ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Actividad 4:

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico

Demarcación Hidrográfica del EBRO

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA
091.075 CAMPO DE CARIÑENA



MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO



091.075 CAMPO DE CARIÑENA

ÍNDICE

1. CARA	CTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	1
1.1 Io	DENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOSCONTEXTO HIDROGEOLÓGICO	1
1.2.2	Estructura geológica	5
1.2.3	Funcionamiento hidrogeológico	7
2. ESTA	CIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES	13
2.1 E 2.2 E	STACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS STACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA	13
-	TIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE R NADOS CON ACUÍFEROS	_
3.2 R 3.2.1	DENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL	23 24
4. MANA	ANTIALES	28
4.1 N	MANANTIALES PRINCIPALES	28
5. ZONA	S HÚMEDAS	32
6. ANÁL	ISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES _	33
	ALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PROPUESTA DE ACTUACIONES	
7. REFE	RENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
8. BIBLI	OGRAFÍA DE INTERÉS	36

ANEJOS:

Anejo 1 Tablas de estaciones de control y medida Anejo 2 Listado de manantiales

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

091.075 CAMPO DE CARIÑENA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. representativo de la estructura geológica de la MASb 091.075-Campo de Cariño	ena. Corte
dirección S-N. Fuente: De Miguel Cabeza, J.L., 1998	6
Figura 2. Dirección y sentido del flujo de la FGP Terciario detrítico en la MASb 091.075-0	ampo de
Cariñena. Tomado de San Roman et al., 2002.	8
Figura 3. Corte hidrogeológico esquemático de la MASb 091.075-Campo de Cariñena. D	irección SO-
NE. Tomado de San Román et al., 2002.	9
Figura 4. Dirección y sentido del flujo de la FGP Jurásico carbonatado en la MASb 091.0	75- Campo
de Cariñena. Tomado de San Román et al., 2002.	10
Figura 5. Representación de las facies hidroquímicas de las aguas procedentes de la FG	P Jurásico
carbonatado (izda.) y Terciario detrítico (dcha.)	11

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

091.075 CAMPO DE CARIÑENA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	1.	Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos	14
Tabla	2.	Datos en estaciones de medida y control hidrométrico	14
Tabla	3.	Identificación de los tramos de ríos conectados	19
Tabla	4.	Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos	23
Tabla	5.	Resumen de la cuantificación río-acuífero	26
Tabla	6.	Manantiales principales. Campo de Cariñena (091.075)	29
Tabla	7.	Estaciones de control propuestas relación río-acuífero	35

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

091.075 CAMPO DE CARIÑENA

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa	1.	Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea	3
Мара	2.	Mapa de permeabilidades	12
Мара	3.	Mapa de estaciones de control y medida de caudales	15
Мара	4.	Mapa sinóptico de la relación río-acuífero	27
Мара	5.	Mapa de manantiales	31

1. Caracterización de MASA de AGUA SUBTERRÁNEA

1.1 Identificación, morfología y datos previos

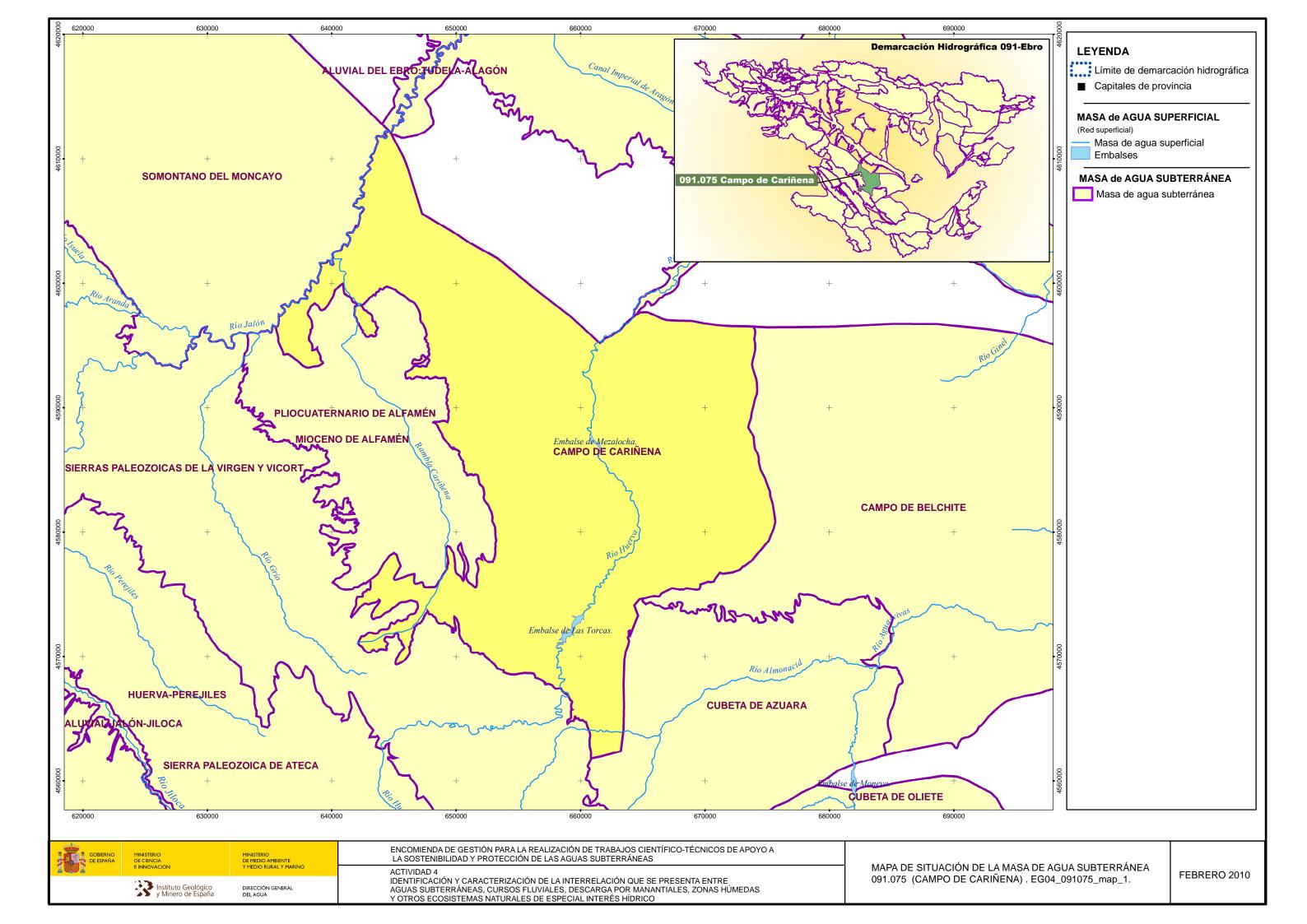
La MASb Campo de Cariñena, a la que corresponde el código de identificación 091.075 dentro de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, proviene de la subdivisión de la UH 06.03 (Campo de Cariñena) en tres MASb (091.075, 091.076 y 091.077) de las cuales las dos últimas están superpuestas. A su vez se corresponde con la anterior Unidad Hidrogeológica 09.37, si bien sus límites no coinciden exactamente, ya que la UH 09.37 llegaba a la divisoria de agaus del río Huerva. Constituye parte del denominado Campo de Cariñena, que se sitúa entre los ríos Huerva y Jalón, en el parte meridional de la provincia de Zaragoza.

Presenta una superficie total de 801 km², que se localizan íntegramente en la Comunidad Autónoma de Aragón, concretamente en la provincia de Zaragoza. Sus límites están configurados en la parte septentrional por los materiales paleozoicos en la traza de la falla Noribérica, cabalgamiento no aflorante de los mesozoicos sobre los terciarios de la depresión del Ebro. Hacia el E, el límite se establece en la divisoria hidrográfica-hidrogeológica oriental de la cuenca del río Huerva. Hacia el S, por el contacto de los materiales paleozoicos de las Sierras de Algairén y Herrera y hacia el O, en el contacto con los materiales cuaternarios de los Llanos de Alfamén y el río Jalón en el extremo NO.

En el ámbito geográfico definido por los límites de esta MASb la cota máxima es de 935m snm y la mínima de 288m snm, fijándose la cota media en 591m snm. El contexto geológico se enmarca en las estribaciones septentrionales de la Cordillera Ibérica. En este ámbito, el contacto geológico entre las sierras paleozoicas y mesozoicas de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica y las formaciones terciarias de la Depresión del Ebro tiene lugar a través de la "Falla Nor-ibérica", que en su mayor parte está oculto bajo un extenso manto de derrubios cuaternarios que, en forma de un extenso glacis, se derrama al pie de la Sierra de Algairén, recubriendo buena parte de los sedimentos terciarios más próximos de la Depresión del Ebro. Los depósitos terciarios están constituidos principalmente por conglomerados y arcillas de edad Miocena, coronados por depósitos carbonatados, con una geometría subhorizontal con frecuentes cambios laterales de facies, que corresponde a un sinclinal de suaves buzamientos (<10°) con el flanco SO cabalgado por el Paleozoico de la Sierra de Algairén. Bajo estos depósitos, se localiza un sustrato mesozoico, fundamentalmente de edad Jurásica que posee una geometría en la zona oriental, denominada "Arco plegado de Belchite-Aguilón", en estructura anticlinal con direcciones E-O, y con el flanco N invertido y cabalgante.

La MASb presenta dos ríos principales que discurren entre sus límites, si exceptuamos los tramos de la Rambla de Cariñena inicial (antes de la localidad de Cariñena) y final (en su confluencia en el río Jalón). El río Huerva en su tramo medio, que constituye el cauce principal de la MASb y que la atraviesa con dirección aproximada S-N, y el río Jalón, que en su tramo bajo constituye el límite compartido de la MASb con la vecina 091.072-Somontano del Moncayo.

Desde el punto de vista hidrogeológico, los principales materiales acuíferos de la MASb son los jurásicos carbonatados marinos, pese a no tener casi superficie aflorante, pertenecientes al Grupo Renales de edad Lías inf. que configura un acuífero cárstico difuso y confinado, y los conglomerados, areniscas y lutitas del Mioceno inf., que configuran un acuífero poroso multicapa. Otros acuíferos de menor interés incluyen los Cuaternarios fluviales y aluviales, tanto de los río Huerva, Jalón y Rambla de Cariñena.



1.2 Contexto Hidrogeológico

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

Dentro de la MASb 091.075 Campo de Cariñena los materiales permeables que alcanzan un mayor desarrollo son los pertenecientes al Terciario detrítico y, en menor medida por su escasa superficie de afloramiento, los materiales Jurásicos carbonatados marinos (principalmente el Lías -Grupo Renales).

La **FGP Terciario detrítico**, está formada por los materiales paleógenos y las facies detríticas gruesas de borde de cuenca, esto es, facies conglomeráticas, areniscosas y lutíticas del Mioceno inferior. Constituye un acuífero multicapa. Las facies más groseras y, por tanto, las más permeables están adosadas a las sierras paleozoicas y recubren paleorrelieves jurásicos, adaptándose a los pliegues del sustrato mesozoico y desapareciendo en los anticlinales. Localmente, en el eje del sinclinal de Los Tosos puede alcanzar potencias de unos cientos de metros. Este acuífero está confinado por una serie arcillosa del neógeno. Se le han atribuido transmisividades en torno a los 125 m²/día.

Desde el punto de vista hidrogeológico, e igual que ocurre en toda la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, la **FGP Jurásico carbonatado** tomada como un conjunto, se encuentra impermeabilizado en su base por las facies margo-evaporíticas del Keuper. Esta unidad regional, que apenas presenta superficie aflorante en la MASb 091.075, está conformada por los paquetes acuíferos calcáreos siguientes, de muro a techo:

- Lías inf.-Grupo Renales (Fm Dolomías tableadas de Imón, Fm Carniolas de Cortes de Tajuña y Fm Dolomías tableadas de Cuevas Labradas). Éstas forman un acuífero de carácter difuso y alta permeabilidad. Su espesor puede alcanzar los 200 m y está confinado en casi toda su extensión dentro de la MASb. Dentro de la cuenca del río Huerva, los materiales del Jurásico afloran a lo largo del valle principal a modo de protuberancias de un paleorrelieve oculto bajo los sedimentos terciarios, si bien los miembros inferiores sólo lo hacen en un afloramiento adosado al borde del bloque paleozoico de la Sierra Aladrén.
- Dogger (Fm. Carbonatada de Chelva). Se comporta como una unidad acuífera cárstica sensu stricto.
- Malm (Fm Ritmita calcárea de Loriguilla y Fm. Caliza con oncolitos de Higueruela). L última Fm es más permeable que la anterior y tiene un comportamiento cárstico sensu stricto.
 Los tres niveles se encuentran separados por paquetes margo-calizos:

- Grupo Ablanquejo (Fms. Cerro del Pez, Barahona y Turmiel), que separan el Lías del Dogger, y
- Fm Margas de Sot de Chera, que separa el nivel acuífero del Dogger del Malm.

Asimismo, existen otros materiales que, en menor medida que los anteriores, presentan características acuíferas. Entre ellos cabe mencionar a las terrazas y aluviales Cuaternario de los tres ríos de discurren por la MASb.

1.2.2 Estructura geológica

Esta masa de agua se localiza en las estribaciones septentrionales de la Cordillera Ibérica. En este ámbito, el contacto geológico entre las sierras paleozoicas y mesozoicas de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica y las formaciones terciarias de la Depresión del Ebro tiene lugar a través de un accidente tectónico de más de 250 km de longitud, alineado en dirección NO-SE, conocido como la "Falla Nor-ibérica". En su mayor parte está oculto bajo un extenso manto de derrubios cuaternarios que, en forma de un extenso glacis, se derrama al pie de la Sierra de Algairén, recubriendo buena parte de los sedimentos terciarios más próximos de la Depresión del Ebro.

Los depósitos terciarios están constituidos principalmente por conglomerados y arcillas de edad Miocena, coronados por depósitos carbonatados, que allí donde la erosión los ha respetado, han dado lugar a un paisaje de páramos que reciben el nombre de "muelas" o "planas". Bajo estos depósitos, se localiza un sustrato mesozoico, fundamentalmente de edad Jurásica. El detrítico terciario tiene una geometría subhorizontal con frecuentes cambios laterales de facies que configuran una geometría compleja y heterogénea. Corresponde a un sinclinal de suaves buzamientos (<10°) con el flanco SO cabalgado por el Paleozoico de la Sierra de Algairén.

La geometría interna del Jurásico es más compleja con varios sectores de afloramientos diferenciados. En el sector del Jalón, los materiales se encuentran afectados por cabalgamientos y fallas inversas que, hacia la Almunia, toman una disposición monoclinal sumergiéndose bajo los depósitos terciarios detríticos. La zona oriental, denominada "Arco plegado de Belchite-Aguilón", presenta una estructura anticlinal con direcciones E-O, y con el flanco N invertido y cabalgante.

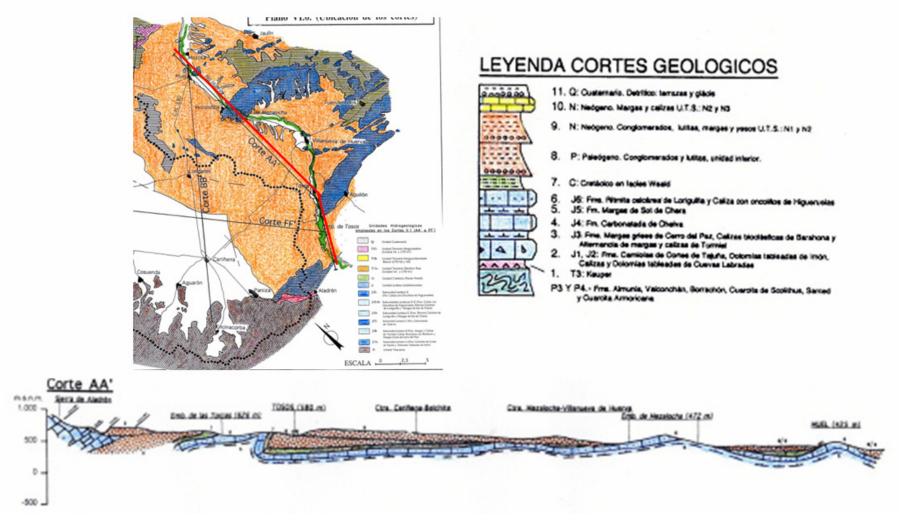


Figura 1. representativo de la estructura geológica de la MASb 091.075-Campo de Cariñena. Corte dirección S-N. Fuente: De Miguel Cabeza, J.L., 1998

1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

En cuanto al funcionamiento de la FGP Terciario detrítico se refiere hay que decir que se trata de una formación multicapa, en la que las diferentes capas de grava y arena gruesa que forman los niveles más permeables están embutidas entre capas lutíticas semipermeables. La FGP se recarga en toda su superficie de afloramiento, siendo las zonas de recarga más significativas la cabecera de la rambla de Cariñena y hacia las estribaciones de la Sierra de Algairén, donde recogen la escorrentía procedente de la sierra. En líneas generales, el flujo se orienta desde las sierras al llano, y dentro del llano desde el Huerva hacia el Jalón (Figura 2). El Jalón actúa como línea de descarga general del sistema, exceptuando aquella que se produce en el manantial de la Virgen de la Muel (Figura 3). En la llanada que se extiende entre los cauces del Huerva y Jalón, la piezometría de la FGP Terciario detrítico muestra la presencia de una singular "cascada piezométrica" justo aguas abajo de la alineación Alfamén-Almonacid de la Sierra. En líneas generales, los gradientes verticales de potencial hidráulico entre los acuíferos Jurásico y Terciario, que frecuentemente aparecen superpuestos en la misma vertical, son siempre descendentes, salvo en las proximidades de la zona de descarga al Jalón, en donde se vuelven ascendentes. De esta forma, el acuífero Jurásico actúa a modo de un gran "dren de fondo". Los datos disponibles de transmisividad obtenidos de ensayos de bombeo apuntan hacia valores comprendidos entre 300 y 800 m²/día para los casos más altos, y entre 200 y 300 m²/día para los valores más frecuentes. Pueden ser considerados valores excepcionalmente bajos los que no alcanzan 50 m²/día. Los caudales específicos altos se encuentran entre 5 y 10 l/s/m, los medios entre 1 y 2 l/s/m, y los bajos inferiores a 0,25 l/s/m.

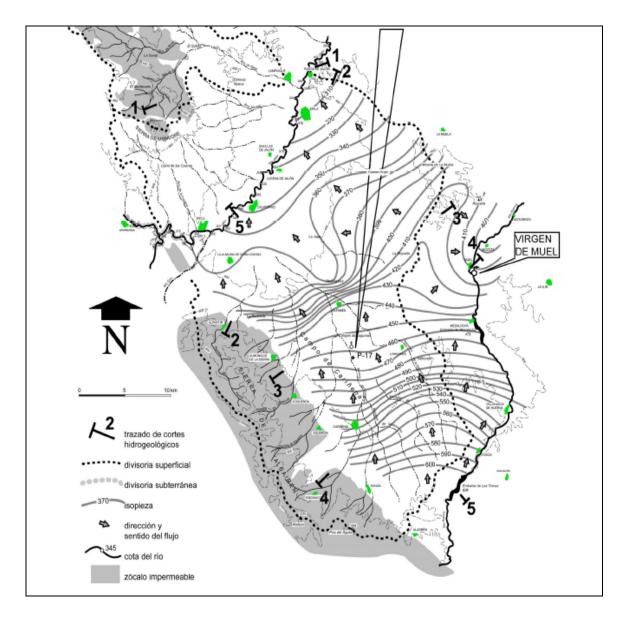


Figura 2. Dirección y sentido del flujo de la FGP Terciario detrítico en la MASb 091.075-Campo de Cariñena. Tomado de San Roman et al., 2002.

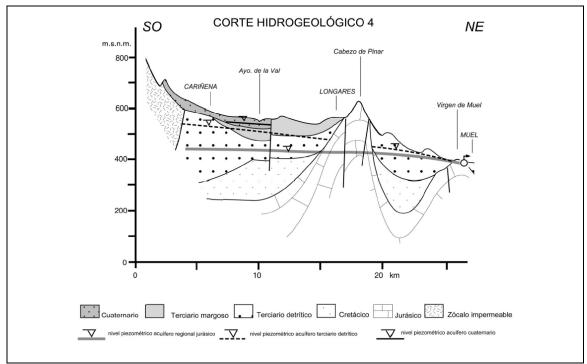


Figura 3. Corte hidrogeológico esquemático de la MASb 091.075-Campo de Cariñena. Dirección SO-NE. Tomado de San Román et al., 2002.

En cuanto a la **FGP Jurásico carbonatado** se refiere, el cauce del río Huerva aparece como un curso en situación permanente de río perdedor frente a aquella, que de esta forma transmite subterráneamente parte de sus caudales al río Jalón (De Miguel, J.L., 1998). Su recarga se produce fuera de los límites de esta MASb. Las isopiezas localizan el área de recarga hacia el SE, sobre las estribaciones mesozoicas de área de Belchite–Aguilón. En la FGP Jurásico carbonatado el flujo se orienta desde el SE hacia el NO, buscando las zonas de descarga del manantial de la Virgen de la Muel y el río Jalón (Figuras 3 y 4). Se dispone de pocos datos fiables de transmisividades directamente medidas, que hablarían de un valor medio próximo a los 2.000 m²/día. Sin embargo, deducciones basadas en los caudales específicos observados en los sondeos de explotación indicarían un rango de transmisividad media comprendido entre 100 y 400 m²/día, correspondientes a caudales específicos situados entre 1 y 5 l/s/m de descenso. Algunos valores excepcionales superan puntualmente los 10 e incluso los 20 l/s/m.

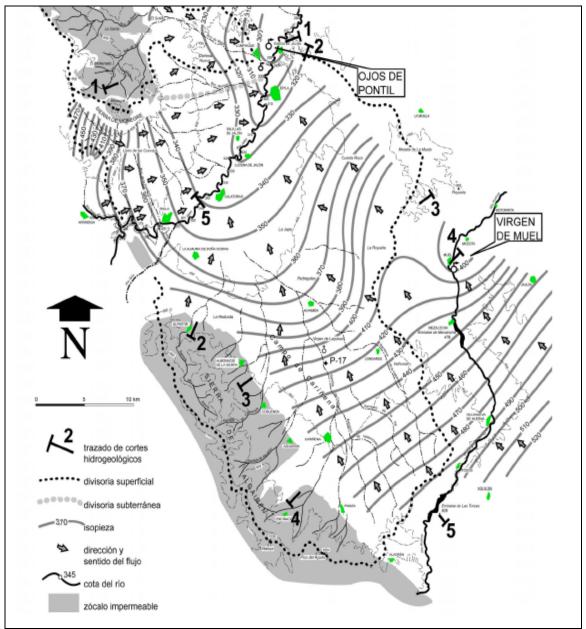


Figura 4. Dirección y sentido del flujo de la FGP Jurásico carbonatado en la MASb 091.075- Campo de Cariñena. Tomado de San Román et al., 2002.

En cuanto a la hidroquímica (Figura 5), las aguas de la FGP Terciario detrítico presentan facies complejas de tipo HCO_3 - SO_4 -Ca-Mg, con una salinidad variable. Allí donde recibe recargas a través de los excedentes de riego, sus aguas acentúan el carácter de sulfatadas-cálcicas. Su conductividad eléctrica varía usualmente entre 300 y 1.500 μ S/cm, con un valor más frecuente del orden de 550 μ S/cm. En el caso de la FGP Jurásico carbonatado, las muestras analizadas presentan facies mixtas cálcico-magnésicas con predominio de los iones HCO_3 y SO_4 , aunque en algunos casos, se puede encontrar el ión cloruro. La conductividad eléctrica se encuentra entre 500 y 2000 μ S/cm. En la cuenca del Huerva las aguas están menos mineralizadas, con valores de conductividad del orden de 550 μ S/cm. En la cuenca del Jalón la conductividad alcanza valores promedios de 1.500 μ S/cm. En el área de descarga, a lo largo del Jalón, adquieren un marcado carácter sulfatado (con valores de sulfato que pueden superar los 1.440

mg/l) y con cierto termalismo, circunstancia que confirma un esquema de circulación regional de profundidad media.

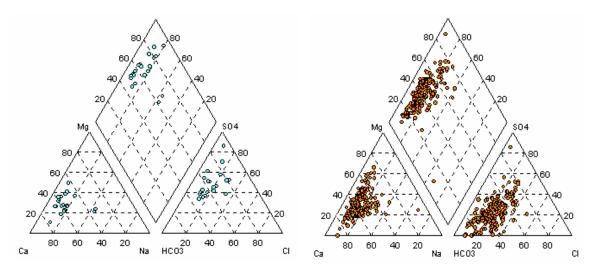
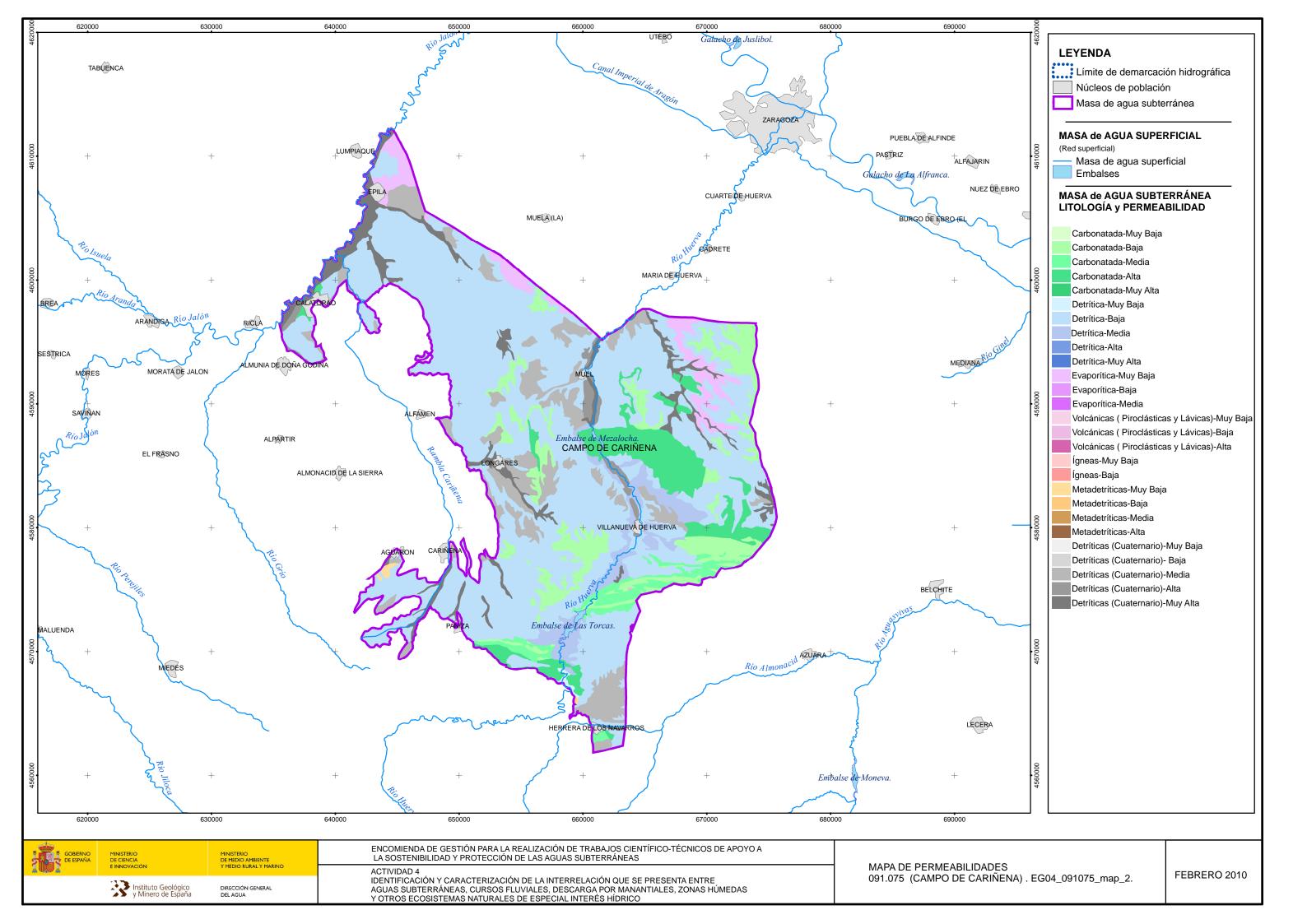


Figura 5. Representación de las facies hidroquímicas de las aguas procedentes de la FGP Jurásico carbonatado (izda.) y Terciario detrítico (dcha.)



2. Estaciones de control y medidas de caudales

Las estaciones de medida y control de la MASb 091.075 Campo de Cariñena corresponden tanto a estaciones de la red oficial de la CHE (6 estaciones que se sitúan íntegramente en el río Huerva), como a varias secciones de control de la red histórica de control de aguas subterráneas del IGME y puntos de control de caudales de la CHE.

2.1 Estaciones de la red oficial de aforos

Son 6 las estaciones de la red oficial de aforos de la CHE presentes en la MASb 091.075 Campo de Cariñena, y todas ellas se encuentran situadas, en mayor o menor medida, en el río Huerva.

Dos de ellas controlan las salidas de sendos embalses: la EA nº 813, lo hace del embalse de Mezalocha, mientras que la EA nº 814 lo hace del embalse de Las Torcas. La primera de ellas podría tratarse de una estación inactiva, ya que sólo dispone 2.191 datos, procedentes de una serie que va desde oct 68 a sep 74. La segunda dispone de una amplia serie que va desde oct 58 hasta ene 05, con abundantes datos (16.456).

Otras dos controlan las aguas del Huerva aguas abajo de los mencionados embalses: la EA nº 105, lo hace aguas abajo del embalse de Mezalocha, mientras que la EA nº 124 lo hace aguas abajo del embalse de Las Torcas. Ambas estaciones disponen de numerosos datos procedentes de amplias series. La primera dispone de 20.037 datos de una serie que va desde mar 46 hasta sep 02. La segunda tiene 19.358 datos de una serie que va desde oct 49 hasta sep 02.

Las otras dos restantes controlan los caudales de la acequia de Mezalocha en su ramal derecho (EA nº 408) e izquierdo (EA nº 409), unos cientos de metros aguas abajo de la EA nº 105. Ambas estaciones dispones del mismo escaso número de datos (5.113), teniendo en cuenta lo amplio de la serie: oct 65 a sep 90.

			Ubicación geográfica		С	auce	Serie de Datos			
Código estación	Nombre de	Estado	Coordenada UTM Huso 30		Cota		MAS	tos nib	e a tr	sen lad
de control	la estación	Estado	х	Y	(m snm)	Nombre	(codificación CEDEX)	Número de datos disponib les	Amplitu d de la serie	Indice de represen tatividad
814	Embalse de Las Torcas	Activa	660181	4573352	604	Huerva	836	16.456	oct 58 – ene 05	-
124	Las Torcas	Activa	660489	4573689	596	Huerva	836	19.358	oct 49 – sep 02	-
813	Embalse de Mezalocha	Inactiva	660777	4587836	469	Huerva	115	2.191	oct 68 – sep 74	-
105	Huerva en Mezalocha	Activa	660814	4588056	455	Huerva	115	20.037	mar 46 – sep 02	-
408	Acequia	Inactiva	660837	4588309	451	Huerva	115	5.113	oct 65 – sep 90	-

			Ubicación geográfica			Cauce		Serie de Datos		
Código	Nombre de		Coordenada UTM Huso 30		Cota		MAS	ro tos nib	itu la	e en ad
estación de control	la estación	Estado	х	Y	(m snm)	Nombre	(codificación CEDEX)	Núme de dat dispor les	Amplitu d de la serie	Indic de repres tativid
	Mezalocha dcha.									
409	Acequia Mezalocha izda.	Inactiva	660666	4588384	452	Huerva	115	5.113	oct 65 – sep 90	-

 Tabla 1.
 Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos

2.2 Estaciones de la red oficial de control hidrométrico

Según la información recopilada, no se dispone de puntos pertenecientes a la red oficial de control hidrométrico en esta MASb.

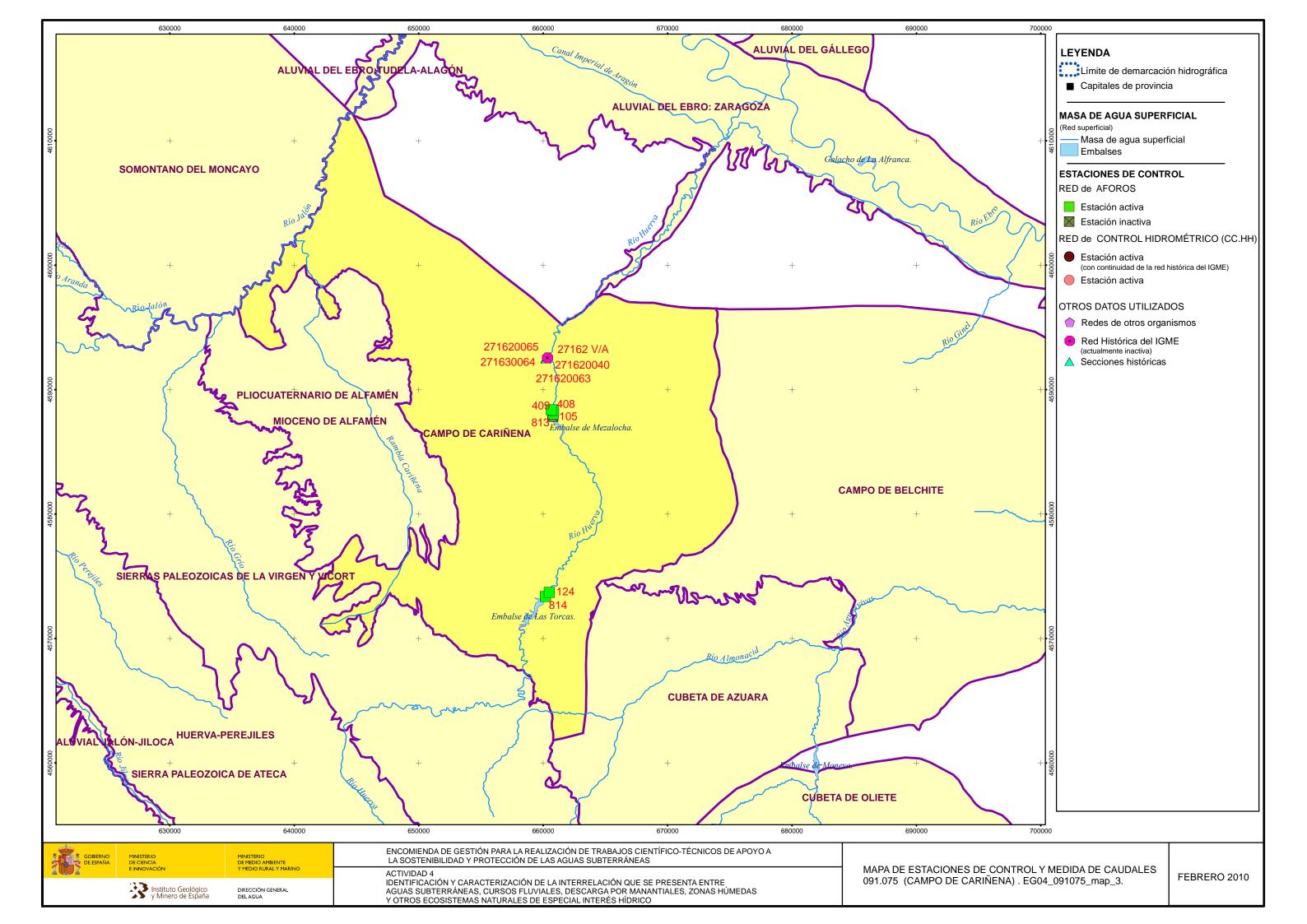
2.3 Otra información hidrométrica

No se tiene constancia de medidas específicas realizadas en trabajos desarrollados en el ámbito geográfico de la MASb, pero sí existen datos de aforos realizados tanto por el IGME en una sección de control que conformó la red histórica de control hidrométrico de este organismo, como en diferentes puntos de control establecidos por la CHE. Todos ellos circunscritos al entorno del manantial de la Virgen de la Muel.

Las secciones y puntos de control quedan sintetizadas en la siguiente tabla:

Código esta	ción			Datos	s de Caudal		
Código	Referencia bibliográfica	Observaciones	Número de datos	Amplitud de la serie	Caudal mínimo (l/s)	Caudal promedio (I/s)	Caudal máximo (l/s)
27162 V/A	IGME	Manantial de la Virgen de					
27 102 V/A	IGIVIL	la Muel	31	abr 89 – jun 01	-	55,7	123
271620040	(1)	Escala Manantial de la					
27 1020040		Virgen de la Muel	76	sep 85 – ago 06	-	76	146
		Canalillo con rejilla.					
271620065	(1)	Manantial de la Virgen de					
		la Muel	8	feb 02 – jul 06	0,2	5,3	9
271620067	(1)	Sobradera. Manantial de					
27 1020007		la Virgen de la Muel	7	ene 06 – jun 06	13	23,8	34
271620064	(1)	Salida molino. Manantial					
27 1020004		de la Virgen de la Muel	8	feb 02 – jul 06	0,6	2,7	4
(1) Punto de co	ontrol realizado por la	a CHE				•	•

 Tabla 2.
 Datos en estaciones de medida y control hidrométrico



3. Identificación y caracterización de los tramos de río relacionados con acuíferos

En la MASb 091.075 Campo de Cariñena se han identificado diferentes tramos con relación río-acuífero en los que interviene las FGPs definidas (Jurásico carbonatado y Terciario detrítico) y la principal MAS, río Huerva. El río Jalón, que constituye el límite común de las MASb 091.075 Campo de Cariñena y 091.072 Somontano del Moncayo, actúa, aguas abajo de la población de Calatorao, como colector principal de las descargas de las FGPs Jurásico carbonatado y Terciario detrítico de la MASb 091.075 Campo de Cariñena, tal y como ilustran las Figuras 3 y 4. Esta descarga se realiza tanto de manera difusa, a lo largo del cauce del río a través del cuaternario aluvial, como puntual en forma de manantiales, como son los conocidos como "Ojos de Toroñel" y "Ojos de Pontil", situados ambos en la margen izquierda del río Jalón entre las poblaciones de Épila y Lumpiaque, dentro de la vecina MASb Somontano del Moncayo.

El río Huerva desarrolla la mayor parte de su recorrido, con respecto a la FGP Jurásico carbonatado, en situación de cauce colgado. Hasta el embalse de Mezalocha, las aguas infiltradas drenarían, bien directamente o bien a través de la FGP Terciario detrítico, esencialmente hacia el río Jalón, mientras que aguas abajo del mencionado embalse el flujo de la FGP Jurásico carbonatado parece encauzarse de forma dominante hacia el manantial de la Virgen de la Muel (De Miguel, J.L., 1998). Con respecto a la FGP Terciario detrítico, el río Huerva muestra un comportamiento efluente aguas abajo del embalse de Mezalocha, mientras que aguas arriba de dicho punto no muestra un tipo de relación hidráulica evidente con el río, si bien, de acuerdo con lo recogido en la bibliografía (De Miguel, J.L., 1998), allí donde la FGP Terciario detrítico está en contacto hidráulico directo con la FGP Jurásico carbonatado, sus aguas son drenadas en profundidad por ésta. Sin embargo, los tramos superiores (Mioceno) de la FGP Terciario detrítico pueden localmente descargar de forma directa hacia el río Huerva, escapando al drenaje profundo de la FGP Jurásico carbonatado. De hecho, en los barrancos laterales del Huerva existen pequeños manantiales asociados a la presencia de niveles areniscosos y conglomeráticos terciarios.

3.1 Identificación y Modelo Conceptual

Dentro de la MASb 091.075 Campo de Cariñena se han definido 8 tramos donde existe conexión hidráulica entre MAS y la FGP Jurásico carbonatado. Los tramos identificados son los siguientes:

- Tramo río Huerva I (091.075.001-tramo conectado con la MAS código 821). Corresponde al tramo del río Huerva situado aguas arriba de la cola del embalse de Las Torcas en el que la MAS es drenada por la FGP Jurásico carbonatado al atravesar en unos 1.600 m la Fm Calizas y dolomías de Cuevas labradas, hasta la Fuente del Pez. La MAS relacionada es el río Huerva desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Las Torcas, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.
- Tramo río Huerva II (manantial de Fuente del Pez) (091.075.002-tramo conectado con la MAS código 821). Corresponde a un tramo del río Huerva situado ligeramente aguas arriba de la cola del embalse de Las Torcas y en este punto se produce la descarga estacional de la FGP Jurásico carbonatado en el manantial conocido como Fuente del Pez (aunque existen otros manantiales menos importantes: Fuente de la Hiedra, Fuente de Valdemanzano, etc.). La MAS relacionada es el río Huerva desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Las Torcas, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.
- Tramo río Huerva III (embalse de Las Torcas) (091.075.003-tramo conectado con la MAS código 75). Corresponde al tramo del río Huerva que se encuentra embalsado por la presa de Las Torcas (unos 3 km, aproximadamente) y en el que se produce una descarga inducida de la MAS hacia la FGP Jurásico carbonatado (De Miguel, J.L., 1998), a través de los materiales de Terciario detrítico, en la parte meridional del embalse, y de las facies weáldicas (arenas, areniscas, etc.) en la parte septentrional. La MAS relacionada es el río Huerva en el embalse de Las Torcas, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.
- Tramo río Huerva IV (091.075.004-tramo conectado con la MAS código 836). De acuerdo con la información bibliográfica manejada, aguas abajo del embalse de Las Torcas, el río Huerva es en buena parte de su recorrido un curso perdedor, sobre todo cuando atraviesa los materiales de la FGP Jurásico carbonatado en las estructuras anticlinales de Aguilón-Tosos, Villanueva de Huerva y Mezalocha; de ahí que no se observen manantiales ni surgencias difusas al atravesar la FGP Jurásico carbonatado (De Miguel, J.L., 1998). En este caso, dejando aparte los afloramientos jurásicos del

anticlinal de Mezalocha, sobre el que se apoya el vaso del embalse homónimo y que será tratado en el siguiente tramo, el tramo aquí considerado son unos 1.600 m en los que la MAS atraviesa la FGP Jurásico carbonatado (Fm Loriguilla e Higueruela – Malm), nada más pasar la presa del embalse. Hay que comentar que no se considera la potencial infiltración que puede tener desde la MAS hacia los materiales de la FGP Terciario detrítico¹ hasta llegar al anticlinal de Mezalocha, ni del cuaternario aluvial aguas abajo de Villanueva de Huerva. La MAS relacionada es el río Huerva desde la presa de Las Torcas hasta el azud de Villanueva de Huerva, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.

- Tramo río Huerva V (embalse de Mezalocha) (091.075.005-tramo conectado con la MAS código 71). Corresponde al tramo del río Huerva que se encuentra embalsado por la presa de Mezalocha (unos 2,5 km, aproximadamente) y en el que se produce una descarga de la MAS embalsada hacia la FGP Jurásico carbonatado (De Miguel, J.L., 1998), que aflora en el anticlinal de Mezalocha. La MAS relacionada es el río Huerva en el embalse de Mezalocha, que corresponde con un río mineralizado de baja montaña mediterránea.
- Tramo río Huerva VI (manantial de la Virgen de la Muel) (091.075.006-tramo conectado con la MAS código 115). Corresponde al tramo bajo del río Huerva en el que se produce la descarga de la FGP Jurásico carbonatado, concretamente de las formaciones del Malm, y de la FGP Terciario detrítico en el manantial de la Virgen de la Muel. La MAS relacionada es el río Huerva desde la presa de Mezalocha hasta su desembocadura en el río Ebro, que corresponde con un río mineralizado de baja montaña mediterránea.
- Tramo río Huerva VII (091.075.007-tramo conectado con la MAS 115). Corresponde al tramo bajo del río Huerva en el que se produce la descarga difusa de la FGP Terciario detrítico en el río, a partir del manantial de la Virgen de la Muel y hasta el límite de la MASb. La MAS relacionada es el río Huerva desde la presa de Mezalocha hasta su desembocadura en el río Ebro, que corresponde con un río mineralizado de baja montaña mediterránea.

De acuerdo con la información bibliográfica manejada (De Miguel, J.L., 1998), en todo el tramo el río Huerva tiene carácter influente con respecto a los materiales de la FGP Jurásico carbonatado y del Terciario detrítico. En este caso, se ha optado por incluir la relación con la FGP Jurásico carbonatado al considerar que la FGP Terciario detrítico recarga aquella (se ha deducido un flujo descendente hacia los materiales carbonatados en las zonas de recarga de ambas FGPs dentro de la MASb).

➤ Tramo río Jalón I (091.075.008-tramo conectado con la MAS 115). Corresponde al tramo final del río Jalón entre las poblaciones de Calatorao y Rueda de Jalón. En este tramo la MAS recibe tanto la descarga difusa de las FGPs Terciario detrítico y Jurásico carbonatado a través del Cuaternario (llanura aluvial bien desarrollada desde Ricla), como directa a través de dos manantiales: "Ojos de Toroñel", situado en Epila y "Ojos de Pontil", situado en Rueda de Jalón (ambos en la vecina MASb 091.072 Somontano del Moncayo). En total puede decirse que se trata de unos 13 km de longitud. La MAS relacionada es el río Jalón desde el río Grío hasta la desembocadura en el río Ebro, que corresponde con un eje mediterráneo-continentales mineralizados.

Código del tramo	Nombre del cauce		ionada según ción CEDEX	Caracterí	Formación Geológica Permeable		
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
091.075.001	Río Huerva	821	Río Huerva desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Las Torcas	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa influenciada	Jurásico carbonatado
091.075.002	Río Huerva	821	Río Huerva desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Las Torcas	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa influenciada	Jurásico carbonatado
091.075.003	Río Huerva	75	Río Huerva en el embalse de Las Torcas	Embalsada	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa influenciada	Jurásico carbonatado a través del Terciario detrítico
091.075.004	Río Huerva	836	Río Huerva desde la presa de Las Torcas hasta el azud de Villanueva de Huerva	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa influenciada	Jurásico carbonatado
091.075.005	Río Huerva	71	Río Huerva en el embalse de Mezalocha	Embalsada	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa influenciada	Jurásico carbonatado
091.075.006	Río Huerva	115	Río Huerva desde la presa de mezalocha hasta su desembocadura en el río Ebro	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa influenciada	Jurásico carbonatado y Terciario detrítico
091.075.007	Río Huerva	115	Río Huerva desde la presa de mezalocha hasta su desembocadura en el río Ebro	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa influenciada	Terciario detrítico
091.075.008	Río Jalón	446	Río Jalón desde el río Grío hasta su desembocadura en el Ebro	Río	Ejes mediterráneos- continentales mineralizados	Masa influenciada	Jurásico carbonatado y Terciario detrítico

 Tabla 3.
 Identificación de los tramos de ríos conectados

A continuación se describe el modelo conceptual de la relación río-acuífero de los tramos identificados en la MASb 091.075 Campo de Cariñena.

> Tramo río Huerva I 091.075.001). Corresponde al tramo del río Huerva en que éste atraviesa la FGP Jurásico carbonatado (concretamente la Fm Cuevas labradas) de una escama cabalgante de la estructura anticlinal de Aladrén-Jaulín y en la que el nivel

piezométrico se encuentra por debajo del nivel de base del río. Este hecho, a pesar de no contar con datos piezométricos que lo sustenten, se encuentra claramente recogido en la bibliografía manejada (sobre todo De Miguel, J.L., 1998).

El modelo conceptual del tramo corresponde a un <u>río perdedor con conexión difusa</u> <u>indirecta con efecto ducha</u> (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

Tramo río Huerva II (manantial de la Fuente del Pez) (091.075.002). Corresponde a la descarga de la FGP Jurásico carbonatada que se produce en la banda monoclinal de Aladrén, a través de una cobertura terciaria. Esta descarga se produce por el desbordamiento de la estructura anticlinal cabalgante de Aladrén, lo que provoca la ascensión de los flujos de la FGP a través del terciario en un rebose natural a una cota de 640m snm. Tiene el código IPA CHE 271710001.

El modelo conceptual para este tramo corresponde a un <u>río ganador con conexión directa</u> <u>puntual a través de un único manantial</u> (*código 451-Descarga puntual por un único manantial*). En este tramo, el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

Tramo río Huerva III (embalse de Las Torcas) (091.075.003). Corresponde al tramo del río Huerva que se encuentra embalsado por la presa de Las Torcas en el que se produce la infiltración a través de la FGP Terciario detrítico primero y de los niveles del weald después, alimentando a la FGP Jurásico carbonatado. Este hecho, a pesar de no contar con datos piezométricos que lo sustenten, se encuentra claramente recogido en la bibliografía (sobre todo De Miguel, J.L., 1998).

El modelo conceptual del tramo corresponde a un <u>río perdedor con conexión difusa</u> <u>indirecta con efecto ducha</u> (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

Tramo río Huerva IV (091.075.004). Corresponde al tramo del río Huerva en el que éste es en buena parte de su recorrido un curso perdedor, sobre todo cuando atraviesa los materiales de la FGP Jurásico carbonatado en las estructuras anticlinales de Aguilón-Tosos y Villanueva de Huerva². En estas estructuras en las que el río atraviesa los niveles de la FGP se produce un drenaje de la MAS a favor de la FGP Jurásico carbonatado, en unos 1.600 m, ya que el nivel piezométrico de la FGP Jurásico carbonatado se encuentra a una cota inferior a l a cota de nivel de base del río en el tramo (De Miguel, J.L., 1998).

² Como se comentó anteriormente, no se considera la potencial infiltración que puede tener desde la MAS hacia los materiales de la FGP Terciario detrítico hasta llegar al anticlinal de Mezalocha.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un <u>río perdedor con conexión difusa</u> <u>indirecta con efecto ducha</u> (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

Tramo río Huerva V (embalse de Mezalocha) (091.075.005). Corresponde al tramo del río Huerva que se encuentra embalsado por la presa de Mezalocha en el que se produce la recarga de la FGP Jurásico carbonatado de la estructura anticlinal de Mezalocha. En total puede decirse que se trata de unos 2,5 km de longitud de tramo en el que la FGP drena la MAS. En este tramo el nivel piezométrico se encuentra por debajo del nivel de base del vaso del embalse (unos 510m snm). Esto se ha podido constatar a partir de, entre otros, los datos procedentes de los sondeos Mezalocha-DPZ IPA 271620075 y Pozo ermita de San Pablo IPA 271660015, situados en las proximidades de la presa y la cola del embalse, respectivamente. Ambos explotan la FGP Jurásico carbonatado a cotas de 489 y 520m snm, con profundidades de 240 y 181m snm, respectivamente. Los niveles piezométricos medidos se encontraron a 441m snm (medida de diciembre de 2007) y 466m snm (medida de marzo de 1995), respectivamente.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un <u>río perdedor con conexión difusa</u> <u>indirecta con efecto ducha</u> (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

Tramo río Huerva VI (manantial de la Virgen de la Muel) (091.075.006). Corresponde a la descarga de la FGP Jurásico carbonatado (relación directa con los niveles del Malm) que se produce en la estructura anticlinal Muel-Jaulín por la progresiva desaparición del nivel carbonatado del Malm hacia el O, lo que hace que los materiales menos permeables del Terciario creen una barrera brusca de permeabilidad y produzcan un efecto "tapón" frente al flujo subterráneo jurásico, lo que obliga a éste a ascender hasta aflorar en superficie a través de rebose natural a una cota de 420m snm. A su vez, es también un punto de descarga de la FGP Terciario detrítico. Tiene el código IPA CHE 271620004.

El modelo conceptual para este tramo corresponde a un <u>río ganador con conexión directa</u> <u>puntual a través de un único manantial</u> (*código 451-Descarga puntual por un único manantial*). En este tramo, el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

➤ Tramo río Huerva VII (091.075.007). Corresponde a la descarga difusa de la FGP Terciario detrítico en el río Huerva a través del cuaternario aluvial. Aguas abajo del manantial de la Virgen de la Muel, se produce una descarga difusa, tal y como se deduce de la disposición de isopiezas de la Figura 2 y de la bibliografía consultada (De Miguel, J.L.,

1998). En total puede decirse que se trata de unos 6 km de longitud de tramo en el que la MAS drena la FGP Terciario detrítico.

El modelo conceptual para este tramo corresponde a un <u>río ganador con conexión difusa</u> directa (*401-Conexión difusa directa en cauces efluentes*). En este tramo, el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

➤ Tramo río Jalón I (091.075.008). Corresponde al tramo final del río Jalón entre las poblaciones de Calatorao y Rueda de Jalón. En este tramo la MAS recibe tanto la descarga difusa de las FGPs Terciario detrítico y Jurásico carbonatado a través del Cuaternario aluvial, como directa a través de los manantiales "Ojos de Toroñel" y "Ojos de Pontil" (ya en la vecina MASb 091.072 Somontano del Moncayo). Esta zona sigue la traza del manto de cabalgamiento de El Sotillo-Epila, que fuerzan el ascenso (rebose hidrogeológico) de las aguas del flujo regional de la FGP Jurásico carbonatado en dicha zona. No obstante, parece que, de acuerdo con la temperatura de emergencia del agua en el manantial "Ojos de Toroñel" (21, 5°C), en este caso el drenaje se produce por efecto de una barrera hidráulica importante en la que se produciría el enfrentamiento de la FGP Lías con el terciario margo-yesífero (San Román, J., 1994). En el caso de los "Ojos de Pontil", se trata de un área húmeda de unas 6 ha con abundante vegetación palustre en la que aparecen varios "Ojos" de dimensiones métricas.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un <u>río ganador con conexión mixta difusa</u> <u>indirecta y a través de manantiales (código 471-Conexión mixta difusa directa y a través de manantiales en cauces efluentes)</u>. En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

Código del tramo	Nombre del cauce	Modelo conceptual relación río- acuífero	Régimen hidrogeológico	Características del lecho del cauce	Hidrogeología del techo	Génesis de la descarga	Longitud del tramo (m)
091.075.001	Río Huerva	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Influenciado	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	1	-	2.450
091.075.002	Río Huerva	Descarga puntual por un único manantial	Influenciado	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	1	Rebose hidrogeológico	360
091.075.003	Río Huerva	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Influenciado	Con depósitos cuaternarios	-	-	3.130
091.075.004	Río Huerva	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Influenciado	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	-	2.930
091.075.005	Río Huerva	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Influenciado	Con depósitos cuaternarios	-	-	2.515
091.075.006	Río Huerva	Descarga puntual por un único manantial	Influenciado	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Rebose hidrogeológico	650
091.075.007	Río Huerva	Descarga difusa directa a través de tramo permeable	Influenciado	Con depósitos cuaternarios	-	Descarga hidráulica en tramo permeable.	7.650
091.075.008	Jalón	Conexión mixta difusa indirecta y a través de manantiales en cauces efluentes	Influenciado	Con depósitos cuaternarios	-	Descarga hidráulica en tramo permeable. En el caso de los manantiales: barrera hidráulica con materiales margo- yesíferos y rebose hidrogeológico asociado a la falla Nor- ibérica.	25.420

 Tabla 4.
 Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos

3.2 Relación río-acuífero

Los tramos de cauce donde se ha definido conexión río-acuífero en la MASb 091.075 Campo de Cariñena corresponden a:

- Tramo ganador mediante conexión puntual por un único manantial (091.075.002 Manantial de la Fuente del Pez y 091.075.006 - Manantial de la Virgen de la Muel).
- Tramo ganador mediante conexión difusa directa (091.075.007 río Huerva VII).
- Tramo ganador con conexión difusa y descarga a través de varios manantiales (091.075.008).
- Tramo perdedor mediante conexión difusa indirecta con efecto ducha (091.075.001 río Huerva I, 091.071.003 embalse de Las Torcas, 091.075.004 río Huerva IV y 091.075.005 embalse de Mezalocha).

A partir de los datos existentes, únicamente es posible cuantificar los tramos 091.075.002 y 091.079.006, correspondiendo dichos datos a medidas de control hidrométrico realizadas por la

CH Ebro, IGME y diferentes trabajos llevados a cabo por la Cátedra de Hidrogeología de la Universidad de Zaragoza, que aparecen recogidos en la bibliografía.

En la MASb Campo de Cariñena existen 6 estaciones oficiales de aforos que controlan, de una u otra manera, las salidas de los embalses de Las Torcas (EA nº 814 y 124) y de Mezalocha (EA nº 813 y 105) y la acequia Mezalocha en su ramal izquierdo (EA nº 409) y derecho (EA nº 408), de manera que sus datos no pueden ser utilizado para cuantificar ninguno de los tramos de relación río-acuífero identificados.

Mención especial merece el tramo 091.075.008, que resulta límite compartido con la MASb 091.072 Somontano del Moncayo, en el que la descarga se produce de manera difusa al río Jalón y directa a través de los manantiales de los Ojos de Toroñel y Pontil, que se integran en la vecina MASb 091.072. Dado que la única cuantificación posible sería la de las descargas directas, ya que no es posible cuantificar las descargas difusas al Jalón de las FGPs que transcurren por la MASb 091.075 Campo de Cariñena al no existir datos para ello, se ha optado por presentar el tramo sin posible cuantificación en esta MASb, no así en la vecina 091.072 en la que sí se recogerías las descargas directas en los mencionados manantiales.

3.2.1 Análisis de series de aforos

Tal y como aparece resumido en la tabla siguiente, las únicas cuantificaciones posibles en la MASb 091.075–Campo de Cariñena son las realizadas para los tramos 091.075.002 (manantial de la Fuente del Pez) y 091.075.006 (manantial de la Virgen de la Muel), en los que se producen las descargas en forma de únicos manantiales de la FGP Jurásico carbonatado.

El manantial de la Fuente del Pez (código IPA 271710001) no ha sido apenas controlado ni por la CHE ni por el IGME. En las bases de datos de ambos organismos figura un caudal de 300 l/s, que fue medido únicamente el día 22 de noviembre de 1979.

El manantial de la Virgen de la Muel (código IPA 271620004) ha sido escasamente controlado por la CHE y dispone de una serie de 9 medidas tomadas en el periodo jun 1979-ago 2006, que arrojan un caudal promedio de 60 l/s, con un máximo de 150 l/s y un mínimo de 5 l/s.

3.2.2 Otros datos hidrométricos

Los datos disponibles, tanto de la CHE como del IGME, que permiten cuantificar la relación 091.075.001 corresponden a la CHE y el IGME, que en sus respectivas bases de datos indican un caudal de 300 l/s, medidos únicamente el día 22 de noviembre de 1979. Los que permiten cuantificar la relación 091.075.004 corresponden a los siguientes puntos de control:

- ➤ Escala del manantial de la Virgen de la Muel (código IPA 271620040), controlado por la CHE y con una serie 76 medidas tomadas en el periodo sep 85 ago 06, con los que obtuvo un caudal promedio de 76 l/s.
- Sección histórica 27162 V/A del IGME, correspondiente a una escala situada en el manantial de la Virgen de la Muel, que cuenta con 11 medidas de caudal tomadas únicamente durante el periodo de abr 89 jun 01, con las que obtuvo un caudal promedio de 55,7 l/s.

Asimismo, diferentes trabajos llevados a cabo por la Cátedra de Hidrogeología de la Universidad de Zaragoza recogen una cuantificación de la descarga del manantial de 100 l/s, sin que se conozca los datos de la serie tenida en cuenta para obtener dicha cuantificación (véase referencias bibliográficas).

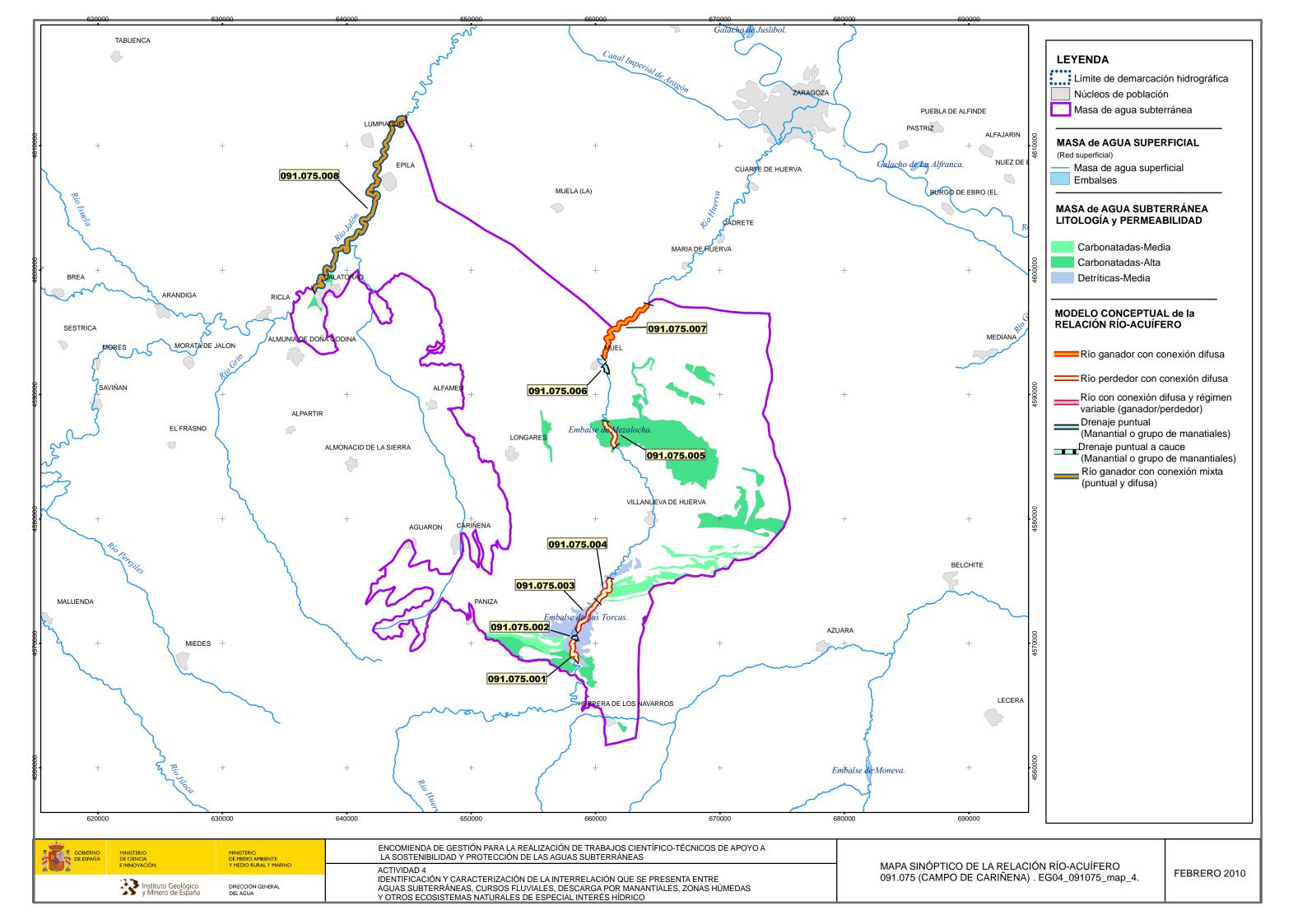
Por último, en el informe de concesiones en las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón" (CHE. 2008), se indican unas descargas dispersas al Jalón aguas abajo de la localidad de Calatorao en periodo de estiaje (medidas sucesivas efectuadas en los meses de septiembre de los años 2001 a 2006) de entre 655 y 2.235 l/s. Estas descargas proceden tanto de la MASb en estudio como de las MASb contiguas de la margen izquierda del Jalón (091.072 y 091.077), siendo difícil su cuantificación individualizada.

		Cua	ntificación			
Código Tramo	Descarga puntual QCD (l/s)	Relación Unitaria de Transferencia RUT (l/s/m)	Conexión difusa Amplitud de la serie (ASU)	Régimen hidrológico	Observaciones	
091.075.001			xisten datos	Influenciado	-	
091.074.002	300 ⁽¹⁾ 300 ⁽²⁾		-	Natural	Se trata de la descarga puntual del manantial de la Fuente del Pez que figura en las bases de datos de la CHE y del IGME.	
091.075.003		No ex	xisten datos	Influenciado	-	
091.075.004		No ex	xisten datos		Influenciado	-

	Cua	ntificación		Observaciones	
Descarga puntual QCD (l/s)	Relación Unitaria de Transferencia RUT (l/s/m)	Conexión difusa Amplitud de la serie (ASU)	Régimen hidrológico		
	No ex	xisten datos	Influenciado	-	
76 ⁽¹⁾ 55,7 ⁽²⁾ 100 ⁽³⁾		-		Natural	Se trata de la descarga del manantial de la Virgen de la Muel. Según la base de datos de la CHE y del IGME el manantial tiene el código 271620004.
	No ex	xisten datos		Influenciado	-
	No ex	xisten datos	Influenciado	-	
	puntual QCD (l/s) 76 ⁽¹⁾ 55,7 ⁽²⁾	Descarga puntual QCD (I/s) Relación Unitaria de Transferencia RUT (I/s/m) No exitation Provincia Rum	Relación Unitaria de Transferencia RUT (I/s/m) No existen datos No existen datos No existen datos	Descarga puntual QCD (I/s) Relación Unitaria de Transferencia RUT (I/s/m) No existen datos No existen datos No existen datos No existen datos	Descarga puntual QCD (I/s) Relación Unitaria de Transferencia RUT (I/s/m) No existen datos No existen datos Régimen hidrológico Número de datos (NAE) Influenciado Natural No existen datos Influenciado No existen datos Influenciado

Tabla 5. Resumen de la cuantificación río-acuífero

Dato obtenido de la base de datos del ISME (3) Dato obtenido de los diferentes trabajos realizados por la Cátedra de hidrogeología de la Universidad de Zaragoza y publicados (véase referencias bibliográficas)



4. Manantiales

A continuación se describen los manantiales existentes en la MASb 091.075 Campo de Cariñena, diferenciando entre manantiales principales, aquellos vinculados a las FGPs Terciario detrítico o Jurásico carbonatado y que, por tanto, corresponden a puntos de descarga significativos del sistema hidrogeológico, de aquellos otros manantiales que están asociados a otras formaciones permeables, o que constituyen puntos hidrogeológicos de menor entidad dentro de las FGPs definidas, o que no tienen relación con cauce superficial.

Los manantiales que se describen a continuación, proceden de dos fuentes:

- Base de Datos Aguas del IGME.
- Base de datos IPA facilitado por la Confederación Hidrográfica del Ebro.

4.1 Manantiales principales

En el ámbito de la MASb 091.079-Campo de Cariñena se han identificado dos manantiales principales que corresponden con descargas de la FGP Jurásico carbonatado: manantial de la Fuente del Pez, relacionado con el tramo 091.075.002 y el manantial de la Virgen de Muel, relacionado con el tramo 091.075.006.

A continuación se describen las características del principal manantial:

- Manantial de Fuente del Pez: Se localiza en la parte meridional de la MASb, en la localidad de Los Tosos, y aguas arriba de la cola del embalse de Las Torcas. Corresponde a la descarga estacional (De Miguel, J.L., 1998) de la FGP Jurásico carbonatado de la banda monoclinal de Aladrén, que se produce al contactar los materiales carbonatados de la escama cabalgante con las areniscas y arcillas Miocenas y producirse un gran contraste de permeabilidad (barrera brusca), a través de rebose natural a una cota de 640m snm. Tiene el código IPA CHE 271710001 y según la información recogida en la base de datos de la CHE, su descarga se estima a partir de una medida puntual realizada el 22 de noviembre de 1979 en 300 l/s. Igual caudal histórico de descarga es el que aparece recogido en la base de datos del IGME, que así lo estima a partir de 2 medidas realizadas también el 25 de abril de 1980. Sus aguas son bicarbonatadas cálcicas, no excesivamente mineralizadas y con componente sulfatado (38% del total de los equivalentes aniónicos), lo que es típico de la FGP Jurásico carbonatado en toda la Cadena Ibérica (De Miguel, J.L., 1998).
- Manantial de la Virgen de la Muel: Se localiza en la parte septentrional de la MASb, en la localidad de Muel, en las cercanías del río Huerva. Corresponde a la descarga de la FGP Jurásico carbonatado que se produce en la estructura anticlinal de Muel-Jaulín por la

progresiva desaparición del nivel carbonatado del Malm hacia el O, lo que hace que los materiales menos permeables del Terciario creen una barrera brusca de permeabilidad y produzcan un efecto "tapón" frente al flujo subterráneo jurásico, lo que obliga a éste a ascender hasta aflorar en superficie a través de rebose natural a una cota de 420m snm. Tiene el código IPA CHE 271620004. Los datos de aforos disponibles indican una descarga promedio de 60 l/s (9 medidas registradas en el periodo jun 1979-ago 2006), con valores que oscilan entre 150 l/s y 5 l/s. A su vez, la CHE aforó la escala del manantial en su punto de control 271620040, en el periodo sep 85 – ago 06, con los que obtuvo un caudal promedio de 76 l/s. Además, el IGME realizó 11 aforos en el manantial en su sección histórica 27162 V/A, en el periodo abr 89 – jun 01, con los que obtuvo un caudal promedio de 55,7 l/s.

Manantial	Código NIPA	Cauce receptor de la	Tramo conexión río-			Ubicación Coordenadas UTM Huso 30		Coordenadas UTM		Cota (m	FGP relacionada y Génesis Hidrogeológica
	(IGME)	descarga	acuífero	X	Y	snm)	i ildi ogeologica				
Fuente del Pez	271710001	Huerva	091.075.002	658666	4570401	640	Rebose hidrogeológico asociado a brusca barrera de permeabilidad entre la FGP Jurásico carbonatado y los materiales del Terciario detrítico.				
Virgen de la Muel	271620004	Huerva	091.075.006	660374	4592363	420	Rebose hidrogeológico asociado a brusca barrera de permeabilidad entre la FGP Jurásico carbonatado y los materiales del Terciario detrítico.				

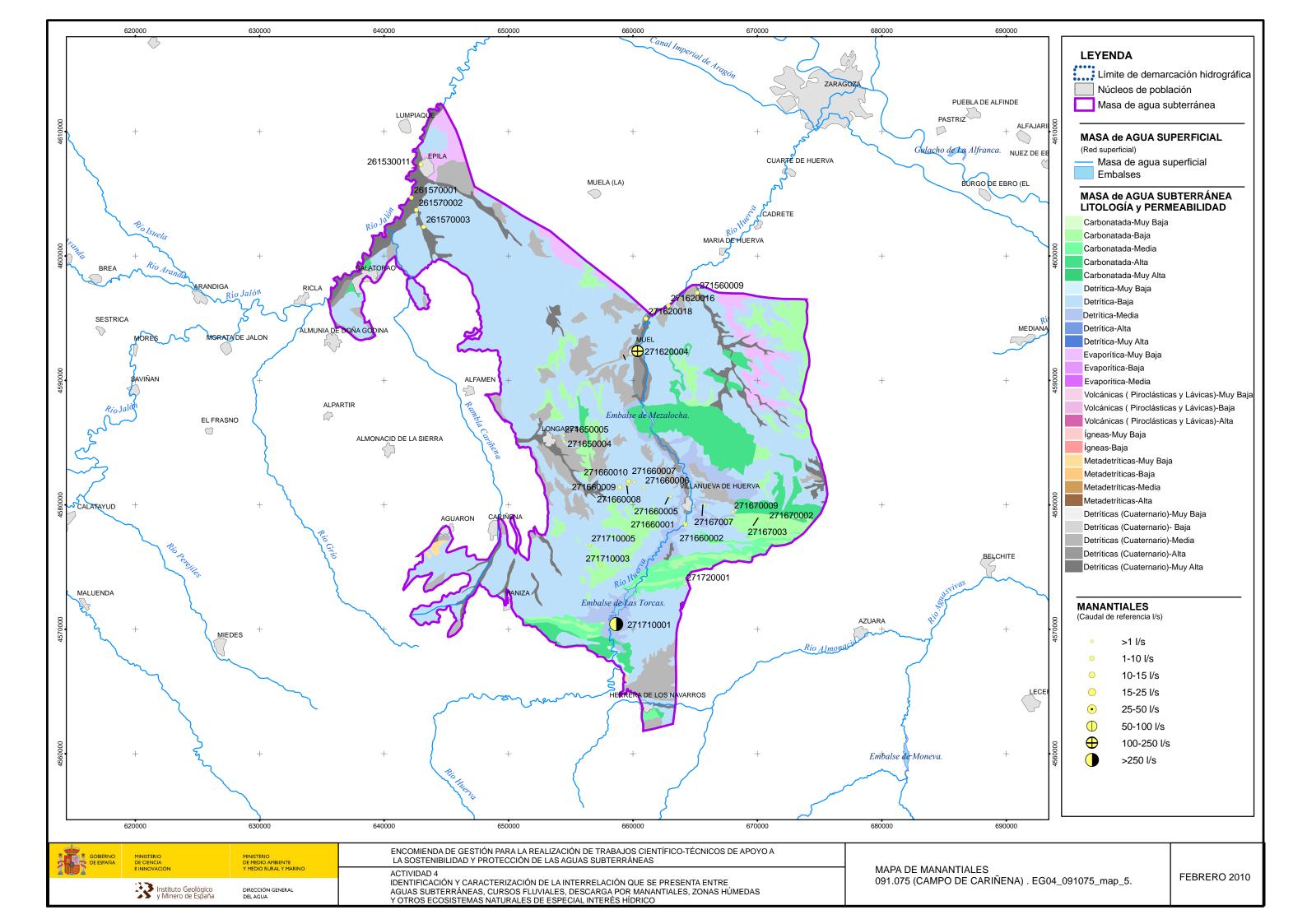
 Tabla 6.
 Manantiales principales. Campo de Cariñena (091.075)

4.2 Resto de manantiales

En la MASb Campo de Cariñena se han inventariado otros manantiales de menor entidad que constituyen descargas menores de la FGP Terciario detrítico. Entre ellos se encuentran los siguientes:

- Manantiales de Aguilón: De los tres manantiales inventariados (códigos IPA 271720001 a 271720003), el de mayor caudal es el 271720002, que figura con un caudal histórico de 10 l/s, obtenido a partir de 2 medidas realizadas el 20 de noviembre de 1979 por el IGME. Con un caudal de 36 l/s medidos el mismo día figura en la base de datos de la CHE. Los otros dos manantiales tienen caudales inferiores a los 5 l/s.
- ➤ En los barrancos laterales del río Huerva (ambas márgenes) a la altura de Villanueva de Huerva y a cotas en torno a los 600m snm, existen pequeños manantiales asociados a la presencia de niveles areniscosos y conglomeráticos del Terciario detrítico (De Miguel, J.L., 1998). Entre los manantiales que se adscriben a este modelo, en los que la mayoría conforman surgencias de poca entidad con caudales inferiores a 5 l/s, se encuentran los siguientes: Códigos IPA 271670002, 271670003, 271670007 y 271670009 de los situados en la margen derecha y 271660005 a 271660010 los de la margen izquierda.

- Aguas arriba de Villanueva de Huerva, casi en el propio cauce del Huerva, se encuentran 2 manantiales a cota de 540m snm (códigos IPA CHE 271660001 y 271660002), que no tienen uso.
- Manantiales de Longares (códigos IPA 271650004 y 271650005). Ambos con caudales inferiores a los 2 l/s.
- En la llanura aluvial del Huerva, aguas abajo del manantial de la Virgen de Muel y en el límite de la MASb a una cota de entre 390 y 380m snnm, se encuentran varios manantiales con caudales inferiores a los 10 l/s. Los códigos IPA son los siguientes: 271620016 (La Almenara − 3 l/s), 271620018 (Fuente La Teja − 10,8 l/s), 271620019 (El Majar − 1,8 l/s), 271560008 (1 l/s) y 271560009 (Bco. del Vicario − 8 l/s).
- ➤ En la llanura aluvial del río Jalón, en su margen derecha en las cercanías de Epila se encuentran diferentes manantiales que drenan la FGP Terciario detrítico. Los manantiales con códigos IPA 261570001 a 261570003, figuran con caudales inferiores a 10 l/s, mientras que en las cercanías se encuentra el 261530011, que figura con un caudal histórico de 14 l/s, obtenido a partir de 1 medida realizada el 15 de noviembre de 1979 por el IGME y la CHE.



5. Zonas húmedas

En esta MASb no existe ningún humedal.

6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

6.1 Valoración de la información utilizada y de los resultados obtenidos

Con la información existente, no se consideran razonablemente controladas y, por tanto, fiables las cuantificaciones expuestas de las descargas de la FGP Jurásico carbonatado en sus tramos 091.075.002 – manantial de la Fuente del Pez y 091.075.006 – manantial de la Virgen de la Muel. Se considera insuficiente, aún siendo conscientes de la posible irregularidad de la descarga, una única medida para el caso del tramo 091.075.002 y, para el caso del tramo 091.075.006, se pone de manifiesto una importante diferencia entre los datos aportados por las distintas fuentes de información, aunque no se trate de caudales altos. De modo que, para ambos tramos, se considera necesario llevar a cabo actuaciones encaminadas a confirmar con mayor rigor las descargas de ambos manantiales.

En cuanto al resto de los tramos, los datos existentes no han resultado útiles para poder cuantificar el resto de las relaciones río-acuífero identificadas, que, básicamente, se trata de tramos en los que la MAS (río Huerva) tiene un comportamiento influente respecto a las FGPs definidas, excepto los tramos 091.075.007 en el que tiene un comportamiento efluente, aguas abajo del manantial de la Virgen de Muel, y el tramo 091.075.008, que en el ámbito estricto de esta MASb, el río Jalón recibe una descarga difusa a través del cuaternario aluvial de las FGPs Terciario detrítico y Jurásico carbonatado.

6.2 Propuesta de actuaciones

Al respecto de las cuantificaciones realizadas y no realizadas, cabe realizar las siguientes consideraciones encaminadas a determinar la conveniencia o no de llevar a cabo actuaciones futuras:

- ➤ Dado que no se consideran adecuadas las cuantificaciones presentadas para los tramos 091.075.002 y 091.075.006, se propone se lleve a cabo una campaña de aforos de un año de duración y periodicidad quincenal en ambos manantiales, al objeto de cuantificar con mayor rigor y fiabilidad las aportaciones en ambos puntos. Otra opción sería la construcción de una estación de aforos a cola del embalse de las Torcas, para poder controlar las ganancias del río en el tramo 091.075.002 mediante análisis diferencial con la estación de Cerveruela.
- ▶ Para el tramo 091.075.001 en el que la MAS es drenada por la FGP Jurásico carbonatado se recomienda la realización de una campaña de aforos diferenciales de

un año de duración y periodicidad mensual en dos puntos del río Huerva: el punto de inicio a la entrada del río en la MASb, en las proximidades de las Parideras de Cobatillo o San Miguel (estación nº 1 de la tabla 7) y el fin aguas arriba de la cola del embalse de las Torcas y del manantial de la Fuente del Pez (estación nº 2 de la tabla 7).

- ➤ Considerando que los tramos 091.075.003 y 091.075.005 son tramos de embalses en los que la MAS es drenada por las FGP definidas, no se considera factible estimar si quiera las pérdidas que en ambos tramos se producen.
- ➤ A pesar de saber que el tramo 091.075.004 se encuentra influenciado por numerosas obras de regulación (como son los embalses de Las Torcas y de Mezalocha, el azud de Villanueva de Huerva, etc.), se recomienda llevar a cabo una campaña de aforos de un año de duración y periodicidad mensual en un punto del río Huerva a la altura de la localidad de Los Tosos (estación nº 3 de la tabla 7), para que, junto con las mediciones que se realizan en la EA nº 124, situada aguas debajo de la presa de Las Torcas, se pueda establecer un aforo diferencial y permita cuantificar la pérdida de dicho tramo.
- ➢ Para el tramo 091.075.007 en el que la FGP Terciario detrítico es drenada por la MAS se recomienda la realización de una campaña de aforos diferenciales de un año de duración y periodicidad mensual en dos puntos del río Huerva: el punto de inicio aguas abajo del manantial de la Virgen de la Muel (estación nº 4 de la tabla 7) y el fin en la localidad de Botorriza, antes de entrar en el ámbito de la MASb 091.058 (estación nº 5 de la tabla 7). Además habría que controlar la complicada infraestructura de riego existente, lo que puede condicionar los resultados.
- ➢ Para el tramo 091.075.008 en el que el río Jalón recibe la descarga difusa de las FGPs Terciario detrítico y Jurásico carbonatado desde la población de Calatorao, se propone la realización de una campaña de aforos de un año de duración y periodicidad quincenal en un punto del río Jalón situado en la localidad de Calatorao (estación nº 6 de la tabla 7) y otro aguas abajo en la población de Rueda de Jalón (estación nº 7 de la tabla 7). Además habría que realizar un control diferencial de la infraestructura de riego existente. Otra opción sería realizar una estación de aforo sobre el curso del Jalón en Ricla, para poder utilizarla como aforo diferencial con la estación de Grisén (aguas abajo).
- Por último sería interesante efectuar una instrumentalización mediante limnígrafo de la descarga del manantial de La Virgen en Muel, y la construcción de dos puntos de control piezométrico; uno de ellos en la zona de cola del embalse de Las Torcas y el otro aquas arriba de Mezalocha.

Nº estación	UTM X	UTM Y	Cota (m s.n.m.)	Cauce	Objetivo				
1	658531	4567247	663	Huerva	Cuantificar la relación río-acuífero 091.075.001 (FGP Jurásico carbonatado que drena la MAS) al inicio del tramo				
2	658311	4570421	635	Huerva	Cuantificar la relación río-acuífero 091.075.001 (FGP Jurásico carbonatado que drena la MAS) al final del tramo				
3	661757	4574144	607	Huerva	Cuantificar la relación río-acuífero 091.075.004 (FGP Jurásico carbonatado que drena la MAS) al final del tramo				
4	660410	4592797	400	Huerva	Cuantificar la relación río-acuífero 091.075.007 (MAS que drena la FGP Terciario detrítico) al inicio del tramo				
5	664173	4597209	356	Huerva	Cuantificar la relación río-acuífero 091.075.007 (MAS que drena la FGP Terciario detrítico) al final del tramo				
6	638333	4599644	338	Jalón	Cuantificar la aportación difusa en el tramo 091.075.008 (MAS que drena las FGPs Terciario detrítico y Jurásico carbonatado) al inicio del tramo				
7	644191	4612071	290	Jalón	Cuantificar la aportación difusa en el tramo 091.075.008 (MAS que drena las FGPs Terciario detrítico y Jurásico carbonatado) al inicio del tramo				

 Tabla 7.
 Estaciones de control propuestas relación río-acuífero

7. Referencias Bibliográficas

- (1) Confederación Hidrográfica del Ebro (1991): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Ebro (Plan Hidrológico).
- (2) IGME (1981): Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Ebro. Informe Final.
- (3) IGME (1972): Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000 2ª serie. Hojas 382, 383, 410, 411, 438 y 439.
- (4) De Miguel Cabezas, J.L. (1988): El agua en el sistema acuífero de Alfamén. Estudio hidrológico y de gestión. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Inédito.
- (5) Sánchez Navarro, J.A., et al. (1990): El drenaje subterráneo de la Cordillera Ibérica en la depresión del Ebro: Aspectos geológicos. Geogaceta 8, pp: 115-118.
- (6) Sánchez Navarro, J.A., et al. (1992): Isopiezas y direcciones de flujo regional en el acuífero carbonatado mesozoico del margen ibérico de la depresión del Ebro. Geogaceta 11, pp: 122-124.
- (7) San Román, J. et al. (2002): Guía excursión técnica: Hidrogeología de la cuenca baja del Jalón. Jornadas sobre Presente y futuro de las aguas subterráneas en España y la Directiva Marco Europea. AIH-GE. Zaragoza.
- (8) Dirección General del Agua (2004-2006): Trabajos de apoyo para atender los requerimientos de la Directiva Marco en materia de planificación hidrológica (Cuenca del Ebro).
- (9) SGOP-CHE (1990). Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos relacionados con la provincia de Zaragoza. UH nº 37 (Jalón-Huerva)
- (10) CHE (2008). Establecimiento de las normas de otorgamiento de concesiones en las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón.

8. Bibliografía de interés

- (1) Custodio, E. y Llamas, M.R (2001): Hidrología Subterránea. Editorial Omega, Barcelona.
- (2) Web de la Confederación Hidrográfica del Ebro: www.chebro.es
- (3) Web del Instituto Geológico y minero de España: www.igme.es

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. 091.075-Campo de Cariñena
manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. 091.075-Campo de Cariñena
Anejo 1. Tabla de estaciones de control y medida

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. 091.075-Campo de Cariñena

Estación de control y medida		Cauce		Régimen hidrológico		MASb (a)				Situación				
Código	Nombre	Tipo	Código	Nombre	Tipo	Observaciones	Código	Nombre	FGP	Código	Cauce	Descripción	geográfica respecto al tramo	
EA 814	Embalse de Las Torcas	02	75	Huerva	Influen ciado		091.075	Campo de Cariñena	Jurásico carbonatado	091.075.003	Huerva embalsado	-	Aguas abajo	
EA 124	Las Torcas	02	836	Huerva	Influen ciado		091.075	Campo de Cariñena	Jurásico carbonatado	091.075.004	Huerva	-	-	
EA 813	Embalse de Mezalocha	01	71	Huerva	Influen ciado		091.075	Campo de Cariñena	Jurásico carbonatado	091.075.005	Huerva embalsado	-	Aguas abajo	
EA 105	Huerva en Mezalocha	02	115	Huerva	Influen ciado		091.075	Campo de Cariñena	Jurásico carbonatado	-	Huerva	-	-	
EA 408	Acequia Mezalocha dcha.	02					091.075	Campo de Cariñena	-	-	-	-	-	
EA 409	Acequia Mezalocha izda.	02					091.075	Campo de Cariñena	-	-	-	-	-	

Anejo 2. Listado de manantiales

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. 091.075-Campo de Cariñena

Masa de aguas subterránea asociada (Codmsbt_def)			091.075	Campo de Cariñena						LICTADO	DE MAN		O PRINCIPAL FO	
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (Cod_demar_id				Ebro				LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES						
Código del	Código del Código IGME	Nombre del manantial (Nombre_mant)	Tramo relación río-acuífero asociado (Codrioacuif_id)	Formación geológica asociada (FGP_mant)	Ubicación geográfica			Cota MDT del	Datos de Caudales (l/s)				Uso del manantial-	
manantial (Cod_mant)	del manantial (Codigme_mant)				Coordenad as UTM- Huso 30 (CoorX_mant)	Coordenad as UTM- Huso 30 (CoorY_mant)	Cota del manantial (Cota_mant)	manantial (Cotamdt_mant)	Caudal histórico IGME (Qhistigme_mant)	Mínimo	Promedio	Máximo	IGME (Usoigme_mant) ((Uso_mant)	
271710001	271710001	Fuente del Pez	091.075.002	Jurásico carbonatado	658666	4570401	640	705	300	,	-	-	No se utiliza	
271620004	271620004	Virgen de la Muel	091.075.006	Jurásico carbonatado	660374	4592363	420	423	150	1	-	ı	Abastecimiento a núcleos urbanos y otras actividades	