

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

091.076 PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO



Instituto Geológico
y Minero de España

DIRECCIÓN GENERAL
DEL AGUA

**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**

091.076 PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	1
1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS	1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO	4
1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad	4
1.2.2 Estructura geológica	4
1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico	5
2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES	11
2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS	11
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO	11
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA	11
3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS	14
3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL	14
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO	15
3.2.1 Análisis de series de aforos	16
3.2.2 Otros datos hidrométricos	16
4. MANANTIALES	18
4.1 MANANTIALES PRINCIPALES	18
4.2 RESTO DE MANANTIALES	19
5. ZONAS HÚMEDAS	21
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES	22
6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	22
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES	22
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS	24

ANEJOS:

Anejo 1 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

091.076 PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corte geológico representativo de la MASb 091.077 Mioceno de Alfamén. Tomado de MAGNA n° 410.....	5
Figura 2. Dirección y sentido del flujo de la FGP Pliocuaternario en la MASb 091.076- Pliocuaternario de Alfamén. Situación invierno 1988/89. Tomado de San Roman, J. et al., 2002.	7
Figura 3. Cortes hidrogeológicos esquemáticos de la MASb 091.076-Pliocuaternario de Alfamén. Tomado de San Roman, J. et al., 2002.	8
Figura 4. Cortes hidrogeológicos esquemáticos de la MASb 091.076-Pliocuaternario de Alfamén. Tomado de San Roman, J. et al., 2002.	9

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

091.076 PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Datos en estaciones de medida y control hidrométrico	12
Tabla 2.	Identificación de los tramos de ríos conectados	14
Tabla 3.	Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos	15
Tabla 4.	Manantiales principales. Campo de Cariñena (091.075).....	19

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

091.076 PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.	Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea	3
Mapa 2.	Mapa de permeabilidades	10
Mapa 3.	Mapa de estaciones de control y medida de caudales	13
Mapa 4.	Mapa sinóptico de la relación río-acuífero	17
Mapa 5.	Mapa de manantiales	20

1. Caracterización de MASA de AGUA SUBTERRÁNEA

1.1 Identificación, morfología y datos previos

La MASb Pliocuatrnario de Alfamén, a la que corresponde el código de identificación 091.076 dentro de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, se integraba anteriormente en la Unidad Hidrogeológica 09.37, y a su vez proviene de la división de la UH 06.03 (Campo de Cariñena). En líneas generales, constituye parte del denominado, geográficamente, como Campo de Cariñena, que se sitúa entre los ríos Huerva y Jalón, en el parte meridional de la provincia de Zaragoza, pero más concretamente, el ámbito geográfico de esta MASb corresponde con Los llanos de Alfamén, entre las localidades de Calatorao, al N, y Cariñena, al S.

Presenta una superficie total de 275,5 km², que se localizan íntegramente en la Comunidad Autónoma de Aragón, concretamente en la provincia de Zaragoza. Su límite occidental se define en el contacto con los materiales paleozoicos y mesozoicos de Moncayo y de las Sierras de la Virgen y Vicort. El resto de su extensión se encuentra delimitada por el contacto de los materiales pliocuatrnarios con los Miocenos del Campo de Cariñena.

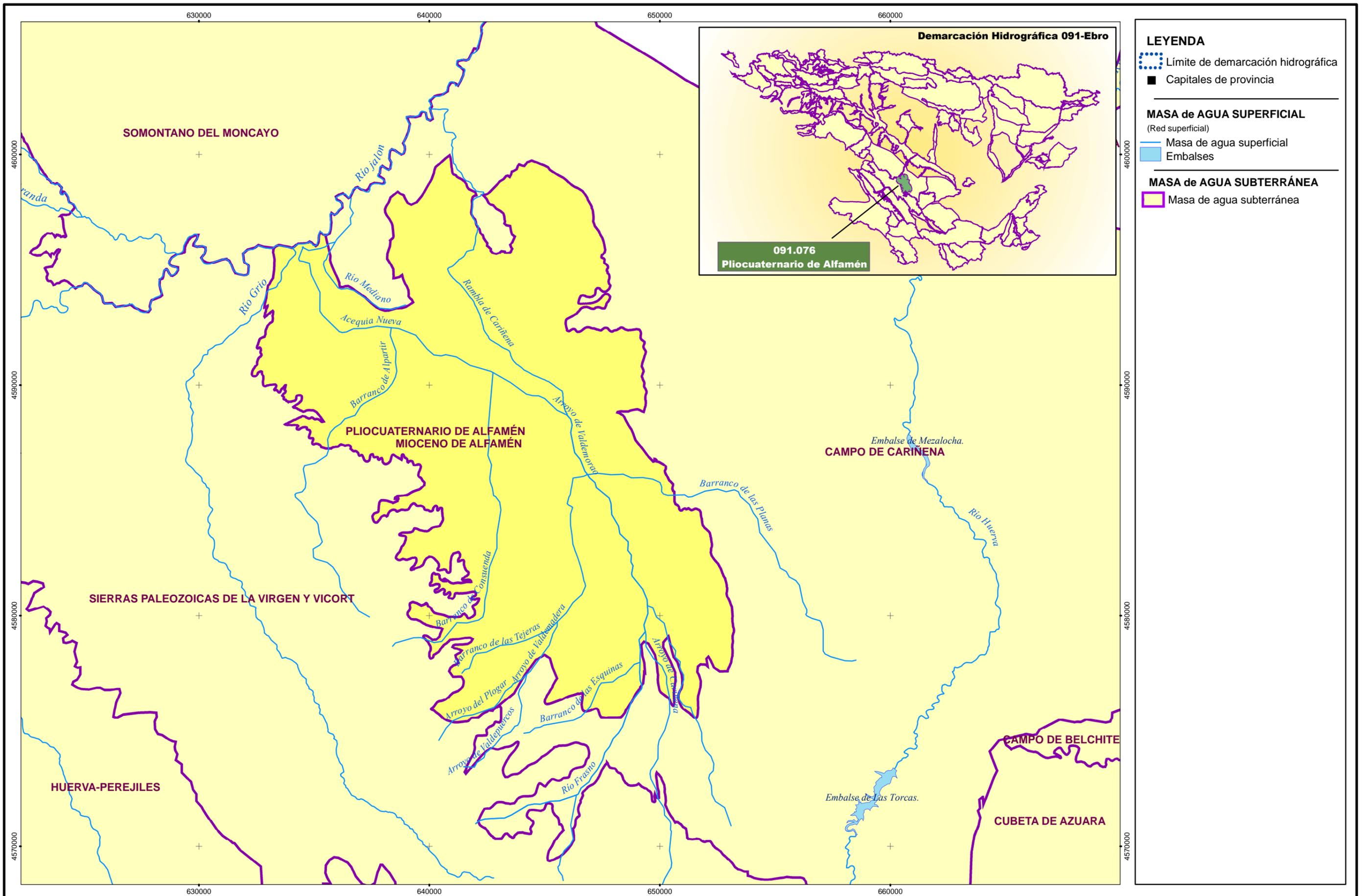
En el ámbito geográfico definido por los límites de esta MASb la cota máxima es de 899m snm y la mínima de 335m snm, fijándose la cota media en 511m snm. Esta MASb se identifica con un extenso manto de derrubios Pliocuatrnarios que, en forma de un extenso glacis, se derrama al pie de la sierra de Algairén. Está constituido por conglomerados y glacis con potencias de hasta unos 80 m de espesor. Se extiende por los llanos de Alfamén desde Cariñena hasta La Almunia-Calatorao. En el borde de la sierra se apoya sobre el acuífero detrítico terciario (Mioceno) y hacia el SE queda individualizado por un conjunto margoso. En las cercanías de Calatorao, el Pliocuatrnario se pone en contacto con el acuífero Jurásico carbonatado (concretamente la Fm Carbonatada de Chelva), que canaliza las descargas del acuífero hacia el Jalón.

La MASb presenta un cauce principal, la Rambla de Cariñena, que discurre a todo lo largo de la MASb con una dirección aproximada de S a NNE y sendos tramos testimoniales en el extremo NO de la MASb de los ríos Jalón, en un tramo de unos 2 km aguas abajo de Ricla, y Grío, en sus últimos 2 km antes de la confluencia con aquel. También se encuentra el río Mediano, que nace el manantial del mismo nombre a unos 500 metros al este de la población de La Almunia.

Desde el punto de vista hidrogeológico, los materiales acuíferos de la MASb son los pliocuaternalarios, que constituyen un acuífero poroso de carácter libre. El pliocuaternalario se encuentra a muro con un nivel arcilloso de baja permeabilidad que lo aísla a modo de barrera hidráulica de los materiales permeables del Mioceno en casi toda la MASb, salvo en las zonas de contacto con las sierras paleozoicas, en que el nivel aislante de baja permeabilidad no existe, permitiendo el contacto directo entre ambos acuíferos.

De acuerdo con la información contenida en las referencias bibliográficas (especialmente De Miguel, J.L., 1998), en la actual MASb 091.076 Pliocuaternalario de Alfamén se han realizado diferentes modelos (o intentos) de simulación matemática de flujo. Entre ellos, destacan los siguientes:

- Modelo matemático de simulación del flujo subterráneo del acuífero Mio/Cuaternalario de Alfamén, realizado por EPTISA en 1991 para el ITGE.
- Modelo SIDAS de simulación matemática, recogido en el trabajo “Estudio de viabilidad de la recarga artificial del acuífero detrítico de Alfamén”
- Recientemente la CHE ha realizado un modelo de flujo que se extiende hacia el norte más allá del río Jalón con motivo del “Estudio de las normas de otorgamiento de concesiones en las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón”.



LEYENDA

- Límite de demarcación hidrográfica
- Capitales de provincia

MASA de AGUA SUPERFICIAL
(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA

- Masa de agua subterránea

1.2 Contexto Hidrogeológico

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

Dentro de la MASb 091.076 Pliocuatenario de Alfamén, y precisamente por su denominación, los materiales a los que se alude son los pertenecientes al Pliocuatenario (FGP Pliocuatenario) que se consideran de permeabilidad muy alta por porosidad, con una transmisividad cercana a los 800 m²/día y porosidades eficaces de 4% (San Román, J., *et al.*, 2002). Esencialmente, los depósitos Pliocuatenarios hacen alusión a los pertenecientes al conocido como dominio de la foseta de Virgen de las Lagunas. Estos depósitos de piedemonte (glacis), relacionados con los procesos erosivos y geomorfológicos más recientes, son los más destacables por su extensión y espesor, mientras que escasamente representados se encontrarían alguna terraza alta que aparece como transición sin solución de continuidad de la parte distal de los glacis.

Los glacis se extienden por los llanos de Alfamén desde Cariñena hasta La Almunia-Calatorao y se han diferenciado dos unidades cartográficas (De Miguel, J.L., 1998): glacis superior e inferior. El superior aparece en forma de retazos aislados adosados a las faldas de la Sierra de Algairén, o bien orlando el límite N de la foseta de Virgen de Lagunas en forma de retazos de un antiguo sistema que enraiza en los relieves terciarios colindantes. En la zona de Almonacid este nivel alcanza espesores de 50 m, 60 m en el área de Cariñena y 80 m en Alpartir. El inferior es más reciente y ocupa buena parte del rectángulo La Almunia/Calatorao/Longares/Cariñena. En su parte central y en las áreas adosadas a la Sierra puede alcanzar potencias considerables, relacionado con el hundimiento de la foseta de Virgen de Lagunas. Unas veces aparece enraizado en el frente del nivel superior y otras arranca directamente de la Sierra de Algairén o de los relieves terciarios.

1.2.2 Estructura geológica

La MASb 091.076 Pliocuatenario de Alfamén se localiza en las estribaciones septentrionales de la Cordillera Ibérica, en 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. Los depósitos terciarios más proximales de la Depresión del Ebro (conglomerados, areniscas y arcillas del Mioceno), en su mayor parte están recubiertos bajo un extenso manto de derrubios cuaternarios que, en forma de un extenso glacis, se derrama al pie de la Sierra de Algairén con disposición subhorizontal. Bajo los depósitos terciarios se localiza un sustrato mesozoico, fundamentalmente de edad Jurásico. El detrítico terciario tiene una geometría subhorizontal con frecuentes cambios laterales y verticales de facies que configuran una

geometría compleja y heterogénea. Corresponde a un sinclinal de suaves buzamientos ($<10^\circ$) con el flanco SO cabalgado por el Paleozoico de la Sierra de Algairén (Figura 1).

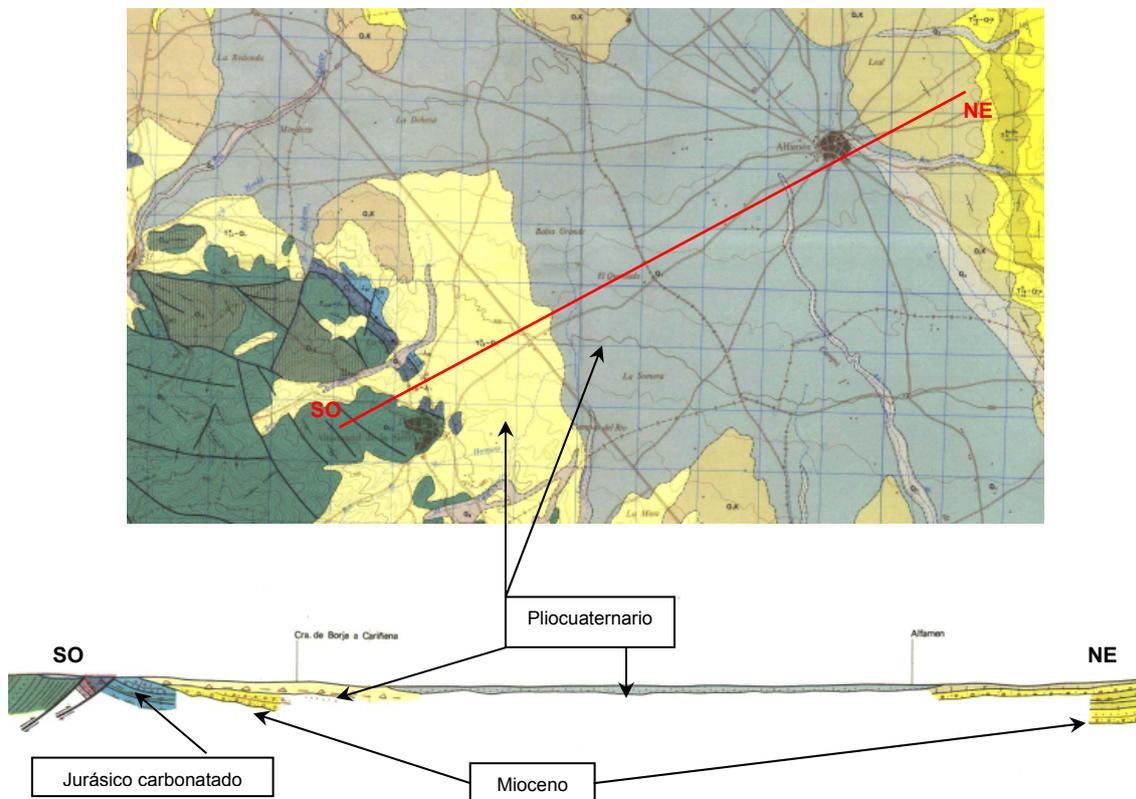


Figura 1. Corte geológico representativo de la MASb 091.077 Mioceno de Alfamén. Tomado de MAGNA nº 410

1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

Por lo que respecta a la FGP Pliocuatrnario, dentro de la MASb se centra exclusivamente en lo que se conoce como dominios espacial de la foseta de la Virgen de Lagunas, quedando fuera, en la vecina MASb 091.075 Campo de Cariñena el otro dominio, las terrazas bajas del Jalón. Únicamente, se considera dentro un cuerpo de terraza que se encuentra en la margen derecha del río Grío cerca de su desembocadura en el Jalón. En el borde de la sierra, el pliocuatrnario se apoya sobre el acuífero detrítico terciario, mientras que hacia el NE queda individualizado por un conjunto margoso. Además, en las cercanías de Calatorao la FGP Pliocuatrnario se pone en contacto con el Jurásico carbonatado (acuífero regional mesozoico), concretamente la Fm Carbonatada Chelva, que canaliza las descargas del acuífero hacia el Jalón. En el área de la foseta Virgen de Lagunas, el acuífero está explotado tradicionalmente para regadío. En el área comprendida entre la foseta y las sierras paleozoicas, a pesar del gran espesor que con frecuencia presenta, cuando el nivel freático general desciende, buena parte del acuífero llega a quedar en todo su espesor desaturado o formando pequeños acuíferos

residuales. En el área comprendida entre la foseta y el límite de los afloramientos terciarios, presenta muy poco espesor, en general inferior a 10 metros, y apenas constituye un acuífero permanente.

La **FGP Pliocuaternalario** se comporta como acuífero libre, a través del cual tiene lugar una buena parte de la recarga de todo el sistema subterráneo de Alfamén. La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones, las escorrentías procedentes de la Sierra de Algairén y los retornos de riego¹. Este último mecanismo de recarga se concentra mayoritariamente en el sector septentrional del acuífero, donde los riegos se atienden mediante acequias derivadas del Jalón. Las isopiezas indican una dirección de flujo general de SO a NE. Las descargas se producen tanto en forma difusa en el cauce del Jalón, que es efluente aguas abajo de Calatorao, como directa a través de manantiales que se encuentran en el entorno de La Almunia (manantiales de La Nava y Mediano, principalmente). Es una FGP que muestra un régimen antropizado, como se observa de las líneas de descarga que configuran los mencionados manantiales que actúan no sólo de línea de drenaje de los flujos subterráneos, sino también de todos los excedentes del regadío, así como ocurre en el sector NE, en donde la superficie freática muestra muy bajos gradientes, relacionado con el área de infiltración de los excedentes de riego con aguas superficiales (De Miguel, J.L., 1998).

En la Figura 2 se representa la dirección y sentido estimados del flujo de la FGP Pliocuaternalario, incluyendo las áreas de recarga y descarga, así como la dirección de varios cortes hidrogeológicos esquemáticos que muestran la superficie piezométrica de la FGP (Figuras 3 y 4).

¹ Como lo justifica los altos índices de nitratos que se detectan en los análisis químicos.

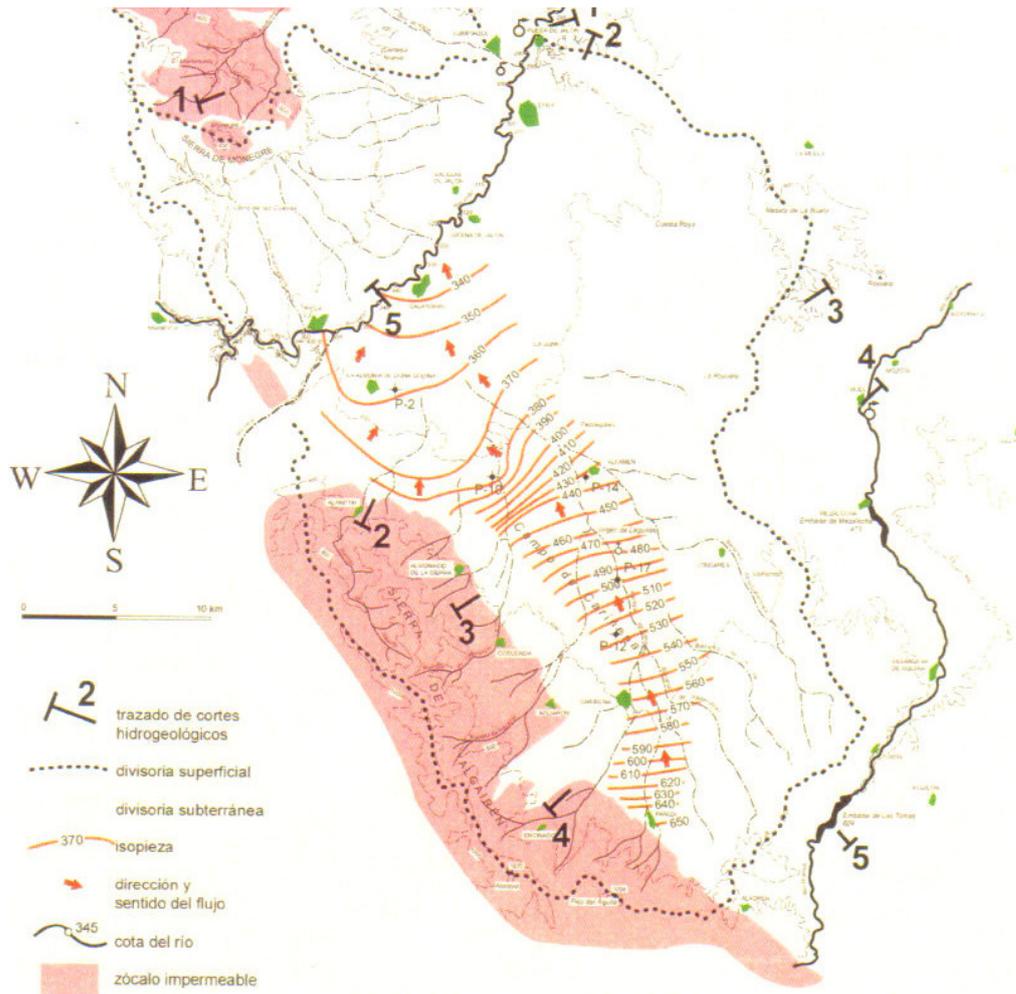


Figura 2. Dirección y sentido del flujo de la FGP Pliocuatenario en la MASb 091.076-Pliocuatenario de Alfamén. Situación invierno 1988/89. Tomado de San Roman, J. et al., 2002.

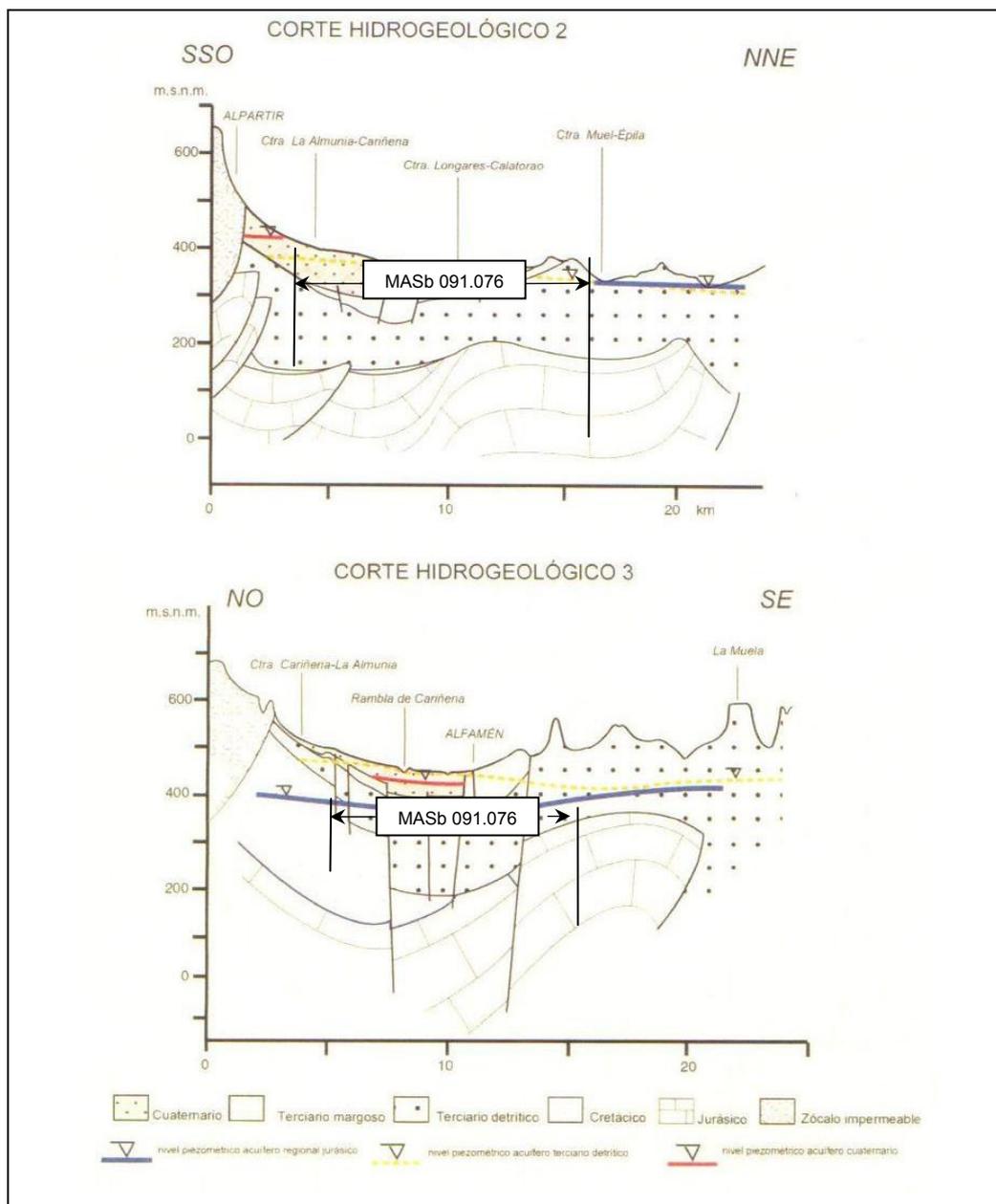


Figura 3. Cortes hidrogeológicos esquemáticos de la MASb 091.076-Pliocuatrnario de Alfamén. Tomado de San Roman, J. et al., 2002.

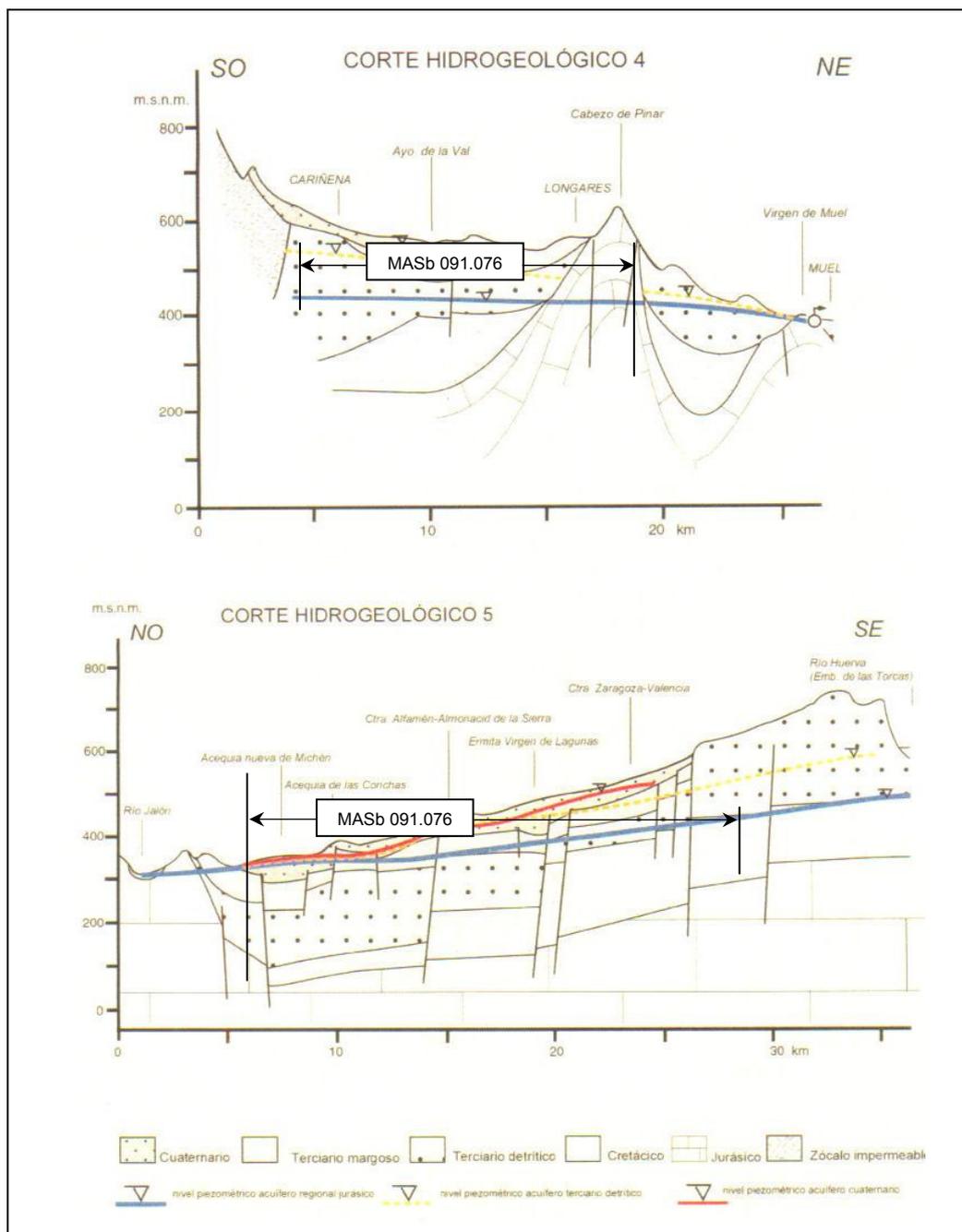
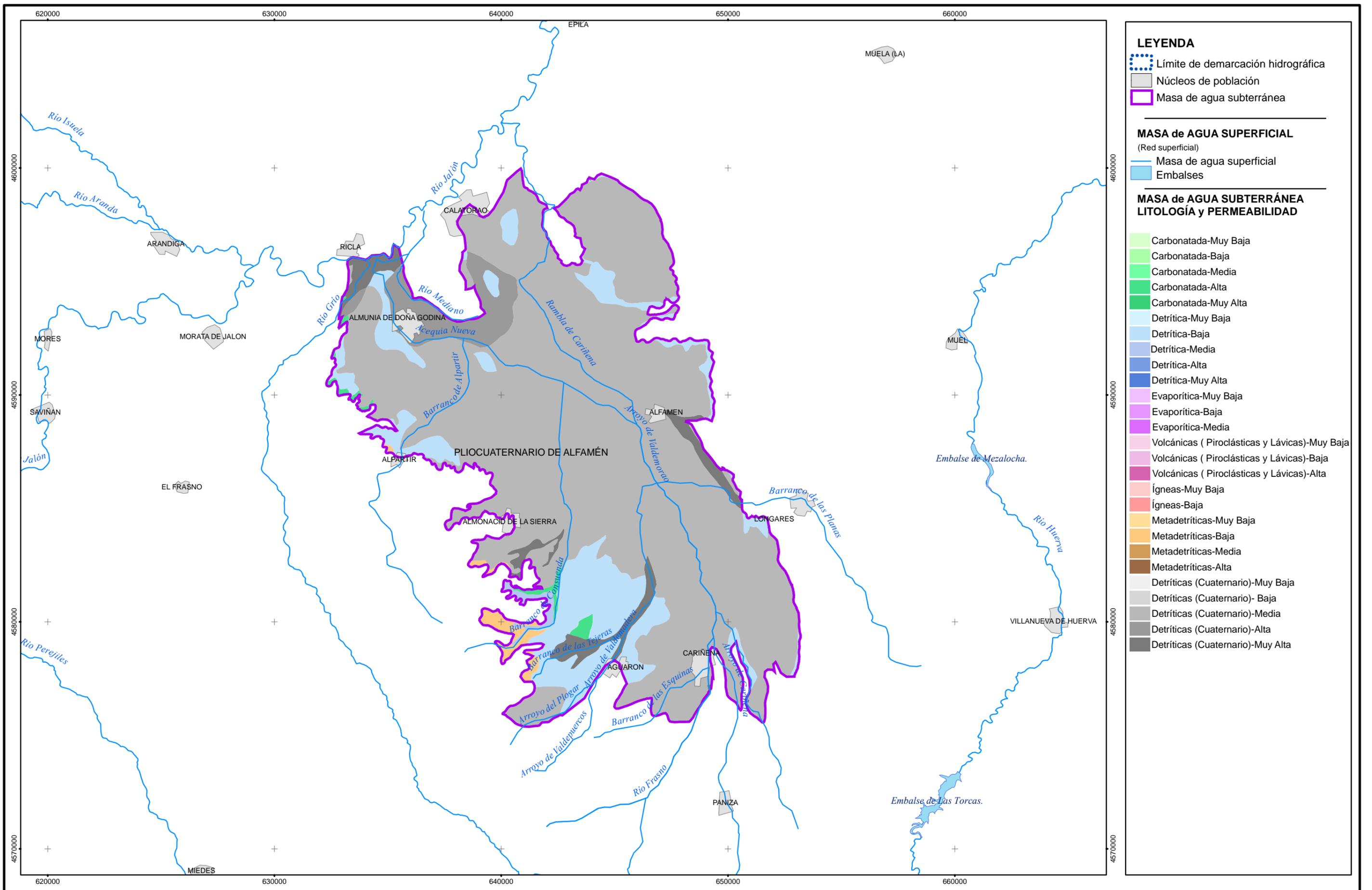


Figura 4. Cortes hidrogeológicos esquemáticos de la MASb 091.076-Pliocuaternario de Alfamén. Tomado de San Roman, J. et al., 2002.



2. Estaciones de control y medidas de caudales

Las estaciones de medida y control de la MASb 091.077 Mioceno de Alfamén corresponden únicamente a una sección de control de la red histórica de control de aguas subterráneas del IGME y a diferentes puntos de control de caudales de la CHE, no habiendo estaciones de la red oficial de la CHE en esta MASb.

2.1 Estaciones de la red oficial de aforos

No existen estaciones de la red oficial de aforos dentro de los límites de esta MASb.

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

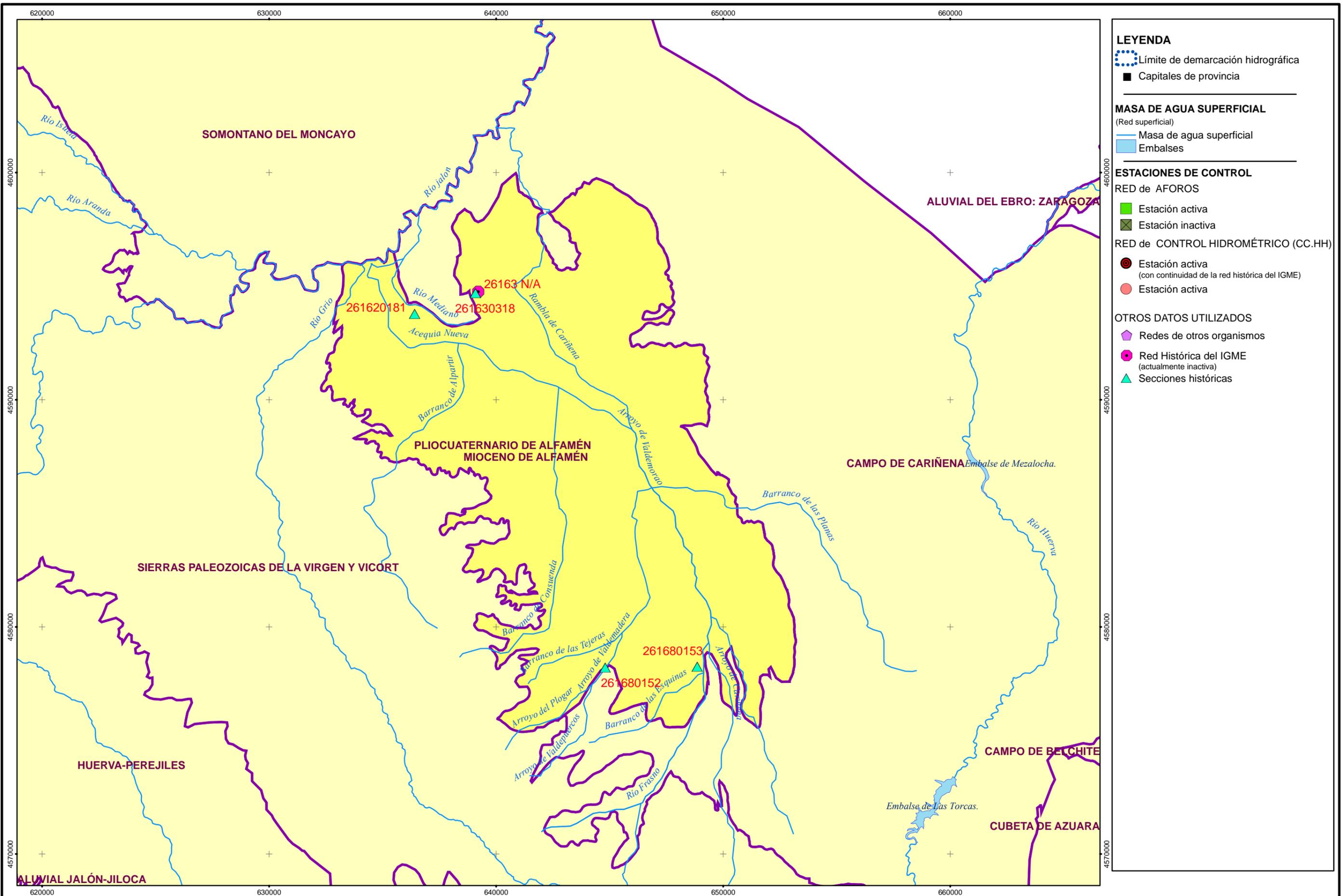
No se tiene constancia de medidas específicas realizadas en trabajos desarrollados en el ámbito geográfico de la MASb, pero sí existen datos de aforos realizados tanto por el IGME en una sección de control que conformó la red histórica de control hidrométrico de este organismo, como en diferentes puntos de control establecidos por la CHE en manantiales (manantiales de La Nava y El Mediano), cauces estacionales (escalas en el Bco. de Aguarón, Rambla de Cosuenda y en la Rambla de Cariñena, en la población homónima) y en la acequia de El Mediano. Todos estos puntos de control tienen en común la escasez en el número de medidas y sus cortas series de mediciones, salvo en el caso del manantial de La Nava.

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

Código estación		Observaciones	Datos de Caudal				
Código	Referencia bibliográfica		Número de datos	Amplitud de la serie	Caudal mínimo (l/s)	Caudal promedio (l/s)	Caudal máximo (l/s)
26163 N/A	IGME	Manantial de la Nava	34	Feb 98 – jun 01	0	23,2	154
261630318	(1)	Escala Manantial de la Nava	55	Ene 91 – ago 06	0	26,1	153
261620181	(1)	Escala acequia de El Mediano	22	Oct 79 – jun 95	0	217,7	994
261680153	(1)	Escala en el puente de Cariñena	4	Abr 91-ene 97	46	206,2	343
261680152	(1)	Escala Bco. Aguarón	6	Ene 91 – dic 96	9	61,3	151
		Escala Bco de Cosuenda					
(1) Punto de control realizado por la CHE							
(2) Escala limnimétrica en el Barranco de Cosuenda							

Tabla 1. Datos en estaciones de medida y control hidrométrico

Aunque en las tablas no se recoge, existe una estación de aforos con escala limnimétrica en el Bco. de Cosuenda de reciente construcción.



- LEYENDA**
- Límite de demarcación hidrográfica
 - Capitales de provincia
-
- MASA DE AGUA SUPERFICIAL**
(Red superficial)
- Masa de agua superficial
 - Embalses
-
- ESTACIONES DE CONTROL**
- RED de AFOROS
- Estación activa
 - Estación inactiva
- RED de CONTROL HIDROMÉTRICO (CC.HH)
- Estación activa (con continuidad de la red histórica del IGME)
 - Estación activa
- OTROS DATOS UTILIZADOS
- Redes de otros organismos
 - Red Histórica del IGME (actualmente inactiva)
 - Secciones históricas

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

En la MASb 091.076 Plioceno de Alfamén se ha identificado un único tramo con relación río-acuífero en el que interviene la FGP Pliocuatenario y la principal MAS, la Rambla de Cariñena, ya que dos de las descargas (manantiales) que se producen de la FGP Pliocuatenario no lo hacen hacia ninguna MAS, sino que lo hacen hacia acequias de riego. Estas descargas se producen en el entorno de la población de La Almunia de Doña Godina, en los manantiales conocidos como La Nava y El Mediano. En concreto, el manantial El Mediano, da lugar a la aparición del río Mediano, el cual actúa como azarbe recogiendo los sobrantes de los retornos de riego. Se considera por tanto un río de origen influenciado y cuyo comportamiento ganador es consecuencia de la alteración antrópica del medio. Por lo tanto no se ha considerado como tramo con relación río-acuífero.

3.1 Identificación y Modelo Conceptual

Dentro de la MASb 091.076 Pliocuatenario de Alfamén se ha definido un único tramo donde existe conexión hidráulica entre MAS y la FGP Pliocuatenario:

- **Tramo Rambla de Cariñena** (091.076.001-tramo conectado con la MAS código 114). Corresponde a la totalidad del tramo de la Rambla de Cariñena que discurre por la MASb, desde que entra en la población de Cariñena al poco de nacer en la Sierra de Algairén, hasta que abandona el límite de la MASb por el N de la misma. Todo este tramo de unos 21 km, la MAS discurre por los depósitos de piedemonte con el nivel de base del cauce por encima del nivel freático de la FGP Pliocuatenario (Figura 3), de manera que la MAS recarga la FGP Pliocuatenario cuando ésta lleva agua. La MAS relacionada es la Rambla de Cariñena desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón, que corresponde con un río de mineralizado de baja montaña mediterránea.

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionada según codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
091.076.001	Rambla de Cariñena	114	Rambla de Cariñena desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón	Rambla	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa natural	Pliocuatenario

Tabla 2. Identificación de los tramos de ríos conectados

A continuación se describe el modelo conceptual de la relación río-acuífero del tramo identificado en la MASb 091.076 Pliocuaternario de Alfamén.

- **Tramo Rambla de Cariñena (091.076.001).** Corresponde a la totalidad del tramo de la Rambla de Cariñena (incluyendo los barrancos tributarios), que discurre de S a N, dentro de los límites de la MASb. En todo el tramo la MAS discurre sobre los depósitos de piedemonte de la FGP Pliocuaternario. Todo este tramo de unos 21 km, la MAS discurre por los depósitos de piedemonte con el nivel de base del cauce por encima del nivel freático de la FGP Pliocuaternario (Figura 3), de manera que la MAS recarga la FGP Pliocuaternario cuando ésta lleva agua. Este carácter se observa a partir de los numerosos datos de los pozos que explotan, a todo lo largo del recorrido de la Rambla y de la extensión de la MASb, la FGP Permeable. Además, es un comportamiento que se ha visto agudizado como consecuencia de la extensiva explotación de los recursos hídricos subterráneos para riego agrícola que se hace, no sólo de la FGP Pliocuaternario sino del acuífero Mioceno infrayacente, en la MASb desde hace unos 30 años.

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

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)
091.076.001	Rambla de Cariñena	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Natural	Con escaso lecho desarrollado en la mitad meridional del su tramo	-	-	22.358

Tabla 3. *Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos*

Se considera además que los barrancos tributarios de la rambla de Cariñena por su margen izquierda tienen un comportamiento perdedor ya que su escorrentía raramente suele llegar a dicha rambla.

3.2 Relación río-acuífero

El tramo de cauce donde se ha definido conexión río-acuífero en la MASb 091.076 Pliocuaternario de Alfamén corresponde a:

- Tramo perdedor mediante conexión difusa indirecta con efecto ducha (091.076.001 – Rambla de Cariñena)

En la MASb Pliocuaternario de Alfamén no existen estaciones oficiales de aforos de la CHE. Sí existen otros puntos de control, tanto de la CHE como del IGME, que con escasa duración han controlado diferentes puntos, como el cauce de la Rambla de Cariñena y el Bco. de Aguarón, y

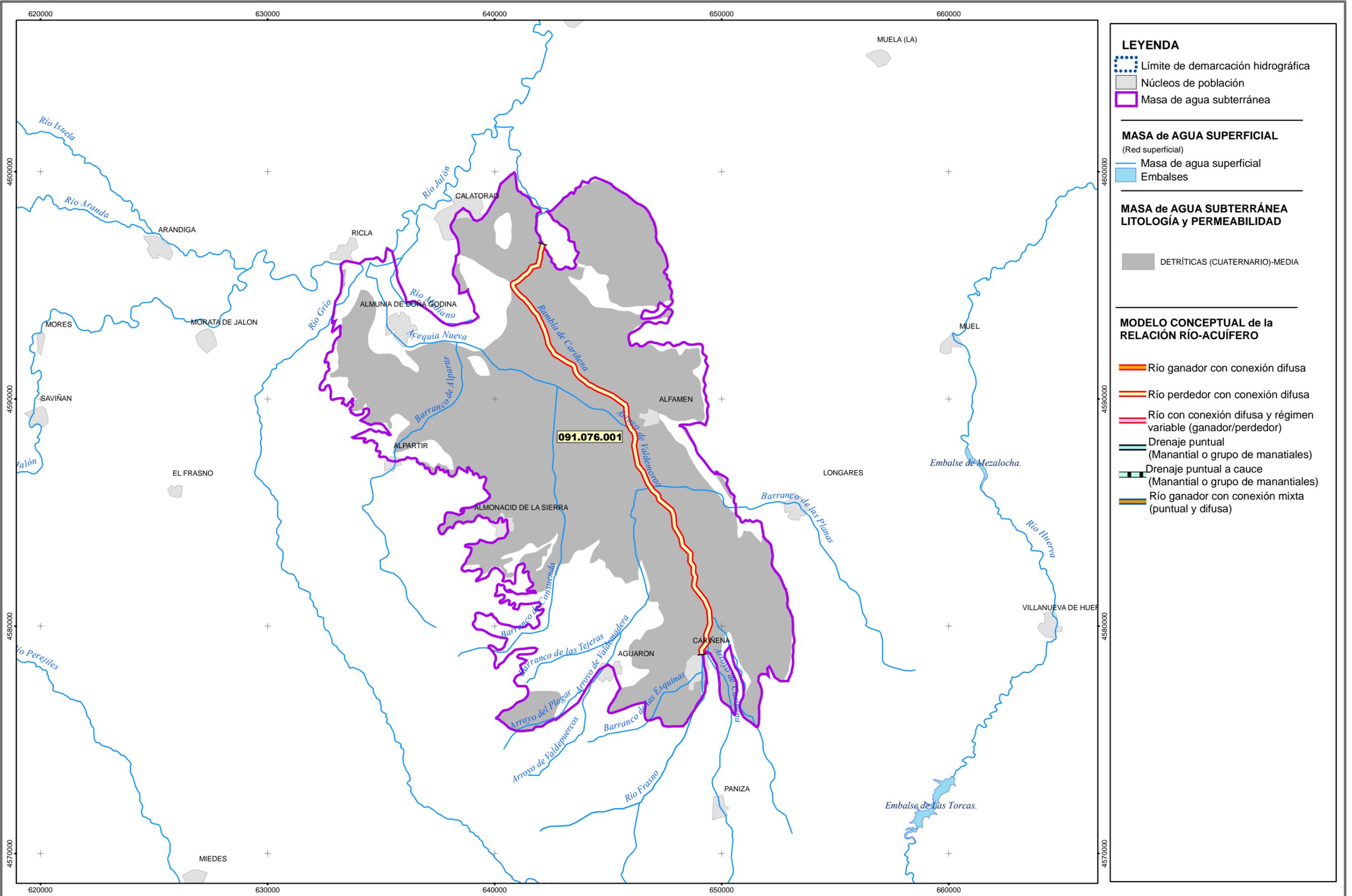
manantiales o acequias existentes en la zona septentrional de la MASb, en los alrededores de la población de La Almunia de Doña Godina. No obstante, con los datos existentes, no es posible cuantificar la relación río-acuífero, a pesar de contar con un punto de control de la CHE en la población de Cariñena (código 261680153), ya que no se dispone de ningún dato aguas abajo que permitiera establecer un aforo diferencial, probablemente debido a que se trata de un curso de agua temporal y/o que el escaso caudal circulante se infiltra durante el recorrido del tramo identificado, ayudado por la extensiva explotación de los recursos superficiales y subterráneos.

3.2.1 Análisis de series de aforos

No existen series de aforos que permitan cuantificar la relación río-acuífero identificada. Únicamente existen datos de infiltración global calculados para la totalidad de los cursos de agua superficiales (incluidos el río Grio y Jalón y los barrancos tributarios de la rambla de Cariñena), que estiman que para el periodo 1988-1989 se infiltraron 29,29 hm³ a través de cauces.

3.2.2 Otros datos hidrométricos

No existen datos hidrométricos que permitan cuantificar la relación río-acuífero identificada.



LEYENDA

- Límite de demarcación hidrográfica
- Núcleos de población
- Masa de agua subterránea

MASA de AGUA SUPERFICIAL
(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA
LITOLOGÍA y PERMEABILIDAD

- DETRÍTICAS (CUATERNARIO)-MEDIA

MODELO CONCEPTUAL de la RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO

- Río ganador con conexión difusa
- Río perdedor con conexión difusa
- Río con conexión difusa y régimen variable (ganador/perdedor)
- Drenaje puntual (Manantial o grupo de manantiales)
- Drenaje puntual a cauce (Manantial o grupo de manantiales)
- Río ganador con conexión mixta (puntual y difusa)

4. Manantiales

A continuación se describen los manantiales existentes en la MASb 091.076 Pliocuaternalario de Alfamén, diferenciando entre manantiales principales, aquellos vinculados a la FGP Pliocuaternalario y que, por tanto, corresponden a puntos de descarga significativos del sistema hidrogeológico, de aquellos otros manantiales que constituyen puntos hidrogeológicos de menor entidad dentro de la FGP.

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 091.076-Pliocuaternalario de Alfamén se han identificado dos manantiales principales que corresponden con descargas de la FGP Pliocuaternalario: manantiales de La Nava y El Mediano, ambos situados en el entorno de la población de La Almunia de Doña Godina. Hay que mencionar que ninguno de los dos manantiales están relacionados con el único tramo de relación río-acuífero identificado en la MASb. Ambos manantiales descargan a cota de 360 m snm en “escurrederos” (acequias) que van haciéndose más caudalosos aguas abajo hasta llegar al Jalón. Asimismo, ambos muestran un comportamiento estacional en la descarga, de manera que son considerablemente mayores al final del verano y comienzos del otoño, en relación con la elevación del nivel freático de la FGP debido a las campañas de riego (De Miguel, J.L., 1998).

A continuación se describen las características de ambos manantiales:

- Manantial de La Nava: Se localiza en la parte septentrional de la MASb, al E de la localidad de La Almunia. Corresponde a la descarga estacional de la FGP Pliocuaternalario por rebose hidrogeológico a una cota de 360m snm. Tiene el código IPA CHE 261630031. Los datos de aforos en la base de datos de la CHE indican una descarga promedio de 26,7 l/s (23 medidas registradas en el periodo mar 1979-ago 2006), con valores que oscilan entre 153 l/s y 0 l/s. A su vez, en la base de datos del IGME figura una medida puntual realizada el 13 de marzo de 1979 de 62 l/s.
- Manantial de El Mediano: Se localiza al SE de La Almunia y su descarga se realiza en la acequia homónima. Corresponde a la descarga de la FGP Pliocuaternalario que se produce por rebose hidrogeológico a una cota de 360 m snm. Tiene el código IPA CHE 261620014. Los escasos y antiguos datos de aforos disponibles indican una descarga promedio de 56

l/s (15 medidas registradas en el periodo mar 1979-jun 1995), con valores que oscilan entre 218 l/s y 0 l/s. A su vez, en la base de datos del IGME figura una medida puntual realizada el 13 de marzo de 1979 de 218 l/s, lo que según lo anterior constituye una medida de máximo caudal.

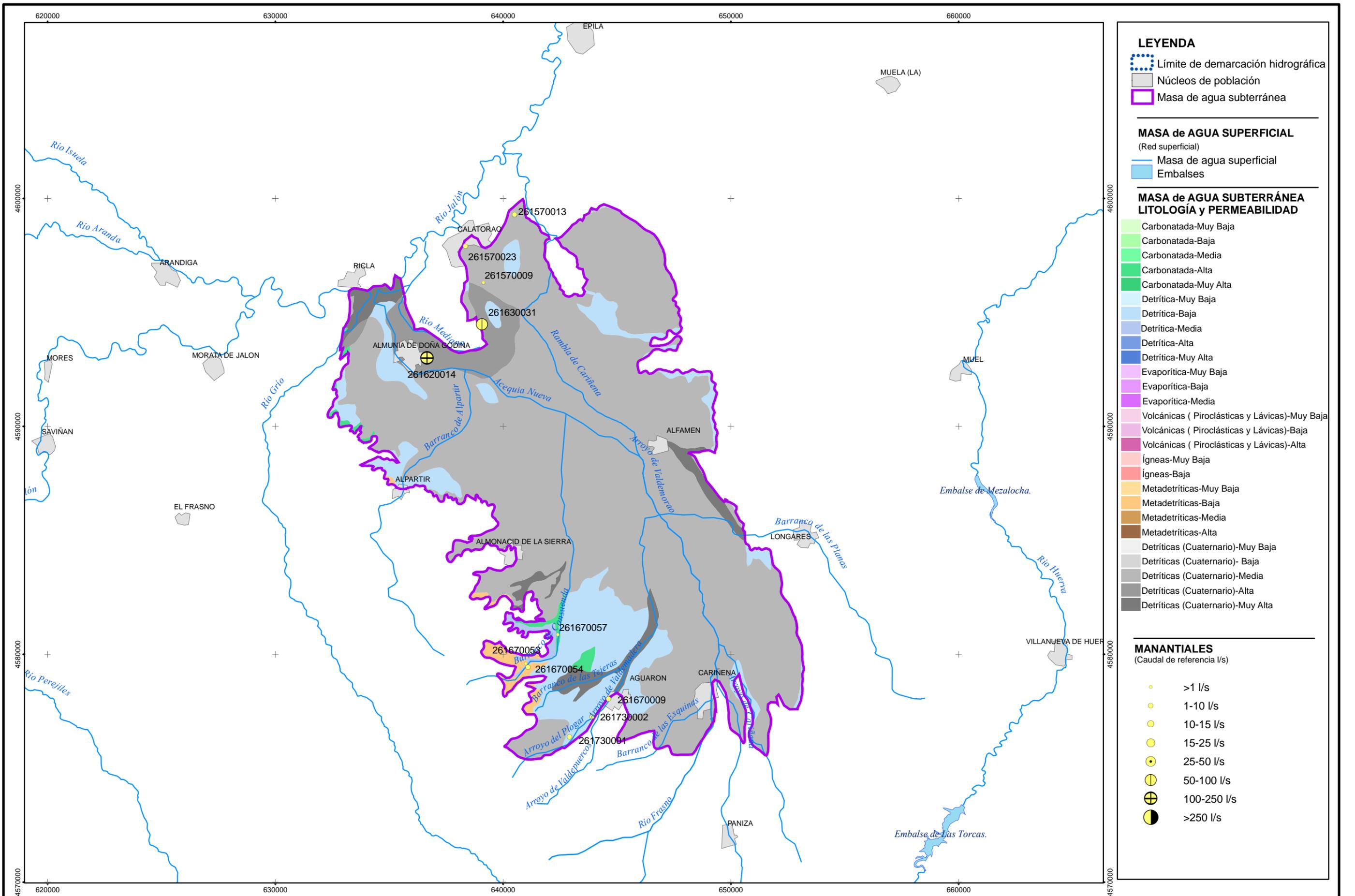
Manantial	Código NIPA (IGME)	Cauce receptor de la descarga	Tramo conexión río-acuífero	Ubicación			FGP relacionada y Génesis Hidrogeológica
				Coordenadas UTM Huso 30		Cota (m snm)	
				X	Y		
Fuente de La Nava	261630031		-	639036	4594636	360	Rebose hidrogeológico natural de la FGP Pliocuatrnario
El Mediano	261620014	Acequia El Mediano	-	636661	4593011	360	Rebose hidrogeológico natural de la FGP Pliocuatrnario

Tabla 4. *Manantiales principales. Campo de Cariñena (091.075)*

4.2 Resto de manantiales

En la MASb Pliocuatrnario de Alfamén se han inventariado otros manantiales de menor entidad que constituyen descargas menores de la FGP Pliocuatrnario. Entre ellos se encuentran los siguientes:

- Entorno de Calatorao: Se localizan tres manantiales, los identificados con los códigos 261570013, 261570023 y 261570009. Corresponden a descargas de la FGP Pliocuatrnario por rebose hidrogeológico a cotas entre 335 y 355m snm. De los tres manantiales, el de mayor caudal es el 261570023, que figura con un caudal histórico de 10 l/s, obtenido a partir de una medida puntual realizada el 13 de marzo de 1979. Con un caudal de 36 l/s medidos el 23 de noviembre de 1979 figura en la base de datos de la CHE. Los otros dos manantiales aparecen con medidas puntuales de caudales inferiores a 7 l/s.
- Bco. de Cosuenda: En el entorno de Cosuenda, concretamente en el Bco. homónimo se localizan tres manantiales, los identificados con los códigos 261670053, 261670054 y 261670057. Corresponden a descargas de la escorrentía de los materiales paleozoicos a través de los depósitos cuaternarios. De los tres manantiales, el de mayor caudal es el 261670054, que figura con un caudal histórico de 2 l/s, obtenido a partir de una medida puntual realizada el 31 de octubre de 1991. Con un caudal de 7 l/s medidos el mismo día figura en la base de datos de la CHE. Los otros dos manantiales aparecen con medidas puntuales de caudales inferiores a 5 l/s.
- Ayo. del Plogar / Bco. Valdepuecos: En el entorno de Aguarón se localizan tres manantiales, los identificados con los códigos 261730001, 261730002 y 261670009. Corresponden a descargas de la escorrentía de los materiales paleozoicos a través de los depósitos cuaternarios. Los tres manantiales poseen caudales inferiores a los 5 l/s., obtenidos a partir de medidas puntuales realizadas en enero de 1980.



LEYENDA

- Límite de demarcación hidrográfica
- Núcleos de población
- Masa de agua subterránea

MASA de AGUA SUPERFICIAL
(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA
LITOLOGÍA y PERMEABILIDAD

- Carbonatada-Muy Baja
- Carbonatada-Baja
- Carbonatada-Media
- Carbonatada-Alta
- Carbonatada-Muy Alta
- Detrítica-Muy Baja
- Detrítica-Baja
- Detrítica-Media
- Detrítica-Alta
- Detrítica-Muy Alta
- Evaporítica-Muy Baja
- Evaporítica-Baja
- Evaporítica-Media
- Volcánicas (Piroclásticas y Lávicas)-Muy Baja
- Volcánicas (Piroclásticas y Lávicas)-Baja
- Volcánicas (Piroclásticas y Lávicas)-Alta
- Ígneas-Muy Baja
- Ígneas-Baja
- Metadetríticas-Muy Baja
- Metadetríticas-Baja
- Metadetríticas-Media
- Metadetríticas-Alta
- Detríticas (Cuaternario)-Muy Baja
- Detríticas (Cuaternario)- Baja
- Detríticas (Cuaternario)-Media
- Detríticas (Cuaternario)-Alta
- Detríticas (Cuaternario)-Muy Alta

MANANTIALES
(Caudal de referencia l/s)

- >1 l/s
- 1-10 l/s
- 10-15 l/s
- 15-25 l/s
- 25-50 l/s
- 50-100 l/s
- 100-250 l/s
- >250 l/s

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

En esta MASb no ha sido posible cuantificar la única relación río-acuífero identificada.

6.2 Propuesta de actuaciones

Posiblemente debido a que la Rambla de Cariñena es un curso de agua temporal y que el caudal circulante se infiltra durante el recorrido del tramo identificado (quizá en las cercanías de Alfamén), ayudado por la extensiva explotación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos para riego agrícola (se trata de una MASb altamente antropizada), no se considera necesario proponer el establecimiento de una campaña anual de aforos diferenciales, ya que es posible que estación de control aguas abajo, al entender que se podría retomar las mediciones en el antiguo punto de control del puente de Cariñena aguas arriba del tramo, quedaría sin agua la casi totalidad del año, haciendo difícil la consecución del objetivo perseguido.

Únicamente se podría considerar interesante la construcción de una sección de control automático en el barranco de Alpartir, similar a las que existen en los barrancos de Aguarón y Cosuenda.

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 (Estudio de los recursos hidráulicos subterráneos de los acuíferos relacionados con la provincia de Zaragoza. UH nº37 (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
-

Anejo 1. 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. 091.076-Pliocuatrnario de Alfamén

Masa de aguas subterránea asociada (Codmsbt_def)		091.076	Pliocuatrnario de Alfamén					LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES					
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (Cod_demar_id)		091	Ebro										
Código del manantial (Cod_mant)	Código IGME del manantial (Codigme_mant)	Nombre del manantial (Nombre_mant)	Tramo relación río-acuífero asociado (Codrioacuif_id)	Formación geológica asociada (FGP_mant)	Ubicación geográfica			Cota MDT del manantial (Cotamdt_mant)	Datos de Caudales (l/s)				Uso del manantial-IGME (Usoigme_mant) (Uso_mant)
					Coordenadas UTM-Huso 30 (CoorX_mant)	Coordenadas UTM-Huso 30 (CoorY_mant)	Cota del manantial (Cota_mant)		Caudal histórico IGME (Qhistigme_mant)	Mínimo	Promedio	Máximo	
261630031	261630031	Fuente La Nava	-	Pliocuatrnario	639036	4594636	360	362	62	0	26	153	Agricultura
261620014	261620014	El Mediano	-	Pliocuatrnario	636661	4593011	360	374	218	0	56	218	Agricultura