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

091.085 SIERRA DE MIÑANA

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

091.085 SIERRA DE MIÑANA

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 1

1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS 1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO 3
1.2.1 *Litoestratigrafía y permeabilidad 3*
1.2.2 *Estructura geológica 4*
1.2.3 *Funcionamiento hidrogeológico 4*

2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES 6

2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS 6
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO 6
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA 6

3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS 8

3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL 8
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO 11
3.2.1 *Análisis de series de aforos 11*
3.2.2 *Análisis de datos hidrométricos 12*

4. MANANTIALES 15

4.1 MANANTIALES PRINCIPALES 15
4.2 RESTO DE MANANTIALES 15

5. ZONAS HÚMEDAS 18

6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES 19

6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS 19
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES 19

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 21

8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS 22

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

091.085 SIERRA DE MIÑANA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema hidrogeológico de la relación río-acuífero del tramo definido en el río Deza 9

Figura 2. Esquema hidrogeológico de la descarga de los manantiales de Alhama de Aragón (tramo definido en el río Jalón) 10

Figura 3. Análisis del hidrograma de la estación de aforo 57 (río Deza) 11

Figura 4. Descomposición del hidrograma mensual medio de la estación de aforo 57 (río Deza) . 12

Figura 5. Aforo diferencial efectuado en el río Jalón 13

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

091.085 SIERRA DE MIÑANA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos 6
Tabla 2. Datos en estaciones de medida y control hidrométrico 6
Tabla 3. Identificación de los tramos de ríos conectados 8
Tabla 4. Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos 10
Tabla 5. Resumen de la cuantificación río-acuífero 13
Tabla 6. Manantiales principales. Sierra de Miñana (091.085) 15
Tabla 7. Estaciones de control propuestas 20

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

091.085 SIERRA DE MIÑANA

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea 2

Mapa 2. Mapa de permeabilidades 5

Mapa 3. Mapa de estaciones de control y medida de caudales 7

Mapa 4. Mapa sinóptico de la relación río-acuífero 14

Mapa 5. Mapa de manantiales 17

1. Caracterización de MASA de AGUA SUBTERRÁNEA

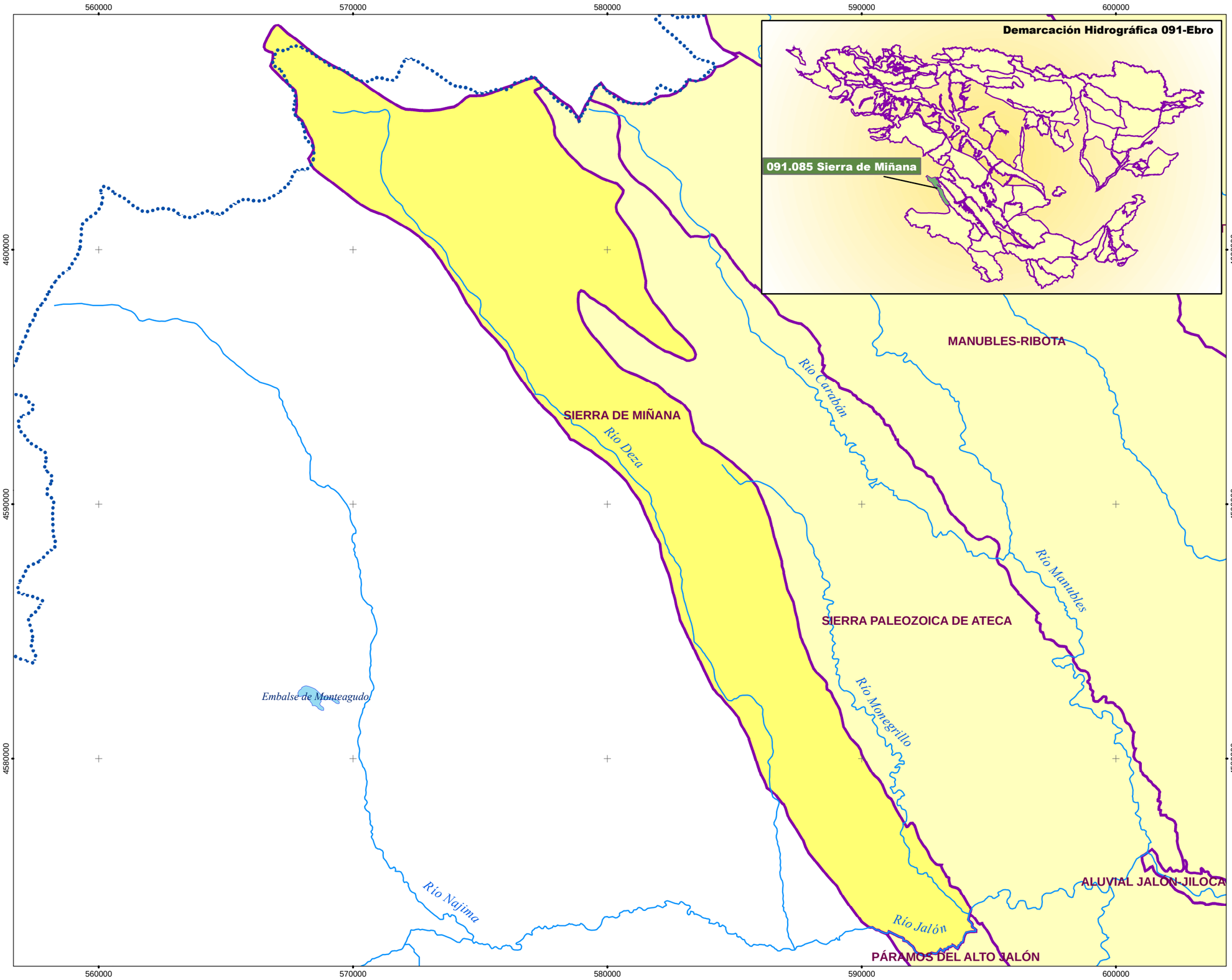
1.1 *Identificación, morfología y datos previos*

La MASb Sierra de Miñana, identificada con el código 091.085, se ubica en la zona occidental de la demarcación hidrográfica del Ebro dentro del Dominio del Alto Jalón-Jiloca. Se corresponde con una banda de afloramientos mesozoicos de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica localizados entre la cuenca terciaria de Almazán y la Sierra Paleozoica de Ateca. Su superficie es de 198 km², repartidos entre las Comunidades Autónomas de Castilla-León (75%) y Aragón (25%).

En el ámbito geográfico definido por los límites de esta MASb la cota máxima es de 1.306 m.s.n.m y la mínima de 650 m.s.n.m, fijándose la cota media en 970 m.s.n.m.

Desde el punto de vista hidrográfico el principal curso de agua relacionado con la MASb es el río Jalón, que constituye el límite Sur y la principal zona de descarga de la MASb. También presentan cierto interés los ríos Deza (también conocido como Henar) y Monegrillo (aunque este no tiene relación con los acuíferos de la MASb en estudio), cuyos nacimientos se producen dentro de los límites de esta MASb y que terminan confluyendo en el río Jalón (ambos afluentes por su margen izquierda).

Sobre esta MASb no se ha desarrollado ningún modelo matemático de simulación.



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

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

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, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA DE SITUACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 091.085 (SIERRA DE MIÑANA) . EG04_091085_map_1.

FEBRERO 2010

1.2 *Contexto Hidrogeológico*

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

La edad geológica de los materiales aflorantes dentro de los límites de esta MASb va desde el Triásico al Cuaternario. Dentro de los materiales mesozoicos existe una laguna de registro del periodo Jurásico y parte del Cretácico inferior como consecuencia de una erosión pre o intra-Cretácica, que en algunos sectores llegó a afectar incluso a las formaciones triásicas, de manera que, la base de la Formación Utrillas se asienta discordantemente sobre formaciones paleozoicas. Por otro lado, los materiales del Paleógeno presentan una paraconcordancia con el Cretácico superior, estando conjuntamente plegados, y el Neógeno muestra una disposición *onlap* sobre el borde de cuenca. Como material acuífero principal se han considerado las formaciones del Cretácico superior, quedando agrupados en una formación geológica permeable (FGP) relacionada con los principales ríos de la MASb.

- FGP Cretácica: Engloba a todas las formaciones permeables del Cretácico superior. Se trata de un importante paquete carbonatado situado sobre los materiales de la formación Arenas de Utrillas, con una potencia variable de entre 350 y 400 metros, que va del periodo Cenomaniense al Maastrichtinese. Las formaciones incluidas dentro de esta FGP son, de muro a techo, las siguientes; Arenas, arcillas y calizas de Santa María de la Hoyas, Calizas dolomíticas de Nuévalos, Calizas nodulosas de Monterde, Calizas bioclásticas de Jaraba, Calizas dolomíticas del pantano de La Tranquera, Calizas de Hontoria del Pinar, Calizas del Burgo de Osma, Dolomías, margas dolomíticas y calizas de Santo Domingo de Silos y Calizas con cantos negros de la Sierra de la Pica.

El resto de las formaciones acuíferas presentan un menor interés hidrogeológico sin embargo se han tenido en cuenta por su capacidad para transmitir recursos provenientes de la FGP Cretácica, parte de los cuales descargan al río Deza.

- FGP Paleógena: Presenta 2 litofacies asociadas con el techo del Cretácico que, a pesar de tener un grado de permeabilidad medio-bajo, se han considerado como FGP con relación río-acuífero, por constituir un trasmisor de los recursos de la FGP Cretácica. Los materiales que constituyen esta FGP son; un nivel de conglomerados, arenas y arcillas de potencia variable (entre 20 y 200 metros), que se apoyan directamente sobre el Cretácico, y un nivel de calizas y margas, de relación vertical y lateral con el anterior, de entre 80 y 150 metros de potencia.
- FGP Cuaternaria: Incluye las formaciones cuaternarias de tipo aluvial de los ríos Deza, Monegrillo y parte del Jalón.

Por último, los materiales permeables triásicos del Muschelkalk no se han considerado en la relación río acuífero, por tratarse de formaciones con escasa superficie de afloramiento y que presentan una fuerte inmersión hacia el SO, quedando fosilizados bajo la serie detrítica del Cretácico inferior.

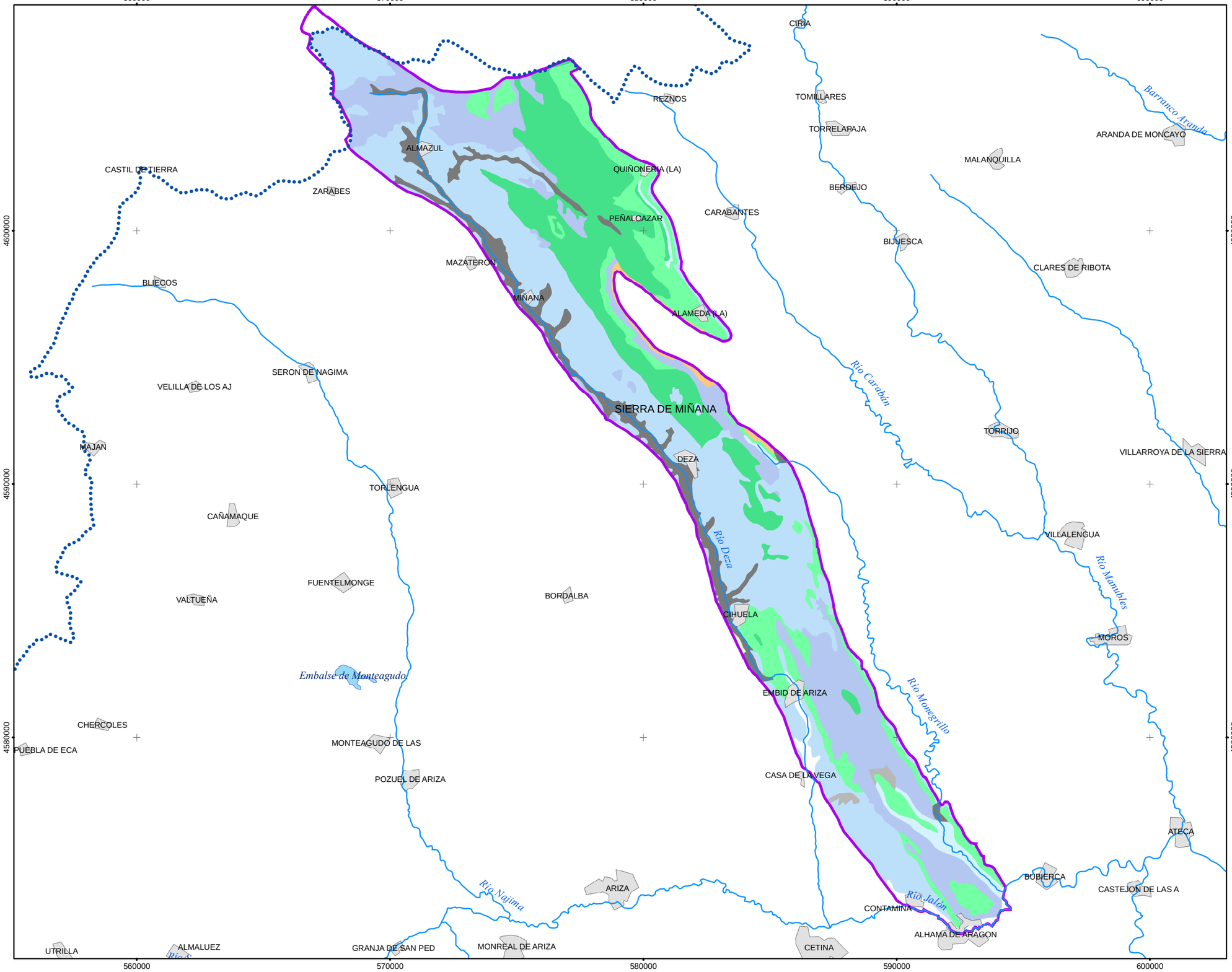
1.2.2 Estructura geológica

La estructura geológica de esta MASb se corresponde con el flanco SO de un gran anticlinorio cuyo núcleo lo constituye el Paleozoico del Umbral de Ateca. Esta estructura se encuentra orientada según las directrices tectónicas ibéricas de dirección NO-SE y se caracteriza por presentar una gran complejidad estructural con pliegues apretados y fallas inversas muy verticalizadas que llegan a afectar al Paleozoico. Los materiales del mesozoico presentan una fuerte inmersión hacia el SO, quedando enterrados bajo el relleno terciario de la cuenca de Almazán, produciéndose el contacto entre ambos, a lo largo de todo el contacto en el valle del río Deza.

El nivel impermeable de base de las FGP definidas está constituido por los materiales detríticos del Cretácico inferior (Formación Utrillas) que, a su vez, se sitúan sobre los niveles de arcillas y yesos del Keuper, o bien, sobre los materiales del Paleozoico.

1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

Esta MASb presenta importantes incertidumbres tanto en lo que se refiere a su funcionamiento y delimitación (límite septentrional), como con respecto a su termalismo. Se considera que la recarga de las formaciones acuíferas mesozoicas se produce por infiltración directa del agua de lluvia en los sectores más elevados (Sierras de Corija, Miñana y Cetina) donde se encuentran los mayores afloramientos. El drenaje principal se produce en las surgencias de Alhama de Aragón, que descargan al río Jalón (zona de menor cota de la MASb). Además también se produce descarga hacia el cauce del río Deza, en el contacto Cretácico superior-Terciario. El acuífero queda confinado bajo los materiales terciarios de la cuenca de Almazán en el sector occidental de la MASb. La dirección de flujo principal es coincidente con la dirección estructural general del acuífero y presenta una componente NO-SE. Esta masa de agua subterránea presenta un régimen de funcionamiento casi natural, ya que apenas existen zonas de explotación (únicamente se capta agua subterránea para abastecimientos de pequeñas poblaciones) y no hay obras de regulación o derivación significativas.



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

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

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, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA DE PERMEABILIDADES
091.085 (SIERRA DE MIÑANA) . EG04_091085_map_2.

FEBRERO 2010

2. Estaciones de control y medidas de caudales

2.1 *Estaciones de la red oficial de aforos*

Existe una única estación de aforo perteneciente a la red de control oficial de la CHE, ubicada en el tramo medio-bajo del río Deza, entre las poblaciones de Cihuela y Embid de la Vega.

La siguiente tabla resume las características principales de dicha estación.

Código estación de control	Nombre de la estación	Estado	Ubicación geográfica			Cauce		Serie de Datos		
			Coordenada UTM Huso 30		Cota (msnm)	Nombre	MAS (codificación CEDEX)	Número de datos disponibles	Amplitud de la serie	Indice de representatividad
			X	Y						
57	Embid de Ariza E.A 57	Activo	585105	4582463	776	Deza	311	22.098	1932-2002	0.85

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

2.2 *Estaciones de la red oficial de control hidrométrico*

No se han definido redes oficiales de control hidrométrico en esta masa de agua subterránea.

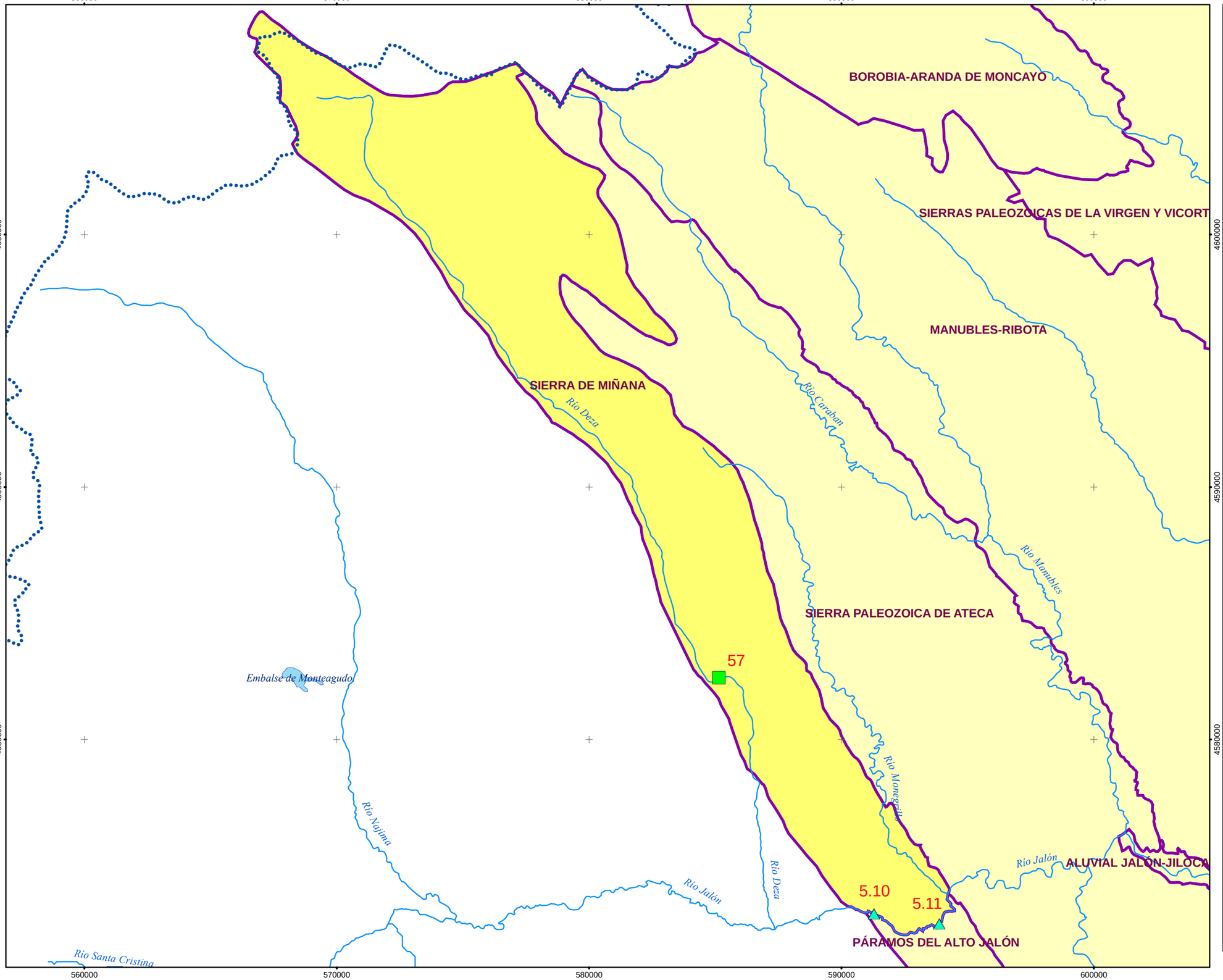
2.3 *Otra información hidrométrica*

La única información hidrométrica de interés existente es la aportada por el estudio de los recursos hídricos de la UH Sierra del Selorio (SGOP-CHE) y que contempla la realización de una campaña de aforos diferenciales sobre el río Jalón entre las poblaciones de Contamina y Alhama de Aragón para el periodo Feb 1988-Feb 1989.

Código estación		Observaciones	Datos de Caudal				
Código [1]	Referencia bibliográfica		Número de datos	Amplitud de la serie	Caudal mínimo (l/s)	Caudal promedio (l/s)	Caudal máximo (l/s)
5.10 Contamina	SGOP-CHE	*Aforo en el río Jalón en las inmediaciones de la población de Contamina*	12	feb-88 a ene-89	1.445	2.634	4.688
5.11 Alhama de Aragón	SGOP-CHE	*Aforo en el río Jalón en las inmediaciones de la población de Alhama de Aragón*	12	feb-88 a feb-89	1.225	2.563	3.612

[1] Código de la CH Ebro

Tabla 2. *Datos en estaciones de medida y control hidrométrico*



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

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

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, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA DE ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDA DE CAUDALES
091.085 (SIERRA DE MIÑANA) . EG04_091085_map_3.

FEBRERO 2010

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

Dentro de esta MASb únicamente se han definido 2 tramos en los que se ha detectado e identificado una relación río-acuífero clara. No obstante es posible que exista algún tramo más con conexión río-acuífero, aunque la falta de información hidrométrica impide su identificación.

3.1 *Identificación y Modelo Conceptual*

Dentro de la MASb 091.085-Sierra de Miñana se han definido 2 tramos donde existe conexión hidráulica de alguno de los cauces con las FGP consideradas.

- **Tramo Deza I** (091.085.001 - tramo conectado con la MAS código 311). Corresponde al tramo del río Deza desde las proximidades de la población de Miñana (aguas abajo de esta) hasta su salida de la MASb. La MAS relacionada es *río Deza desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón* código 311.

- **Tramo Jalón I** (091.085.002 – tramo conectado con la MAS código 312). Se trata de un pequeño tramo del río Jalón donde se recoge la descarga producida a través de los manantiales de Alhama de Aragón, de los cuales, destaca por su importancia, el inventariado con código 241740008. La MAS relacionada es *río Jalón desde el río Deza hasta el barranco del Monegrillo* (código 312).

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	
091.085.001	Río Deza	*311*	Río Deza desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Cretácica-Paleógena-Cuaternaria
091.085.002	Río Jalón	*312*	Río Jalón desde el río Deza hasta el barranco del Monegrillo	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa modificada	FGP Cretácica

Tabla 3. *Identificación de los tramos de ríos conectados*

A continuación se describe el modelo conceptual de la relación río-acuífero de cada uno de los tramos identificados en la MASb Sierra de Miñana.

Tramo Deza I (**091.085.001**). Se considera que a lo largo de este tramo se produce una descarga de las FGP definidas al río. En este tramo el río discurre por el contacto entre los materiales mesozoicos (FGP Cretácica) y los terciarios (FGP Paleógena), y en

algunos sectores, sobre un pequeño lecho de aluvial cuaternario (FGP Cuaternaria). La descarga se produce tanto de forma directa desde la propia FGP Cretácica, como de forma indirecta, desde las FGP Paleógena y Cuaternaria, alimentadas desde el acuífero Cretácico, así como a través de manantiales situados en el mismo cauce o en tributarios. Por tanto, se considera que la conexión río-acuífero se corresponde con un río ganador que recibe la descarga directa del acuífero en el propio lecho (conexión difusa directa) y a través de manantiales situados en el mismo cauce o en tributarios (*código 471-Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes*). A lo largo de este tramo, el río Deza presenta un régimen hidrológico natural.

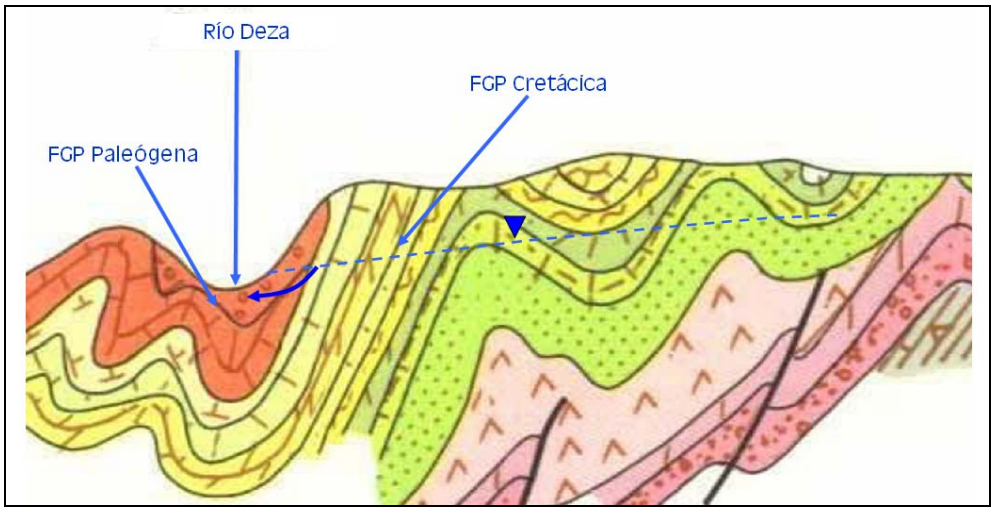


Figura 1. *Esquema hidrogeológico de la relación río-acuífero del tramo definido en el río Deza*

Tramo Jalón I (**091.085.002**). Se trata de un pequeño tramo del río Jalón en el cual se produce una ganancia de caudal, producida como consecuencia, tanto de la descarga directa al cauce del río, como de la descarga puntual de un grupo de manantiales que drenan la FGP Cretácica. Estos manantiales constituyen el drenaje principal de la MASb, con un caudal conjunto que supera los 1.000 l/s. Así pues, este tramo se define como un río ganador que recibe la descarga directa del acuífero en el propio lecho (conexión difusa directa) y a través de manantiales situados en el mismo cauce o en tributarios (*código 471-Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes*).

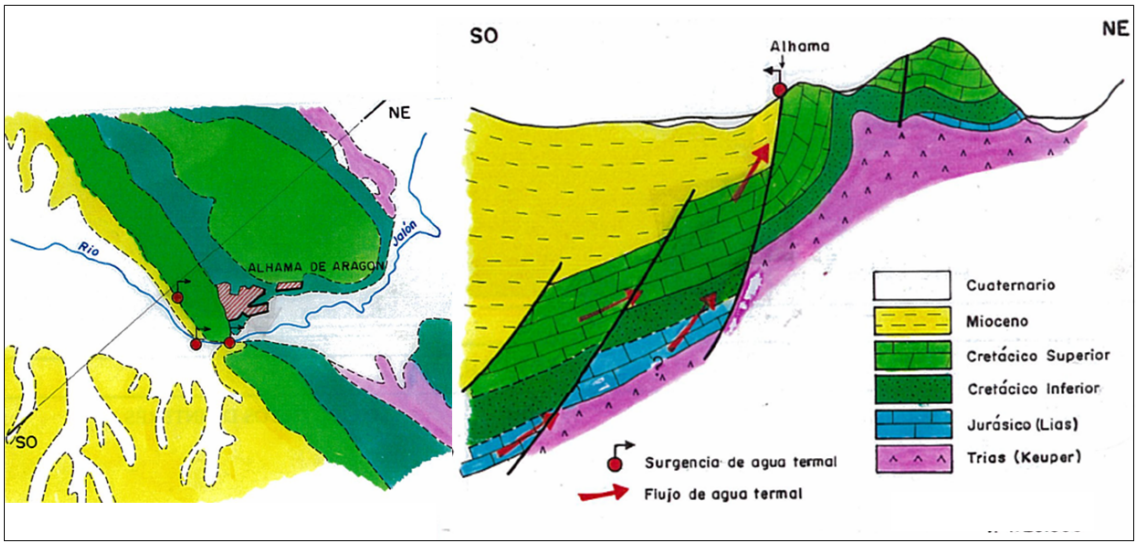


Figura 2. *Esquema hidrogeológico de la descarga de los manantiales de Alhama de Aragón (tramo definido en el río Jalón)*

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)
091.085.001	Río Deza	Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes	Natural	Aluvial de bajo desarrollo o inexistente	-	Drenaje difuso del acuífero a través del cauce del río y aportes a través de manantiales situados en el contacto del Cretácico con los materiales arcillosos terciarios	8.421
091.085.002	Río Jalón	Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes	Natural	Aluvial cuaternario bien desarrollado	-	Drenaje difuso del acuífero a través del cauce del río y aportes a través de manantiales situados en el contacto del Cretácico con los materiales arcillosos terciarios (flujos ascendentes)	1.935

Tabla 4. *Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos*

3.2 *Relación río-acuífero*

3.2.1 Análisis de series de aforos

Únicamente se ha podido realizar el análisis de la estación de aforos número 57, ya que no existen más puntos de control dentro de la MASb. Para esta estación se ha efectuado el análisis del hidrograma con lo que se ha obtenido el parámetro de agotamiento y el periodo de semi-agotamiento, representativo del sector del acuífero situado aguas arriba del punto de control. Además, se ha realizado la descomposición del hidrograma medio mensual, según el método de Barnes, obteniéndose el caudal de descarga subterránea frente al caudal de origen superficial.

Estación de aforo 57 - río Deza en Embid de Ariza

Esta estación de aforo se encuentra situado en el sector central del tramo de relación río acuífero definido en el río Deza y codificado como 091.085.001. Así pues, se considera que controla únicamente parte de la descarga producida por el acuífero al río.

El análisis del hidrograma da como resultado un parámetro de agotamiento promedio de 0,38334 mes^{-1}, correspondiente a un periodo de semi-agotamiento de 1,8 meses.

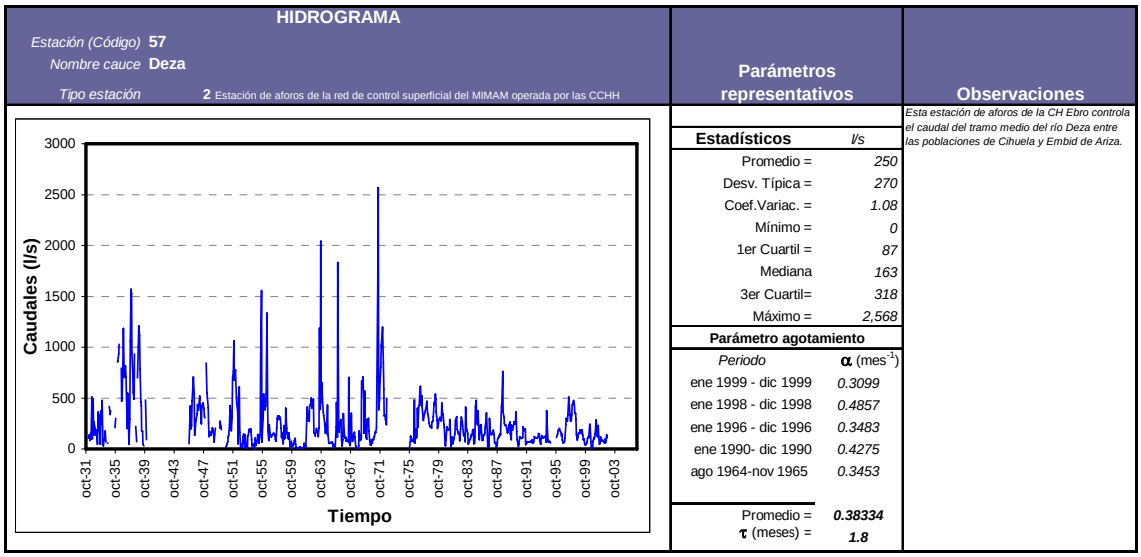


Figura 3. *Análisis del hidrograma de la estación de aforo 57 (río Deza)*

Teniendo en cuenta que la principal descarga del acuífero se produce a través de una serie de manantiales situados en la población de Alhama de Aragón, a una cota mucho más baja y con un caudal muy elevado (superior a 1.000 l/s), se considera que el periodo de semi-agotamiento obtenido es representativo únicamente del sector más meridional del acuífero cretácico, siendo más largo para el acuífero en su conjunto. No obstante, la falta de registro hidrométrico del

caudal de descarga de estos manantiales impide determinar dicho parámetros (agotamiento y periodo de semi-agotamiento del acuífero).

De la descomposición del hidrograma medio mensual se obtiene un caudal medio de drenaje de la FGP de 181,60 l/s, equivalente a un volumen de 5,73 hm^3/año. La escorrentía subterránea representa un 88,4% de la escorrentía total del río Deza en este punto.

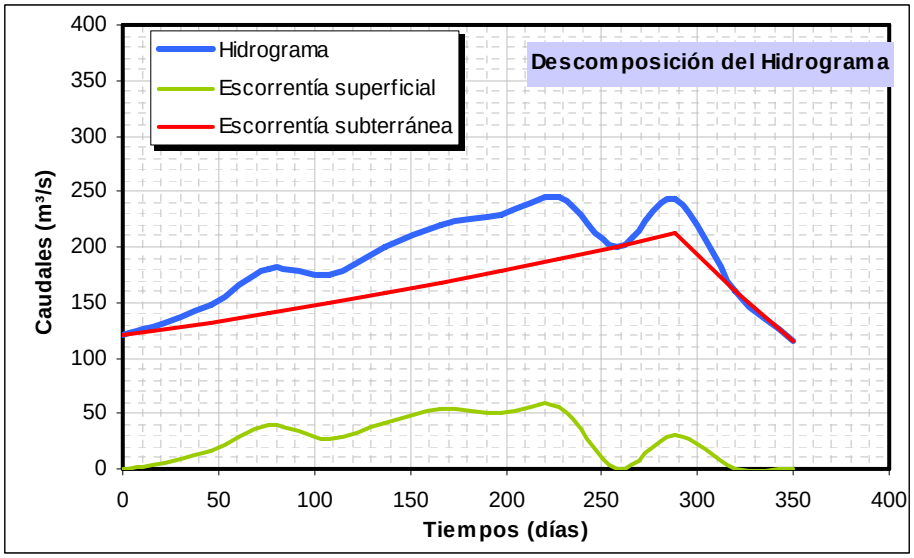


Figura 4. *Descomposición del hidrograma mensual medio de la estación de aforo 57 (río Deza)*

3.2.2 Análisis de datos hidrométricos

En este apartado se ha tenido en cuenta la información que aporta el estudio efectuado por el SGOP-CHE en el que se efectuaron aforos diferenciales en el río Jalón junto a las poblaciones de Contamina y Alhama de Jalón. Estos aforos se sitúan en tramo de relación río-acuífero definido en este informe para el río Jalón, en el cual se observa una ganancia significativa de caudal cuyo valor promedio es de 237 l/s. El siguiente gráfico muestra los caudales medidos en ambas secciones entre febrero de 1988 y febrero de 1989.

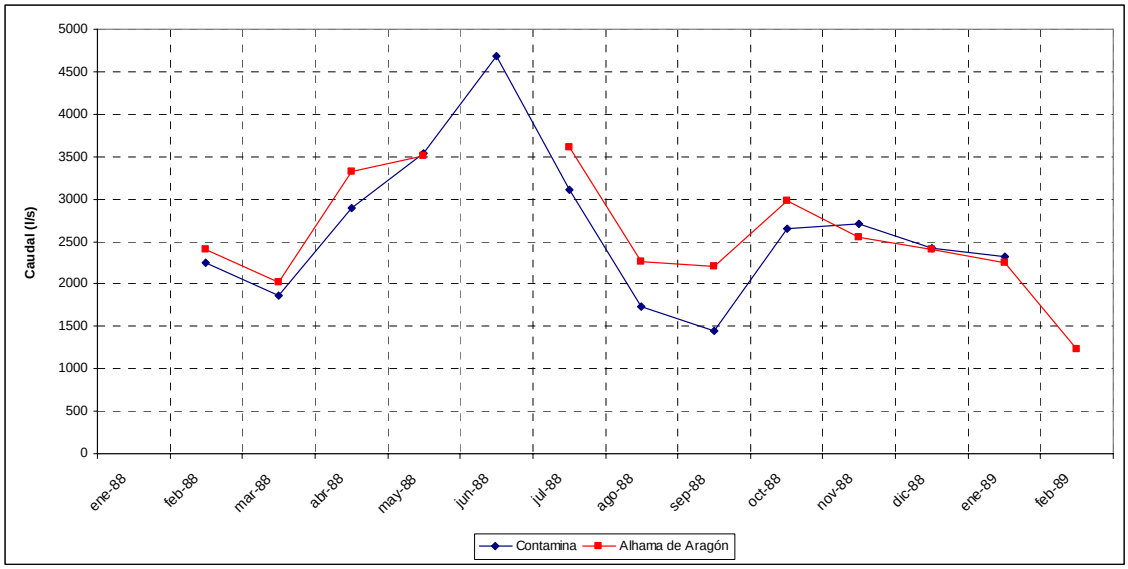
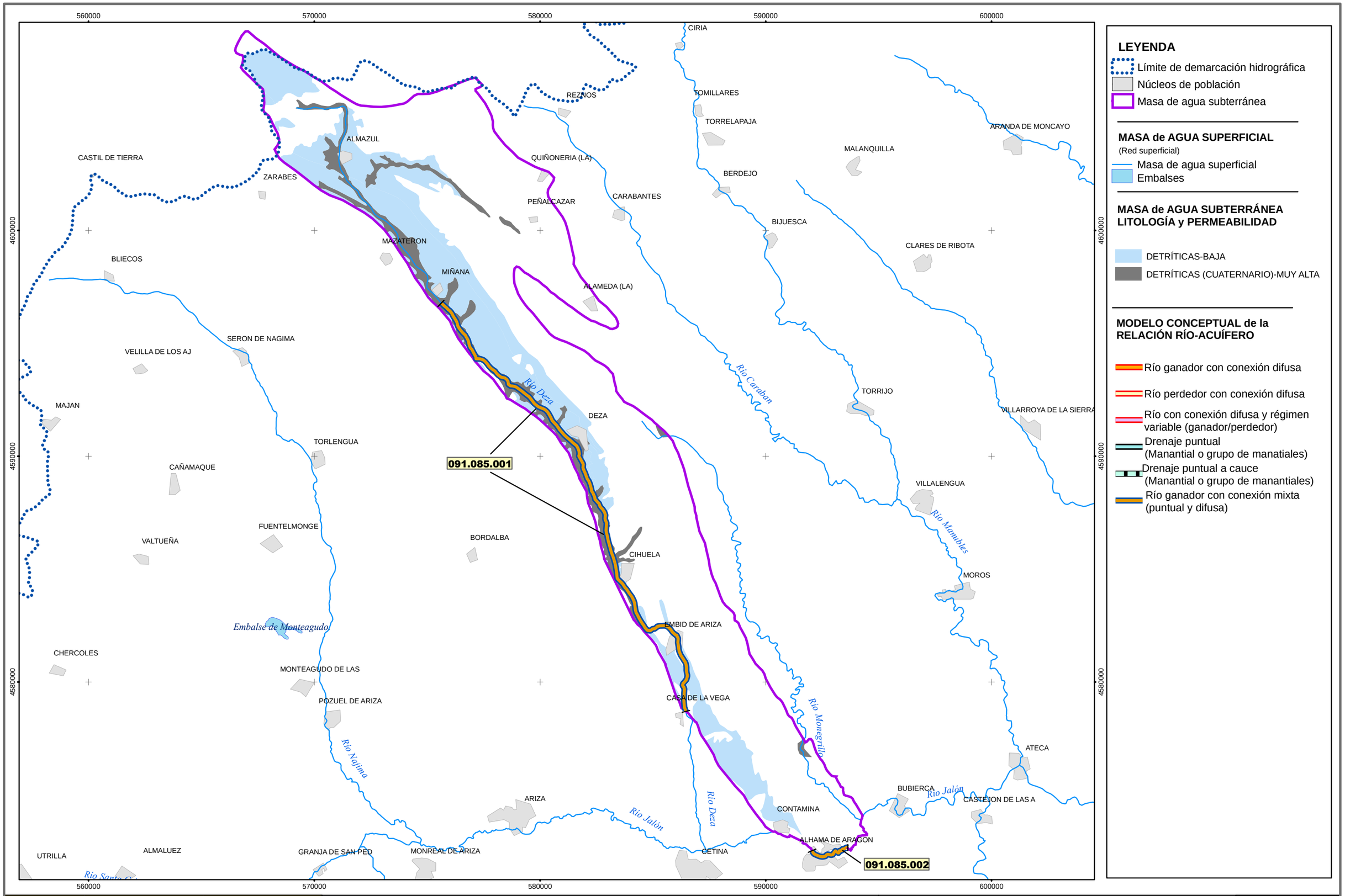


Figura 5. *Aforo diferencial efectuado en el río Jalón*

La siguiente tabla resume las cuantificaciones de las relaciones río-acuífero efectuadas.

Código Tramo	Cuantificación				Régimen hidrológico	Observaciones
	Descarga puntual QCD (l/s)	Conexión difusa				
		Relación Unitaria de Transferencia RUT (l/s/m)	Amplitud de la serie (ASU)	Número de datos (NAE)		
091.085.001	-	-	-	-	Natural	No existen datos para cuantificar la descarga producida en el tramo ya que se desconoce el caudal existente al inicio del mismo. Únicamente se ha obtenido el dato de caudal medio anual de origen subterráneo a partir de la descomposición del hidrograma de la EA 57 y que se establece en 181 l/s.
091.085.002	237*			12	Natural	*Este valor se ha calculado teniendo en cuenta la media de las descargas puntuales y representa tanto la descarga directa el río como la descarga de los manantiales de Alhama.

Tabla 5. *Resumen de la cuantificación río-acuífero*



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-BAJA
- DETRÍTICAS (CUATERNARIO)-MUY ALTA

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 manatiales)
- Drenaje puntual a cauce (Manantial o grupo de manantiales)
- Río ganador con conexión mixta (puntual y difusa)

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

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, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA SINÓPTICO DE LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO
091.085 (SIERRA DE MIÑANA) . EG04_091085_map_4.

FEBRERO 2010

4. Manantiales

4.1 *Manantiales principales*

La principal descarga de la MASb se produce por el drenaje de una serie de manantiales ubicados en la población de Alhama de Aragón, cuyos códigos de inventario son 241740019 (Lago termal), 241740023 (La Alberca) y 241740024 (La Cascada), cuyo caudal medio conjunto es de 215 l/s. También tienen importancia los manantiales 241740020 (Baños del Rey), con un caudal aforado de 43 l/s y 241740008 (galería 40 metros de longitud con un caudal de 9-11 l/s). El origen de esta surgencias es objeto de discusión existiendo diversas teorías. Según se comenta en el artículo *"Hidrogeología regional del acuífero cretácico de los manantiales termales de Alhama de Aragón"* la surgencia se produce a favor del contacto entre las calizas cretácicas con el terciario arcilloso impermeable. Otras teorías apuntan a flujos ascendentes profundos como consecuencia de la verticalización y afloramiento de los materiales acuíferos mesozoicos que se producen en el borde de la estructura donde afloran el Trías y el Paleozoico.

También existen una serie de manantiales de cierta importancia en las inmediaciones de Deza denominados Suso, El Hocino y Azañón, cuyo caudal conjunto aproximado es de 115 l/s.

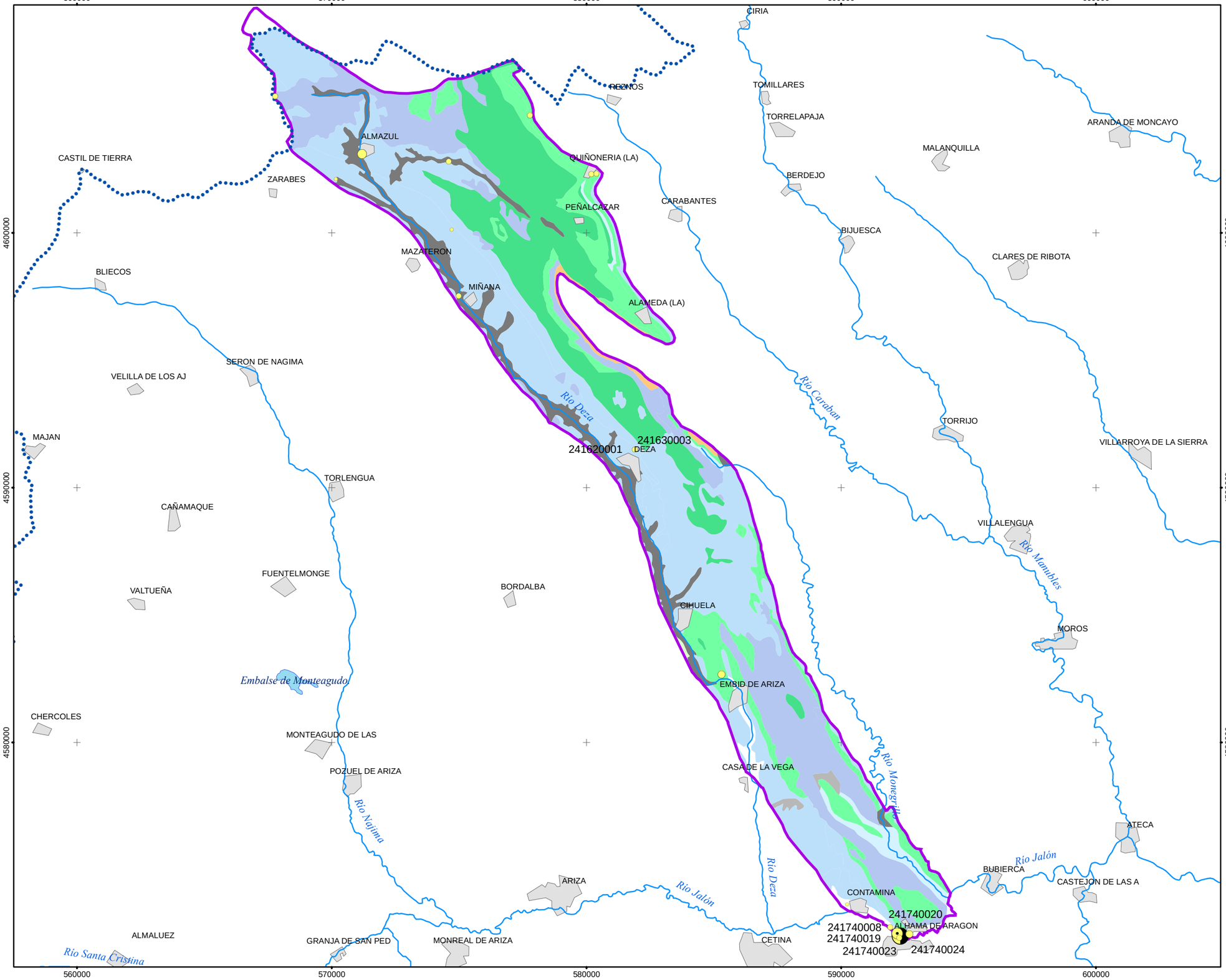
Manantial	Código NIPA (IGME)	Cauce receptor de la descarga	Tramo conexión río-acuífero	Ubicación			FGP relacionada y Génesis Hidrogeológica
				Coordenadas UTM Huso 30		Cota (m snm)	
				X	Y		
	241740019	Jalón	*091.085.002*	*592280*	*4572333*	*650*	FGP Cretácica
	241740023	Jalón	*091.085.002*	*592273*	*4572124*	*660*	FGP Cretácica
	241740024	Jalón	*091.085.002*	*592350*	*4572150*	*660*	FGP Cretácica
	241740008	Jalón	*091.085.002*	*592297*	*4572414*	*680*	FGP Cretácica
	241740020	Jalón	*091.085.002*	*592199*	*4572506*	*660*	FGP Cretácica
	241630003	Deza	*091.085.001*	*582059*	*4591288*	*920*	FGP Cretácica
	241620001	Deza	*091.085.001*	*581635*	*4591437*	*930*	FGP Cretácica
	241630003	Deza	*091.085.001*	*581887*	*4591500*	*950*	FGP Cretácica

Tabla 6. *Manantiales principales. Sierra de Miñana (091.085)*

4.2 *Resto de manantiales*

El resto de manantiales existentes dentro de los límites de la MASb se consideran de bajo interés debido al reducido caudal que presentan (casi todos tienen caudales inferiores a 20 l/s).

Se trata de pequeñas descargas locales de niveles acuíferos terciarios, y de alguna descarga menor del acuífero Cretácico. En el Anejo 2 se resumen las principales características de estos manantiales.



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

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

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, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA DE MANANTIALES
091.085 (SIERRA DE MIÑANA) . EG04_091085_map_5.

FEBRERO 2010

5. Zonas húmedas

No existen humedales dentro de los límites de la MASb, por lo que no se desarrolla este apartado.

6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

6.1 *Valoración de la información utilizada y de los resultados obtenidos*

La única cuantificación efectuada en cuanto a los parámetros de agotamiento y los periodos de semi-agotamiento calculados se ha efectuado para la Estación de Aforo 57 de Embid de Ariza, sobre el cauce del río Deza. Esta estación se encuentra en la parte intermedia del tramo de relación río-acuífero definido en este río. La serie utilizada se considera suficientemente representativa como para llevar a cabo el cálculo de los parámetros con un elevado grado de fiabilidad. Sin embargo, se considera que dichos parámetros no son representativos de la totalidad del acuífero ya que, la descarga que cuantifica, es minoritaria con respecto a la descarga principal del acuífero efectuada en las surgencias de Alhama de Aragón.

Además se ha cuantificado la relación río-acuífero del tramo definido para el río Jalón, utilizando aforo diferencial efectuado en el periodo 1988-1989. El valor cuantificado tiene una representatividad muy limitada ya que únicamente tiene en cuenta un periodo anual con medidas mensuales.

6.2 *Propuesta de actuaciones*

Para la mejora del control de la cuantificación de la relación río-acuífero de esta unidad se propone la medida de caudal en 4 nuevos puntos (2 en el río Jalón y 2 en el río Deza), aguas arriba y aguas abajo de cada uno de los tramos en los que se ha definido relación río-acuífero. Se trata de realizar aforos diferenciales de los tramos para poder cuantificar la ganancia que se produce a lo largo de los mismos. Se recomienda su control con una periodicidad, al menos, mensual. Los puntos de control foronómico propuestos son los siguientes:

Nº estación	UTM X	UTM Y	Cota (m s.n.m.)	Cauce	Objetivo
1	580800	4591275	872	Río Deza	Controlar el caudal del río Deza antes del inicio del tramo 091.085.001
2	586438	4578632	733	Río Deza	Controlar el caudal del río Deza al final del tramo 091.085.001

Nº estación	UTM X	UTM Y	Cota (m s.n.m.)	Cauce	Objetivo
3	591050	4573200	654	Río Jalón	Controlar el caudal del río Jalón antes del inicio del tramo 091.085.002
4	594200	4573630	653	Río Jalón	Controlar el caudal del río Jalón al final del tramo 091.085.002 antes de su confluencia con el río Monegrillo

Tabla 7. *Estaciones de control propuestas*

También sería recomendable controlar automáticamente la acequia que evacua el agua drenada conjuntamente por los manantiales del Lago Termal, La Alberca y La Cascada. Por último sería interesante actualizar el dato de caudal del resto de los manantiales de descarga en Alhama y en Deza.

7. Referencias Bibliográficas

(1) Confederación Hidrográfica del Ebro (1991-a): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Ebro (Plan Hidrológico).

(2) IGME (1987). Estudio de detalle del borde Septentrional de la Sierra del Solorio.

(3) SGOP-CHE (1990). Estudio de los Recursos Hídricos Subterráneos de los acuíferos relacionados con la provincia de Zaragoza. UH 43. Sierra del Solorio.

(4) IGME (1994). Estudio de las aguas minero-medicinales, minero-industriales, termales y de bebida envasadas en la comunidad autónoma de Aragón.

(5) J.G. Yélamos y E. Sanz Pérez. Rev. Soc. Geol. España, 11 (1-2), 1998. Hidrogeología regional del acuífero cretácico de los manantiales termales de Alhama de Aragón (Zaragoza y Soria).

(6) Coloma, P., Sánchez Navarro, J.A y Baquer, E. Geogaceta, 25 (1999), 71-74. Relación entre la macroestructura del sector oriental de la Cuenca de Almazán y la ubicación de los manantiales termales de Deza, Embid, San Roquillo, Alhama y Jaraba (provincias de Soria y Tarragona)

(7) IGME (1972): Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000 2ª serie. Hojas 380, 408y 436.

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. Tabla de estaciones de control y medida

Estación de control y medida			Cauce		Régimen hidrológico		MASb (a)		FGP	Tramo relación río-acuífero (b)			Situación geográfica respecto al tramo
Código	Nombre	Tipo	Código	Nombre	Tipo	Observaciones	Código	Nombre		Código	Cauce	Descripción	
57	Embid de Ariza	02	311	Deza	Natural		091.085	Sierra de Miñana	Cretácica-Paleógena-Cuaternaria	091.085.001	Deza	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Parte media del tramo

Anejo 2. Listado de manantiales

Masa de aguas subterránea asociada (*Codmsbt_def*)			**091.085**	**Sierra de Miñana**				**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	
	241740008	Termas Pallares	*091.085.002*	FGP Cretácica	*592297*	*4572414*	*680*	660					Aguas minero-medicinales
	241740020		*091.085.002*	FGP Cretácica	*592199*	*4572506*	*660*	660	43,39	43,39	43,39	43,39	Aguas minero-medicinales
	241740019		*091.085.002*	FGP Cretácica	*592280*	*4572333*	*650*	*650*					Aguas minero-medicinales
	241740023		*091.085.002*	FGP Cretácica	*592273*	*4572124*	*660*	*660*					Aguas minero-medicinales
	241740024		*091.085.002*	FGP Cretácica	*592350*	*4572150*	*660*	*660*					Aguas minero-medicinales
	241630003		*091.085.001*	FGP Cretácica	*582059*	*4591288*	*920*	*920*					
	241620001		*091.085.001*	FGP Cretácica	*581635*	*4591437*	*930*	*930*					
	241630003		*091.085.001*	FGP Cretácica	*581887*	*4591500*	*950*	*950*					