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

091.050 ALUVIAL DEL ARGA MEDIO

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

091.050 ALUVIAL DEL ARGA MEDIO

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 3*
1.2.3 *Funcionamiento hidrogeológico 3*

2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES 6

3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS 7

3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL 7
3.2 CUANTIFICACIÓN DE LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO 8

4. MANANTIALES 12

5. ZONAS HÚMEDAS 13

6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES 14

6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS 14
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES 14

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 15

8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS 15

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

091.050 ALUVIAL DEL ARGA MEDIO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación del piezómetro 251010003 9

Figura 2. Calculo del coeficiente de recesión en el piezómetro 251010003 10

Figura 3. Simulación de la descarga del acuífero cuaternario al río mediante la aplicación del método Rorabaugh 10

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

091.050 ALUVIAL DEL ARGA MEDIO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Identificación de los tramos de ríos conectados 7

Tabla 2. Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos 8

Tabla 3. Estaciones de control propuestas 14

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

091.050 ALUVIAL DEL ARGA MEDIO

ÍNDICE DE MAPAS

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

Mapa 2. Mapa de permeabilidades 5

Mapa 3. Mapa sinóptico de la relación río-acuífero 11

1. Caracterización de MASA de AGUA SUBTERRÁNEA

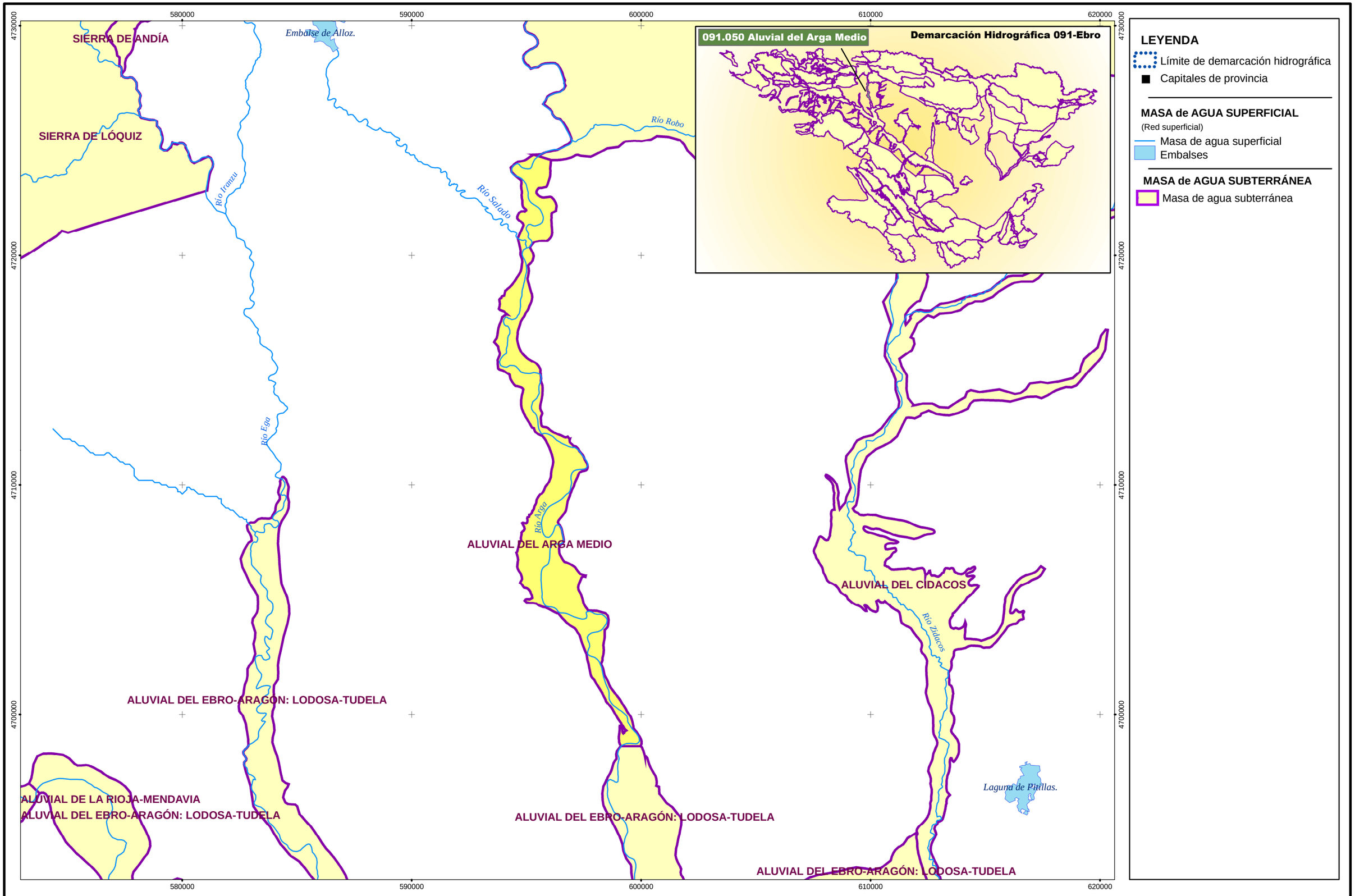
1.1 *Identificación, morfología y datos previos*

La MASb Aluvial del Arga Medio, identificada con el código 091.050, se ubica en el sector noroccidental del Dominio de la Depresión del Ebro, que se corresponde con la Cuenca Terciaria del Ebro. Su superficie total de la MASb es de 30 km^2 localizados íntegramente en la comunidad de Navarra. Sus limites coinciden con el aluvial del río Arga entre la población de Puente de la Reina y el comienzo del término municipal de Falces.

La topográfica de la MASb es bastante homogénea, con cotas que oscilan entre 291 m.s.n.m y 367 m.s.n.m., siendo la cota media de 322 m.s.n.m.

El cauce principal asociado a la MASb es el propio río Arga, que tiene como afluente, por su margen derecha, al río Salado, que confluye con este aguas abajo de la población de Mendigorría.

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



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 091.050 (ALUVIAL DEL ARGA MEDIO). EG04_091050_map_1.

FEBRERO 2010

1.2 *Contexto Hidrogeológico*

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

Prácticamente la totalidad de los afloramientos existentes dentro de los límites de esta MASb son materiales cuaternarios detríticos asociados con el propio río Arga. El resto de los afloramientos se corresponden con formaciones detríticas terciarias de baja permeabilidad. La única FGP definida es la que a continuación se describe:

- FGP Cuaternaria: se trata de un conjunto de formaciones detríticas asociadas con el aluvial del Arga (terrazas y aluvial actual), así como con los depósitos coluviales. Se considera un acuífero de permeabilidad alta por porosidad intersticial, siendo frecuentes los cambios de facies, tanto laterales como horizontales, pasando de gravas a lutitas. La potencia de la FGP es de 10-15 metros.

Esta FGP se sitúa sobre formaciones terciarios de permeabilidad baja a muy baja, consideradas como el nivel impermeable de base.

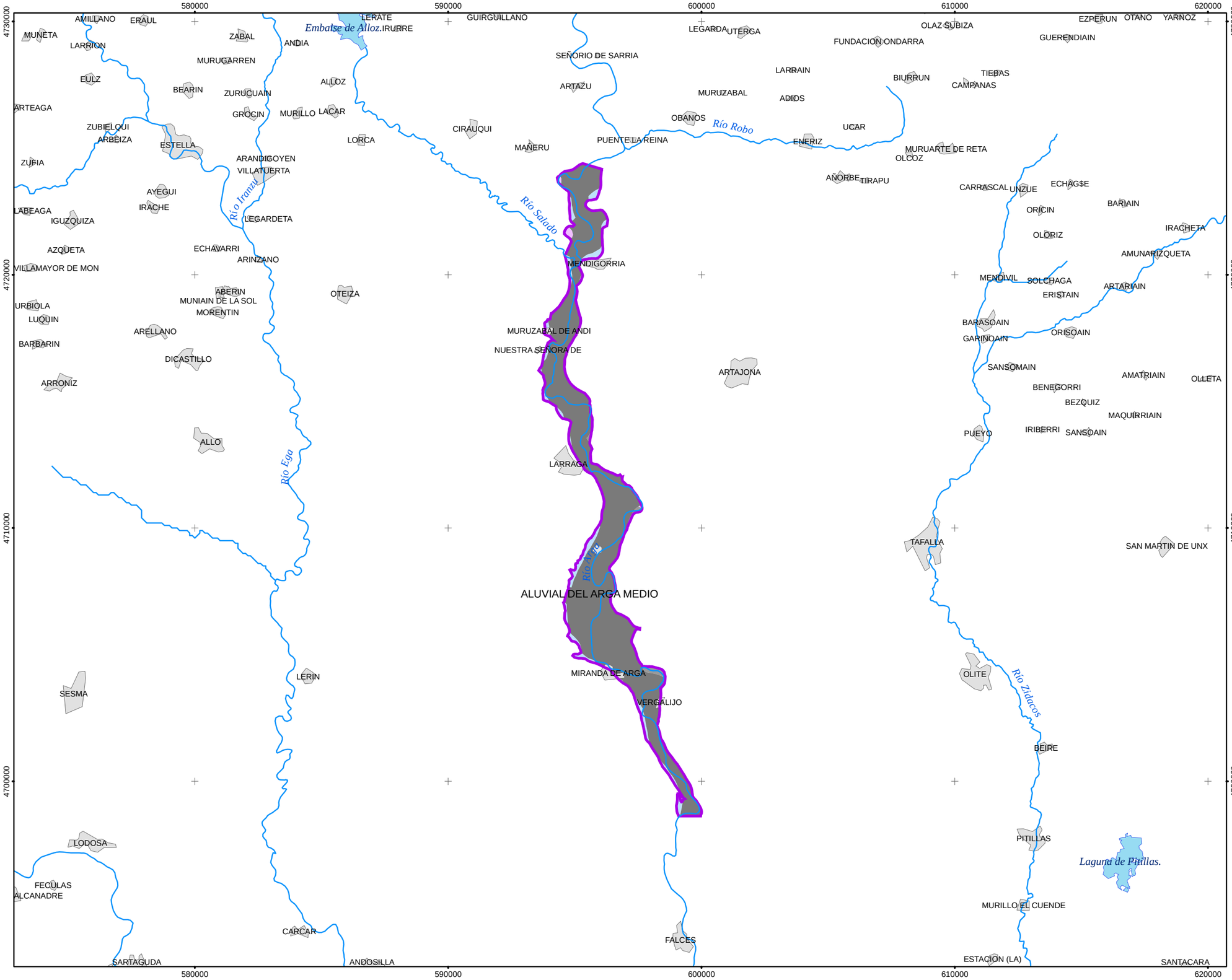
1.2.2 Estructura geológica

La estructura geológica de esta MASb viene definida por la propia extensión de los aluviales actuales del río y las terrazas bajas conectadas con este. Su límite Norte se establece aguas abajo de la población de Puente la Reina, donde el aluvial comienza a ensancharse y a tener unas dimensiones considerables. Por el contrario el límite Sur coincide con un estrechamiento del propio aluvial (aguas abajo de la población de Miranda de Arga), punto a partir del cual sufre un nuevo ensanchamiento (ya en la siguiente MASb 091.049 Aluvial del Ebro-Aragón: Lodosa-Tudela).

1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

El funcionamiento hidrogeológico de esta MASb se encuentra claramente influenciado por el propio río Arga. Así pues, mientras la recarga se produce directamente por infiltración del agua de lluvia sobre la formaciones permeables, por retornos de riego, por almacenamiento de las riberas en periodos de crecida y por la alimentación procedente de barrancos laterales, la descarga se realiza de forma natural al propio río, que actúa como colector general y, en menor medida, por bombeos. La dirección del flujo de agua subterránea coincide, grosso modo, con el de agua superficial, si bien, en periodos de crecidas importantes se puede dar una inversión en la dirección de flujo general de manera que el río recarga al acuífero.

Además de la recarga anteriormente comentada, existe la posibilidad de que se produzca una recarga difusa del acuífero detrítico cuaternario, a través de los niveles calcáreos eocenos, favorecida por el retrocabalgamiento del flanco Norte del anticlinal de Puente la Reina.



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
091.050 (ALUVIAL DEL ARGA MEDIO). EG04_091050_map_2.

FEBRERO 2010

2. Estaciones de control y medidas de caudales

No existen, dentro de esta MASb, estaciones de aforo con las que poder cuantificar la relación río-acuífero.

Tampoco se ha definido una red oficial de control hidrométrico de las aguas subterráneas, ni se tiene constancia de medidas específicas realizadas en trabajos desarrollados sobre el ámbito geográfico de la MASb.

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

Dentro de esta MASb se ha identificado una única masa de agua superficial de importancia el propio río Arga. A lo largo de su transcurso por los límites de dicha MASb no existen datos de control foronómico con los que poder cuantificar la relación río-acuífero, únicamente existe un piezómetros con registro histórico suficiente como para poder realizar una aproximación de la Relación río-acuífero en uno de los tramos definidos. Para el otro tramo se ha establecido la relación cualitativa en referencia a la bibliografía consultada.

3.1 *Identificación y Modelo Conceptual*

Dentro de la MASb 091.050-Aluvial del Arga Medio se han definido 2 tramos donde existe conexión hidráulica entre el río Arga y la FGP Cuaternaria.

- **Tramo Arga I** (091.050.001-tramo conectado con la MAS código 422). Corresponde al tramo alto del río Arga, desde que entra en la MASb 091.050-Aluvial del Arga Medio hasta su conexión con su afluente por la margen derecha, el río Salado. A lo largo de todo este tramo, el río Arga discurre sobre la FGP Cuaternaria. La MAS relacionada es *río Arga desde el río Araquil hasta el río Salado* (código 422), clasificada como *Ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados*.
- **Tramo Arga II** (091.050.002-tramo conectado con la MAS código 423). Corresponde al tramo del río Arga entre confluencia con el río Salado y su salida de la MASb. En este tramo el río Arga se encuentra en relación con la FGP Cuaternaria. La MAS relacionada es *río Arga desde el río Salado hasta su desembocadura en el Aragón* (código 432), clasificada como *Ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados.*

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionadasegún codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
091.050.001	Río Arga	*422*	Río Arga desde el río Araquil hasta el río Salado	Río	Ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados	Masa natural	Cuaternario
091.050.002	Río Arga	*423*	Río Arga desde el río Salado hasta su desembocadura en el Aragón	Río	Ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados	Masa natural	Cuaternario

Tabla 1. *Identificación de los tramos de ríos conectados*

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

Tramo Arga I (**091.050.001**). El río Arga intersecta la FGP Cuatenaria a lo largo de todo el tramo. El hecho de que no existan datos de control foronómico ni de control piezométrico a largo de todo el tramo, hace que sea imposible cuantificar la relación río-acuífero. No obstante, la bibliografía consultada (CHE 1991 y CHE 1998), indica la existencia de una clara interconexión entre el río y la FGP, de manera que el río se comporta como ganador a lo largo de todo el tramo, excepto en periodos de crecida, en los que se pueden producir puntualmente inversiones de flujo. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río en régimen ganador con conexión difusa directa (*código 401-Conexión difusa directa en cauces efluentes*). En este tramo el río Arga dispone de un régimen hidrológico modificado por la existencia del embalse de Eugui aguas arriba.

Tramo Arga II (**091.050.002**). Este tramo tiene un comportamiento y las mismas características que el anterior. Por tanto se considera igualmente un río en régimen ganador con conexión difusa directa (*código 401-Conexión difusa directa en cauces efluentes*). Asimismo, también dispone de un régimen hidrológico modificado por la existencia de los embalses de Eugui (en el propio río Arga) y de Alloz (en el río Salado) aguas arriba.

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)
091.050.001	Río Arga	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Influenciado	Aluvial del río Arga	-	Conexión hídrica acuífero-río	6.533
091.050.002	Río Arga	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Influenciado	Aluvial del río Arga	-	Conexión hídrica acuífero-río	33.640

Tabla 2. *Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos*

3.2 *Cuantificación de la relación río-acuífero*

Los tramos de cauce donde se ha definido conexión río-acuífero en la MASb 091.050 Aluvial del Arga Medio corresponden a:

- Tramos ganadores con conexión difusa directa (091.050.001 y 091.050.002).

Los modelos conceptuales referentes a las relaciones río-acuífero han sido establecidos con respecto a la bibliografía consultada ya que la información hidrométrica es nula.

No obstante, utilizando la serie piezométrica del punto 251010003 (Oct 1975- Oct 1984) y suponiendo que la cota de la lámina de agua en el río se sitúa en todo momento por debajo de

la cota piezométrica registrada en este piezómetro (es decir, se supone que el río funciona siempre como ganador, obviando la inversión que se produce en los episodios de crecida) y considerando una cota de referencia para la lámina de agua en el río fija (al no disponer de datos foronómicos no ha sido factible calcular la variación que registra la lámina de agua en el río), se ha calculado, utilizando la ecuación de Rorabaugh, la descarga que recibiría el río desde el acuífero (Figura 3).

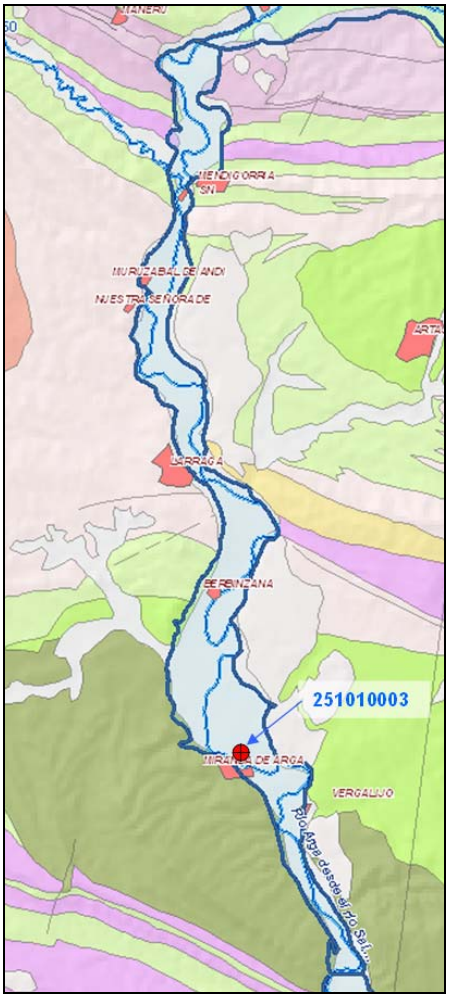


Figura 1. *Situación del piezómetro 251010003*

Para el periodo considerado, el caudal promedio de descarga es de 302,86 l/s. Además se obtiene un periodo de semi-agotamiento de 286,53 días (Figura 2) y una recarga promedio en el acuífero cuaternario de 0,13 mm/d.

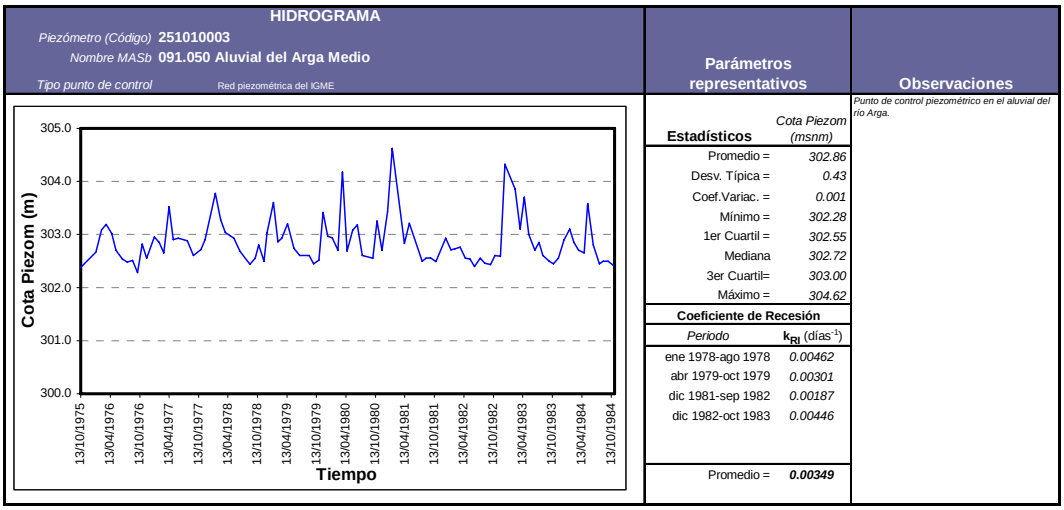


Figura 2. *Calculo del coeficiente de recesión en el piezómetro 251010003*

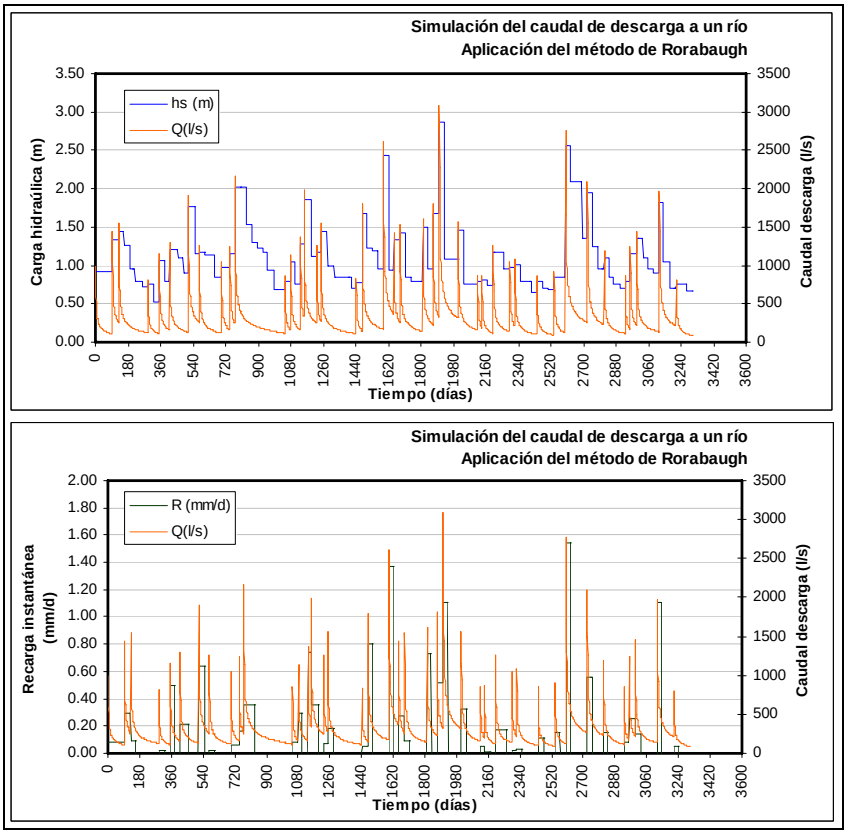
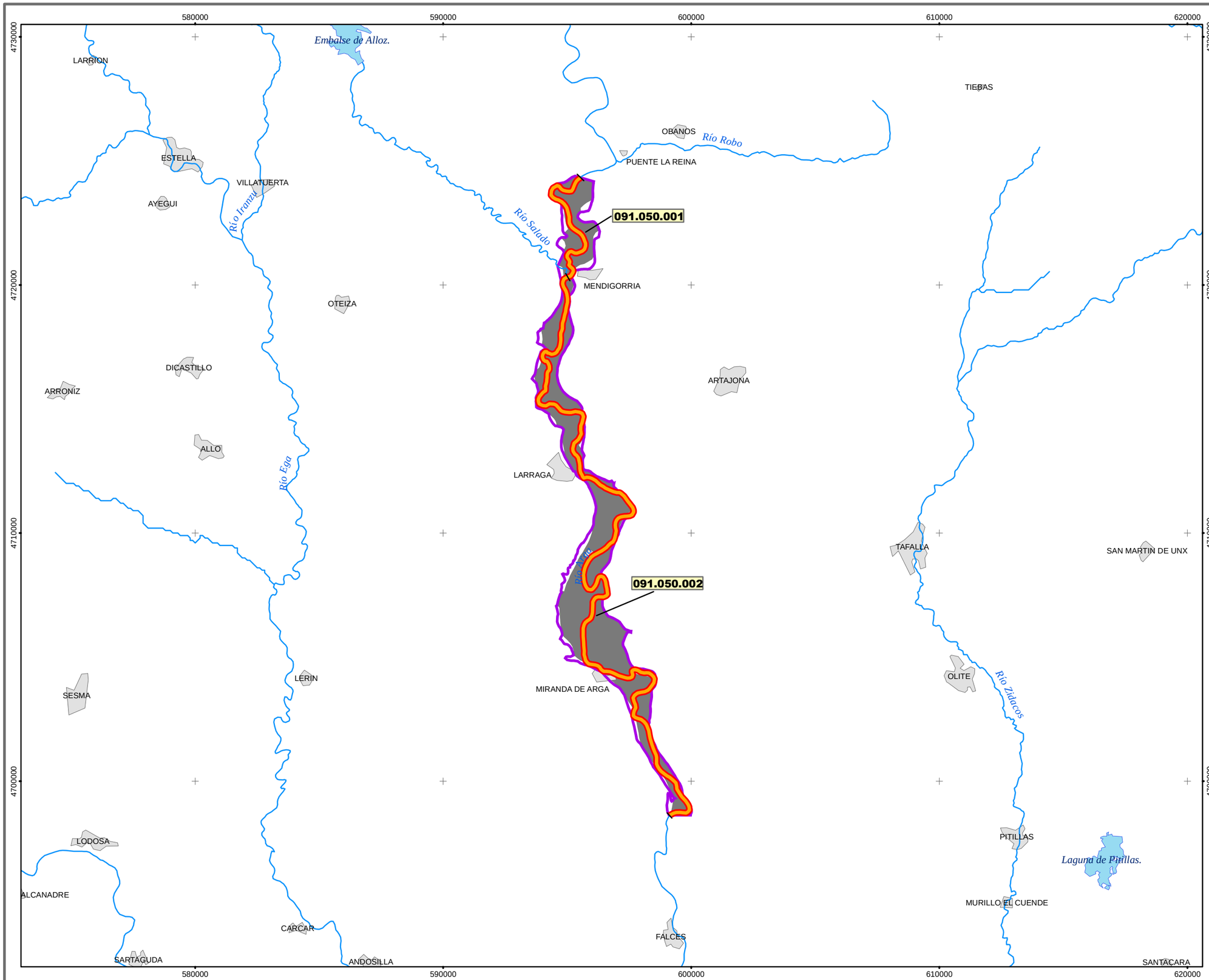


Figura 3. *Simulación de la descarga del acuífero cuaternario al río mediante la aplicación del método Rorabaugh*



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)-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
091.050 (ALUVIAL DEL ARGA MEDIO). EG04_091050_map_3.

FEBRERO 2010

4. Manantiales

No hay constancia de la existencia de manantiales dentro de los límites de esta MASb

5. Zonas húmedas

En la MASb Aluvial del Arga Medio no existe ningún humedal catalogado, por lo que no se desarrolla el presente apartado.

6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

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

No existe información con la poder establecer la cuantificación de las relaciones río-acuífero. Solamente se han podido establecer las relaciones cualitativamente y en referencia a la información bibliográfica existente.

6.2 *Propuesta de actuaciones*

Al objeto de poder cuantificar la relación río-acuífero en los distintos tramos de río establecidos en el presente informe se propone realizar una campaña de aforos diferenciales de un año de duración y periodicidad mensual. En total habría que realizar 4 aforos, 3 de ellos en el propio río Arga y otro en el río Salado antes de su confluencia al río Arga. La ubicación de los puntos propuestos es la que figura en la siguiente tabla:

Nº estación	UTM X	UTM Y	Cota (m s.n.m.)	Cauce	Objetivo
1	595500	4724277	353	Río Arga	Controlar el caudal del río Arga a su entrada en la MASb
2	595075	4720338	330	Río Arga	Controlar el caudal del río Arga al final del tramo 091.050.001 y antes de la confluencia del río Salado.
3	594625	4720760	339	Río Salado	Controlar el caudal del río Salado antes de su confluencia con el río Arga
4	599190	4698690	299	Río Arga	Controlar el caudal del río Arga a la salida de la MASb para cuantificar la relación río-acuífero del tramo 091.050.002

Tabla 3. *Estaciones de control propuestas*

Incluso se podría plantear la posibilidad de realizar una estación de aforos permanente en el punto 1 propuesto, que por comparación con la estación de la red oficial nº4 situada en Funes (dentro de los límites de la MASb contigua 091.049), permitiría caracterizar el funcionamiento del Arga a su paso por esta MASb.

7. Referencias Bibliográficas

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

(2) IGME (1972): Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000 2ª serie. Hojas 140, 141, 172, 173 y 206.

(3) 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).

(4) Gobierno de Navarra (1982): Las aguas subterráneas en Navarra. Proyecto hidrogeológico

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