

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
021 DUERO

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN
021.05 PISUERGA



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**

021.05 PISUERGA

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN	1
1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS	1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO	4
1.2.1 <i>Litoestratigrafía y permeabilidad</i>	4
2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDA DE CAUDALES	13
2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS	13
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO	17
3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS	19
3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL	19
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO	33
3.2.1 <i>Análisis de series de aforos</i>	33
4. MANANTIALES	46
4.1 MANANTIALES PRINCIPALES	46
4.2 RESTO DE MANANTIALES	48
5. ZONAS HÚMEDAS	50
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES	60
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS	64

ANEJOS:

- Anejo 1* Tablas de estaciones de control
- 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

021.05 PISUERGA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corte geológico del sistema de explotación Pisuerga. Sector septentrional	5
Figura 2. Esquema del flujo subterráneo de las FGPs 2 y 3.....	7
Figura 3. Corte geológico del sistema de explotación 021.05 Pisuerga. Sector meridional.....	9
Figura 4. Corte geológico del sistema de explotación Pisuerga. Sector central.....	11
Figura 5. Caudales diferenciales entre las estaciones 2021 y 2022 y la estación 2019 (promedio de los años 1961-1994).	33
Figura 6. Caudales diferenciales entre las estaciones 2020 y 2024 (promedio mensual de los años 1954-2006).	35
Figura 7. Descomposición del hidrograma en la estación 2018 (promedio de los años 2001-2006).	40
Figura 8. Descomposición del hidrograma en la estación 2049 (promedio de los años 1930-2004).	42

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

021.05 PISUERGA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos	14
Tabla 2.	Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de control hidrométrico de aguas subterráneas	17
Tabla 3.	Identificación de los tramos de ríos conectados	31
Tabla 4.	Modelo conceptual relación río-acuífero- según tramos.....	33
Tabla 5.	Resumen de la cuantificación río-acuífero.....	44
Tabla 6.	Manantiales principales. Sistema de explotación Pisuerga (021.05)	47
Tabla 7.	Estaciones de control propuestas.....	61

**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**

021.05 PISUERGA

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.	Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea	3
Mapa 2.	Mapa de permeabilidades	12
Mapa 3.	Mapa de estaciones de control y medida de caudales	18
Mapa 4.	Mapa sinóptico de la relación río-acuífero	45
Mapa 5.	Mapa de manantiales	49
Mapa 6.	Mapa de zonas húmedas y Masas de Agua Subterránea	59

1. Caracterización del sistema de explotación

1.1 Identificación, morfología y datos previos

El sistema de explotación o subzona Pisuegra forma parte de la zona B de la parte española del Duero, según la zonificación territorial que figura en el Plan Hidrológico de cuenca (CHD, 1998). Esta zona cubre el sector nordeste de la cuenca con una superficie de 17.297 km² y abarca las cuencas de los ríos Esgueva, Pisuegra y Arlanza. Incluye parte de las provincias de Valladolid, Palencia y Burgos (Comunidad Autónoma de Castilla y León), así como una pequeña parte de la provincia de Cantabria (Comunidad Autónoma de Cantabria).

En el siguiente cuadro se puede observar la relación de masas de agua subterránea (MASb) que incluye el sistema de explotación 021.05 Pisuegra, así como el porcentaje de la superficie de cada MASb que queda comprendido en este sistema de explotación.

MASb		% de MASb en el sistema de explotación
021.014	Villadiego	100,00%
021.004	Quintanilla - Peñahoradada	69,17%
021.029	Páramo de Esgueva	68,72%
021.006	Valdavia	67,05%
021.025	Páramo de Astudillo	64,27%
021.003	Cervera de Pisuegra	59,79%
021.020	Aluviales de Pisuegra-Arlanzón	40,75%
021.032	Páramo de Torozos	32,45%
021.016	Castrojeriz	29,51%
021.030	Aranda de Duero	18,11%
021.039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	16,56%
021.018	Arlanzón - Río Lobos	6,44%
021.038	Tordesillas	0,68%

Cabe destacar que bajo las masas de agua subterránea 021.029 Páramo de Esgueva y 021.032 Páramo de Torozos, se encuentra confinada la MASb 021.067 Terciario detrítico bajo los páramos.

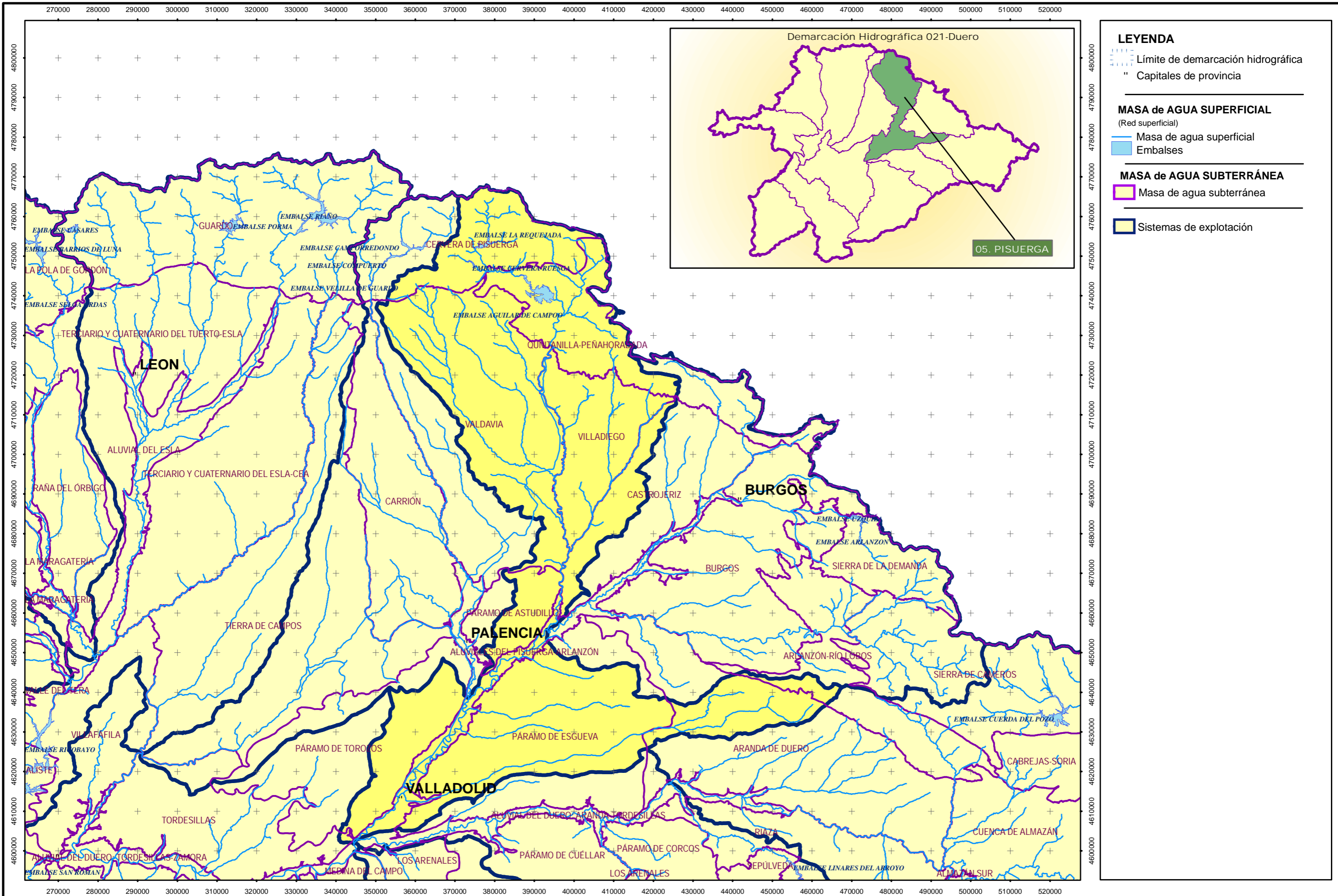
Los principales cauces presentes en el sistema de explotación son el río Pisuerga y sus afluentes: los ríos Odra y Esgueva (afluentes por su margen izquierda), y Rivera y Abanades o Valdavia (afluentes por su margen derecha). El río Pisuerga es, a su vez, afluente del río Duero por su margen derecha. Además cabe indicar que parte del trazado del Canal de Castilla atraviesa el ámbito de este sistema de explotación.

El río Pisuerga está regulado por los embalses de La Requejada y Aguilar de Campoo, ambos en cabecera, que se aprovechan para abastecimiento, riego y producción de energía, mientras que el río Rivera se encuentra regulado por el embalse de Cervera – Ruesga, que se aprovecha para abastecimiento y riego.

Entre los trabajos principales para la obtención de datos en este sistema de explotación destacan los siguientes estudios:

El estudio de “Integración de las masas de agua subterráneas en el modelo de gestión de la Cuenca Hidrográfica del Duero. Determinación de los parámetros de simulación (Coeficientes de agotamiento)” realizado en el marco de colaboración entre la Confederación Hidrográfica del Duero y el IGME (IGME-CH Duero 2008) utiliza, en una primera fase para toda la cuenca del Duero, dos de los modelos de simulación de sistemas hidrogeológicos que dispone la herramienta SIMGES: Modelos agregados (unicelulares) y modelos distribuidos de parámetros agregados (pluricelulares).

En el ámbito de este sistema de explotación IGME (1978) también desarrolló un modelo de simulación del flujo subterráneo en la zona de los valles del Esgueva y del Cerrato.



1.2 Contexto hidrogeológico

El contexto hidrogeológico del sistema de explotación 021.05 Pisuerga se ha descrito tomando como referencia la información bibliográfica consultada, que procede fundamentalmente de los estudios de síntesis hidrogeológica desarrollados en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Duero por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME 1979, 1980, 1981 y 1982; IGME-DGA 2006; ITGE 2000) y por la Confederación Hidrográfica del Duero (CHD 2009 e IGME-CH Duero 2008).

A partir de esta información se han definido la litoestratigrafía y la permeabilidad, la estructura geológica y el funcionamiento hidrogeológico de las formaciones geológicas permeables (FGPs) en las que se ha caracterizado la interrelación río-acuífero existente en este sistema de explotación, conforme se describe en los siguientes apartados.

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

En el sistema de explotación 021.05 Pisuerga existen diversos tipos de materiales permeables que se han agrupado en las siguientes FGPs:

FGP 1 Carbonatos Paleozoicos¹. Está constituida fundamentalmente por calizas y dolomías, y por los conglomerados de la formación Curavacas, con permeabilidades variables entre medias y altas, que están afectadas por estructuras tectónicas complejas, conformadas por intensos pliegues y abundantes fallas y frentes de cabalgamientos. Estas formaciones paleozoicas abarcan cronoestratigráficamente desde el Cámbrico medio hasta el Carbonífero medio y, en conjunto, pueden llegar a alcanzar espesores superiores a 700 metros.

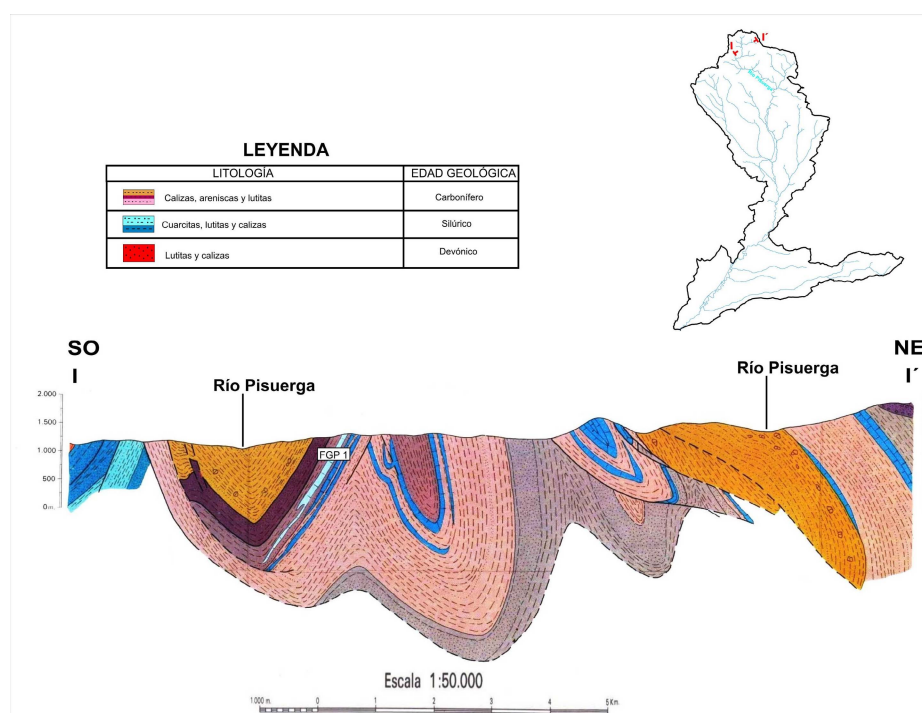
Estos materiales forman acuíferos libres colgados que se recargan directamente por infiltración de las aguas de lluvias y por escorrentía desde los relieves adyacentes. Las descargas se producen a través de los ríos y arroyos que

¹ Los materiales que componen la FGP 1 son los correspondientes a las siguientes FH del mapa de síntesis litoestratigráfica a escala 1/200.000 del IGME-DGA:

- FH 89: Calizas, dolomías y lutitas (Devónico inferior)
- FH 90: Calizas arrecifales (Devónico inferior-medio)
- FH 92: Calizas. Calizas de Portilla y de Candás (Devónico medio)
- FH 94: Calizas y lutitas rojas (Devónico superior-Carbonífero medio)
- FH 96: Calizas. Calizas de Valdeteja (Carbonífero medio)
- FH 98: Conglomerados. Fm. Curavacas (Carbonífero medio)

atraviesan el acuífero, mediante los manantiales que se localizan en el contacto con formaciones paleozoicas de permeabilidad baja, y por transferencia lateral profunda hacia las facies del Terciario detrítico de la Cuenca del Duero.

Esta FGP aflora únicamente en el ámbito de la MASb 021.003 Cervera de Pisuegra, situada en el sector septentrional del sistema de explotación Pisuegra. El corte geológico que se representa en la figura 1 muestra la FGP 1 descrita en el sistema de explotación Pisuegra, así como otras formaciones paleozoicas de permeabilidad baja.



Modificado de la hoja MAGNA a escala 1: 50.000 n° 107 – Barruelo de Santullán

Figura 1. Corte geológico del sistema de explotación Pisuegra. Sector septentrional

FGP 2 Carbonatos Mesozoicos². Está constituida fundamentalmente por calizas y dolomías, frecuentemente karstificadas, con permeabilidades variables entre media y muy alta, que están afectadas por unas estructuras tectónicas complejas, conformadas por intensos pliegues y abundantes fallas. Estas

² Los materiales que componen la FGP 2 son los correspondientes a las siguientes FH del mapa de síntesis litoestratigráfica a escala 1/200.000 del IGME-DGA:

- FH 156: Dolomías y Calcarenitas (Cretácico superior-Paleógeno)
- FH 157: Dolomías, brechas, carniolas y calizas (Triásico superior-Jurásico medio)
- FH 160: Calizas oolíticas con nódulos de sílex (Jurásico medio)
- FH 174: Margas, calizas, arcillas y dolomías (Cretácico inferior-Cretácico superior)
- FH 197: Calizas, dolomías y margas (Cretácico superior)
- FH 201: Calizas, dolomías, brechas y margas (Cretácico superior)
- FH 1543: Calizas, margas y calcarenitas (Cretácico superior)

formaciones abarcan cronoestratigráficamente el Mesozoico, desde el Jurásico al Cretácico superior, y su espesor medio está comprendido entre 100 y 250 metros. Entre las formaciones carbonatadas incluidas en la FGP-2, se sitúa la formación detrítica de las facies Utrillas (Cretácico inferior-superior) que presenta una permeabilidad media.

Se trata de acuíferos libres, que se recargan directamente por medio de la infiltración de las aguas de lluvias y por la escorrentía desde los relieves adyacentes.

La descarga se produce de forma difusa a través de los ríos y arroyos que atraviesan el acuífero, por drenaje puntual en los numerosos manantiales que se producen en el contacto con las formaciones mesozoicas de permeabilidad baja, y por transferencia lateral profunda hacia las facies del Terciario detrítico de la Cuenca del Duero.

Esta FGP está presente íntegramente en las MASb 021.004 Quintanilla-Peñahoradada y MASb 021.018 Arlanzón-Río Lobos, en los sectores nororiental y suroriental del sistema de explotación Pisuegra.

FGP 3 Detríticas Terciarias³. Se trata de materiales detríticos de relleno de una gran cubeta de origen tectónico depositados durante el Terciario. En el presente estudio sólo se ha considerado los materiales detríticos con interés hidrogeológico, ya que muchos de los materiales detríticos aflorantes están compuestos por facies de baja permeabilidad. Desde el borde hacia el centro del sistema se pueden distinguir las siguientes facies con posible interés hidrogeológico:

- Las facies detríticas de borde, situadas predominantemente el extremo septentrional del sistema de explotación, adosadas a las formaciones paleozoicas y mesozoicas descritas anteriormente (FGP1 y FGP2). Estas facies están formadas fundamentalmente por conglomerados de cuarcita, que alternan con areniscas de grano grueso, y están englobados en una matriz arcillosa roja.

³ Los materiales que componen la FGP 3 son los correspondientes a las siguientes FH del mapa de síntesis litoestratigráfica a escala 1/200.000 del IGME-DGA:

- FH 311: Areniscas, conglomerados, arcillas, limolitas y, a veces, yesos (Paleoceno-Eoceno inferior)
- FH 321: Arcosas con costras (Neógeno)
- FH 323: Lutitas rojas con niveles conglomeráticos, areniscas y costras (Oligoceno-Mioceno medio)
- FH 328. Limos y arenas, con niveles conglomeráticos y costras (Mioceno)
- FH 329: Conglomerados calcáneos y arcillas rojizas (Mioceno)

- Las facies centrales detríticas, que presentan extensos afloramientos a lo largo de la zona central del sistema de explotación, en formaciones discordantes con las facies de borde, están formadas por arcillas arenosas de color rojizo en las que se intercalan lentejones de arenas y areniscas.

Estas facies corresponden cronoestratigráficamente con el Mioceno, y pueden llegar a alcanzar 3.000 metros de espesor en el sector suroriental del sistema de explotación debido a una importante subsidencia inducida por el plegamiento de la Cordillera Ibérica.

En general, se trata de acuíferos libres que se recargan en las áreas de interfluvios y zonas de rañas por la infiltración de las aguas de lluvias, por los retornos de riego y, de forma subterránea, a través de las calizas y cuarcitas fracturadas paleozoicas y mesozoicas de los bordes norte y nororiental. La descarga se produce hacia la red de drenaje superficial que atraviesan las masas de agua subterránea, principalmente hacia los ríos Pisuegra, Abanades (Valdavia) y Odra.

Esta FGP aflora fundamentalmente en las MASb 021.006 Valdavia, MASb 021.014 Villadiego, y MASb 021.030 Aranda de Duero, que ocupan los sectores centro-septentrional y suroriental del sistema de explotación 021.05 Pisuegra.

En la figura 2 se muestra el esquema general del flujo subterráneo que proviene de la formación carbonatada mesozoica (FGP 2) en las cuencas del Esgueva y Pisuegra.

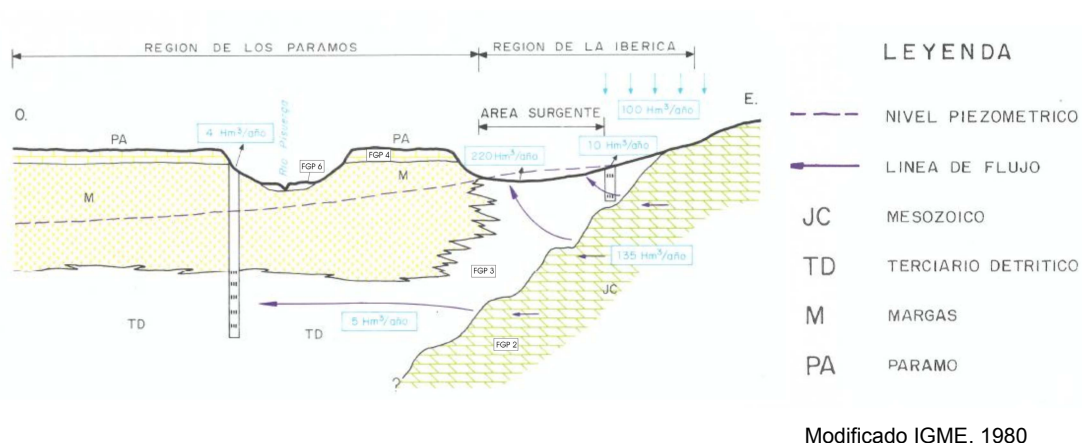


Figura 2. Esquema del flujo subterráneo de las FGP 2 y 3.

FGP 4 Calizas del Páramo⁴. Están constituidas por calizas y margocalizas, con un gran desarrollo kárstico, y presentan una permeabilidad media. Esta formación se sitúa coronando, en posición subhorizontal, los materiales miocenos margo-yesíferos de baja permeabilidad (facies Cuesta). En esta FGP se han incluido las calizas terminales de las facies detríticas de Tierra de Campos.

Las Calizas del Páramo corresponden cronoestratigráficamente con el Mioceno superior, y alcanzan espesores medios de unos 6-8 metros, con máximos de hasta 20 metros.

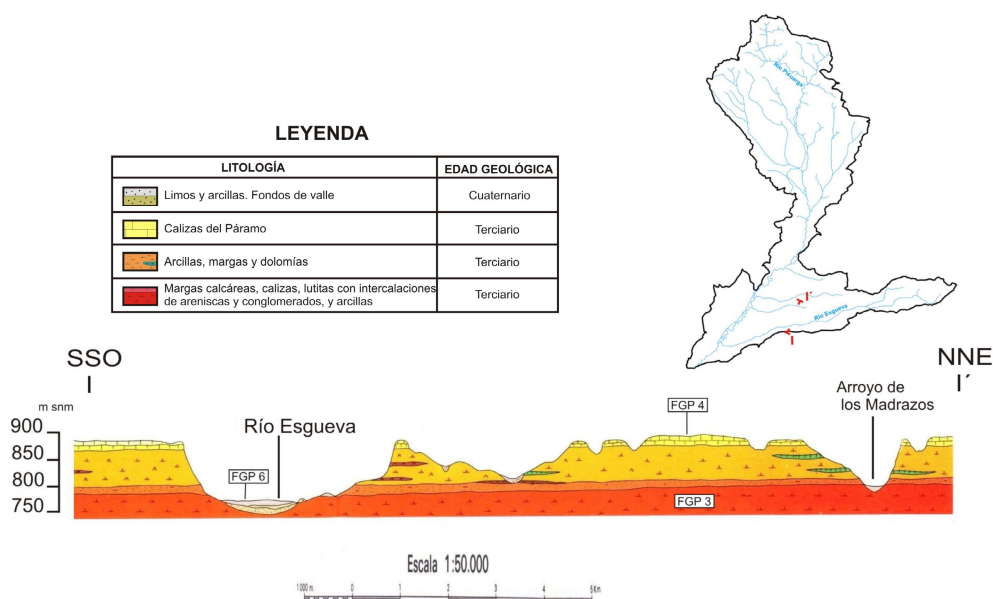
Se trata de un acuífero libre, separado de los acuíferos adyacentes por la erosión provocada por los sistemas fluviales, y de los acuíferos subyacentes por un paquete de margas de permeabilidad baja. La recarga se produce a través de la superficie de coronación de los páramos, por la infiltración directa de las aguas de lluvias y por retornos de riegos. Las descargas se realizan por los manantiales perimetrales de bajo caudal situados en los puntos de menor cota en el contacto con las margas de las facies Cuesta. Los ríos Pisuerga y Esgueva son los principales cauces receptores de las aportaciones de los manantiales periféricos.

Esta FGP aflora en las MASb 021.025 Páramo de Astudillo, MASb 021.029 Páramo de Esgueva y MASb 021.032 Páramo de Torozos, en el sector meridional del sistema de explotación 021.05 Pisuerga.

El corte geológico que se representa en la figura 3 muestra las FGPs 3, 4 y 6 descritas en el sistema de explotación Pisuerga, así como las margas impermeables.

⁴ Los materiales que componen la FGP 4 son los correspondientes a las siguientes FH del mapa de síntesis litoestratigráfica a escala 1/200.000 del IGME-DGA:

- FH 330: Calizas. Calizas "terminales de Tierra de Campos" (Mioceno medio-superior)
- FH 332: Calizas y dolomías (Mioceno superior)
- FH 335: Calizas y margas (Mioceno superior)
- FH 338: Calizas, margocalizas y brechas calcáreas (Mioceno superior)



Modificado de la hoja MAGNA a escala 1: 50.000 n° 344 – Esguevillas de Esgueva

Figura 3. Corte geológico del sistema de explotación 021.05 Pisuerga. Sector meridional.

FGP 5 Rañas Pliocuatrnarias⁵. Se trata de materiales detríticos, de permeabilidad variable entre media y alta, que se apoyan y mantienen relación hidráulica sobre los depósitos detríticos terciarios (FGP 3). Dentro de la FGP 5 se han considerado dos formaciones de diferente edad cronoestratigráfica:

- Rañas del Plioceno, formadas por conglomerados y gravas cuarcíticas, englobadas en una matriz arcillo-arenosa de color rojizo.
- Depósitos de terrazas altas del Cuaternario, formados por gravas y arenas, con matriz arcillosa de color rojizo.

Estas formaciones, en su conjunto, pueden llegar a alcanzar espesores de hasta 100 metros.

Se trata de un acuífero libre, que presenta relación hidráulica directa con las facies detríticas terciarias, que se recargan directamente en las áreas de interfluvios por la infiltración de las aguas de lluvias y por los retornos de riego. La descarga se produce hacia la red de drenaje superficial de los ríos principales y hacia las formaciones detríticas terciarias subyacentes.

⁵ Los materiales que componen la FGP 5 son los correspondientes a las siguientes FH del mapa de síntesis litoestratigráfica a escala 1/200.000 del IGME-DGA:

- FH 339: Conglomerados, arenas y arcillas (Plioceno)
- FH 701: Gravas, arenas y arcillas (Pleistoceno)
- FH 704: Gravas, arenas, limos y arcillas (Pleistoceno-Holoceno)

Los afloramientos de esta FGP se localizan fundamentalmente en la MASb 021.006 Valdavia, en el sector noroccidental del sistema de explotación 021.05 Pisuerga.

FGP 6 Aluvial⁶. Está constituida fundamentalmente por los depósitos de aluviales, fondos de valles y terrazas bajas y medias, cuyo máximo desarrollo se alcanza en el cauce del río Pisuerga. Estos depósitos de edad cuaternaria están formados por gravas, arenas y limos, que presentan permeabilidad muy alta, y con espesores que no suelen rebasar los 10-12 metros.

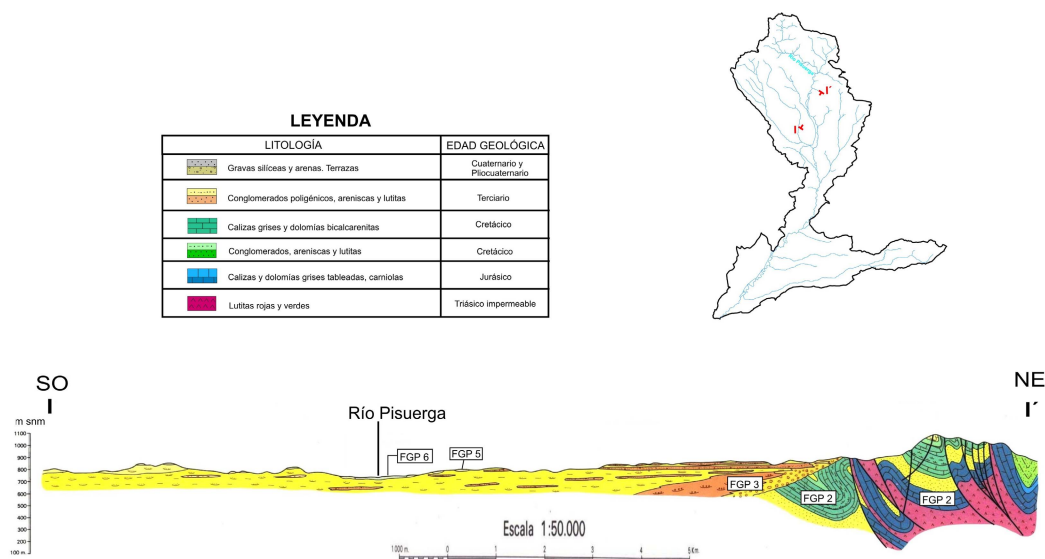
Funciona en régimen libre, recargándose a lo largo de todo el aluvial por infiltración directa del agua de lluvia y de los retornos de regadío, así como por descarga desde los materiales terciarios detríticos subyacentes (FGP 3) en las zonas que estén en contacto. La descarga se produce hacia los principales cauces fluviales, así como por bombeos.

Esta FGP está presente principalmente en las MASb 021.020 Pisuerga-Arlazón y, en menor cuantía, en las MASb 021.006 Valdavia, 021.014 Villadiego, y 021.029 Páramo de Esgueva.

El corte geológico que se representa en la figura 4 muestra las FGPs 2, 3, 5 y 6 descritas en el sistema de explotación 021.05 Pisuerga, así como diversas formaciones margo-yesíferas mesozoicas, entre las que destaca la facies Keuper.

⁶ Los materiales que componen la FGP 6 son los correspondientes a las siguientes FH del mapa de síntesis litoestratigráfica a escala 1/200.000 del IGME-DGA:

- FH 706: Gravas, arenas y limos (Pleistoceno-Holoceno)
- FH 709: Arenas, limos y arcillas (Pleistoceno-Holoceno)

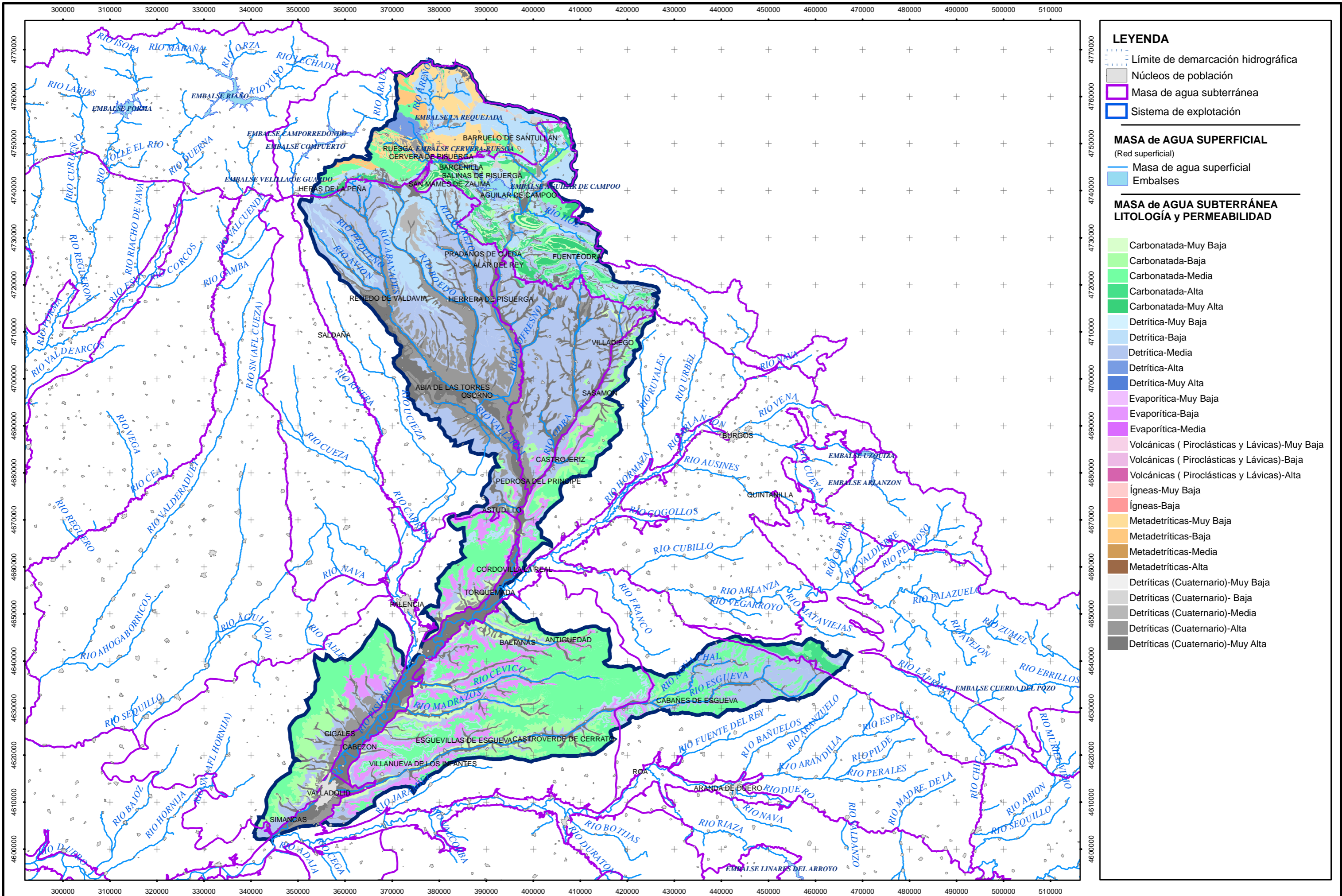


Modificado de la hoja MAGNA a escala 1: 50.000 n° 165 – Herrera de Pisuerga

Figura 4. Corte geológico del sistema de explotación Pisuerga. Sector central.

El ámbito territorial del sistema de explotación 021.05 Pisuerga se encuentra enmarcado en las siguientes hojas MAGNA a escala 1:50.000: Barruelo de Santullán (107), Las Rozas (108), Pradanos de Ojeda (133), Polientes (134), Saldaña (164), Herrera de Pisuerga (165), Villadiego (166), Carrión (197), Osorno (198), Sasamón (199), Astudillo (236), Castrojeriz (237), Torquemada (274), Baltanas (312), Antigüedad (313), Cigales (343), Esquevillas de esqueva (344), Roa (345), Aranda de Duero (346) y Valladolid (372).

El ámbito de este sistema de explotación queda comprendido, prácticamente en su totalidad, en las hojas del Mapa Geológico de España a escala 1:200.000 de Reinosa (11), Burgos (20), Valladolid (29), y Aranda de Duero (30).



LEYENDA

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

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

2. Estaciones de control y medida de caudales

Existen 22 estaciones de aforos de la Confederación Hidrográfica del Duero en los ríos que pertenecen al ámbito del sistema de explotación 021.05 Pisuerga, 7 de las cuales se encuentran actualmente inactivas.

2.1 Estaciones de la red oficial de aforos

Las características de las estaciones de la red foronómica de la Confederación Hidrográfica del Duero son las siguientes:

Código estación de control	Nombre de la estación	Estado	Ubicación geográfica		Cota (msnm)	Cauce		Serie de Datos		
			Coordenadas UTM Huso 30			Nombre	MAS (codificación CEDEX)	Número de datos disponibles	Amplitud de la serie	Índice de representatividad
			X	Y						
2003	Río Burejo en Quintanatello de Ojeda	Inactiva	381610	4732185	934	Burejo	02RI1242	652	ene-1930 / ene-1995	0,83
2008	Río Odra en Piscárdanos	Inactiva	409781	4724255	930	Odra	02RI1400	264	oct-1965 / sep-1987	1
2018	Río Odra en Pedrosa del Príncipe	Activa	400980	4678590	767	Odra	02RI1786	68	ene-2001 / sep-2006	1
2019	Río Pisuerga en Salinas de Pisuerga	Activa	386165	4744910	945	Pisuerga	02HM1167	540	oct-1961 / sept-2006	1
2020	Río Pisuerga en Aguilar del Campoo	Activa	395235	4738945	903	Pisuerga	02RI1242	624	oct-1954 / sep-2006	1
2021	Río Pisuerga en Cervera de Pisuerga	Activa	377480	4747900	1000	Pisuerga	02RI1078	1006	ene-1913 / sep-2006	0,89
2022	Río Rivera en Ruesga	Activa	376115	4746405	1000	Rivera	02RI1078	1056	ene-1913 / sep-2006	0,94
2024	Río Pisuerga en Alar del Rey	Activa	392280	4723850	845	Pisuerga	02RI1242	1013	ene-1912 / sep-2006	0,89
2025	Río Esgueva en Villanueva de los Infantes	Activa	376870	4617810	737	Esgueva	02RI2307	104	feb-1998 / sep-2006	1
2026	Río Valdavia en Abia de las Torres	Activa	383410	4697925	810	Abanades o Valdavia	02RI1727	72	oct-2000 / sep-2006	1
2027	Río Pisuerga en Dueñas	Inactiva	372680	4636240	705	Pisuerga	02RI2211	168	oct-1972 / sep-1986	1
2029	Río Pisuerga en Cordovilla la Real	Activa	395495	4659660	735	Pisuerga	02RI1768	939	ene-1912 / sep-2006	0,82
2033	Río Esgueva en Castroverde de Cerrato	Inactiva	398695	4623475	777	Esgueva	02RI2307	235	mar-1978 / sep-1997	1
2043	Río Pisuerga en Cabezón de Pisuerga	Activa	363760	4622690	696	Pisuerga	02RI2211	897	ene-1931 / sep-2006	0,99
2044	Río Esgueva en Valladolid	Activa	357090	4614545	694	Esgueva	02HM2413	888	jun-1928 / sep-2006	0,95
2045	Río Pisuerga en Simancas	Inactiva	348190	4605962	672	Pisuerga	02RI2490	18	jul-1918 / dic-1919	1
2049	Río Esgueva en Cabañas de Esgueva	Activa	434535	4631340	872	Esgueva	02RI2307	713	oct-1945 / sept-2006	0,97
2097	Río Pisuerga en Valladolid	Activa	355830	4613745	676	Pisuerga	02HM2413	436	oct-1969 / sep-2006	0,98
2100	Río Pisuerga en San Mamés de Zalima	Inactiva	388365	4743235	913	Pisuerga	02HM1167	267	oct-1929 / sep-1963	0,65

Código estación de control	Nombre de la estación	Estado	Ubicación geográfica			Cauce		Serie de Datos		
			Coordenadas UTM Huso 30		Cota (msnm)	Nombre	MAS (codificación CEDEX)	Número de datos disponibles	Amplitud de la serie	Índice de representatividad
			X	Y						
2106	Río Pisuerga en Requejada (embalse)	Inactiva	375380	4751115	1044	Pisuerga	02R11078	658	mar-1930 / sep-1995	0,84
2107	Río Rivera en embalse de Cervera	Activa	355440	4727270	1010	Rivera	02R11078	876	oct-1942 / sep-2006	1
2133	Río Pisuerga en Herrera de Pisuerga	Activa	392945	4713110	823	Pisuerga	02R11242	219	may-1988 / sep-2006	0,99

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

La estación 2003 se encuentra situada en el río Burejo aguas abajo de su paso por la población de Quintanatello de Ojeda. El periodo de medidas comienza en enero de 1930 y finaliza en enero de 1995. Es, por tanto, una estación que actualmente se encuentra inactiva. El índice de representatividad es del 83%. Para el año natural de 1935 no hay constancia de medidas foronómicas.

La estación 2008 (inactiva) se encuentra situada en el río Odra, aguas abajo de la población de Fuenteodra. El periodo de medidas de la estación comienza en octubre de 1965 y finaliza en septiembre de 1987. Presenta un índice de representatividad del 100%.

La estación 2018 se localiza en el río Odra a su paso por la población de Pedrosa del Príncipe. El periodo de medidas de la estación comienza en enero de 2001 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 100%.

La estación 2019 se encuentra en la cola del embalse de Aguilar del Campoo, entre las poblaciones de Barcenilla y Salinas de Pisuerga. El periodo de medidas de la estación comienza en octubre de 1961 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 100%.

La estación 2020 se encuentra en el río Pisuerga, aguas abajo del embalse de Aguilar del Campoo y aguas arriba del paso de este río por la población de Aguilar del Campoo. El periodo de medidas de la estación comienza en octubre de 1954 y finaliza en septiembre de 2006, con una representatividad del 100%.

La estación 2021 se encuentra en el río Pisuerga, aguas arriba de la población de Cervera de Pisuerga. El periodo de medidas de la estación comienza en enero de 1913 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 89%. Hasta el año 1931, los registros foronómicos presentan discontinuidad temporal.

La estación 2022 se encuentra en el río Rivera, aguas abajo de la población de Ruesga. El periodo de medidas de la estación comienza en enero de 1913 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 94%. Cabe destacar la ausencia de datos durante los años naturales de 1914, 1915 y 1925, y durante los años hidrológicos de 1956/1957 y 1957/1958.

La estación 2024 se encuentra en el río Pisuerga, a su paso por la población de Alar del Rey. El periodo de medidas de la estación comienza en enero de 1912 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 89%. Presenta discontinuidad en los datos hasta el año 1931.

La estación 2025 se sitúa sobre el cauce del río Esgueva, en las inmediaciones del núcleo poblacional de Villanueva de los Infantes. El periodo de medidas de la estación comienza en febrero de 1998 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 100%.

La estación 2026 se encuentra en el río Abanades, también conocido como río Valdavia, y se localiza cerca de la población de Abia de las Torres. El periodo de medidas de la estación comienza en octubre del 2000 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 100%.

La estación 2027 se encuentra en el río Pisuerga, entre las la desembocaduras del río Carrión y el arroyo Cevico. El periodo de medidas comienza en octubre de 1972 y finaliza en septiembre de 1986, con un índice de representatividad del 100%. Se trata de una estación inactiva en la actualidad.

La estación 2029 se encuentra en el río Pisuerga aguas arriba de su paso cercano al núcleo urbano de Cordovilla la Real. El periodo de medidas de la estación comienza en enero de 1912 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 82%. La disponibilidad de medidas es bastante irregular, sobre todo durante el periodo comprendido entre diciembre de 1914 y noviembre de 1930.

La estación 2033 se sitúa en el río Esgueva a su paso por la población de Castroverde de Cerrato. El periodo de medidas de la estación comienza en marzo de 1978 y finaliza en septiembre de 1997, lo que indica que la estación está inactiva en la actualidad. Las medidas presentan un índice de representatividad del 100%.

La estación 2043 se localiza en el río Pisuerga aguas arriba de su paso por la población de Cabezón de Pisuerga. El periodo de medidas de la estación comienza en enero de 1931 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 99%.

La estación 2044 se ubica sobre el cauce del río Esgueva, aguas arriba de su paso por la población de Valladolid y de la estación 2097. El periodo de medidas de la estación comienza en septiembre de 1928 y finaliza en junio de 2006, con un índice de representatividad del 95%. La ausencia de datos foronómicos corresponde principalmente a los periodos de octubre de 1928 a julio de 1930, y de enero de 1936 a enero de 1938.

La estación 2045 se encuentra en el río Pisuerga, a su paso por la población de Simancas. El periodo de medidas comienza en julio de 1918 y finaliza en diciembre de 1919, lo que significa, evidentemente, que se trata de una estación inactiva en la actualidad, con un índice de representatividad del 100%.

La estación 2049 se localiza en el río Esgueva a su paso por la población de Cabañes de Esgueva. El periodo de medidas de la estación comienza en octubre de 1945 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 97%. No existen datos durante el año hidrológico de 1956/1957.

La estación 2097 se localiza en el río Pisuerga, cercano y aguas arriba de la confluencia entre dicho río y el Canal de Castilla, en la ciudad de Valladolid. El periodo de medidas de la estación comienza en octubre de 1969 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 98%.

La estación 2100 se sitúa en el embalse de Aguilar de Campoo, que la anegó, dentro del término municipal de San Mamés de Zalima. La estación se encuentra inactiva actualmente y el periodo de medidas registrado comienza en octubre de 1929 y finaliza en septiembre de 1963. El índice de representatividad es del orden del 65% debido a la ausencia de datos desde enero de 1932 hasta septiembre de 1942 y durante el año hidrológico de 1950/1951.

La estación 2106 se encuentra en el río Pisuerga, aguas abajo del embalse de La Requejada. El periodo de medidas comienza en marzo de 1930 y finaliza en septiembre de 1995, con un índice de representatividad del 84%. Se trata de una estación que actualmente se encuentra inactiva. No existen datos desde enero de 1932 hasta septiembre de 1942.

La estación 2107 se encuentra en el río Rivera, entre la población de Ruesga y el embalse Cervera-Ruesga. El periodo de medidas comienza en octubre de 1942 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 100%.

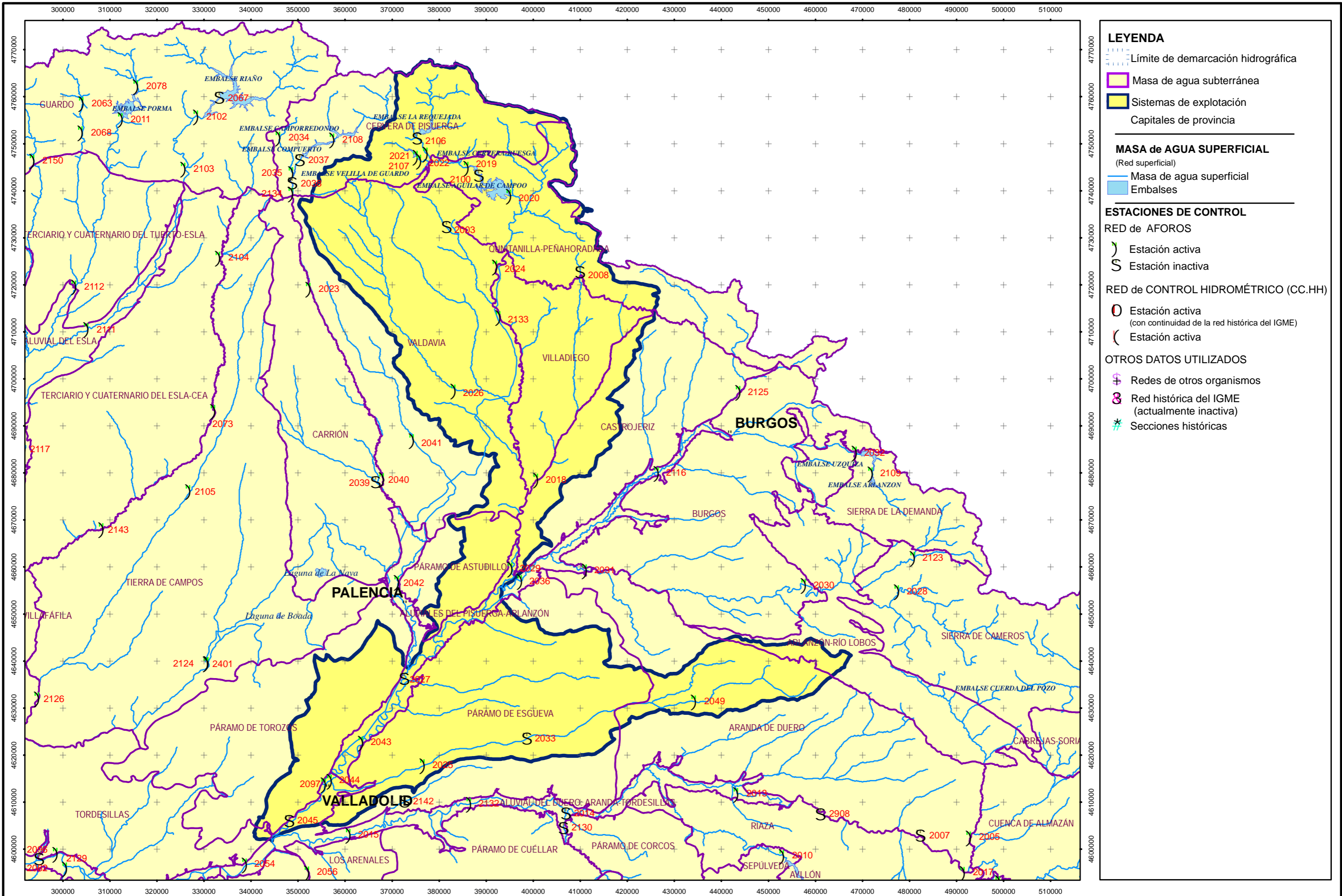
La estación 2133 se encuentra en el río Pisuerga, aguas abajo de su paso por el núcleo urbano de Herrera de Pisuerga. El periodo de medidas de la estación comienza en mayo de 1988 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 99%.

2.2 Estaciones de la red oficial de control hidrométrico

Según la información disponible, hasta la fecha ningún organismo ha establecido redes de control hidrométrico en el ámbito de este sistema de explotación.

Código estación de control	Organismo	Estado	Ubicación geográfica			Cauce		Serie de Datos		
			Coordenada UTM Huso 30		Cota (m snm)	Nombre	MAS (codificación CEDEX)	Número de datos disponibles	Amplitud de la serie	Índice de representatividad
			X	Y						

Tabla 2. Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de control hidrométrico de aguas subterráneas



LEYENDA

- Límite de demarcación hidrográfica
- Masa de agua subterránea
- Sistemas de explotación
- 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

3.1 *Identificación y modelo conceptual*

Dentro del sistema de explotación Pisuegra se han identificado un total de 20 tramos conectados hidráulicamente con las FGP. A continuación se describen los tramos de río identificados (véase el mapa 4):

- **Tramo entre embalses del río Pisuegra – MAS 02RI1078 (021.05.001)**

El tramo definido, de 21.448 m de longitud, está situado en el río Pisuegra, entre los embalses de la Requejada y Aguilar de Campoo, incluyendo el tramo del río Rivera situado aguas abajo del embalse de Cervera-Ruesga.

En este tramo la relación río-acuífero se produce por medio de manantiales que drenan la FGP 1 en contacto con formaciones subyacentes de menor permeabilidad, de origen fundamentalmente metamórfico, así como por conexión difusa directa del río con esta FGP y la FGP 6.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce.

Se trata de un tramo con conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes. Se considera que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen influenciado, debido a las afecciones que suponen los embalses de la Requejada y Cervera-Ruesga.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI1078 (río Pisuegra desde el embalse de la Requejada hasta el embalse de Aguilar de Campoo y afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de río de montaña húmeda calcárea.

- **Tramo de cabecera del río Rivera – MAS 02RI1117 (021.05.002)**

El tramo definido, de 5.665 m de longitud, está situado en cabecera del río Rivera, afluente del Pisuegra por su margen derecha, aguas arriba del embalse de Cervera-Ruesga.

En este tramo la relación río-acuífero se produce por medio de manantiales que drena la FGP 1 en contacto con formaciones subyacentes de menor permeabilidad, de origen fundamentalmente metamórfico.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que no tienen influencia en la relación río-acuífero al producirse ésta a través de manantiales.

Se trata de un tramo con descarga puntual por grupo de manantiales en cauces efluentes. Se considera que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI1117 (río Rivera desde Rabanal de las Llantas hasta el embalse de Cervera). Se trata de una MAS natural con tipología de río de montaña húmeda calcárea.

- **Tramo aguas abajo de Aguilar de Campoo del río Pisuerga – MAS 02RI1242 (021.05.003)**

El tramo definido, de 21.878 m de longitud, está situado en el río Pisuerga, entre las poblaciones de Aguilar de Campoo y Alar del Rey.

En este tramo el río se relaciona con las FGPs 2 y 3 mediante una conexión difusa indirecta con el río Pisuerga. En general el tramo presenta un comportamiento efluente.

El río fluye sobre sedimentos aluviales incluidos en la FGP 6, que podrían influir en la relación río-acuífero.

Se trata de un tramo con conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes. Se considera que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen influenciado debido a la afección que supone el embalse de Aguilar de Campoo.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI1242 (río Pisuerga desde el embalse de Aguilar de Campoo hasta la desembocadura de Riofresno y afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo de cabecera del río Boedo – MAS 02RI1466 (021.05.004)**

El tramo definido, de 3.124 m de longitud, está situado en cabecera del río Boedo, afluente del Abanades, también denominado Valdavia, por su margen izquierda.

En este tramo la relación río-acuífero se produce por medio de manantiales que drenan la FGP 2 en contacto con formaciones subyacentes de menor permeabilidad, así como por conexión indirecta del río con las FGPs 2, 3 y 6.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero al ser drenados por el cauce del río Boedo.

Se trata de un tramo con conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes. Se considera que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido la masa de agua superficial (MAS) 02RI1466 (río Boedo desde su nacimiento hasta la desembocadura del arroyo Cañamares). Se trata de una MAS natural con tipología de río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo de cabecera del río Villafría – MAS 02RI1208 (021.05.005)**

El tramo definido, de 5.955 m de longitud, está situado en cabecera del río Villafría, afluente del Abanades o Valdavia por su margen izquierda, incluyendo el río Cubo, afluente del Villafría por su margen izquierda.

En este tramo la relación río-acuífero se produce por medio de manantiales que drenan las FGPs 1 y 2 en contacto con formaciones subyacentes de menor permeabilidad, de origen fundamentalmente metamórfico.

El río Villafría fluye sobre depósitos aluviales que forman parte de la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce, y sobre las FGPs 2 y 3. El río Cubo fluye directamente sobre las FGPs 2 y 3.

Se trata de un tramo con descarga puntual por grupo de manantiales en cauces efluentes. Se considera que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI1208 (río Valdavia desde su nacimiento hasta Renedo de Valdavia y desembocadura del río Avión). Se trata de una MAS natural con tipología de río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo de cabecera del río Abanades – MAS 02RI1208 (021.05.006)**

El tramo definido, de 6.351 m de longitud, está situado en cabecera del río Abanades, afluente del Pisuegra por su margen derecha.

En este tramo la relación río-acuífero se produce por medio de manantiales que drena la FGP 2, así como por conexión indirecta del río con las FGPs 2 y 6.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Abanades.

Se trata de un tramo con conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes. Se considera que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI1208 (río Valdavia desde su nacimiento hasta Renedo de Valdavia y desembocadura del río Avión). Se trata de una MAS natural con tipología de río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo en el río Abanades – MAS 02RI1208 (021.05.007)**

El tramo definido, de 46.472 m de longitud, está situado en el río Abanades, entre los núcleos poblacionales de Heras de la Peña y Renedo de Valdavia, incluyendo sus afluentes en cabecera ríos Villafría y Cuevas.

En este tramo la relación río-acuífero se produce conexión indirecta del río con las FGPs 3 y 6 con el río Abanades, con aportes procedentes en su mayor parte de la FGP 3.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Abanades.

Se trata de un tramo con conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo de río se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI1208 (río Valdavia desde su nacimiento hasta Renedo de Valdavia y desembocadura del río Avión). Se trata de una MAS natural con tipología de ríos de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo en el río Abanades – MAS 02RI1727 (021.05.008)**

El tramo definido, de 65.831 m de longitud, está situado en el río Abanades, entre los núcleos poblacionales de Heras de la Peña y Renedo de Valdavia, incluyendo su afluente por la margen izquierda, el río Boedo.

En este tramo la relación río-acuífero se produce conexión indirecta del río con la FGP 6 con el río Abanades, con aportes procedentes de las FGPs 3 y 5.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Abanades.

Se trata de un tramo con conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI1727 (río Valdavia desde Renedo de Valdavia hasta su desembocadura en el río Pisuegra incluidos los afluentes). Se trata de una MAS natural e con tipología de río mineralizado de la meseta norte.

- **Tramo en el río Boedo – MAS 02RI1466 (021.05.009)**

El tramo definido, de 6.392 m de longitud, está situado en el río Boedo, entre los núcleos urbanos de Sotobañado y Prio y Herrera de Pisuegra, incluyendo su afluente por la margen izquierda el río Cañamares.

En este tramo la relación río-acuífero se produce conexión indirecta de la FGP 6 con el río Boedo, con aportes procedentes de las FGPs 3 y 5.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Boedo.

Se trata de un tramo con conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI1466 (río Boedo desde su nacimiento hasta la desembocadura del arroyo Cañamares). Se trata de una MAS natural con tipología de río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo en el curso medio del río Pisuerga – MAS 02RI1768 (021.05.010)**

El tramo definido, de 25.617 m de longitud, está situado en el río Pisuerga, entre las confluencias de los ríos Abanades y Odra.

En este tramo la relación río-acuífero se produce conexión indirecta de la FGP 6 con el río Pisuerga, con aportes procedentes de las FGPs 3 y 5.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Pisuerga.

Se trata de un tramo con conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural, teniendo en cuenta que no existen tomas de acequias de especial relevancia.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI1768 (río Pisuerga desde el arroyo de Riofresno hasta la desembocadura del Arlanza y afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de eje mediterráneo-continental mineralizado.

- **Tramo en los cursos alto y medio del río Odra – MAS 02RI1400 (021.05.011)**

El tramo definido, de 37.889 m de longitud, está situado en el río Odra, desde cabecera hasta su confluencia con el río Brulles, incluyendo su afluente por la margen izquierda el río Moralejos.

En este tramo la relación río-acuífero se produce conexión indirecta del río con las FGPs 3, 5 y 6 con el río Odra, de las cuales los aportes principales proceden de la FGP 3.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Odra.

Se trata de un tramo con conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido con la masa de agua superficial (MAS) 02RI1400 (río Pisuerga desde el arroyo de Riofresno hasta la desembocadura del Arlanza y afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de eje mediterráneo-continental mineralizado.

- **Tramo en el río Brulles – MAS 02RI1571 (021.05.012)**

El tramo definido, de 37.095 m de longitud, está situado en el río Brulles, desde cabecera hasta su confluencia con el río Odra, incluyendo su afluente por la margen derecha el río Grande.

En este tramo la relación río-acuífero se produce conexión indirecta del río con las FGPs 2 y 6 con el río Brulles, con aportes procedentes de la FGP 2 en cabecera, y de las FGPs 3 y 4 en el resto del tramo.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Brulles.

Se trata de un tramo con conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI1571 (río Brulles desde el arroyo de Valdeleña hasta la desembocadura de arroyo de Arralijera incluidos los afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo en el curso bajo del río Odra – MAS 02RI1786 (021.05.013)**

El tramo definido, de 23.366 m de longitud, está situado en el río Odra, desde la población de Villasandino hasta su confluencia con el río Pisuerga.

En este tramo la relación río-acuífero se produce conexión indirecta de las FGPs 6 con el río Odra, con aportes procedentes de las FGPs 3 y 4.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Odra.

Se trata de un tramo con conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI1786 (Río Odra desde el arroyo Arralijera hasta su desembocadura en el río Pisuerga y afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de río mineralizado de la meseta norte.

- **Tramo en el curso bajo del río Pisuegra – MAS 02RI2211 (021.05.014)**

El tramo definido, de 90.525 m de longitud, está situado en el río Pisuegra, entre la confluencia con el río Arlanza, y su entrada a la población de Valladolid.

En este tramo la relación río-acuífero se produce por medio de pequeños manantiales no inventariados pero considerados en la bibliografía consultada que drenan la FGP 5 en contacto con formaciones subyacentes de menor permeabilidad, de origen fundamentalmente detrítico, así como por conexión difusa directa de las FGPs 3 y 6.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce.

Se trata de un tramo con conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen influenciado.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI2211 (Río Pisuegra desde el Arlanza hasta la desembocadura del arroyo del Berrocal). Se trata de una MAS natural con tipología de gran eje en ambiente mediterráneo.

- **Tramo en el curso bajo del río Pisuegra hasta su confluencia con el río Duero – MAS 02RI2490 (021.05.015)**

El tramo definido, de 13.835 m de longitud, está situado en el río Pisuegra, entre la población de Valladolid y la confluencia con el río Duero.

En este tramo la relación río-acuífero se produce conexión indirecta de la FGP 6 con el río Pisuegra, con aportes procedentes de la FGP 3.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Pisuegra.

Se trata de un tramo con conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen influenciado.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI2490 (Río Duero desde el río Cega hasta Cartago y afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de gran eje en ambiente mediterráneo.

- **Tramo de cabecera del río Aguachal – MAS 02RI2307 (021.05.016)**

El tramo definido, de 2.266 m de longitud, está situado en cabecera del río Aguachal, afluente del río Esgueva por su margen derecha.

En este tramo la relación río-acuífero se produce por medio de manantiales que drenan las FGP 3 y 4, así como por conexión indirecta del río con la FGP 3.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Aguachal.

Se trata de un tramo con conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI2307 (Río Esgueva desde el arroyo Rebriongos hasta su desembocadura en río Pisuegra y afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de río mineralizado de la meseta norte.

- **Tramo de cabecera del río Esgueva – MAS 02RI2307 (021.05.017)**

El tramo definido, de 10.642 m de longitud, está situado en cabecera del río Esgueva.

En este tramo la relación río-acuífero se produce por medio de manantiales que drenan la FGP 2, así como por conexión indirecta del río con las FGP 3 y 4.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Esgueva.

Se trata de un tramo con conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI2307 (Río Esgueva desde el arroyo Rebriongos hasta su desembocadura en río Pisuegra y afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de río mineralizado de la meseta norte.

- **Tramo en el curso alto del río Esgueva – MAS 02RI2307 (021.05.018)**

El tramo definido, de 63.790 m de longitud, está situado en el curso alto del río Esgueva y de su afluente por margen derecha del río Aguachal.

En este tramo la relación río-acuífero se produce conexión indirecta de la FGP 6 con los ríos Esgueva y Aguachal, con aportes procedentes de las FGP 3 y 4.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en los cauces del río Esgueva y Aguachal.

Se trata de un tramo con conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen natural.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI2307 (Río Esgueva desde el arroyo Rebriongos hasta su desembocadura en río Pisuega y afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de río mineralizado de la meseta norte.

- **Tramo en el curso medio del río Esgueva – MAS 02RI2307 (021.05.019)**

El tramo definido, de 64.330 m de longitud, está situado en el río Esgueva, desde aguas abajo de la población de Torresandino hasta aguas arriba de Castronuevo de Esgueva.

En este tramo la relación río-acuífero se produce por medio de pequeños manantiales no inventariados pero considerados en la bibliografía consultada que drenan la FGP 4 en contacto con formaciones subyacentes de menor permeabilidad, de origen fundamentalmente detrítico.

El río Esgueva fluye sobre depósitos aluviales que forman parte de la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce.

Se trata de un tramo con descarga puntual por grupo de manantiales en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en este tramo se encuentra en régimen influenciado debido a la intensa explotación que se produce en la zona.

El tramo se ha definido en la masa de agua superficial (MAS) 02RI2307 (Río Esgueva desde el arroyo Rebriongos hasta su desembocadura en río Pisuega y afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de río mineralizado de la meseta norte.

- **Tramo en el curso bajo del río Esgueva – MAS 02RI2307 (021.05.020)**

El tramo definido, de 7.770 m de longitud, está situado en el río Esgueva, entre las poblaciones de Castronuevo de Esgueva y Valladolid.

En este tramo la relación río-acuífero se produce conexión indirecta de la FGP 6 con el río Esgueva, con aportes procedentes de la FGP 3.

El río fluye sobre los sedimentos aluviales que conforman la FGP 6, que tienen influencia en la relación río-acuífero por drenaje en el cauce del río Esgueva.

Se trata de un tramo con conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes. Se ha considerado que la relación río-acuífero en el tramo se encuentra en régimen influenciado.

El tramo se ha definido la masa de agua superficial (MAS) 02RI2307 (Río Esgueva desde el arroyo Rebriongos hasta su desembocadura en río Pisuegra y afluentes). Se trata de una MAS natural con tipología de río mineralizado de la meseta norte.

En el tramo medio-alto del río Pisuegra no se ha estudiado la relación río-acuífero, ya que en este tramo se sitúa el Canal de Castilla, y no se dispone de datos para caracterizar su funcionamiento en régimen influenciado. En régimen natural el río Pisuegra presentaría un comportamiento efluente en este tramo.

Tampoco se ha podido caracterizar la relación río-acuífero en el tramo del río Pisuegra aguas arriba de su confluencia con el río Arlanza debido a que en ese tramo toma sus aguas el canal de Villalaco, y no se dispone de suficiente información bibliográfica y foronómica.

En las tablas 3 y 4 se recogen todos los tramos de ríos conectados, y sus modelos conceptuales de la relación río-acuífero.

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionada según codificación CEDEX		Características de la MAS relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
021.05.001	Río Pisuegra	02RI1078	Río Pisuegra desde el embalse de la Requejada hasta el embalse de Aguilar de Campoo y afluentes	Río	Ríos de montaña húmeda calcárea	Natural	Carbonatos paleozoicos
							Aluvial
021.05.002	Río Rivera	02RI1117	Río Rivera desde Rabanal de las Llantas hasta el embalse de Cervera	Río	Ríos de montaña húmeda calcárea	Natural	Carbonatos paleozoicos
							Aluvial

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. 021.05 Pisuerga

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionada según codificación CEDEX		Características de la MAS relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
021.05.003	Río Pisuerga	02RI1242	Río Pisuerga desde el embalse de Aguilar de Campoo hasta la desembocadura de Ríofresno y afluentes	Río	Ríos de montaña húmeda calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
							Detríticas terciarias
							Aluvial
021.05.004	Río Boedo	02RI1466	Río Boedo desde su nacimiento hasta la desembocadura del arroyo Cañamares	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
							Detríticas terciarias
							Aluvial
021.05.005	Río Villafraía	02RI1208	Río Valdavia desde su nacimiento hasta Renedo de Valdavia y desembocadura del río Avión	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos paleozoicos
							Carbonatos mesozoicos
							Detríticas terciarias
							Aluvial
021.05.006	Río Abanades	02RI1208	Río Valdavia desde su nacimiento hasta Renedo de Valdavia y desembocadura del río Avión	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
							Aluvial
021.05.007	Río Abanades	02RI1208	Río Valdavia desde su nacimiento hasta Renedo de Valdavia y desembocadura del río Avión	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Natural	Detríticas terciarias
							Aluvial
021.05.008	Río Abanades	02RI1727	Río Valdavia desde Renedo de Valencia hasta su desembocadura en el río Pisuerga incluidos afluentes	Río	Ríos mineralizados de la meseta norte	Natural	Detríticas terciarias
							Rañas pliocuaternarias
							Aluvial
021.05.009	Río Boedo	02RI1466	Río Boedo desde su nacimiento hasta la desembocadura del arroyo Cañamares	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Natural	Detríticas terciarias
							Rañas pliocuaternarias
							Aluvial
021.05.010	Río Pisuerga	02RI1768	Río Pisuerga desde el arroyo de Ríofresno hasta la desembocadura del Arlanza y afluentes	Río	Ejes mediterráneo - continentales	Natural	Detríticas terciarias
							Rañas pliocuaternarias
							Aluvial
021.05.011	Río Odra	02RI1400	Río Pisuerga desde el arroyo de Ríofresno hasta la desembocadura del Arlanza y afluentes	Río	Ejes mediterráneo - continentales	Natural	Detríticas terciarias
							Rañas pliocuaternarias
							Aluvial
021.05.012	Río Brulles	02RI1571	Río Brulles desde el arroyo de Valdeleña hasta la desembocadura de arroyo de Arralijera incluidos los afluentes	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
							Detríticas terciarias
							Calizas del Páramo
							Aluvial
021.05.013	Río Odra	02RI1786	Río Odra desde el A° Arralijera hasta su desembocadura en el río Pisuerga y afluentes	Río	Ríos mineralizados de la meseta norte	Natural	Detríticas terciarias
							Calizas del Páramo
							Aluvial

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. 021.05 Pisuerga

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionada según codificación CEDEX		Características de la MAS relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
021.05.014	Río Pisuerga	02RI2211	Río Pisuerga desde el Arlanza hasta la desembocadura del Aº del Berrocal	Río	Grandes ejes en ambiente mediterráneo	Natural	Detríticas terciarias
							Aluvial
021.05.015	Río Pisuerga	02RI2490	Río Duero desde el río Cega hasta Cartago y afluentes	Río	Grandes ejes en ambiente mediterráneo	Natural	Detríticas terciarias
							Aluvial
021.05.016	Río Aguachal	02RI2307	Río Esgueva desde Aº Rebriongos hasta su desembocadura en río Pisuerga y afluentes	Río	Ríos mineralizados de la meseta norte	Natural	Detríticas terciarias
							Calizas del Páramo
							Aluvial
021.05.017	Río Esgueva	02RI2307	Río Esgueva desde Aº Rebriongos hasta su desembocadura en río Pisuerga y afluentes	Río	Ríos mineralizados de la meseta norte	Natural	Carbonatos mesozoicos
							Detríticas terciarias
							Calizas del Páramo
							Aluvial
021.05.018	Río Esgueva	02RI2307	Río Esgueva desde Aº Rebriongos hasta su desembocadura en el río Pisuerga y afluentes	Río	Ríos mineralizados de la meseta norte	Natural	Detríticas terciarias
							Calizas del Páramo
							Aluvial
021.05.019	Río Esgueva	02RI2307	Río Esgueva desde Aº Rebriongos hasta su desembocadura en el río Pisuerga y afluentes	Río	Ríos mineralizados de la meseta norte	Natural	Calizas del Páramo
							Aluvial
021.05.020	Río Esgueva	02RI2307	Río Esgueva desde Aº Rebriongos hasta su desembocadura en el río Pisuerga y afluentes	Río	Ríos mineralizados de la meseta norte	Natural	Detríticas terciarias
							Aluvial

Tabla 3. Identificación de los tramos de ríos conectados

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)
021.05.001	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Influenciado	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral y puntual de formaciones carbonatadas	21.448
021.05.002	Río Rivera	Conexión puntual por grupo de manantiales en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje puntual de formaciones carbonatadas	5.665
021.05.003	Río Pisuerga	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Influenciado	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral de formaciones carbonatadas y detríticas	21.878
021.05.004	Río Boedo	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral y puntual de formaciones carbonatadas y detríticas	3.124

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. 021.05 Pisuerga

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)
021.05.005	Río Villafría	Conexión puntual por grupo de manantiales en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta (parcial)	-	Drenaje puntual de formaciones carbonatadas	5.955
021.05.006	Río Abanades	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje puntual y lateral de formaciones carbonatadas	6.351
021.05.007	Río Abanades	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral de formaciones detríticas	46.472
021.05.008	Río Abanades	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral de formaciones detríticas	65.831
021.05.009	Río Boedo	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral de formaciones detríticas	6.392
021.05.0010	Río Pisuerga	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral de formaciones detríticas	25.617
021.05.011	Río Odra	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral de formaciones detríticas	37.889
021.05.012	Río Brulles	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral de formaciones carbonatadas y detríticas	37.095
021.05.013	Río Odra	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral de formaciones detríticas y carbonatadas	23.366
021.05.014	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Influenciado	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral y puntual de formaciones detríticas y carbonatadas	90.525
021.05.015	Río Pisuerga	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Influenciado	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral de formaciones detríticas	13.835
021.05.016	Río Esgueva	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral y puntual de formaciones carbonatadas y detríticas	10.642
021.05.017	Río Aguachal	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral y puntual de formaciones detríticas y carbonatadas	2.266
021.05.018	Río Esgueva	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Natural	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral de formaciones detríticas y carbonatadas	63.790
021.05.019	Río Esgueva	Conexión puntual por grupo de manantiales en cauces efluentes	Influenciado	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje puntual de las calizas del Páramo	64.330

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)
021.05.020	Río Esgueva	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Influenciado	Sedimentos detríticos fluviales de permeabilidad muy alta	-	Drenaje lateral de formaciones detríticas	7.770

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

3.2 Relación río-acuífero

3.2.1 Análisis de series de afloros

- **Tramo entre embalses del río Pisuegra – MAS 02RI1078 (021.05.001)**

Se ha calculado un aforo diferencial entre los caudales registrados en las estaciones 2021 y 2022 (situadas en las salidas de los embalses de la Requejada y Cervera-Ruesga respectivamente) y los caudales registrados en la estación 2019 (situada a la entrada del embalse de Aguilar de Campoo), mediante la media mensual de caudales en el periodo 1961-1994, en el que se aprecia un comportamiento uniforme en la serie de datos. Se deduce un comportamiento efluente en el río, tal y como se puede observar en la Figura 5.

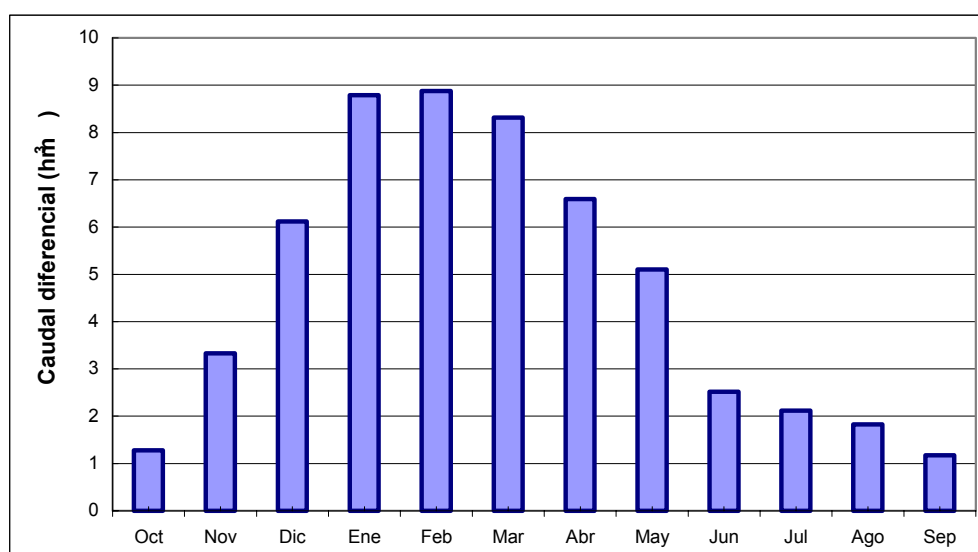


Figura 5. Caudales diferenciales entre las estaciones 2021 y 2022 y la estación 2019 (promedio de los años 1961-1994).

El tramo de río se comporta como efluente o ganador durante todo el año, con ganancias mayores en los meses invernales. La ganancia media resultante para el periodo estudiado es de 56 hm³ al año. Parte de la ganancia se debe a aportaciones superficiales, aunque es posible identificar en el hidrograma una ganancia base de 1 hm³/mes al menos, tal y como se aprecia en los meses de agosto y septiembre. La principal ganancia superficial se debe a los afluentes situados entre los embalses de la

Requejada y Aguilar de Campoo, en tanto que los ríos Pisuega y Rivera se encuentran regulados por los embalses de la Requejada y Cervera-Ruesga.

Efectuando la suma de los caudales en los manantiales principales inventariados por el IGME con códigos NIPA 170750001 y 170750002 se obtiene un caudal anual de 1,56 hm³ para este tramo de río por descargas puntuales. La aportación subterránea obtenida mediante el estudio de aforos diferenciales es superior a la suma de manantiales principales, debido a que parte de la ganancia se efectúa de forma difusa y a que es posible que existan surgencias no inventariadas en el tramo de río.

- **Tramo de cabecera del río Rivera – MAS 02RI1117 (021.05.002).**

La descarga de la MASb se realiza de forma puntual a través de un grupo de manantiales inventariados por el IGME con códigos NIPA 160770001, 160780004, 160770003, 160780001, 160770002, 160780003, 160780002, y 160740001, que suman 43,33 l/s en virtud de un único dato por manantial registrado en agosto de 1992 en todos los casos. Esto representaría una aportación media de 1,37 hm³/año, suponiendo caudal constante. No obstante, es posible que existan manantiales no inventariados, por lo que el caudal de las descargas puntuales podría ser mayor que el estimado.

- **Tramo aguas abajo de Aguilar de Campoo del río Pisuega – MAS 02RI1242 (021.05.003)**

Se ha calculado la diferencia entre los caudales registrados en las estaciones 2020 (situada a la salida del embalse de Aguilar de Campoo) y la estación 2024 (situada aguas abajo en el cauce del río Pisuega). A pesar de la puesta en servicio del embalse de Aguilar de Campoo en el año 1962, el resultado obtenido no refleja una modificación apreciable en el comportamiento del río según el aforo diferencial. El aforo se ha efectuado a partir de la media mensual de caudales para el periodo 1954 y 2006, en el que ambas estaciones presentan registro. Se deduce un comportamiento ganador en el río, tal como se refleja en la Figura 6

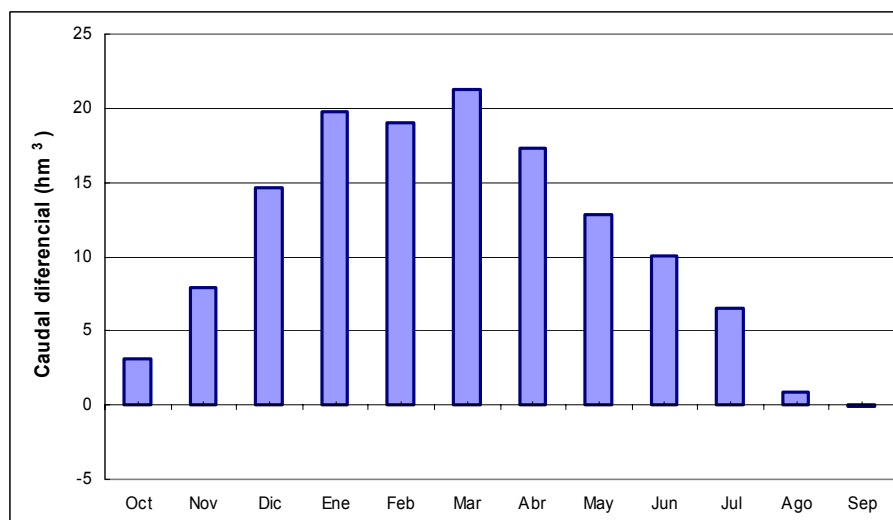


Figura 6. Caudales diferenciales entre las estaciones 2020 y 2024 (promedio mensual de los años 1954-2006).

La aportación media subterránea resultante de la serie estudiada (1954-2006) se sitúa en el entorno de los 134 hm³/año. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la toma del Canal de Castilla se encuentra situada justo aguas arriba de la estación 2024, lo que significa que el resultado de este aforo diferencial se encuentra influenciado por la gestión de la toma del canal, y que esta cuantificación debe considerarse como una primera estimación.

Por otro lado, y según el modelo del estudio IGME-CH Duero (2008), el drenaje en régimen natural de la MASb 021.004 Quintanilla-Peñahoradada al cauce del río Pisuegra es de 60,09 hm³/año. El río Pisuegra también recibe las descargas de las MASb 021.006 Valdavia y 021.014 Villadiego, con una descarga conjunta de 85,42 hm³/año. Teniendo en cuenta que esta aportación total corresponde al conjunto de los tramos del río Pisuegra definidos en el ámbito geográfico de las citadas MASb que presentan un carácter efluente (tramos 021.05.003 y 021.05.010), se ha obtenido una relación de ganancia por longitud de tramo que ha permitido estimar la aportación media anual del tramo 021.05.003 en régimen natural en 83,97 hm³/año.

- **Tramo de cabecera del río Boedo – MAS 02RI1466 (021.05.004)** La descarga subterránea que se realiza de forma puntual, corresponde a un grupo de manantiales inventariados por el IGME con códigos NIPA 160840001, 160840002, 160840003, 160840004 y 160830004 que suman 23,19 l/s, en virtud de un único dato por manantial registrado en octubre de 1981 en todos los casos. Esto supone una aportación media de 0,73 hm³/año, suponiendo caudal constante. No obstante, es posible que existan manantiales no inventariados, por lo que el caudal de las descargas puntuales podría ser mayor que el estimado.

No se dispone de datos de aforos que permitan cuantificar la relación difusa río-acuífero en este tramo de río. Según el estudio IGME-CH Duero (2008), el drenaje en régimen natural de la MASb 021.003 Cervera de Pisuerga al cauce y afluentes del río Valdavia se calcula en 25,51 hm³/año. Al asignarle esta aportación total al conjunto de los tramos de río de carácter efluente, definidos en el ámbito geográfico de la MASb sobre el río Valdavia y su afluentes (tramos 021.05.004 y 021.05.006), se obtiene una ganancia por longitud de tramo que se transforma en una aportación media anual al tramo 021.05.004 de 5,17 hm³/año. Como parte de esta aportación también se efectúa a través de la descarga por manantiales, se considera una aportación por drenaje difuso de la MASb a través de cauce de 4,44 hm³/año.

- **Tramo de cabecera del río Villafria – MAS 02RI1208 (021.05.005)**

La descarga subterránea se realiza de manera puntual, a través de un grupo de manantiales inventariados por el IGME con códigos NIPA 160760004, 160820001, 160820002, 160820003, 160830001, 160830002 y 160830003 que suman 50,50 l/s en virtud de un único dato por manantial, registrado en octubre de 1981 en todos los casos, excepto en uno cuya medición se realiza en agosto de 1982. Esto supone una aportación media de 1,58 hm³/año, suponiendo caudal constante. No obstante, es posible que existan manantiales no inventariados, por lo que el caudal de las descargas puntuales podría ser mayor que el estimado.

- **Tramo de cabecera del río Abanades – MAS 02RI1208 (021.05.006)**

La descarga subterránea que se realiza de manera puntual, se efectúa a través de un grupo de manantiales inventariados por el IGME con códigos NIPA 160810001 y 160810002 que suman 4,00 l/s en virtud de un único dato por manantial, registrado en octubre de 1981 en todos los casos. Esto supone una aportación media de 0,12 hm³/año, suponiendo caudal constante. No obstante, es posible que existan manantiales no inventariados, por lo que el caudal de descargas puntuales podría ser mayor que el estimado.

No se dispone de datos de aforos que permitan cuantificar la relación difusa río-acuífero en este tramo de río. Según el estudio IGME-CH Duero (2008), el drenaje en régimen natural de la MASb 021.003 Cervera de Pisuerga al cauce y afluentes del río Valdavia se calcula en 25,51 hm³/año. Al asignarle esta aportación total al conjunto de los tramos de río de carácter efluente, definidos en el ámbito geográfico de la MASb sobre el río Valdavia y su afluentes (tramos 021.05.004 y 021.05.006), se obtiene una ganancia por longitud de tramo que se transforma en una aportación media anual al tramo 021.05.006 de 10,50 hm³/año. Como parte de esta aportación también se efectúa a través de la

descarga por manantiales, se considera una aportación por drenaje difuso de la MASb a través de cauce de unos 10,38 hm³/año.

- **Tramo en el río Abanades – MAS 02RI1208 (021.05.007)**

Se ha trazado el hidrograma de la estación 2026, situada aguas abajo del tramo 021.05.007, calculando el promedio mensual entre los años 2000 y 2006, mediante un ajuste del agotamiento por el método de Barnes, con el fin de calcular la escorrentía superficial y subterránea en la estación. El parámetro de agotamiento α - obtenido es de 0,01346 mes⁻¹, lo que se traduce en un periodo de semi-agotamiento de 1,72 meses. El hidrograma y la descomposición del flujo superficial-subterráneo obtenido puede observarse en la figura 7.

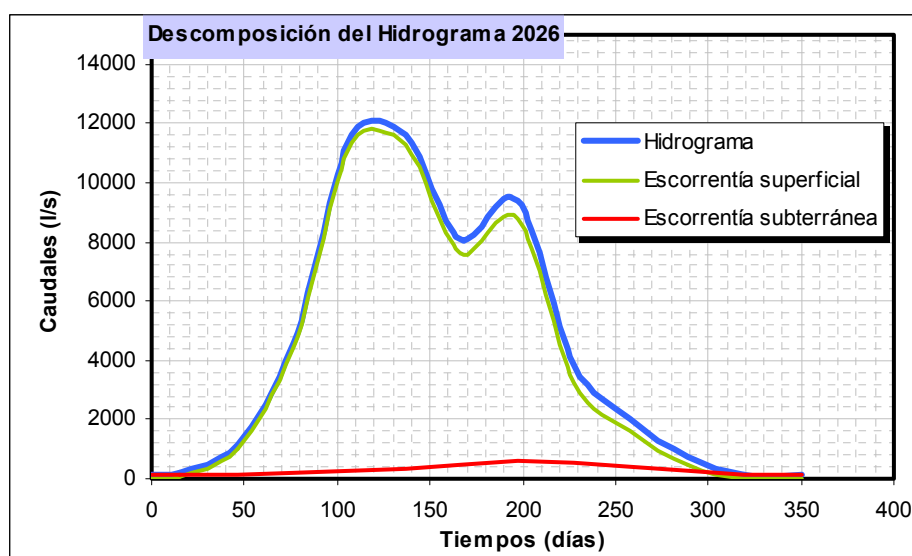


Figura 7. Descomposición del hidrograma en la estación 2026 (promedio de los años 2000-2006).

Las aportaciones medias totales a la estación se calculan en 130,66 hm³/año, descomponiéndose en 121,28 hm³/año de escorrentía superficial y 9,37 hm³/año de escorrentía subterránea, lo que significa que aproximadamente el 8% de las aportaciones totales a la estación serían de origen subterráneo.

Esta aportación se ha asignado al drenaje de las FGPs que están en contacto con los tramos de río definidos y que se encuentran situados aguas arriba de la estación. En concreto, se han considerado los tramos 081.05.007 y una parte importante del tramo 081.05.008 cuya longitud aguas arriba de la estación se ha estimado en el entorno de los 24.000 metros. Al asignarle este valor de la aportación subterránea media estimada mediante la descomposición del hidrograma por el método de Barnes al conjunto de estos tramos con carácter efluente (tramos 021.05.007 y 021.05.008), se obtiene una

ganancia por longitud de tramo que se transforma en una aportación media anual al tramo del río 021.05.007 de unos 6,18 hm³/año.

Según el estudio IGME-CH Duero (2008), el drenaje en régimen natural de la MASb 021.014 Villadiego al cauce fluvial y afluentes del río Valdavia (río Abanades) es de 7,12 hm³/año. Al asignarle esta aportación total al conjunto de los tramos de río de carácter efluente, definidos en el ámbito geográfico de la MASb sobre el río Valdavia (Río Abanades) y su afluentes (tramos 021.05.007, 021.05.008 y 021.05.009), se obtiene una ganancia por longitud de tramo que se transforma en una aportación media anual al tramo 021.05.007 de 2,79 hm³/año.

- **Tramo en el río Abanades – MAS 02R11727 (021.05.008)**

La cuantificación de la descarga de las FGPs hacia el tramo de río 021.05.008, se ha estimado a partir de la descomposición del hidrograma registrado en la estación de aforos 2026 mediante el método de Barnes, tal y como se ha descrito en el apartado correspondiente a la cuantificación del tramo 021.05.007 y cuya representación gráfica puede observarse en la figura 7.

Con el análisis llevado a cabo, se ha estimado que la aportación subterránea aguas arriba de la estación de aforos se sitúa en torno a los 9,37 hm³/año, de los que 6,18 se corresponde con la descarga hacia el tramo de río 021.05.007 y el resto, 3,19 hm³/año, se estima que es drenado hacia el cauce que se corresponde con el tramo 021.05.008 que se encuentra situado aguas arriba de la estación. Considerándose una descarga homogénea a través de toda la longitud del tramo de río 021.05.008, se obtendría una aportación subterránea media anual en dicho tramo que se situaría cercana a los 8,75 hm³/año.

Según el estudio IGME-CH Duero (2008), el drenaje en régimen natural de la MASb 021.014 Villadiego al cauce fluvial y afluentes del río Valdavia (río Abanades) es de 7,12 hm³/año. Al asignarle esta aportación total al conjunto de los tramos de río de carácter efluente, definidos en el ámbito geográfico de la MASb sobre el río Valdavia (Río Abanades) y su afluentes (tramos 021.05.007, 021.05.008 y 021.05.009), se obtiene una ganancia por longitud de tramo que se transforma en una aportación media anual al tramo 021.05.008 de 3,95 hm³/año.

- **Tramo en el río Boedo – MAS 02R11466 (021.05.009)**

Con los datos foronómicos disponibles, no resulta posible efectuar una cuantificación de la relación río-acuífero en este tramo de río. Según el estudio IGME-CH Duero (2008), el drenaje en régimen natural de la MASb 021.014 Villadiego al cauce fluvial y afluentes del

río Valdavia (río Abanades) es de 7,12 hm³/año. Al asignarle esta aportación total al conjunto de los tramos de río de carácter efluente, definidos en el ámbito geográfico de la MASb sobre el río Valdavia (Río Abanades) y su afluentes (tramos 021.05.007, 021.05.008 y 021.05.009), se obtiene una ganancia por longitud de tramo que se transforma en una aportación media anual al tramo 021.05.009 que se situada en el entorno de 0,38 hm³/año.

- **Tramo en el curso medio del río Pisuegra – MAS 02RI1768 (021.05.010)**

No se disponen de datos de aforos que permitan cuantificar la relación río-acuífero en el tramo de río definido debido, fundamentalmente, a que en este tramo de río existen diversas tomas de canales que detraen caudales de su cauce. Según el estudio IGME-CH Duero (2008), el río Pisuegra recibe la descarga de las MASb 021.006 Valdavia y 021.014 Villadiego, con una descarga conjunta calculada en 85,42 hm³/año. Al asignarle esta aportación total al conjunto de los tramos de río de carácter efluente, definidos en el ámbito geográfico de la MASb sobre el río Pisuegra (tramos 021.05.003 y 021.05.010), se obtiene una ganancia por longitud de tramo que se transforma en una aportación media anual para el tramo 021.05.010 en régimen natural de 61,54 hm³/año.

- **Tramo en los cursos alto y medio del río Odra – MAS 02RI1400 (021.05.011)**

Se ha trazado el hidrograma de la estación 2018, situada aguas abajo del tramo 021.05.013, calculando el promedio mensual entre los años 2001 y 2006, mediante un ajuste del agotamiento por el método de Barnes, con el fin de calcular la escorrentía superficial y subterránea en la estación. El parámetro de agotamiento α - obtenido es de 0,0157 mes⁻¹, lo que se traduce en un periodo de semi-agotamiento de 1,5 meses. El hidrograma y la descomposición del flujo superficial-subterráneo obtenido puede observarse en la figura 8.

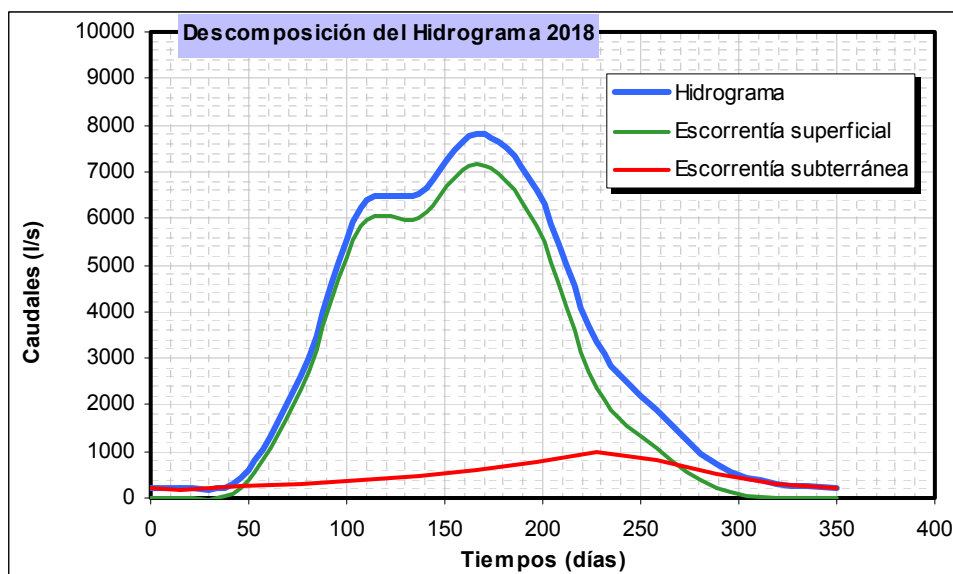


Figura 8. Descomposición del hidrograma en la estación 2018 (promedio de los años 2001-2006).

Las aportaciones medias totales a la estación se calculan en $90,77 \text{ hm}^3/\text{año}$, descomponiéndose en $75,42 \text{ hm}^3/\text{año}$ de escorrentía superficial y $15,35 \text{ hm}^3/\text{año}$ de escorrentía subterránea, lo que significa que aproximadamente el 17% de las aportaciones totales a la estación serían de origen subterráneo.

Esta aportación se ha asignado al drenaje de las FGPs que están en contacto con los tramos de río definidos y que se encuentran situados aguas arriba de la estación. Al asignarle esta aportación total al conjunto de estos tramos con carácter efluente (tramos 021.05.011, 021.05.012 y 021.05.0013), se obtiene una ganancia por longitud de tramo que se transforma en una aportación media anual al tramo del río 021.05.011 de $5,91 \text{ hm}^3/\text{año}$.

- **Tramo en el río Brulles – MAS 02RI1571 (021.05.012)**

Se ha estudiado el hidrograma de la estación 2018 que se ha presentado en el apartado correspondiente al tramo 021.05.011 y que puede observarse en la figura 7. La escorrentía total subterránea registrada en la estación se ha estimado en $15,35 \text{ hm}^3/\text{año}$, lo que significa que aproximadamente el 17% de las aportaciones totales a la estación serían de origen subterráneo.

Esta aportación se ha asignado al drenaje de las FGPs que se están en contacto con los tramos de río definidos y que se encuentran situados aguas arriba de la estación. Al asignarle esta aportación total al conjunto de estos tramos definidos con carácter de efluentes (tramos 021.05.011, 021.05.012 y 021.05.0013), se obtiene una ganancia por

longitud de tramo que se transforma en una aportación media anual al tramo del río 021.05.012 de 5,79 hm³/año.

- **Tramo en el curso bajo del río Odra – MAS 02RI1786 (021.05.013)**

Se ha trazado el hidrograma de la estación 2018 que se ha presentado en el apartado correspondiente al tramo 021.05.011 y que puede observarse en la figura 7. La escorrentía total subterránea registrada en la estación se ha estimado en unos 15,35 hm³/año, lo que significa que aproximadamente el 17% de las aportaciones totales a la estación serían de origen subterráneo.

Esta aportación se ha asignado al drenaje de las FGPs que están en contacto con los tramos de río definidos y que se encuentran situados aguas arriba de la estación. Al asignarle esta aportación total al conjunto de estos tramos definidos con carácter de efluentes (tramos 021.05.011, 021.05.012 y 021.05.0013), se obtiene una ganancia por longitud de tramo que se transforma en una aportación media anual al tramo del río 021.05.013 de 3,68 hm³/año.

- **Tramo en el curso bajo del río Pisuegra – MAS 02RI2211 (021.05.014)**

La descarga subterránea puntual se realiza a través de un grupo de manantiales según la bibliografía consultada, si bien los datos foronómicos disponibles no han permitido efectuar la cuantificación por la falta de datos de aforos en los manantiales inventariados.

No se dispone de datos de aforos que permitan cuantificar la relación río-acuífero difusa en este tramo de río ya que se encuentra alterado por la existencia de diversas tomas de canales que detraen caudales de su cauce. Según el estudio IGME-CH Duero (2008), el río Pisuegra recibe la descarga de las MASb 021.020 Aluviales del Pisuegra-Arlanzón, 021.025 Páramo de Astudillo y 021.029 Páramo de Esgueva, con una descarga conjunta en régimen natural de 34,83 hm³/año.

- **Tramo en el curso bajo del río Pisuegra hasta su confluencia con el río Duero – MAS 02RI2490 (021.05.015)**

No ha sido posible cuantificar el tramo debido a la escasez de datos de aforos disponibles.

- **Tramo de cabecera del río Aguachal – MAS 02RI2307 (021.05.016)**

La descarga subterránea que por surgencias puntuales, se efectúa a través de un grupo de manantiales inventariados por el IGME con códigos NIPA 191330004, 191370003, 191370004, 191370005 y 191370006, que suman 9,00 l/s en virtud de un único dato por manantial, registrado en julio de 1980 en todos los casos. Esto representa una aportación

media de 0,28 hm³/año, suponiendo caudal constante. No obstante, es posible que existan manantiales no inventariados, por lo que el caudal de las descargas puntuales podría ser mayor que el estimado.

- **Tramo en la cabecera del río Esgueva – MAS 02RI2307 (021.05.017)**

La descarga subterránea que por surgencias puntuales se efectúa a través de un grupo de manantiales inventariados por el IGME con códigos NIPA 191340001, 191340002, 201310001, 201310002, 201310003, 201310004, 201310005, 201310006, 201350002, 201350003, 201350004, 201350005, 201350006, 201350007 y 201350008, que suman 102,17 l/s en virtud de un único dato por manantial, registrado en julio de 1980 en todos los casos. Esto representa una aportación media de 3,18 hm³/año, suponiendo caudal constante. No obstante, es posible que existan manantiales no inventariados, por lo que el caudal de las descargas puntuales podría ser mayor que el estimado.

- **Tramo en el curso alto del río Esgueva – MAS 02RI2307 (021.05.018)**

Se ha trazado el hidrograma de la estación 2049, situada sobre el tramo 021.05.018, calculando el promedio mensual entre los años 1930 y 2004, mediante un ajuste del agotamiento por el método de Barnes, con el fin de calcular la escorrentía superficial y subterránea en la estación. El parámetro de agotamiento α obtenido es de 0,0084 mes⁻¹, lo que se traduce en un periodo de semi-agotamiento de 2,77 meses. El hidrograma y la descomposición del flujo superficial-subterráneo obtenido puede observarse en la figura 9.

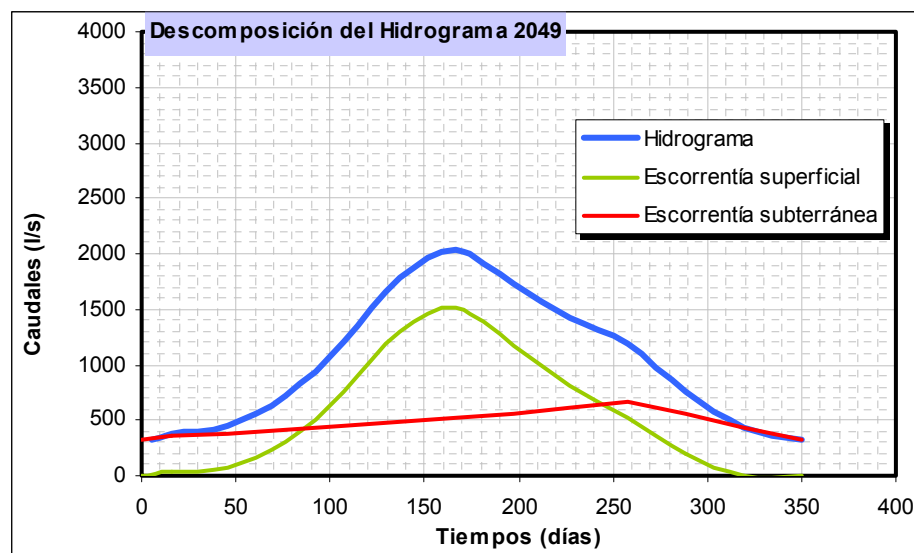


Figura 9. Descomposición del hidrograma en la estación 2049 (promedio de los años 1930-2004).

Las aportaciones medias totales a la estación se han calculado en 31,25 hm³/año, descomponiéndose en 16,19 hm³/año de escorrentía superficial y 15,06 hm³/año de escorrentía subterránea, lo que significa que aproximadamente el 48% de las aportaciones totales a la estación serían de origen subterráneo.

En principio, la aportación subterránea obtenida correspondería únicamente a la escorrentía subterránea del tramo de río que se sitúa aguas arriba de la estación 2049. Teniendo en cuenta que los condicionantes hidrogeológicos que determinan la relación río-acuífero se mantienen a lo largo de todo el tramo 051.05.018 se ha asumido que la ganancia obtenida por unidad de longitud a partir de la descomposición del hidrograma, es aplicable a la totalidad de este tramo del río. En consecuencia, la extrapolación de los resultados ha permitido cuantificar la descarga subterránea en una aportación media de 29,4 hm³/año para el periodo 1930-2004.

- **Tramo en el curso medio del río Esgueva – MAS 02RI2307 (021.05.019)**

La descarga subterránea puntual hacia el río se realiza a través de un grupo de manantiales según la bibliografía consultada, si bien no se dispone de datos foronómicos en los puntos inventariados para efectuar su cuantificación.

Según el estudio IGME-CH Duero (2008), el río Esgueva recibe la descarga de la MASb 021.029 Páramo de Esgueva, y calcula una descarga en régimen natural de 30,89 hm³/año.

- **Tramo en el curso bajo del río Esgueva – MAS 02RI2307 (021.05.020)**

No ha sido posible cuantificar la relación río-acuífero en este tramo debido a la escasez de datos de aforos disponibles.

Por otra parte, y con respecto al comportamiento global del sistema de explotación 021.05 Pisuegra cabe indicar que, según los primeros estudios bibliográficos (IGME 1979 y 1980) el río Pisuegra, en el que se incluyen los tramos 021.05.003, 021.05.010, 021.05.014 y 021.05.015, drena un caudal de unos 22 hm³/año, mientras que el estudio de IGME-CH Duero (2008), haciendo referencia a los datos aportados en el PIAS, señala que a lo largo del río Pisuegra se produce una ganancia de 81 hm³/año. Por otro lado, según IGME (1982) el río Pisuegra junto el río Abanades (Valdavia), incluyendo los tramos 021.05.007 y 021.05.008, presenta una ganancia de 44 hm³/año.

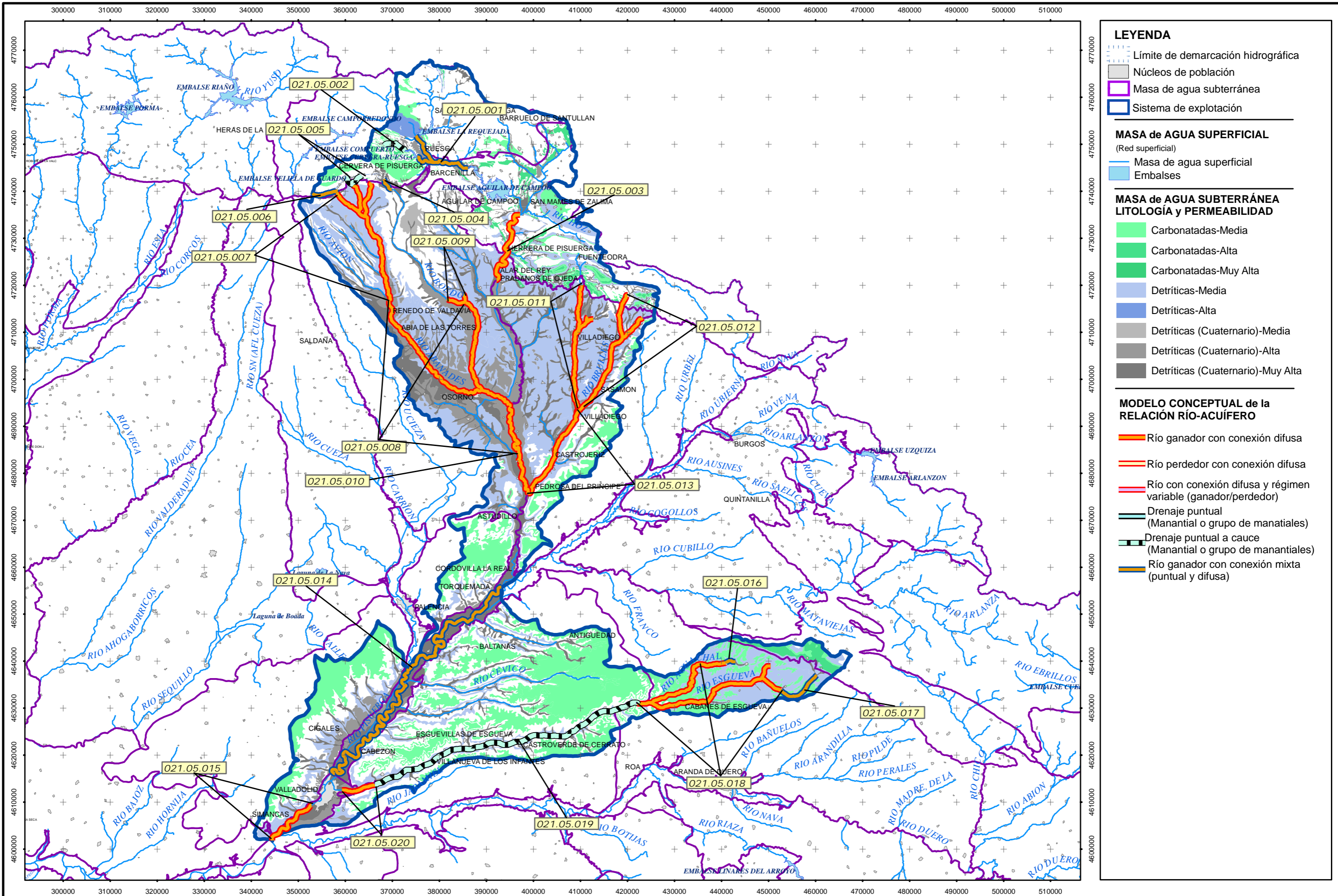
En cuanto al río Esgueva, en el que se incluyen los tramos 021.05.017, 021.05.018, 021.05.019 y 021.05.020, gana unos 34,5 hm³/año según IGME (1979 y 1980); y en IGME (1982) se indica una descarga hacia el río Esgueva y afluentes de 33 hm³/año;

mientras que en el estudio de IGME-CH Duero (2008), haciendo referencia a los datos aportados en el PIAS, se señala que a lo largo del río Pisuerga se produce una ganancia de 77 hm³/año.

En la tabla 5 se hace referencia a la cuantificación río-acuífero estimada.

Código Tramo	Cuantificación		Régimen hidrológico	Observaciones
	Descarga puntual QCD (lhm ³ /año)	Conexión difusa (hm ³ /año)		
021.05.001	1,56 hm ³ /año	56 hm ³ /año (estudio de aforos)	Influenciado	Estudio de aforos diferenciales en el periodo 2964-1994
021.05.002	1,37 hm ³ /año		Natural	Dato obtenido a partir de la suma de un dato puntual de los manantiales principales
021.05.003		83,97 hm ³ /año (IGME-CH Duero, 2008) 133,72 hm ³ /año (estudio de aforos)	Influenciado	Estudio de aforos diferenciales en el periodo 2954-2006
021.05.004	0,73 hm ³ /año	4,44 hm ³ /año (IGME-CH Duero, 2008)	Natural	Datos obtenidos de estudios previos
021.05.005	1,58 hm ³ /año		Natural	Dato obtenido a partir de la suma de un dato puntual de los manantiales principales
021.05.006	0,12 hm ³ /año	10,38 hm ³ /año (IGME-CH Duero, 2008)	Natural	Datos obtenidos de estudios previos
021.05.007		2,79 hm ³ /año (IGME-CH Duero, 2008) 6,18 hm ³ /año (estudio de aforos)	Natural	Los datos de aforos provienen de la descomposición del hidrograma de la estación 2026 entre 2000-2006 y de estudio previos.
021.05.008		3,95 hm ³ /año (IGME-CH Duero, 2008) 8,75 hm ³ /año (estudio de aforos)	Natural	Los datos de aforos provienen de la descomposición del hidrograma de la estación 2026 entre 2000-2006 y de estudio previos.
021.05.009		0,38 hm ³ /año (IGME-CH Duero, 2008)	Natural	Datos obtenidos de estudios previos
021.05.010		61,54 hm ³ /año (IGME-CH Duero, 2008)	Natural	Datos obtenidos de estudios previos
021.05.011		5,91 hm ³ /año (estudio de aforos)	Natural	Los datos de aforos provienen de la descomposición del hidrograma de la estación 2018 entre 2001-2006
021.05.012		5,79 hm ³ /año (estudio de aforos)	Natural	Los datos de aforos provienen de la descomposición del hidrograma de la estación 2018 entre 2001-2006
021.05.013		3,68 hm ³ /año (estudio de aforos)	Natural	Los datos de aforos provienen de la descomposición del hidrograma de la estación 2018 entre 2001-2006
021.05.014		34,83 hm ³ /año (IGME-CH Duero, 2008)	Influenciado	Datos obtenidos de estudios previos
021.05.015			Influenciado	No se puede cuantificar
021.05.016	0,28 hm ³ /año		Natural	Dato obtenido a partir de la suma de un dato puntual de los manantiales principales
021.05.017	3,18 hm ³ /año		Natural	Dato obtenido a partir de la suma de un dato puntual de los manantiales principales
021.05.018		29,40 hm ³ /año (estudio de aforos)	Natural	Los datos de aforos provienen de la descomposición del hidrograma de la estación 2049 entre 1930-2004
021.05.019		30,89 hm ³ /año (IGME-CH Duero, 2008)	Influenciado	Datos obtenidos de estudios previos
021.05.020			Influenciado	No se puede cuantificar

Tabla 5. Resumen de la cuantificación río-acuífero



LEYENDA

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

MASA de AGUA SUPERFICIAL
(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA
LITOLOGÍA y PERMEABILIDAD

- Carbonatadas-Media
- Carbonatadas-Alta
- Carbonatadas-Muy Alta
- Detríticas-Media
- Detríticas-Alta
- Detríticas (Cuaternario)-Media
- Detríticas (Cuaternario)-Alta
- 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 manantiales)
- Drenaje puntual a cauce (Manantial o grupo de manantiales)
- Río ganador con conexión mixta (puntual y difusa)

4. Manantiales

En relación con este sistema de explotación se han identificado un total de 65 manantiales de los que 44 se consideran principales por asociarse a tramos de cauce en los que se ha definido una conexión río-acuífero relacionada con descargas puntuales hacia cauce.

4.1 Manantiales principales

Los manantiales considerados principales en el sistema de explotación de Pisuerga son los siguientes:

Manantial	Código IGME - CHD	Cauce receptor de la descarga	Tramo conexión río-acuífero	Ubicación			FGP relacionada y Génesis Hidrogeológica
				Coordenadas UTM Huso 30		Cota (m snm)	
				X	Y		
-	170750001	Pisuerga	021.05.001	375850	4746490	1010	Carbonatos paleozoicos
-	170750002	Pisuerga	021.05.001	376000	4746500	1010	Carbonatos paleozoicos
-	160770001	Rivera	021.05.002	366850	4748230	1430	Carbonatos paleozoicos
-	160780004	Rivera	021.05.002	372610	4748420	1060	Carbonatos paleozoicos
-	160770003	Rivera	021.05.002	367750	4748990	1100	Carbonatos paleozoicos
-	160780001	Rivera	021.05.002	369400	4749200	1140	Carbonatos paleozoicos
-	160770002	Rivera	021.05.002	368030	4749320	1100	Carbonatos paleozoicos
-	160780003	Rivera	021.05.002	373180	4751620	1120	Carbonatos paleozoicos
-	160780002	Rivera	021.05.002	369600	4752150	1200	Carbonatos paleozoicos
-	160740001	Rivera	021.05.002	370700	4754900	1380	Carbonatos paleozoicos
-	160840001	Boedo	021.05.004	371929	4740960	1110	Carbonatos mesozoicos
-	160840002	Boedo	021.05.004	370921	4741779	1140	Carbonatos mesozoicos
-	160840003	Boedo	021.05.004	369557	4741739	1160	Carbonatos mesozoicos
-	160840004	Boedo	021.05.004	369499	4742233	1135	Carbonatos mesozoicos
-	160830004	Boedo	021.05.004	367324	4743793	1210	Carbonatos mesozoicos
-	160760004	Villafria	021.05.005	359750	4745720	1500	Carbonatos paleozoicos
-	160820001	Villafria	021.05.005	358213	4742472	1200	Carbonatos mesozoicos
-	160820002	Villafria	021.05.005	359605	4743899	1200	Carbonatos paleozoicos
-	160820003	Villafria	021.05.005	360483	4742403	1140	Carbonatos mesozoicos

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. 021.05 Pisuerga

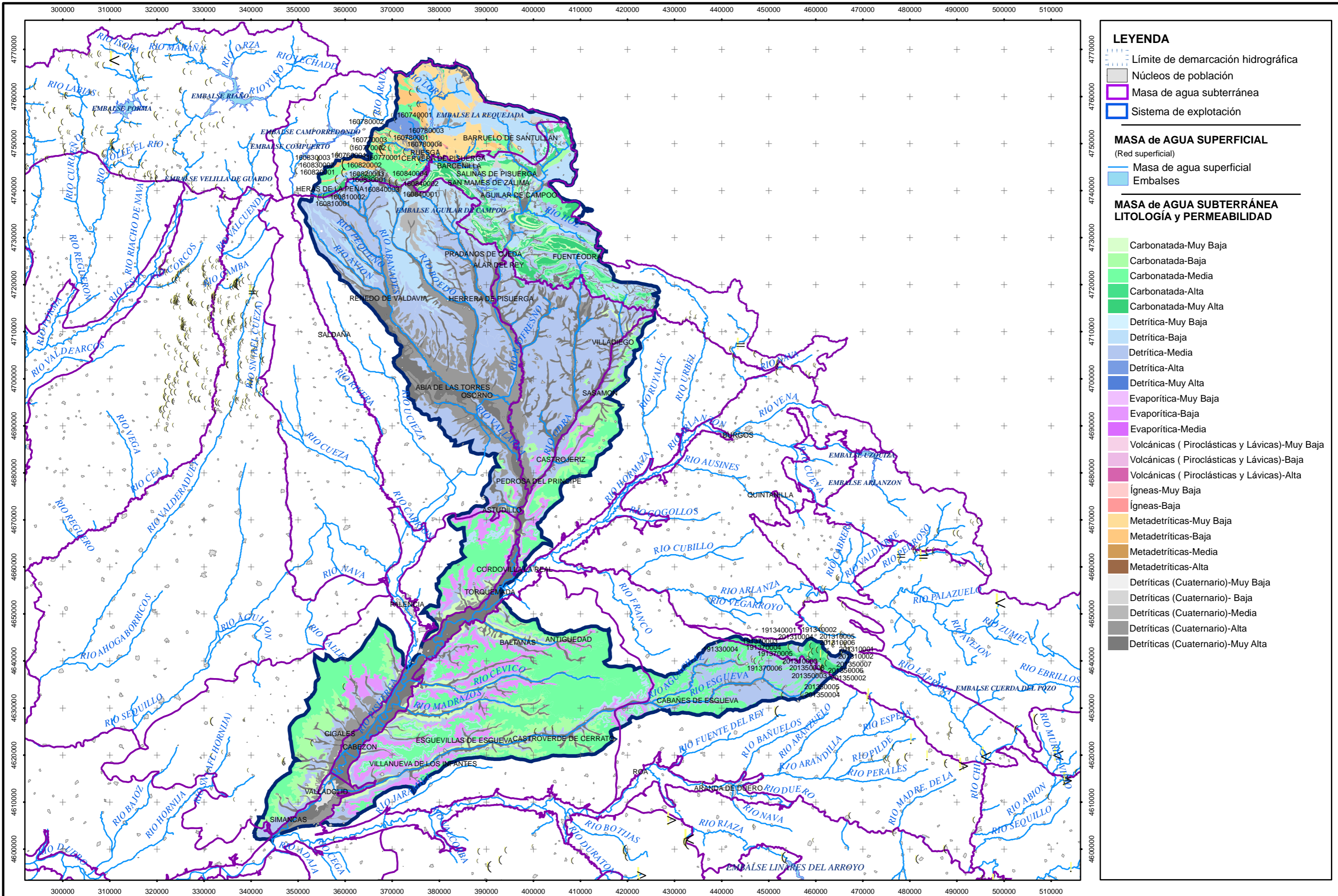
Manantial	Código IGME - CHD	Cauce receptor de la descarga	Tramo conexión río-acuífero	Ubicación			FGP relacionada y Génesis Hidrogeológica
				Coordenadas UTM Huso 30		Cota (m snm)	
				X	Y		
-	160830001	Villafria	021.05.005	362958	4743503	1149	Carbonatos mesozoicos
-	160830002	Villafria	021.05.005	364846	4743809	1280	Carbonatos mesozoicos
-	160830003	Villafria	021.05.005	364348	4743726	1180	Carbonatos mesozoicos
-	160810001	Abanades	021.05.006	354383	4738621	1160	Carbonatos mesozoicos
-	160810002	Abanades	021.05.006	355488	4738758	1160	Carbonatos mesozoicos
-	191330004	Aguachal	021.05.016	443712	4641000	960	Detriticas terciarias
-	191370003	Aguachal	021.05.016	446426	4640791	975	Detriticas terciarias
-	191370004	Aguachal	021.05.016	448641	4640655	975	Detriticas terciarias
-	191370005	Aguachal	021.05.016	447066	4640186	972	Detriticas terciarias
-	191370006	Aguachal	021.05.016	448023	4639709	976	Detriticas terciarias
-	191340001	Esgueva	021.05.017	454372	4643095	1130	Carbonatos mesozoicos
-	191340002	Esgueva	021.05.017	456499	4642665	1090	Carbonatos mesozoicos
-	201310001	Esgueva	021.05.017	461568	4641293	1120	Carbonatos mesozoicos
-	201310002	Esgueva	021.05.017	462672	4641012	1140	Carbonatos mesozoicos
-	201310003	Esgueva	021.05.017	458690	4641485	1090	Carbonatos mesozoicos
-	201310004	Esgueva	021.05.017	458931	4643273	1125	Carbonatos mesozoicos
-	201310005	Esgueva	021.05.017	459317	4642162	1115	Carbonatos mesozoicos
-	201310006	Esgueva	021.05.017	460331	4642468	1120	Carbonatos mesozoicos
-	201350002	Esgueva	021.05.017	461347	4638610	1028	Carbonatos mesozoicos
-	201350003	Esgueva	021.05.017	461230	4638363	1028	Carbonatos mesozoicos
-	201350004	Esgueva	021.05.017	457325	4632699	980	Carbonatos mesozoicos
-	201350005	Esgueva	021.05.017	457027	4633070	980	Carbonatos mesozoicos
-	201350006	Esgueva	021.05.017	461302	4638826	1040	Carbonatos mesozoicos
-	201350007	Esgueva	021.05.017	462181	4639626	1115	Carbonatos mesozoicos
-	201350008	Esgueva	021.05.017	463046	4637403	1045	Carbonatos mesozoicos

Tabla 6. Manantiales principales. Sistema de explotación Pisuerga (021.05)

4.2 *Resto de manantiales*

El resto de surgencias del sistema son básicamente manantiales de escaso caudal que drenan las FGPs 1, 2 y 3 en su contacto con los materiales subyacentes de menor permeabilidad. En conjunto este drenaje puede ser importante, por lo que sería interesante actualizar el inventario de manantiales para controlar los que tengan mayores caudales de descarga y las zonas en las que haya importantes concentraciones de manantiales.

En el sistema de explotación 021.05 Pisuerga se han identificado dos ubicaciones con una concentración de manantiales inventariados apreciable. La primera corresponde con las cabeceras de los ríos Pisuerga, Rivera y Abanades, en el ámbito de la MASb 021.003 Cervera de Pisuerga. El otro lugar de interés, en el que existe una importante concentración de surgencias es la cabecera del río Esgueva, con descargas puntuales que drenan la MASb 021.018 Arlanzón – Río Lobos.



5. Zonas húmedas

Para el estudio de la relación hidrogeológica zona húmeda-masa de agua subterránea en la demarcación hidrográfica se han considerado las siguientes zonas húmedas:

- Zonas húmedas de la Lista de Humedales de Importancia Internacional del Convenio de Ramsar.
- Zonas húmedas correspondientes a las masas de agua superficial de las categorías “lagos” o “de transición” con aportación de aguas continentales (aguas dulces), que pueden estar asociadas a Lugares de Importancia Comunitaria (LICs) o a Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAs) de la Red Natura 2000.
- Zonas húmedas peninsulares que estén conectadas con unidades hidrogeológicas y que presenten una superficie máxima igual o superior a las 10 hectáreas, conforme a la relación incluida en el Libro Blanco de las Aguas Subterráneas (MOPTMA-MINER 1994).

Conforme a estos criterios, se ha estudiado la relación hidrogeológica zona húmeda – MASb que se presenta en el humedal Laguna de Duero, que se localiza en el sector suroccidental de la MASb 021.029 Páramo de Esgueva. Este humedal se incluye en la relación del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas (MOPTMA-MINER 1994).

Además, en este sistema de explotación se debe hacer mención de otros 8 humedales catalogados en la “Base Documental de los Humedales Españoles” (MMA 2006), que se localizan en el ámbito de las MASb 021.006 Valdavia (7 humedales) y 021.014 Villadiego (1 humedal):

- Laguna Hijosa (código 414014): Se localiza en la MASb 021.006 Valdavia, con una superficie de 1,23 hectáreas y una profundidad máxima de 0,50 metros, y se caracteriza por presentar una lámina de agua temporal (DGOH 1990). La cubeta del humedal está formada por depósitos de rañas, conformadas por gravas con matriz limo-arenosa. La alimentación de la laguna está relacionada con la escorrentía superficial y por los aportes subsuperficiales de los depósitos de rañas.
- Laguna de Enmedio (código 414006): Se localiza en la MASb 021.006 Valdavia, con una superficie de 2,93 hectáreas y una profundidad máxima de 1,75 metros, y se caracteriza por presentar una lámina de agua permanente fluctuante (DGOH

1990). La cuenca del humedal está formada por conglomerados, con cambio lateral de facies a fangos, rodeados de depósitos tipo raña que dan el resalte del borde. La laguna se alimenta del acuífero superficial de las formaciones detríticas tipo raña.

- Laguna Latorre (código 414007): Se localiza en la MASb 021.006 Valdavia, con una superficie de 1,52 hectáreas y una profundidad máxima de 0,50 metros, y se caracteriza por presentar una lámina de agua temporal (DGOH 1990). La cuenca del humedal está formada por conglomerados terciarios. La laguna se alimenta principalmente por los aportes de la escorrentía superficial, aunque también puede existir un pequeño aporte subterráneo.
- Laguna de El Campillo (código 414008): Se localiza en la MASb 021.006 Valdavia, con una superficie de 2,47 hectáreas y una profundidad máxima de 1,50 metros, y se caracteriza por presentar una lámina de agua permanente fluctuante (DGOH 1990). La cuenca del humedal está formada por depósitos de rañas (conglomerados y arenas). La laguna se alimenta principalmente por los aportes subterráneos procedentes de las formaciones arenosas de las rañas.
- Laguna de Pradales (código 414009): Se localiza en la MASb 021.006 Valdavia, con una superficie de 6,0 hectáreas y una profundidad máxima de 0,75 metros, y se caracteriza por presentar una lámina de agua permanente fluctuante (DGOH 1990). La cuenca del humedal está formada por depósitos de rañas (conglomerados y arenas). La laguna se alimenta principalmente por los aportes subterráneos procedentes de las formaciones arenosas de las rañas.
- Laguna Grande (código 414013): Se localiza en la MASb 021.006 Valdavia, con una superficie de 1,80 hectáreas y una profundidad máxima de 0,50 metros, y se caracteriza por presentar una lámina de agua temporal (DGOH 1990). La cuenca del humedal está formada por depósitos de rañas (gravas cuarcíticas, con matriz limo-arenosa). La laguna se alimenta por los aportes subterráneos procedentes de los depósitos de rañas, así como por escorrentía superficial.
- Laguna de la Cerra (código 414015): Se localiza en la MASb 021.014 Villadiego, con una superficie de 0,69 hectáreas y una profundidad máxima de 0,50 metros, y se caracteriza por presentar una lámina de agua temporal (DGOH 1990). La cubeta del humedal está formada por depósitos de rañas, conformadas por gravas con matriz limo-arenosa. La laguna se alimenta por los aportes

subterráneos procedentes de los depósitos de rañas, así como por escorrentía superficial.

- Laguna de San Martín del Monte (código 414016): Se localiza en la MASb 021.006 Valdavia, con una superficie de 0,80 hectáreas y una profundidad máxima de 0,50 metros, y se caracteriza por presentar una lámina de agua temporal (DGOH 1990). La cubeta del humedal está formada por depósitos de rañas, conformadas por gravas con matriz limo-arenosa. La alimentación de la laguna está relacionada con la escorrentía superficial y por los aportes subsuperficiales de los depósitos de rañas.

5.1 *Identificación y Modelo Conceptual*

5.1.1 Laguna de Duero

El humedal Laguna de Duero, con código 418007 de la Base Documental de los Humedales Españoles (MMA 2006), se sitúa en la zona de interfluvio de los ríos Duero y Pisuerga, al norte de la población de Laguna de Duero, en el sector meridional del Sistema de Explotación 021.05 Pisuerga.

Actualmente, este humedal ha desaparecido por un proceso de relleno y urbanización, habiéndose realizado una pequeña excavación para mantener un estanque ornamental y de recreo, alimentado de forma artificial. No obstante, se ha recopilado toda la información disponible para intentar elaborar un esquema del funcionamiento del humedal en ***régimen natural***.

Según DGOH (1990), el humedal Laguna de Duero presentaba en estado natural una superficie de 50,61 hectáreas, y se caracterizaba por presentar una lámina de agua somera con una profundidad máxima de un metro.

Dicho humedal se situaba en una amplia zona llana entre los ríos Duero y Pisuerga, que actuaba como área de inundación, y en la que la erosión propició zonas endorreicas, y en cuyas parte más deprimida se formó la Laguna de Duero DGOH (1990).

El humedal Laguna de Duero está incluido en el Catálogo Regional de Zonas Húmedas de Interés Especial de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, que conforma el régimen jurídico de protección de las zonas húmedas establecido en la Ley de Espacios Naturales.

Según el modelo digital del terreno 100 m x 100 m del CEDEX, el humedal Chozas de Arriba se sitúa a una cota entorno a 695-700 m snm, mientras que las fichas de la DGOH (1990) señalan una cota de 700 m snm.

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA		021.029	Páramo de Esgueva	
Humedal (Nombre)	Código MMA	Categoría	Código Oficial	Observaciones
Laguna de Duero	418007	Listado RAMSAR	-	-
		LIC	-	
		ZEPA	-	

Tabla 7. Humedal asociado al sistema de explotación 021.05 Pisuegra

Caracterización del humedal

La caracterización hidrogeomorfológica de los humedales tiene por objetivo definir su estructura y funcionamiento, y se ha basado fundamentalmente en las fichas de la “Base documental de los humedales españoles” de la Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente (MMA 2006), que tiene su antecedente en el “Estudio de las zonas húmedas de la España peninsular: Inventario y tipificación” de la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (DGOH 1990).

Estas informaciones de referencia para la caracterización se han completado con otras fuentes bibliográficas. En este sentido, los estudios científicos publicados por el IGME y otros organismos han permitido identificar con mayor precisión algunos aspectos relacionados con su génesis y funcionamiento hidrodinámico.

La caracterización de la componente geomorfológica de estos humedales se ha apoyado en la información de la Hoja número 372 (16-15) Valladolid, del “Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000” (IGME 1993); y en el “Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad de España a escala 1:200.000” (IGME-DGA 2006).

- **Modo de alimentación:**

La caracterización del modo de alimentación tiene como objetivo identificar la procedencia del agua y el proceso por el que se produce la aportación de agua al humedal.

Según DGOH (1990) y MMA (2006), la entrada de agua en el humedal se producía por aportes superficiales por escorrentía del agua de lluvia y por aportes sub-superficiales de los materiales permeables de las capas superiores.

Con la información disponible se ha estimado que el humedal estudiado presentaba en régimen natural un modo de alimentación hipodérmico.

- Tipo de drenaje:

El tipo de drenaje indica las vías y los procesos que caracterizan la evacuación de agua desde la cubeta o el sustrato geológico del humedal.

En las fuentes bibliográficas consultadas no se hace referencia al tipo de drenaje del humedal en estado natural, por lo que, conociendo que el nivel piezométrico de referencia en la zona se situaba entorno a la cota del humedal (695-700 m snm) se ha considerado un tipo de drenaje por descarga profunda directa.

- Tipo de hidroperiodo:

El hidroperiodo indica la frecuencia y persistencia de agua en la cubeta, o de saturación del suelo, en el humedal.

Según los datos de la bibliografía consultada (DGOH 1990 y MMA 2006), el humedal Laguna de Duero presentaba en régimen natural una lámina de agua temporal. En consecuencia, se ha considerado que este humedal presenta un tipo de hidroperiodo temporal estacional.

- Régimen hidrológico:

El régimen hidrológico indica el funcionamiento natural o influenciado del humedal con respecto a los aspectos que definen la componente hidrológica: modo de alimentación, tipo de drenaje y tipo de hidroperiodo.

Actualmente, en la zona donde se situaba el humedal Laguna de Duero se ha realizado estanque ornamental de funcionamiento antrópico. No obstante, en la presente memoria se está considerando el funcionamiento del humedal en régimen natural.

- Sustrato hidrogeológico:

En las fichas de DGOH (1990) y MMA (2006), así como en la cartografía del IGME (1979), se indica que la litología de la cubeta está formada por arcosas rojas y gris verdosas, con algún nivel de gravas cuarcíticas, sobre las que yace un depósito de fondo de charca, formado por arenas, limos y arcillas con sales solubles. Por otro lado, en la

cartografía de IGME-DGA (2006) sitúa directamente el humedal sobre la formación FH 321, formada por arcosas con costras terciarias.

En función de la bibliografía consultada, el humedal Laguna de Duero se sitúa sobre la FGP-3 declarada en el presente estudio, por lo que el sustrato hidrogeológico, en su conjunto, se considera permeable.

Datos hidrogeológicos (piezometría e hidrometría)

No se tiene constancia de la existencia de piezómetros históricos ubicados en las proximidades del humedal, por lo que no se ha podido establecer una correspondencia entre los niveles de la laguna y la evolución de la altura piezométrica en el acuífero.

Con respecto a la información hidrométrica, no se dispone de datos de manantiales que vertieran directa o indirectamente hacia el humedal. Tampoco se ha encontrado documentación referente a posibles escalas o limnímetros para el control de la lámina de agua en la laguna.

Descripción de la relación humedal – acuífero

Según la información disponible, el humedal Laguna de Duero se situaba sobre la FGP 5, definida en el sistema de explotación Pisuerga. A continuación se describen los aspectos fundamentales de la relación humedal – acuífero.

- Modelo conceptual de la relación humedal-acuífero:

El modelo conceptual se establece en función del tipo de flujo predominante (vertical, horizontal o mixto) que caracteriza la relación entre el humedal y el sistema de explotación con el que se encuentra vinculado.

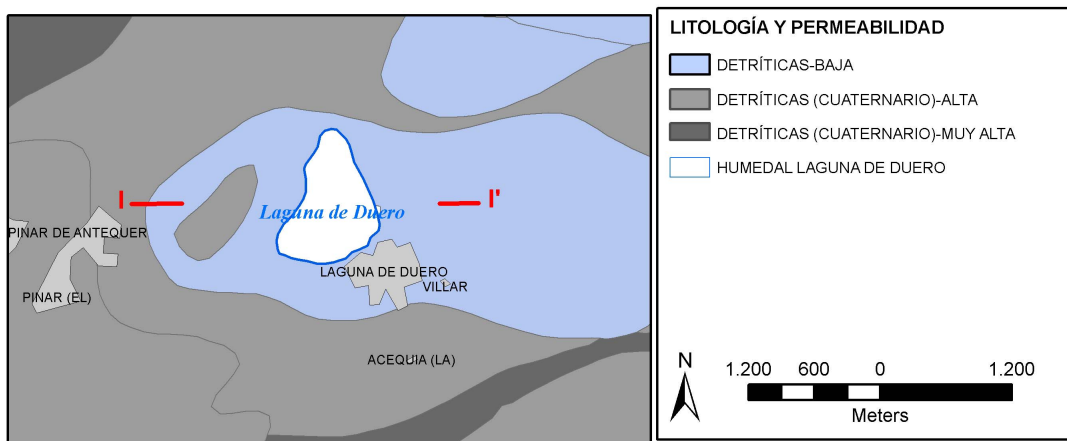
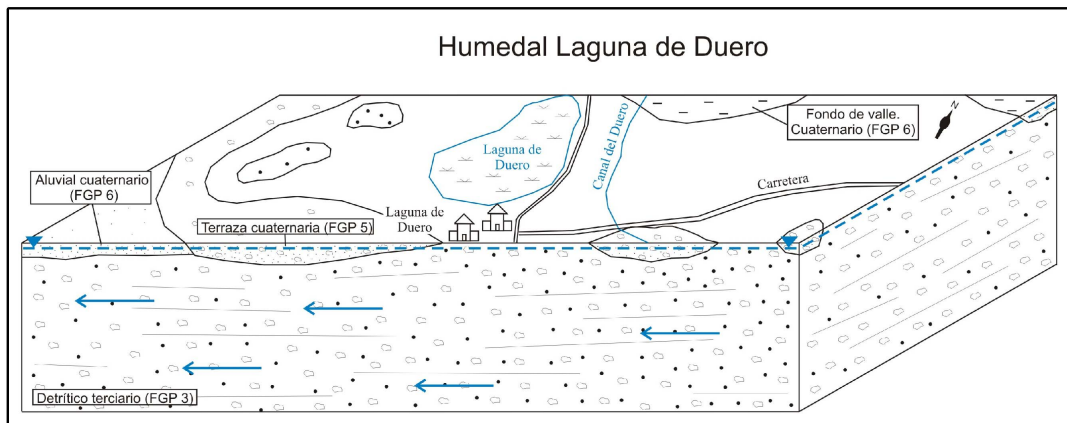
Conforme a las características descritas se considera que el humedal Laguna de Duero, en régimen natural, era un humedal hipogénico fluctuante. La relación humedal – acuífero correspondería con un modelo conceptual de flujo vertical estricto fluctuante.

- Esquema explicativo de la relación humedal-acuífero:

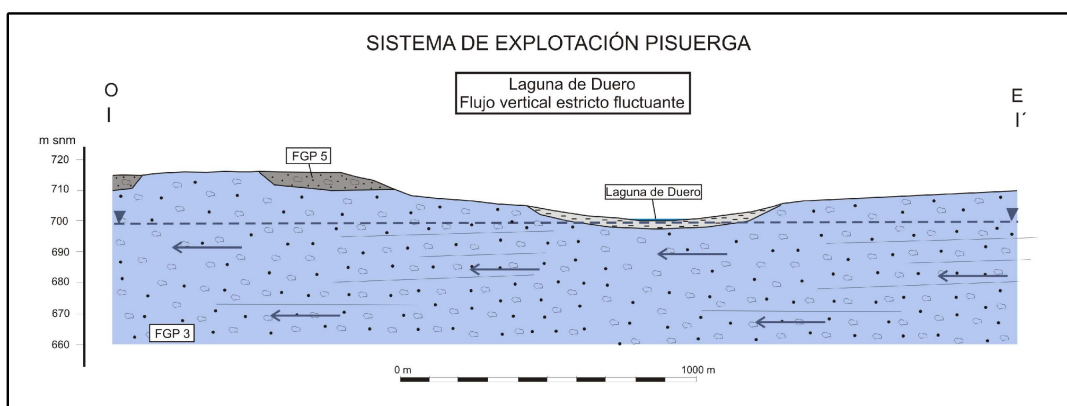
En la bibliografía consultada no se presentan perfiles o esquemas explicativos del humedal Laguna de Duero en su estado natural. En función de la información analizada, y como una primera aproximación al modelo conceptual de funcionamiento, se ha trazado el esquema explicativo que se muestra a continuación.

En la figura 10 se ha representado un esquema hidrogeológico explicativo del entorno del humedal y un corte hidrogeológico, realizado a partir de la Hoja número 372 (16-15) Valladolid, del "Mapa geológico nacional a escala 1:50.000" (IGME 1982), en el que se ha indicado la relación hidráulica que existiría en estado natural entre la masa de agua superficial y las FGP implicadas.

ESQUEMA HIDROGEOLÓGICO EXPLICATIVO



CORTE HIDROGEOLÓGICO



LEYENDA

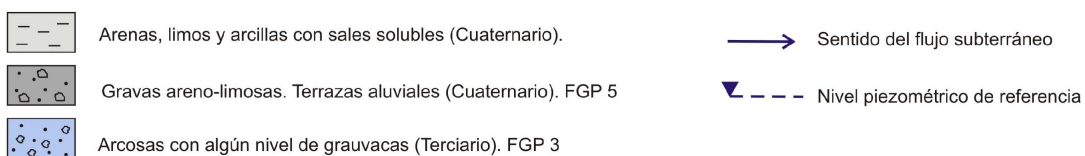


Figura 10. Esquema y corte hidrogeológico de la relación humedal (Laguna de Duero) – MASb 021.0029 Páramo de Esgueva. Sistema de explotación 021.05 Pisuerga.

5.2 Relación hidrogeológica zona húmeda-MASb

Se presentan a continuación los resultados del estudio de cuantificación de la relación hidrogeológica humedal-Sistema de explotación que se han obtenido para el desaparecido humedal Laguna de Duero, en el sistema de explotación Pisuerga.

5.2.1 Laguna de Duero

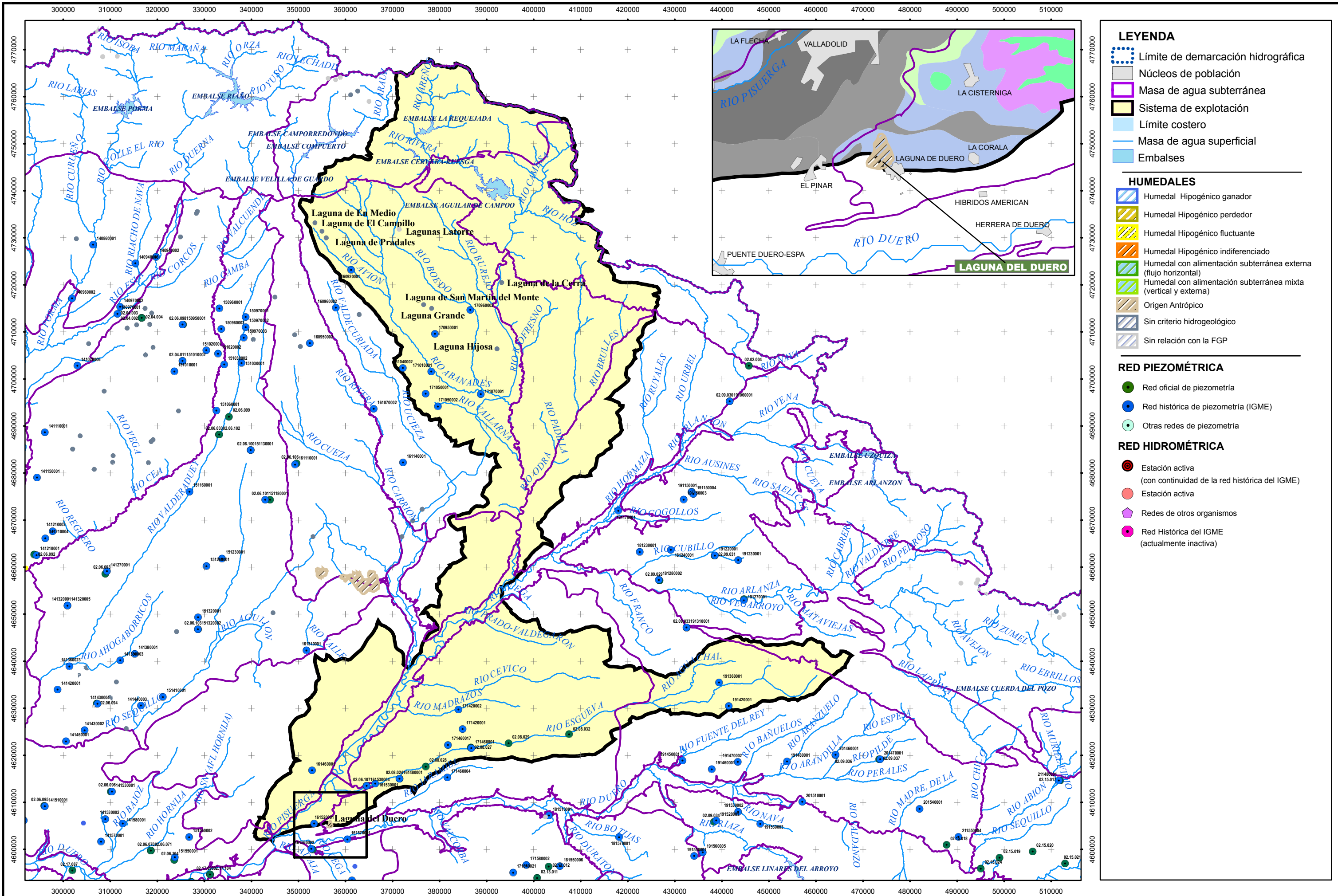
En la bibliografía consultada no se presentan datos que permitan cuantificar las surgencias directas de aguas subterránea al humedal Laguna de Duero. Tampoco se tiene constancia de que se hayan desarrollado modelos matemáticos sobre su funcionamiento.

No se han identificado manantiales inventariados que vertían sus aguas directa o indirectamente sobre el humedal.

En la siguiente tabla se resumen las principales características definidas en el estudio del humedal Laguna de Duero en su estado natural, relacionado con la MASb 021.029 Páramo de Esgueva, en el sistema de explotación 021.05 Pisuerga.

Humedal (Nombre)	Código MMA	Modo alimentación	Tipología de drenaje	Hidroperiodo	Modelo conceptual relación humedal-MASb	Cuantificación relación humedal-acuífero	Observaciones
Laguna de Duero	413021	Hipodérmico	Drenaje influenciado	Temporal estacional	Flujo vertical estricto fluctuante	Sin datos	Actualmente este humedal no existe

Tabla 8. *Resumen de la relación humedal Laguna de Duero-Sistema de explotación Pisuerga*



- LEYENDA**
- Límite de demarcación hidrográfica
 - Núcleos de población
 - Masa de agua subterránea
 - Sistema de explotación
 - Límite costero
 - Masa de agua superficial
 - Embalses
- HUMEDALES**
- Humedal Hipogénico ganador
 - Humedal Hipogénico perdedor
 - Humedal Hipogénico fluctuante
 - Humedal Hipogénico indiferenciado
 - Humedal con alimentación subterránea externa (flujo horizontal)
 - Humedal con alimentación subterránea mixta (vertical y externa)
 - Origen Antrópico
 - Sin criterio hidrogeológico
 - Sin relación con la FGP
- RED PIEZOMÉTRICA**
- Red oficial de piezometría
 - Red histórica de piezometría (IGME)
 - Otras redes de piezometría
- RED HIDROMÉTRICA**
- Estación activa (con continuidad de la red histórica del IGME)
 - Estación activa
 - Redes de otros organismos
 - Red Histórica del IGME (actualmente inactiva)

6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

La información utilizada para la elaboración del estudio se ha basado en datos foronómicos de la red oficial de estaciones de aforos (ROEA) y de aforos en manantiales, datos de las redes piezométricas, y bibliografía existente sobre geología, hidrogeología, balances y modelos hidrogeológicos

Con objeto de cumplimentar la información existente sobre el sistema de explotación 021.05 Pisuerga, y con la finalidad de aclarar las cuestiones en las que se ha detectado cierto grado de incertidumbre, se propone la realización de los siguientes estudios:

- Revisión del inventario de manantiales y realización de mediciones periódicas de caudal en los más importantes (al menos en los manantiales principales) ya que únicamente existe un dato de caudal en cada punto, obtenido en el momento en que se inventariaron.
- Realizar una campaña de aforos de al menos un año hidrológico para controlar los ríos Burejo, Abanades, Brulles, Camesa y Boedo. Con esta campaña se podrá cuantificar la relación río-acuífero en los tramos de río sobre estos cauces, así como decidir si es interesante definir tramos de conexión río-acuífero con las FGPs 2 y 3.
- Mantener un registro de los caudales derivados y vertidos por los canales y acequias principales del sistema de explotación Pisuerga, con el objeto de cuantificar adecuadamente las variaciones que estas infraestructuras producen en los caudales registrados en las estaciones de aforo de la ROEA, así como su efecto en la cuantificación de la relación río acuífero

Los cursos bajos de los ríos del sistema de explotación Pisuerga se hallan influenciados por tomas de canales y acequias, por lo que hay que tener en cuenta la alteración que producen en los datos foronómicos a la hora de cuantificar la relación río-acuífero en estos tramos.

Con objeto de aumentar la información foronómica actual se propone la siguiente red de control, constituida por 10 puntos cuyas características se incluyen en la siguiente tabla:

Nº estación	UTM X	UTM Y	Cota (m s.n.m.)	Cauce	Objetivo
EH021.05.01	372701	4748601	1053	Rivera	Controlar el caudal del río Rivera a la entrada del embalse de Cervera-Ruesga
EH021.05.02	397502	4735000	891	Camesa	Controlas el caudal del río Camesa en su confluencia con el Pisuerga
EH021.05.03	369894	4740397	1114	Boedo	Controlar el caudal procedente de la cuenca alta del río Boedo
EH021.05.04	389005	4697996	804	Boedo	Controlar el caudal del río Boedo en su confluencia con el Abanades
EH021.05.05	409406	4693002	797	Brulles	Controlar el caudal del río Brulles en su confluencia con el Odra
EH021.05.06	364717	4734388	995	Abanades	Controlar el caudal procedente de la cuenca alta del río Abanades
EH021.05.07	390747	4716399	834	Burejo	Controlar el caudal del río Burejo en su confluencia con el Pisuerga
EH021.05.08	426243	4631737	855	Aguachal	Controlar el caudal del río Aguachal en su confluencia con el Esgueva
EH021.05.09	393050	4724127	857	Canal de Castilla	Controlar el caudal derivado desde el río Pisuerga hacia el Canal de Castilla
EH021.05.10	355321	4613742	692	Canal de Castilla	Controlar el caudal vertido al río Pisuerga desde el Canal de Castilla

Tabla 9. *Estaciones de control propuestas*

Cabe indicar, asimismo, que en la zona de contacto entre las Demarcaciones Hidrográficas 021-Duero y 091-Ebro se han observado ligeros desfases cartográficos entre las coberturas digitales de las formaciones geológicas permeables, las masas de agua superficial y las masas de agua subterránea. En el presente estudio se ha optado por mantener las características de las coberturas originales, si bien se recomienda revisar la georreferenciación y el ajuste de estas entidades cartográficas en trabajos posteriores.

7. Referencias bibliográficas

- (1) CHD (1998): Plan Hidrológico de la Cuenca del Duero. Confederación Hidrográfica del Duero. Ministerio de Medio Ambiente. 15/02/2010. <http://www.chduero.es/Inicio/Planificación/Planhidrológico1998/DescargadelPlan>
- (2) CHD (2009): Sistema de Información del Duero (Portal Mírame), versión 20090730. Confederación Hidrográfica del Duero. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 15/02/2010. http://www.mirame.chduero.es/DMA Duero_09/index.faces
- (3) DGOH (1990): Estudio de las zonas húmedas de la España peninsular: Inventario y tipificación. Dirección General de Obras Hidráulicas. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid, 435 p.
- (4) IGME (1978): Proyecto para la investigación hidrogeológica de la Cuenca del Duero, sistemas nº 8 y 12. Estudio hidrogeológico del Valle de Ambles. Modelo de simulación del flujo subterráneo en los valles de Esgueva y del Cerrato. Informe técnico provisional. Instituto Geológico y Minero de España.
- (5) IGME (1979): Investigación hidrogeológica de la cuenca del Duero. Sistemas números 8 y 12. Tomos 1-9. Instituto Geológico y Minero de España.
- (6) IGME (1980): Investigación hidrogeológica de la cuenca del Duero. Sistemas números 8 y 12. Instituto Geológico y Minero de España.
- (7) IGME (1981): Proyecto de investigación hidrogeológica de la Cuenca del Duero con fines de ubicación de posibles captaciones para abastecimientos urbanos. Estudio hidrogeológico del Valle del Esgueva. Instituto Geológico y Minero de España.
- (8) IGME (1981): Estudio hidrogeológico del sistema acuífero número 9. Cuenca del Duero. Estudio hidrogeológico y planos. Instituto Geológico y Minero de España.
- (9) IGME (1982): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 372 Valladolid. Instituto Geológico y Minero de España.
- (10) IGME (1982): Plan Hidrológico Nacional. Cuenca del Duero. Recursos subterráneos. Instituto Geológico y Minero de España.

- (11) IGME (1984): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 107 Barruelo de Santullán. Instituto Geológico y Minero de España.
- (12) IGME (1997): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 165 Herrera de Pisuegra. Instituto Geológico y Minero de España.
- (13) IGME (1997): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 344 Esguevillas. Instituto Geológico y Minero de España.
- (14) IGME-DGA (2006): Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad de España a escala 1/200.000. Instituto Geológico y Minero de España y Dirección General del Agua. Convenio para la realización de trabajos técnicos en relación con la aplicación de la Directiva Marco del Agua en materia de agua subterránea. Formato CD-ROM.
- (15) IGME-CH Duero (2008): Integración de las masas de aguas subterráneas en el modelo de gestión de la Cuenca Hidrográfica del Duero. Determinación de los parámetros de simulación (Coeficientes de agotamiento). Memoria y apéndices. Instituto Geológico y Minero de España y Confederación Hidrográfica del Duero.
- (16) ITGE (1989): Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis. Instituto Tecnológico Geominero de España. Ministerio de Industria y Energía. Segunda edición. Madrid, 1993. 600 p.
- (17) ITGE (1989): Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:200.000. Hoja 29 (4-4) Valladolid. Instituto Tecnológico Geominero de España.
- (18) ITGE (2000): Unidades hidrogeológicas de España. Mapa a escala 1:1.000.000 y datos básicos. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid, 2000. Memoria y CD-ROM.
- (19) MMA (2006): Base documental de los humedales españoles (BDHE, Versión 4, abril 2006). Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente. Formato digital.
- (20) MOPTMA-MINER (1994): Libro Blanco de las Aguas Subterráneas. Dirección General de Obras Hidráulicas y Dirección General de Calidad de las Aguas (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente) e Instituto Tecnológico Geominero de España (Ministerio de Industria y Energía), Madrid, 135 p.

8. Bibliografía de interés

CEDEX (2004): Caracterización de los tipos de ríos y lagos. Análisis de las características de las demarcaciones. Julio de 2004. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Ministerio de Fomento.

CHD (2005): Informe Resumen de los Artículos 5 y 6 de la Directiva Marco del Agua. Demarcación Hidrográfica del Duero. Versión 7.1. Marzo de 2005. Confederación Hidrográfica del Duero. Ministerio de Medio Ambiente. 15/02/2010. <http://www.chduero.es/Inicio/Planificación/Planhidrológico2009/Informe2005>

CHD (2007): Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía. Confederación Hidrográfica del Duero. Ministerio de Medio Ambiente. Valladolid, marzo de 2007. <http://www.chduero.es/Inicio/Planificación/Plandesequías2007/Versiónfinal>

IGME (1975): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 236 Astudillo. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1975): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 237 Castrogeriz. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1975): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 274 Torquemada. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1978): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 108 Las Rozas. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1982): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 164 Saldaña. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1982): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 197 Carrión de los Condes. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1982): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 343 Cigales. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1985): Actualización de la síntesis del Terciario continental de la cuenca del Duero. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1994): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 134 Polientes. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1997): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 133 Prádanos de Ojeda. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1997): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 166 Villadiego. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1997): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 198 Osorno. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1997): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 199 Sasamón. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1997): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 312 Baltanas. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (1997): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 313 Antigüedad. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (2003): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 345 Roa. Instituto Geológico y Minero de España.

IGME (2008): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 346 Aranda de Duero. Instituto Geológico y Minero de España.

ITGE (1991): Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:200.000. Hoja 30 Aranda de Duero. Instituto Tecnológico Geominero de España.

MMA (2007): Anuario de aforos 2005-2006. Dirección General del Agua (Ministerio de Medio Ambiente) y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (Ministerio de Fomento). Formato CD-ROM. 15/02/2010. <http://hercules.cedex.es/anuarioaforos>

Anejo 1. Tabla de estaciones de control

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. 021.05 Pisuerga

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	
2003	Río Burejo en Quintanatello de Ojeda	1	02RI1242	Burejo	Natural		021.05	Pisuerga	-	-	-	-	-
2008	Río Odra en Piscárdanos	1	02RI1400	Odra	Natural		021.05	Pisuerga	Detríticas terciarias	021.05.011	Río Odra	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Aguas arriba
									Raías pliocuaternarias				
									Aluvial				
2018	Río Odra en Pedrosa del Príncipe	2	02RI1786	Odra	Natural		021.05	Pisuerga	Detríticas terciarias	021.05.013	Río Odra	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Interior
									Calizas del Páramo				
									Aluvial				
2019	Río Pisuerga en Salinas de Pisuerga	2	02HM1167	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo de los embalses de La Requejada y Cervera-Ruesga	021.05	Pisuerga	Carbonatos Paleozoicos	021.05.001	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Final
									Aluvial				
2020	Río Pisuerga en Aguilar del Campoo	2	02RI1242	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo de los embalses del río Pisuerga	021.05	Pisuerga	Carbonatos mesozoicos	021.05.003	Río Pisuerga	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Aguas arriba
									Detríticas terciarias				
									Aluvial				
2021	Río Pisuerga en Cervera de Pisuerga	2	02RI1078	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo del embalse de La Requejada	021.05	Pisuerga	Carbonatos Paleozoicos	021.05.001	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Interior
									Aluvial				
2022	Río Rivera en Ruesga	2	02RI1078	Rivera	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo del embalse de Cervera-Ruesga	021.05	Pisuerga	Carbonatos Paleozoicos	021.05.001	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Interior
									Aluvial				

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. 021.05 Pisuerga

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	
2024	Río Pisuerga en Alar del Rey	2	02RI1242	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo de los embalses del río Pisuerga	021.05	Pisuerga	Carbonatos mesozoicos	021.05.003	Río Pisuerga	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Interior
									Detríticas terciarias				
									Aluvial				
2025	Río Esgueva en Villanueva de los Infantes	2	02RI2307	Esgueva	Natural		021.05	Pisuerga	Calizas del Páramo	021.05.019	Río Esgueva	Conexión puntual por grupo de manantiales en cauces efluentes	Interior
									Aluvial				
2026	Río Valdavia en Abia de las Torres	2	02RI1727	Abanades o Valdavia	Natural		021.05	Pisuerga	Detríticas terciarias	021.05.008	Río Abanades	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Interior
									Rañas pliocuaternarias				
									Aluvial				
2027	Río Pisuerga en Dueñas	1	02RI2211	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo de los embalses del río Pisuerga	021.05	Pisuerga	Detríticas terciarias	021.05.014	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Interior
									Aluvial				
2029	Río Pisuerga en Cordovilla la Real	2	02RI1768	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo de los embalses del río Pisuerga	021.05	Pisuerga	Detríticas terciarias	021.05.014	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Aguas arriba
									Aluvial				
2033	Río Esgueva en Castroverde de Cerrato	1	02RI2307	Esgueva	Natural		021.05	Pisuerga	Calizas del Páramo	021.05.019	Río Esgueva	Conexión puntual por grupo de manantiales en cauces efluentes	Interior
									Aluvial				
2043	Río Pisuerga en Cabezón de Pisuerga	2	02RI2211	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo de los embalses del río Pisuerga	021.05	Pisuerga	Detríticas terciarias	021.05.014	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Interior
									Aluvial				
2044	Río Esgueva en Valladolid	2	02HM2413	Esgueva	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo de varias tomas	021.05	Pisuerga	Detríticas terciarias	021.05.020	Río Esgueva	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Aguas abajo
									Aluvial				
2045	Río Pisuerga en Simancas	1	02RI2490	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo de los embalses del río Pisuerga	021.05	Pisuerga	Detríticas terciarias	021.05.015	Río Pisuerga	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Interior
									Aluvial				
2049	Río Esgueva en Cabañas de Esgueva	2	02RI2307	Esgueva	Natural		021.05	Pisuerga	Detríticas terciarias	021.05.018	Río Esgueva	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Interior
									Calizas del Páramo				
									Aluvial				

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 hidrico. 021.05 Pisuerga

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	
2097	Río Pisuerga en Valladolid	2	02HM2413	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo de los embalses del río Pisuerga	021.05	Pisuerga	Detríticas terciarias	021.05.014	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Aguas abajo
									Aluvial				
2100	Río Pisuerga en San Mamés de Zalima	1	02HM1167	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo de los embalses de La Requejada y Cervera-Ruesga	021.05	Pisuerga	Carbonatos Paleozoicos	021.05.001	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Final
									Aluvial				
2106	Río Pisuerga en Requejada (embalse)	1	02RI1078	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo del embalse de La Requejada	021.05	Pisuerga	Carbonatos Paleozoicos	021.05.001	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Inicio
									Aluvial				
2107	Río Rivera en embalse de Cervera	2	02RI1078	Rivera	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo del embalse de Cervera-Ruesga	021.05	Pisuerga	Carbonatos Paleozoicos	021.05.001	Río Pisuerga	Conexión mixta difusa indirecta y manantiales en cauces efluentes	Inicio
									Aluvial				
2133	Río Pisuerga en Herrera de Pisuerga	2	02RI1242	Pisuerga	Influenciado	Se encuentra situada aguas abajo de los embalses del río Pisuerga	021.05	Pisuerga	Carbonatos mesozoicos	021.05.003	Río Pisuerga	Conexión difusa indirecta por flujo profundo en cauces efluentes	Aguas abajo
									Detríticas terciarias				
									Aluvial				

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. 021.05 Pisuerga

Sistema de Explotación			021.05	Pisuerga	LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES								
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica			021	Duero									
Código del manantial	Código del manantial IGME - CHD	Nombre del manantial	Tramo relación río-acuífero asociado	Formación geológica asociada	Ubicación geográfica			Cota MDT del manantial	Datos de Caudales (l/s)				Uso del manantial-IGME
					Coordenadas UTM-Huso 30	Coordenadas UTM-Huso 30	Cota del manantial		Caudal histórico IGME	Mínimo	Promedio	Máximo	
	170750001	-	021.05.001	Carbonatos paleozoicos	375850	4746490	1010		40,00	-	-	-	Desconocido
	170750002	-	021.05.001	Carbonatos paleozoicos	376000	4746500	1010		10,00	-	-	-	Desconocido
	160770001	-	021.05.002	Carbonatos paleozoicos	366850	4748230	1430		0,11	-	-	-	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)
	160780004	-	021.05.002	Carbonatos paleozoicos	372610	4748420	1060		3,00	-	-	-	Desconocido
	160770003	-	021.05.002	Carbonatos paleozoicos	367750	4748990	1100		25,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	160780001	-	021.05.002	Carbonatos paleozoicos	369400	4749200	1140		5,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	160770002	-	021.05.002	Carbonatos paleozoicos	368030	4749320	1100		6,00	-	-	-	Desconocido
	160780003	-	021.05.002	Carbonatos paleozoicos	373180	4751620	1120		0,11	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	160780002	-	021.05.002	Carbonatos paleozoicos	369600	4752150	1200		4,00	-	-	-	Desconocido
	160740001	-	021.05.002	Carbonatos paleozoicos	370700	4754900	1380		0,11	-	-	-	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)
	160840001	-	021.05.004	Carbonatos mesozoicos	371929	4740960	1110		0,19	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	160840002	-	021.05.004	Carbonatos mesozoicos	370921	4741779	1140		2,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos

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. 021.05 Pisuegra

Sistema de Explotación			021.05	Pisuegra	LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES								
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica			021	Duero									
Código del manantial	Código del manantial IGME - CHD	Nombre del manantial	Tramo relación río-acuífero asociado	Formación geológica asociada	Ubicación geográfica			Cota MDT del manantial	Datos de Caudales (l/s)				Uso del manantial-IGME
					Coordenadas UTM-Huso 30	Coordenadas UTM-Huso 30	Cota del manantial		Caudal histórico IGME	Mínimo	Promedio	Máximo	
	160840003	-	021.05.004	Carbonatos mesozoicos	369557	4741739	1160		10,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	160840004	-	021.05.004	Carbonatos mesozoicos	369499	4742233	1135		3,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	160830004	-	021.05.004	Carbonatos mesozoicos	367324	4743793	1210		8,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	160760004	-	021.05.005	Carbonatos paleozoicos	359750	4745720	1500		20,00	-	-	-	Desconocido
	160820001	-	021.05.005	Carbonatos mesozoicos	358213	4742472	1200		12,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	160820002	-	021.05.005	Carbonatos paleozoicos	359605	4743899	1200		15,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	160820003	-	021.05.005	Carbonatos mesozoicos	360483	4742403	1140		1,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	160830001	-	021.05.005	Carbonatos mesozoicos	362958	4743503	1149		0,50	-	-	-	Abastecimiento a núcleo urbano y otra actividad
	160830002	-	021.05.005	Carbonatos mesozoicos	364846	4743809	1280		1,50	-	-	-	Abastecimiento a núcleo urbano y otra actividad
	160830003	-	021.05.005	Carbonatos mesozoicos	364348	4743726	1180		0,50	-	-	-	Abastecimiento a núcleo urbano y otra actividad
	160810001	-	021.05.006	Carbonatos mesozoicos	354383	4738621	1160		2,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	160810002	-	021.05.006	Carbonatos mesozoicos	355488	4738758	1160		2,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos

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. 021.05 Pisuerga

Sistema de Explotación			021.05	Pisuerga	LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES								
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica			021	Duero									
Código del manantial	Código del manantial IGME - CHD	Nombre del manantial	Tramo relación río-acuífero asociado	Formación geológica asociada	Ubicación geográfica			Cota MDT del manantial	Datos de Caudales (l/s)				Uso del manantial-IGME
					Coordenadas UTM-Huso 30	Coordenadas UTM-Huso 30	Cota del manantial		Caudal histórico IGME	Mínimo	Promedio	Máximo	
	191330004	-	021.05.016	Detríticas terciarias	443712	4641000	960		2,50	-	-	-	No se utiliza
	191370003	-	021.05.016	Detríticas terciarias	446426	4640791	975		1,00	-	-	-	No se utiliza
	191370004	-	021.05.016	Detríticas terciarias	448641	4640655	975		1,00	-	-	-	No se utiliza
	191370005	-	021.05.016	Detríticas terciarias	447066	4640186	972		3,50	-	-	-	No se utiliza
	191370006	-	021.05.016	Detríticas terciarias	448023	4639709	976		1,00	-	-	-	No se utiliza
	191340001	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	454372	4643095	1130		3,50	-	-	-	Ganadería
	191340002	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	456499	4642665	1090		4,50	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos
	201310001	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	461568	4641293	1120		30,00	-	-	-	No se utiliza
	201310002	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	462672	4641012	1140		8,06	-	-	-	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)
	201310003	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	458690	4641485	1090		6,11	-	-	-	No se utiliza
	201310004	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	458931	4643273	1125		10,00	-	-	-	Agricultura
	201310005	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	459317	4642162	1115		6,00	-	-	-	No se utiliza

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. 021.05 Pisuegra

Sistema de Explotación			021.05	Pisuegra	LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES									
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica			021	Duero										
Código del manantial	Código del manantial IGME - CHD	Nombre del manantial	Tramo relación río-acuífero asociado	Formación geológica asociada	Ubicación geográfica			Cota MDT del manantial	Datos de Caudales (l/s)				Uso del manantial-IGME	
					Coordenadas UTM-Huso 30	Coordenadas UTM-Huso 30	Cota del manantial		Caudal histórico IGME	Mínimo	Promedio	Máximo		
	201310006	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	460331	4642468	1120		6,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	201350002	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	461347	4638610	1028		4,00	-	-	-	No se utiliza	
	201350003	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	461230	4638363	1028		3,00	-	-	-	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	201350004	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	457325	4632699	980		1,00	-	-	-	No se utiliza	
	201350005	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	457027	4633070	980		2,00	-	-	-	No se utiliza	
	201350006	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	461302	4638826	1040		8,00	-	-	-	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	201350007	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	462181	4639626	1115		2,00	-	-	-	No se utiliza	
	201350008	-	021.05.017	Carbonatos mesozoicos	463046	4637403	1045		8,00	-	-	-	Ganadería	

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. 021.05 Pisuerga

Sistema de Explotación		021.05		Pisuerga		LISTADO DE OTROS MANANTIALES
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica		021		Duero		
Código del manantial	Código IGME del manantial	Ubicación geográfica			Datos de Caudales (l/s)	Uso del manantial-IGME
		Coordenadas UTM- Huso 30	Coordenadas UTM- Huso 30	Cota del manantial	Caudal histórico IGME	
	160740003	374020	4757690	1310	1,00	Desconocido
	160740004	373880	4761020	1310	4,00	Desconocido
	160740005	375430	4761700	1180	2,50	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)
	160740006	375450	4758580	1200	2,00	Desconocido
	160740007	375930	4758380	1240	1,00	Abastecimiento y agricultura
	160740008	375650	4755800	1300	1,00	Desconocido
	161360001	359785	4634699	840	3,33	No se utiliza
	161460010	352952	4622673	780	2,22	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)
	161550003	347946	4604482	682	0,00	Desconocido
	170710001	376400	4755100	1270	1,00	Desconocido
	171440016	400488	4625125	820	6,00	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)
	180750007	405791	4750105	1035	0,50	Abastecimiento a núcleos urbanos
	181110003	404879	4684224	800	0,00	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)
	181410024	404106	4625959	880	0,19	Ganadería
	181420014	410651	4628138	900	0,00	Ganadería
	191360004	442565	4640842	958	0,00	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)
	191370002	446496	4640190	962	0,50	No se utiliza
	191370007	445031	4639575	961	0,00	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)

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 hidrico. 021.05 Pisuerga

Sistema de Explotación		021.05		Pisuerga		LISTADO DE OTROS MANANTIALES
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica		021		Duero		
Código del manantial	Código IGME del manantial	Ubicación geográfica			Datos de Caudales (l/s)	Uso del manantial-IGME
		Coordenadas UTM-Huso 30	Coordenadas UTM-Huso 30	Cota del manantial	Caudal histórico IGME	
	191380001	453285	4639760	980	0,50	No se utiliza
	191380002	452980	4632859	965	2,00	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)
	201320001	465716	4641492	1160	3,89	Abastecimiento a núcleos urbanos