tabla 38. Tabla de comparación restricciones ambientales

### Síntesis del río Palancia:

No se cumplen los caudales ecológicos en los primeros tramos y el problema se acentúa en cabecera. El problema radica en la localización de los pixeles de Sierra del Toro y en las restricciones propuestas para esta masa de agua subterránea.

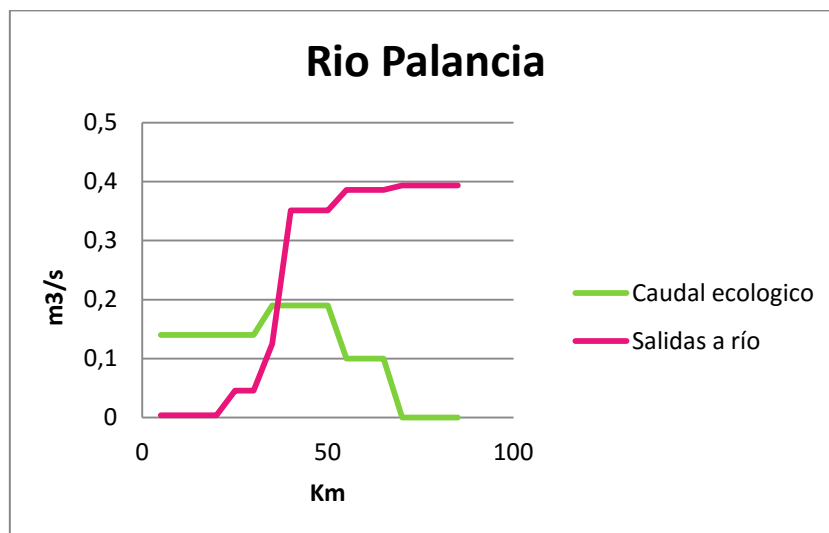


Figura 84. Gráfica salidas a río-caudal ecológico

Para profundizar en el conocimiento del drenaje de Sierra del Toro se realizan 3 posibles casos comparativos:

- Caso 1: Todos los pixeles de Sierra del Toro descargan en el primer punto de control.
- Caso 2: Los pixeles más próximos al barranco de Maimona de Sierra del Toro descargan en el afluente del Mijares.
- Caso 3: El punto de control sólo recibe agua de los pixeles más próximos de sierra del toro.

En ningún caso las aportaciones son superiores al caudal ecológico en la cabecera del río. Por lo tanto, se han de reajustar las restricciones ambientales de Sierra del Toro para satisfacer la demanda de caudal ecológico en los primeros tramos del río.

Finalmente, se ha optado por adoptar como solución propuesta la más restrictiva de las tres, es decir, el tercer caso, ya que el tramo de río que atraviesa la masa Sierra del Toro es perdedor y por tanto el último caso es el que más se acerca a la realidad.

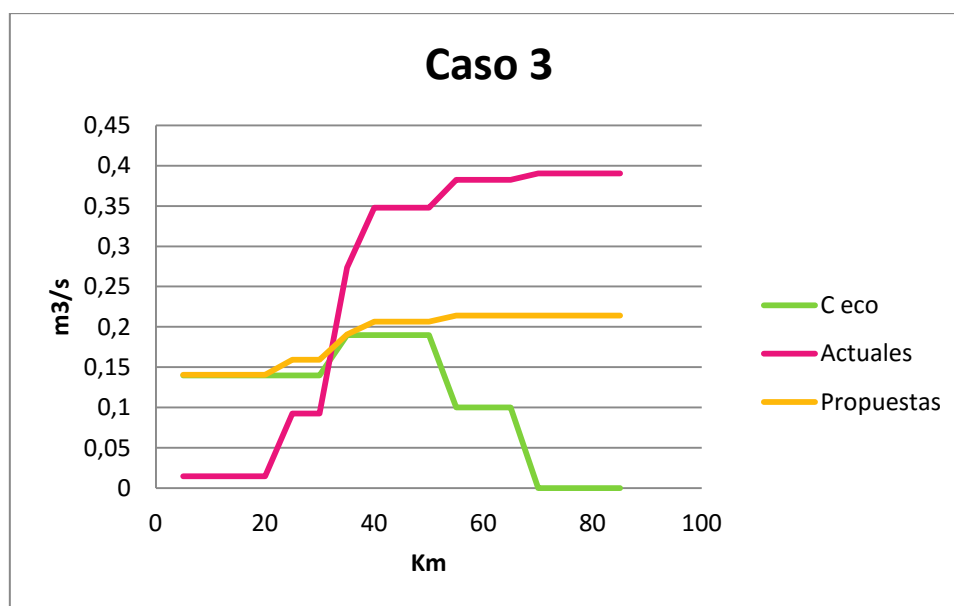


Figura 85. Gráfica de comparación restricciones ambientales

A continuación se muestra la tabla resumen con las restricciones actuales y las propuestas para el río Palancia.

Masa subterránea	Restricciones actuales (hm3/año)	Restricciones propuestas (hm3/año)
Sierra del Toro	1,5	13,6
Jérica	14,5	3,5

Tabla 39. Tabla de comparación restricciones ambientales

## 7. CONCLUSIONES

Para concluir este estudio, se introduce a continuación la posible variación de recurso disponible en las masas de agua subterránea que integran la CHJ, con el fin de alcanzar en todos los tramos el caudal ecológico establecido.

Para fijar las restricciones ambientales de salidas a río, se ha escogido el valor más representativo dependiendo tanto del tramo del río como de la masa de agua subterránea. De las tres hipótesis que se han analizado se han seleccionado los valores más restrictivos, siempre teniendo en cuenta las peculiaridades de cada zona.

En primer lugar se observa que analizando la situación actual, en todo el marco de la CHJ, el régimen de caudales ecológicos fijado en los tramos de cabecera, son significativamente más exigentes que los caudales que aportan las masas de agua subterránea en estos tramos, teniendo en cuenta las restricciones ambientales.

En la mayoría de los casos, las denominadas salidas a río propuestas de las masas de agua subterránea de los tramos finales de los ríos se han reducido considerablemente.

En el caso de los ríos Cenia y Mijares, una vez realizado el análisis de la capa raster, se ha elegido el resultado que se considera más apropiado, el cual consiste en la disminución de las restricciones en todos los tramos del río, siendo los tramos de cabecera en los que menos se pueden reducir las restricciones ambientales para mantener el régimen de caudales ecológicos, y prácticamente eliminando las restricciones en las masas de los tramos finales de los ríos.

Por otro lado, en el caso del Palancia se ha optado en comparación con la situación actual, por un aumento de las restricciones en los tramos de cabecera y más concretamente en la masa Sierra del Toro. En la siguiente masa que atraviesa el río Palancia, Jérica, ya se hace posible la reducción de las restricciones ambientales y finalmente el resto de las masas se caracterizan por no ser necesaria su aportación de caudal en los tramos finales del río.

A continuación, se adjuntan los mapas correspondientes a las masas de agua subterránea que han intervenido en el ámbito de estudio, el primero de ellos con las restricciones ambientales fijadas por la CHJ y el segundo, con las restricciones ambientales que propone este estudio para mantener el régimen de caudales ecológicos fijado en el PHJ.

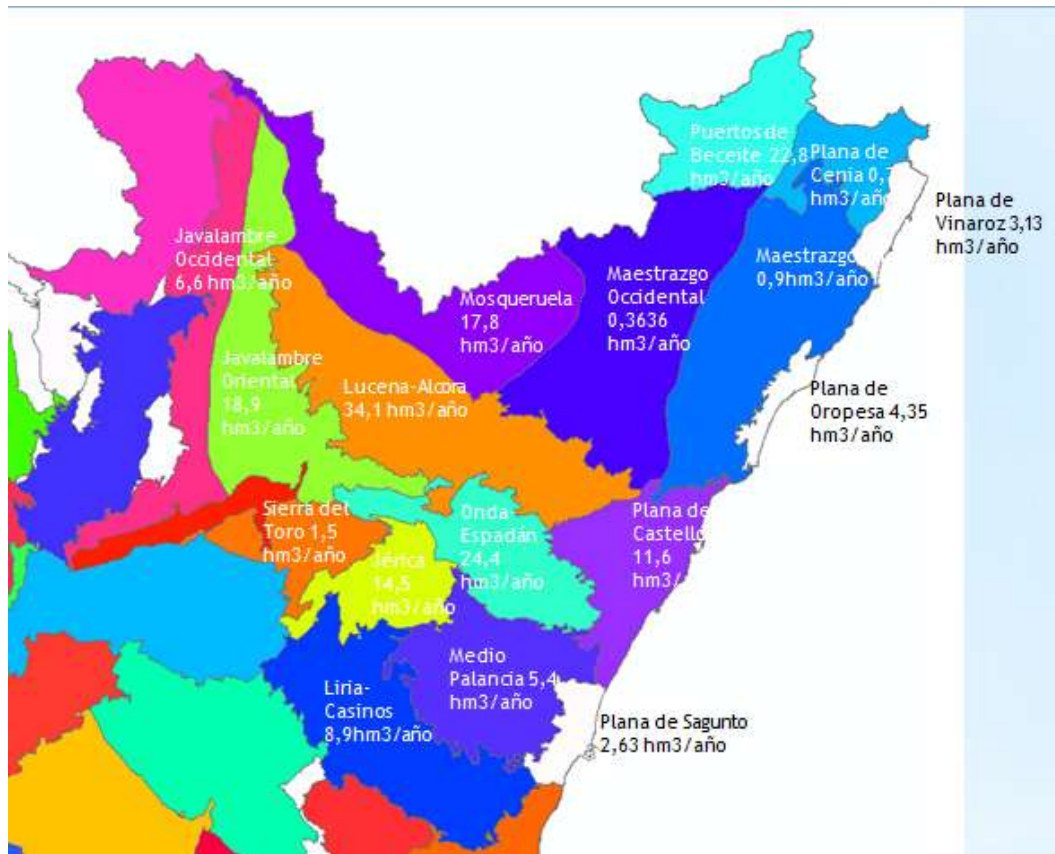


Figura 86. Restricciones ambientales por masas de agua Subterránea fijadas por la CHJ

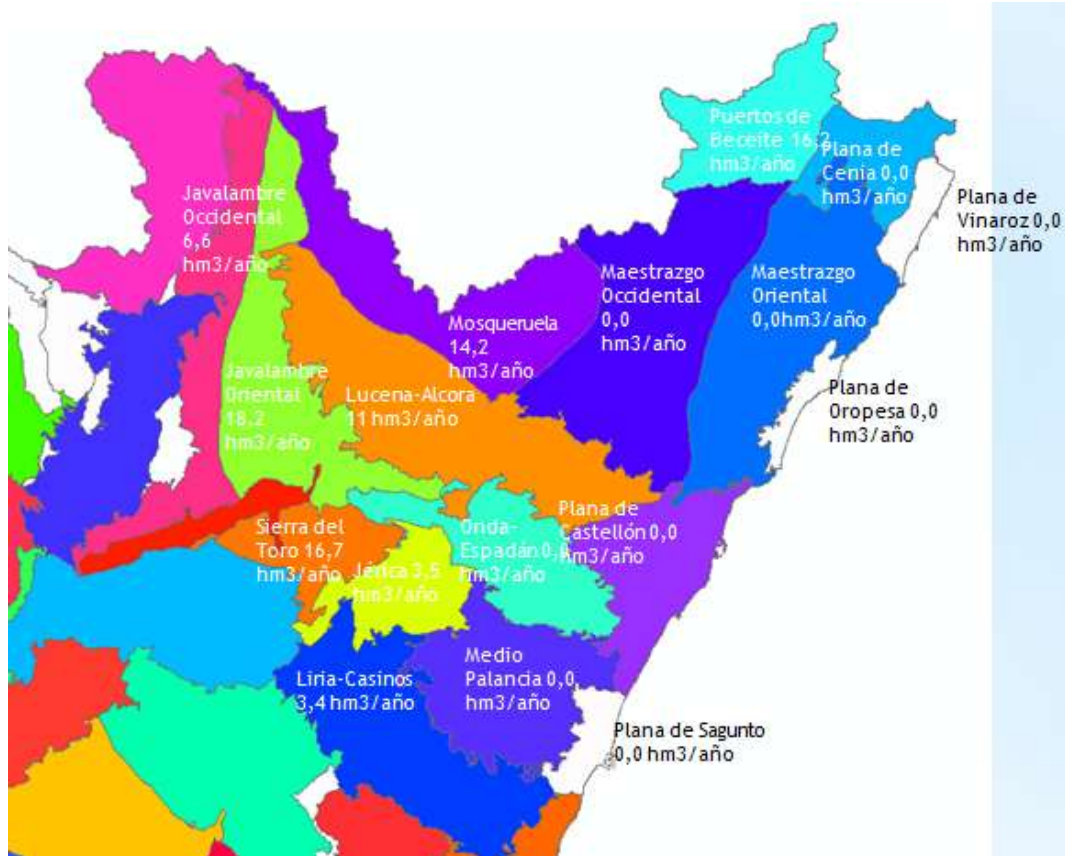


Figura 87. Restricciones Q eco propuestas por masas de agua Subterránea

Finalmente, con todos estos datos obtenidos y analizados, se procede al cálculo del recurso disponible de cada masa de agua subterránea que ha sido objeto de estudio. El recurso disponible se calcula mediante la simple diferencia entre el recurso renovable y las distintas restricciones ambientales, por lo que el análisis llevado a cabo en este estudio podrá aumentar o disminuir el valor de éste.

El recurso disponible se ha calculado teniendo en cuenta las necesidades de los ríos que han sido objeto de estudio, así por ejemplo, en el caso de la masa subterránea Liria-Casinos, Javalambre Occidental, Javalambre Oriental y Sierra del Toro se ha obtenido el recurso disponible desde el punto de vista de las necesidades de caudales ecológicos de los ríos Palancia y Mijares respectivamente. Falta por tanto, conocer las necesidades de salidas a río que fija el río Turia sobre las masas de agua subterráneas atravesadas por el río de la Capital Valenciana, que no se encuentra dentro del ámbito de estudio.

Las restricciones ambientales fijadas en este estudio para el caso del Turia en las mencionadas masas de agua subterráneas se muestran en la siguiente tabla, junto a las del Palancia y el Mijares. Se puede observar, que salvo en la masa Lira-Casinos, las restricciones de las masas subterráneas son mayores para el río Palancia y el río Mijares, por tanto, en la masa Liria-Casinos se procede a cambiar las restricciones fijadas en este estudio por las correspondientes del estudio del río Turia

	<b>TURIA</b>	<b>PALANCIA</b>	<b>MIJARES</b>
<b>Liria-Casinos</b>	3,4	0,0	-
<b>Javalambre Oriental</b>	4,5	-	6,6
<b>Javalambre Occidental</b>	4,9	-	18,2
<b>Sierra del Toro</b>	0,0	16,7	-

Tabla 40. Comparación restricciones en distintos ríos

A continuación se incluyen los mapas de las masas de agua subterráneas con su correspondiente recurso disponible. El primero de los mapas indica el recurso disponible con las restricciones fijadas en el PHJ y el segundo indica el recurso disponible con las restricciones propuestas para cumplir con el régimen de caudales ecológicos.

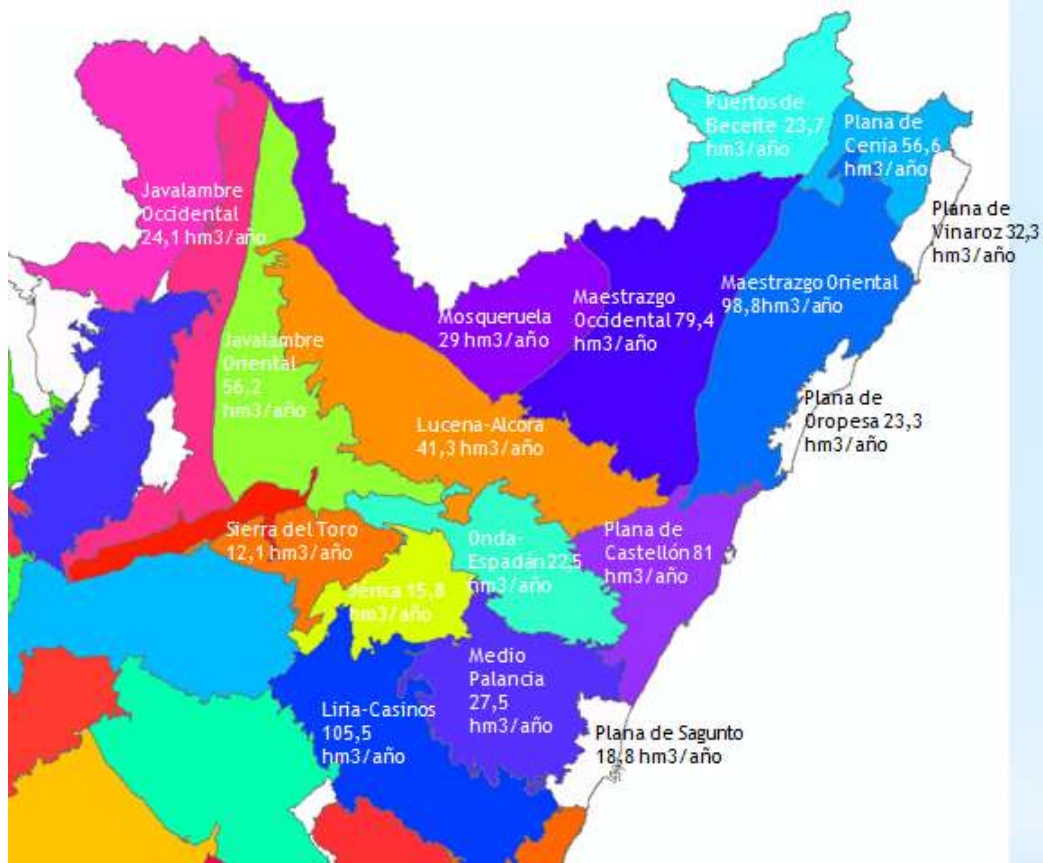


Figura 88. Recurso disponible inicial por masas de agua subterránea

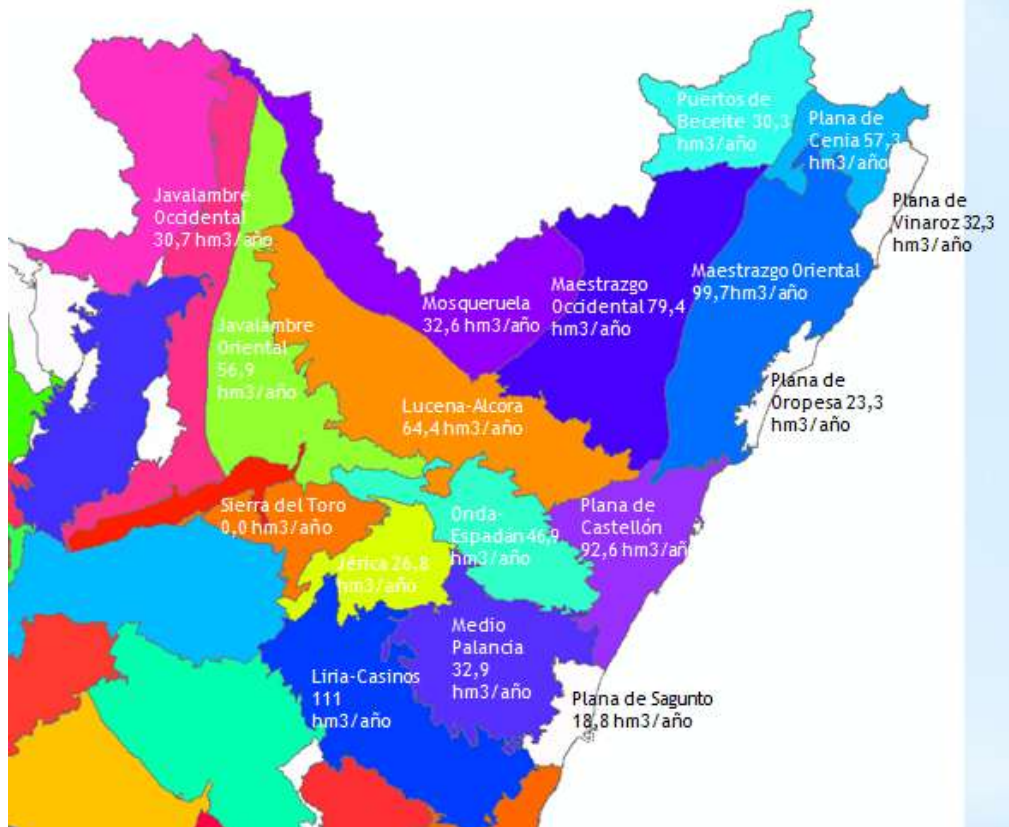


Figura 89. Recurso disponible final por masas de agua subterránea

En la siguiente tabla se muestran las masas de agua subterránea de la CHJ que han sido objeto de este estudio con sus variaciones en las restricciones ambientales, y por lo tanto con sus variaciones en el recurso disponible.

Masa de Agua Subterránea	Restricción Ambiental hm <sup>3</sup> /año			Recurso Renovable zonal hm <sup>3</sup> /año	Recurso Disponible hm <sup>3</sup> /año
	Salidas a humedal	Salidas a río	Salidas al mar		
Puertos de Beceite	0,0	16,2	0,0	46,5	30,3
Plana de Cenia	0,0	0,0	0,0	57,3	57,3
Maestrazgo Oriental	1,0	0,0	71,7	172,4	99,7
Maestrazgo Occidental	0,0	0,0	0,0	79,4	79,4
Mosqueruela	0,0	14,2	0,0	46,8	32,6
Lucena-Alcora	0,0	11,0	0,0	75,4	64,4
Javalambre Oriental	0,0	18,2	0,0	75,1	56,9
Javalambre Occidental	0,0	0,0	0,0	30,7	30,7
Onda-Espadán	0,0	0,0	0,0	46,9	46,9
Plana de Castellón	0,6	0,0	38,3	131,5	92,6
Sierra del Toro	0,0	13,6	0,0	13,6	0,0
Jérica	0,0	3,5	0,0	30,3	26,8
Medio Palancia	12,9	0,0	0,0	45,8	32,9
Plana de Sagunto	3,0	0,0	8,3	30,1	18,8
Plana de Vinaroz	4,5	0,0	26,4	63,2	32,3
Plana de Oropesa-Torreblanca	4,8	0,0	12,5	40,6	23,3
Liria-Casinos	0,0	3,4	0,0	114,4	111,0

Tabla 41. Recurso disponible de las masas subterráneas

Para concluir con el trabajo, se adjunta un último mapa de masas de agua subterráneas que indica la variación que se produce en el recurso disponible. A nivel general, se ha aumentado el recurso disponible de casi todas las masas, exceptuando Sierra del Toro, que es la única en la que se ha disminuido para hacer frente al caudal ecológico de la cabecera del río Palancia.

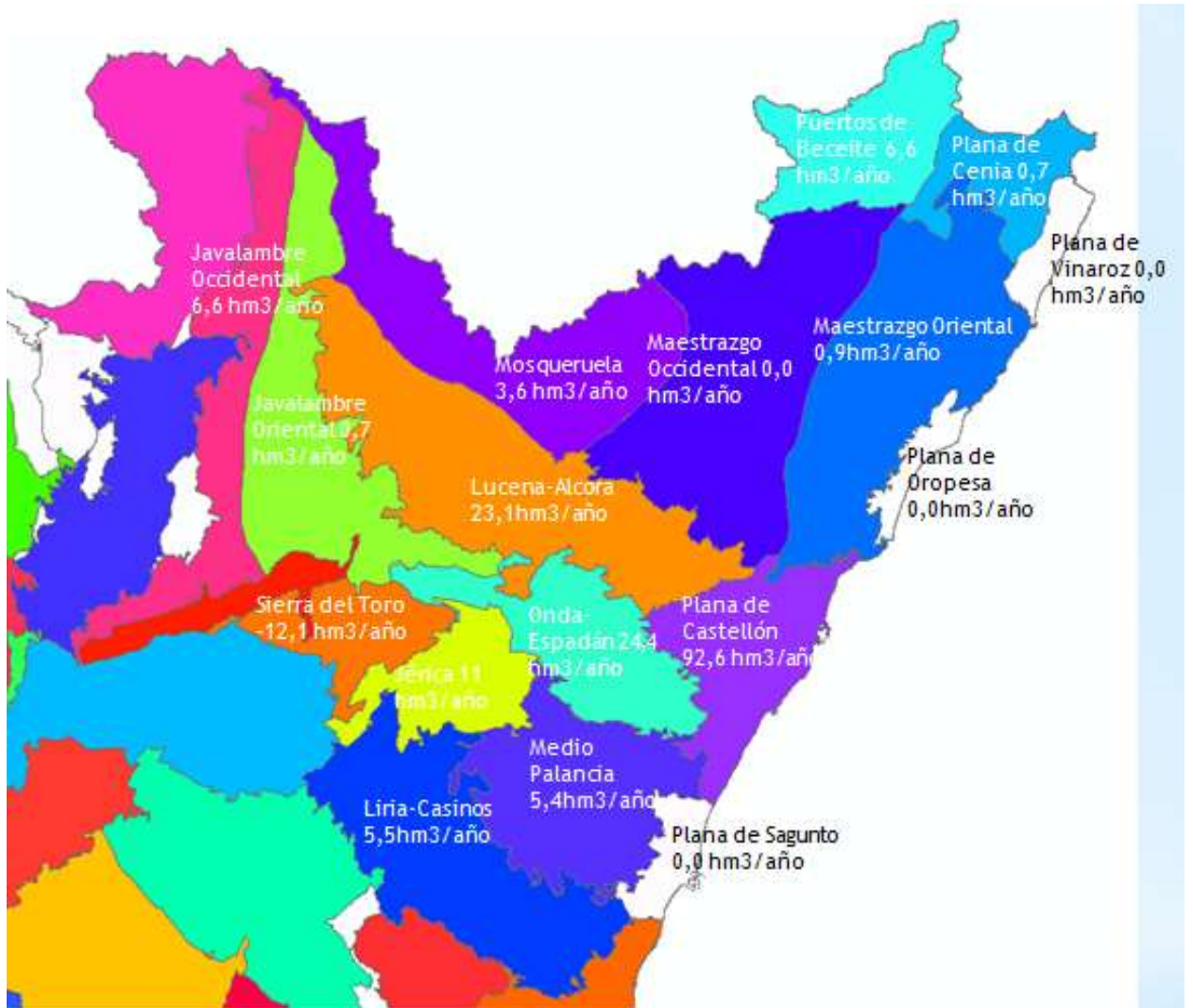


Figura 90. Mapa de variaciones en el recurso disponible



## 8. ACRÓNIMOS

- **CHJ:** Confederación Hidrográfica del Júcar
- **IGME:** Instituto Geológico y Minero de España
- **PHN:** Plan Hidrológico Nacional
- **PHJ:** Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Júcar
- **DMA:** Directiva Marco del Agua

## 9. REFERENCIAS

- **CHJ**, 2008. Plan Hidrológico de cuenca del Júcar.
- **IGME**, 2008. Mapa de Masas de Agua Subterránea
- **IGME**, 2008. Mapa de Masas de Agua Superficiales
- **IGME**, 2008. Mapa de Régimen de caudales ecológicos