

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

Actividad 8:

Selección e identificación de masas de agua
donde es preciso plantear estudios y
actuaciones de recarga artificial de acuíferos

INFORME DE DEMARCACIÓN

Informe 3.- Demarcación Hidrográfica del Duero



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

ACUERDO PARA LA ENCOMIENDA DE GESTIÓN POR EL
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (DIRECCIÓN GENERAL
DEL AGUA), AL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
(IGME), DEL MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN,
PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS
DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN
DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

INFORME FINAL DE LA ACTIVIDAD 8:

SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA DONDE
ES PRECISO PLANTEAR ESTUDIOS Y ACTUACIONES
DE RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS

INFORME DE DEMARCACIÓN:

INFORME 3.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL
DUERO

EQUIPO DE TRABAJO

Los trabajos de la Actividad 8 "Selección e identificación de masas de agua donde es preciso plantear estudios y actuaciones de recarga artificial de acuíferos" del presente **Informe de Demarcación: Informe 3.- Demarcación Hidrográfica del Duero**, se han desarrollado por técnicos del Instituto Geológico y Minero de España.

Instituto Geológico y Minero de España:

Responsable de la Actividad:

Raquel Morales García

Coordinación de los Trabajos:

Loreto Fernández Ruiz

Juan Antonio López Geta

Equipo de Redacción del Informe:

Raquel Morales García

Comité de Expertos de la Demarcación:

ÍNDICE GENERAL DE LA ACTIVIDAD

❖ MEMORIA RESUMEN

- 1.- ANTECEDENTES
- 2.- OBJETIVOS
- 3.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA ACTIVIDAD
- 4.- ESTRUCTURA Y CONTENIDO DE LA ACTIVIDAD
- 5.- METODOLOGÍA DE TRABAJO
- 6.- CRITERIOS BÁSICOS DE SELECCIÓN
- 7.- RESULTADOS OBTENIDOS
- 8.- ELEMENTOS BÁSICOS EN LA RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS

❖ INFORME DE DEMARCACIÓN

- INFORME 1.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL MIÑO-SIL
- INFORME 2.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO
- INFORME 3.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO
- INFORME 4.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO
- INFORME 5.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA
- INFORME 6.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR
- INFORME 7.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA
- INFORME 8.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR
- INFORME 9.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

ÍNDICE INFORME DE DEMARCACIÓN

INFORME 3.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

0.- INTRODUCCIÓN	1
1.- SELECCIÓN DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LAS QUE PLANTEAR ESTUDIOS DE RECARGA ARTIFICIAL	3
1.1.- Criterios básicos de selección (Síntesis)	3
1.2.- Selección de masas.....	4
1.2.1.- A) Selección preliminar: Aplicación de Criterios	4
1.2.2.- B) Análisis crítico de la situación: Juicio de expertos.....	15
1.2.3.- C) Diagnóstico y Selección final	21
2.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL.....	22
2.1.- Metodología de trabajo.....	22
2.2.- Análisis de la viabilidad técnica de la recarga: Catálogo de actuaciones	23
2.2.1.- A) Descripción de los Sistemas de Explotación de Recursos (SER)	23
2.2.2.- B) Masas seleccionadas y Sistemas de Explotación de Recursos (SER) implicados	26
2.2.3.- C) Catálogo de actuaciones de recarga	29
Ficha 1.- SER 02.05 Pisuerga (MASb 021.020 Aluviales del Pisuerga-Arlanzón, MASb 021.025 Páramo de Astudillo, MASb 021.029 Páramo de Esgueva, MASb 021.032 Páramo de Torozos).....	31
Ficha 2.- SER 02.06 Arlanzón (MASb 021.016 Castrojeriz, MASb 021.020 Aluviales del Pisuerga-Arlanzón)	69
Ficha 3.- SER 02.07 Alto Duero (MASb 021.030 Aranda de Duero, MASb 021.039 Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas)	89
Ficha 4.- SER 02.08 Rianza (MASb 021.029 Páramo de Esgueva, MASb 021.039 Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas, MASb 021.043 Páramo de Cuellar, MASb 021.055 Cantimpalos).....	109
Ficha 5.- SER 02.09 Adaja-Cega (MASb 021.043 Páramo de Cuellar, MASb 021.045 Los Arenales, MASb 021.047 Medina del Campo, MASb 021.055 Cantimpalos)	149
Ficha 6.- SER 02.10 Bajo Duero (MASb 021.031 Villafáfila, MASb 021.032 Páramo de Torozos, MASb 021.047 Medina del Campo, MASb 021.048 Tierra del Vino)	199

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Antecedentes en la Demarcación Hidrográfica del Duero	5
Figura 2.- Tipología de las MASb en riesgo en la Demarcación Hidrográfica del Duero	6
Figura 3.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Masas en Riesgo Cuantitativo en la Demarcación Hidrográfica del Duero	7
Figura 4.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Zonas Vulnerables a los Nitratos en la Demarcación Hidrográfica del Duero	8
Figura 5.- Evolución de los Índices Estandarizados de Precipitación (SPI), de Aportación (SAI) y del volumen anual embalsado mínimo en la Demarcación del Duero	10
Figura 6.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Sequías en la Demarcación Hidrográfica del Duero	11
Figura 7.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Humedales en la Demarcación Hidrográfica del Duero	12
Figura 8.- Selección preliminar de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Duero	14
Figura 9.- Situación de las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Duero respecto al índice de extracción (Fuente: Esquema Provisional de Temas Importantes)	16
Figura 10.- MASb de la Demarcación Hidrográfica del Duero afectadas por contaminación difusa (Fuente: Esquema Provisional de Temas Importantes)	17
Figura 11.- Selección final de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Duero	21
Figura 12.- Sistemas de Explotación de Recursos en la Demarcación Hidrográfica del Duero	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Clasificación de los Sistemas de Explotación de Recursos (SER) de la Demarcación del Duero en función de los Índices Estandarizados de Precipitación (SPI), de Aportación (SAI) y del volumen mínimo embalsado	9
Tabla 2.- Selección preliminar de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Duero	13
Tabla 3.- Relación de Temas Importantes identificados en la Demarcación Hidrográfica del Duero	15
Tabla 4.- Selección final de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Duero	21
Tabla 5.- Zonas y subzonas de la Demarcación Hidrográfica del Duero	24

Tabla 6.- Adscripción de las UHH a la Zonas de la Demarcación Hidrográfica del Duero.....	25
Tabla 7.- Adscripción de las MASb seleccionadas a las Zonas y Subzonas de la Demarcación Hidrográfica del Duero	26

ÍNDICE DE MAPAS

- Demarcación Hidrográfica 021 - Duero. Sistema de explotación de recursos con masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 1 (código: EG08_016_DEM).....	28
- SER 02.05 PISUERGA. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_0205_MAP)	35
- SER 02.06 ARLANZÓN. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_0206_MAP)	73
- SER 02.07 ALTO DUERO. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_0207_MAP)	93
- SER 02.08 RIAZA. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_0208_MAP).....	113
- SER 02.09 ADAJA-CEGA. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_0209_MAP)	153
- SER 02.10 BAJO DUERO. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_0210_MAP)	203

0.- INTRODUCCIÓN

El presente estudio desarrolla la Actividad 8: Selección e identificación de masas de agua donde es preciso plantear estudios y actuaciones de recarga artificial de acuíferos, de la "Encomienda de Gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas", Acuerdo suscrito en septiembre de 2007 por la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) del Ministerio de Ciencia e Innovación.

El ámbito de aplicación del trabajo se extiende por la totalidad de las masas de agua subterránea (MASb) delimitadas en las 9 Demarcaciones Hidrográficas con cuencas intercomunitarias: 492 MASb distribuidas en las Demarcaciones Hidrográficas de Miño-Sil, Cantábrico, Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Segura, Júcar y Ebro.

El estudio se plantea como una primera etapa en la selección de masas de agua subterránea donde, desde el punto de vista de la planificación hidrológica, es preciso y eficaz plantear actuaciones de recarga para paliar determinados problemas relacionados con el uso y gestión de las aguas subterránea. Por tanto, esta primera selección constituye una fase previa a los proyectos concretos de recarga que, en un futuro, puedan desarrollarse a partir de los esquemas que aquí se consideren como factibles.

Y con este planteamiento, los objetivos a alcanzar son los siguientes:

- Establecer criterios para seleccionar las masas de agua subterránea en las que realizar estudios y actuaciones de recarga artificial de acuíferos con el fin de:
 - o aumentar la garantía de suministro en el abastecimiento urbano subterráneo
 - o paliar problemas ligados a la explotación intensiva de aguas subterráneas destinadas al regadío
 - o solucionar problemas en situaciones de sequía
 - o y favorecer el mantenimiento de ecosistemas y zonas húmedas de especial interés hídrico.

- Identificar las masas de agua en las que realizar estudios y actuaciones de recarga artificial y realizar un análisis preliminar de la viabilidad técnica de la recarga.

- Desarrollar el contenido de un estudio tipo de viabilidad técnica, económica, legal y administrativa para un proyecto de recarga artificial de acuíferos, que sirva como guía metodológica para abordar, en un futuro, proyectos concretos.

De este modo, el proyecto se compone de una Memoria Resumen y 9 Informes de Demarcación correspondientes a las Demarcaciones Hidrográficas con cuencas intercomunitarias (Miño-Sil, Cantábrico, Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Segura, Júcar y Ebro).

La Memoria Resumen presenta de forma detallada la metodología de trabajo así como los criterios empleados para la selección de MASb que precisarían actuaciones de recarga artificial de acuíferos para paliar determinados problemas relacionados con el uso y gestión de las aguas subterráneas. Incluye los resultados más significativos de la selección de MASb en cada demarcación y expone al final el contenido básico en el que debe incidir cualquier proyecto de recarga artificial de acuíferos, como punto de partida y reflexión para abordar actuaciones concretas de recarga.

Los Informes de Demarcación desarrollan los objetivos básicos del proyecto: la selección de MASb y la identificación de actuaciones, y por ello cada informe se estructura en dos partes. La primera recoge el procedimiento de la selección de las masas a recargar mediante la aplicación de los criterios de selección definidos (selección preliminar) y el resultado del juicio experto (selección final). La segunda se ocupa de la identificación y caracterización de las actuaciones de recarga y contiene el análisis preliminar de la viabilidad de la recarga en cada masa seleccionada, recogido en fichas que, en conjunto, componen el catálogo de actuaciones de recarga artificial.

1.- SELECCIÓN DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LAS QUE PLANTEAR ESTUDIOS DE RECARGA ARTIFICIAL

1.1.- CRITERIOS DE SELECCIÓN (SÍNTESIS)

Básicamente, una operación de recarga artificial de acuíferos (RAA) será viable, desde el punto de vista técnico, cuando confluyan tres factores: que exista una demanda que atender, entendida ésta como la finalidad principal de la operación de recarga; que existan caudales excedentes de agua en determinadas épocas del año (disponibilidad hídrica); y que el acuífero, al mismo tiempo, disponga de una capacidad de almacenamiento de dichos caudales.

En este estudio, la recarga artificial de acuíferos se ha planteado para satisfacer 4 tipos de demandas o finalidades principales:

- aumentar la garantía de suministro en el abastecimiento urbano subterráneo
- paliar problemas ligados a la explotación intensiva de aguas subterráneas destinadas al regadío
- solucionar problemas en situaciones de sequía
- y favorecer el mantenimiento de ecosistemas y zonas húmedas de especial interés hídrico.

Los criterios empleados para identificar aquellas MASb donde efectuar recarga artificial se han definido de acuerdo con estas 4 finalidades de recarga contemplada y en síntesis, la selección previa se realiza mediante la aplicación consecutiva de los siguientes criterios:

1. **Criterio Antecedentes**, incluye las recomendaciones de recarga artificial contempladas en el ámbito de la planificación hidrológica, seleccionando las masas con dichas recomendaciones de recarga o citadas en riesgo de sobreexplotación.
2. **Criterio Masas en Riesgo Cuantitativo**, respalda la recarga artificial para aumentar la garantía de suministro en el abastecimiento urbano de origen subterráneo y selecciona aquellas MASb designadas en riesgo cuantitativo que contienen captaciones de aguas subterráneas para abastecimiento urbano.
3. **Criterio Zonas Vulnerables a los Nitratos**, representa la recarga con la finalidad de mejorar los problemas ligados a la contaminación, de tipo extensiva, originada por los nitratos de origen agrario, que en numerosas circunstancias coinciden con una explotación intensiva de aguas subterráneas destinadas al regadío, empleando como indicador indirecto la existencia en la masa de zonas designadas oficialmente como vulnerables.

4. **Criterio Sequías**, considera la caracterización meteorológica e hidrológica regional de las sequías contenidas en los “Planes Especiales de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía” (PES), de manera que selecciona las masas contenidas en los sistemas de explotación de recursos más vulnerables a las sequías identificadas mediante los índices estandarizados de precipitación y de aportación.
5. **Criterio Humedales**, reúne las posibles actuaciones en relación con la recarga artificial para favorecer el mantenimiento de ecosistemas y zonas húmedas de especial interés hídrico, teniendo en cuenta el número de humedales conectados con la masa y su modelo conceptual de funcionamiento de acuerdo con los resultados obtenidos en la Actividad 4, “Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico” de la Encomienda de Gestión.

La justificación y descripción detallada de estos criterios se recoge en el apartado 6 de la Memoria Resumen del estudio.

1.2.- SELECCIÓN DE MASAS

A continuación se presenta el resultado del proceso de selección de masas a recargar realizado en la Demarcación Hidrográfica del Duero que, de acuerdo con la metodología descrita en el apartado 5.1 de la Memoria Resumen del estudio, incluye tres secciones comunes:

- A) Selección preliminar: aplicación de criterios.
- B) Análisis crítico de la situación: juicio de expertos.
- C) Diagnóstico y selección final

1.2.1.- A) Selección preliminar: Aplicación de Criterios

o *Criterio Antecedentes*

El vigente Plan Hidrológico de Cuenca, recoge en el apartado “I) Directrices para la recarga y protección de acuíferos” del documento “Plan Hidrológico del Duero – Normativa (Diciembre, 1994)”, 4 Unidades Hidrogeológicas que tienen problemas de sobreexplotación en las que se realizarán los estudios necesarios para declararlas, si es el caso, sobreexplotadas, y para tomar las medidas que permitan su conservación y protección. Éstas unidades son:

- 07 Páramo de Torozos.
- 08 Central de Duero. Valle del Esgueva.
- 13 Páramo de Cuellar.
- 17 Región de Los Arenales. Zona de la Moraña, zona de Olmedo, zona del Carracillo y cubeta de San Juan Bautista.

También recoge que se realizarán estudios concretos de viabilidad de recarga artificial en 2 Unidades Hidrogeológicas que se centrarán en las siguientes zonas:

- Valle del Esgueva (U.H.08)
- Zona de La Moraña (U.H. 17)
- Interfluvio Cega-Pirón. (C. del Carracillo) (U.H. 17)
- Cubeta de Santiuste (U.H. 17)

Por su parte, el documento "Identificación de acciones y programación de actividades de recarga artificial de acuíferos en las cuencas intercomunitarias (DGOHCA-IGME, 2000)" propone la recarga artificial en 3 Unidades Hidrogeológicas:

- 02.01 La Robla-Guardo
- 02.08 Central del Duero
- 02.17 Región de Los Arenales

En total resultan seleccionadas por este criterio 5 Unidades Hidrogeológicas que afectan, en superficie, a 13 de las actuales Masas de Agua Subterránea (figura 1).

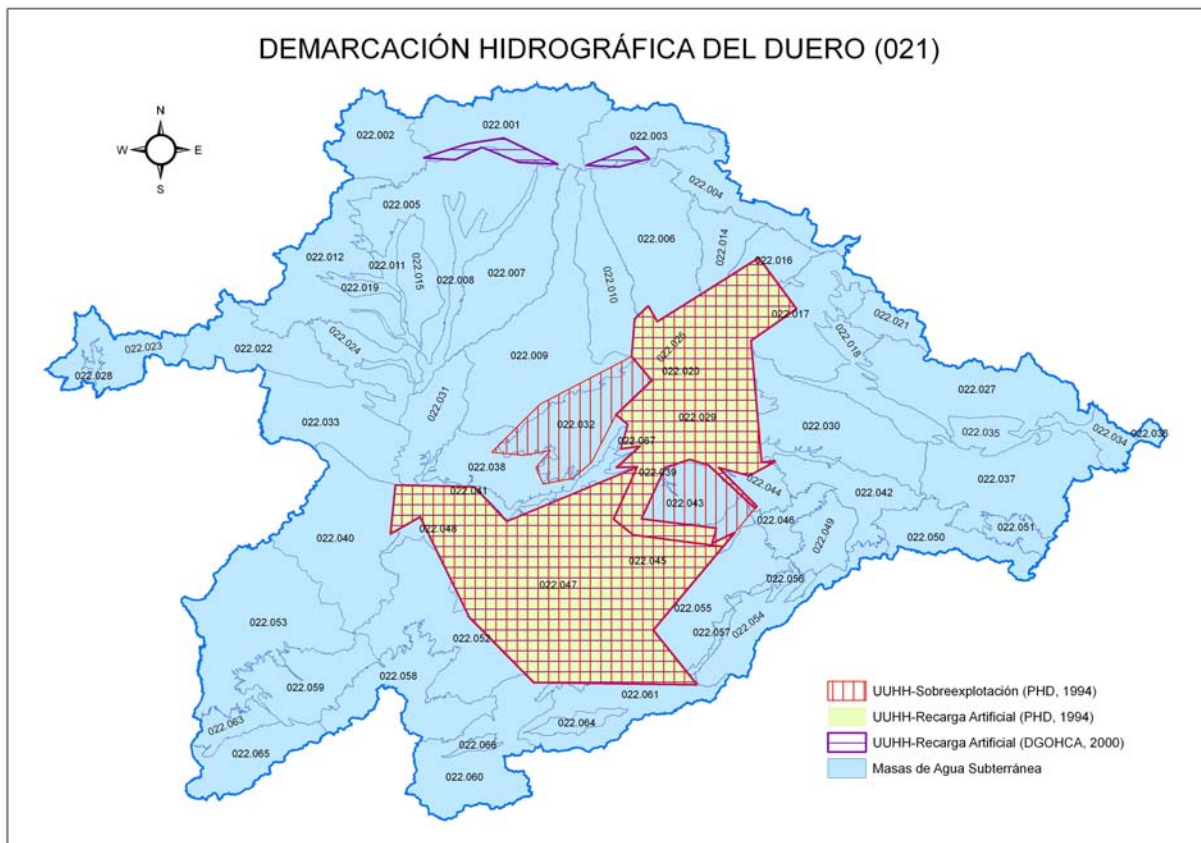


Figura 1.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Antecedentes en la Demarcación Hidrográfica del Duero

o **Criterio Masas en Riesgo Cuantitativo**

De las 64 MASb delimitadas en la Demarcación Hidrográfica del Duero, 24 están en designadas en riesgo de no alcanzar los objetivos medioambientales de la DMA en el 2015. Por el tipo de problema que origina el riesgo, las masas se clasifican en:

- Masas en Riesgo químico (difuso, puntual, intrusión)
- Masas en Riesgo cuantitativo (extracciones)
- Masas en Riesgo químico y cuantitativo (combinaciones de las anteriores)

En la figura 2 se representa la clasificación de las masas en riesgo. De las 24 masas en riesgo, 18 presentan riesgo químico y 6 riesgo químico y cuantitativo; en consecuencia, el número de masas en riesgo cuantitativo a considerar en esta selección asciende a 6.



Figura 2.- Tipología de las MASb en riesgo en la Demarcación Hidrográfica del Duero

Al incorporar el registro de captaciones de aguas subterráneas para abastecimiento urbano de la Demarcación a las masas clasificadas en riesgo cuantitativo (figura 3) resulta que todas ellas contienen en su interior numerosas captaciones. Por tanto, resultan seleccionadas por este criterio el total (6) de las masas en riesgo cuantitativo designadas en la Demarcación:

- 022.029 Páramo de Esgueva
- 022.030 Aranda de Duero
- 022.043 Páramo de Cuéllar
- 022.045 Los Arenales
- 022.047 Medina del Campo
- 022.048 Tierra del Vino

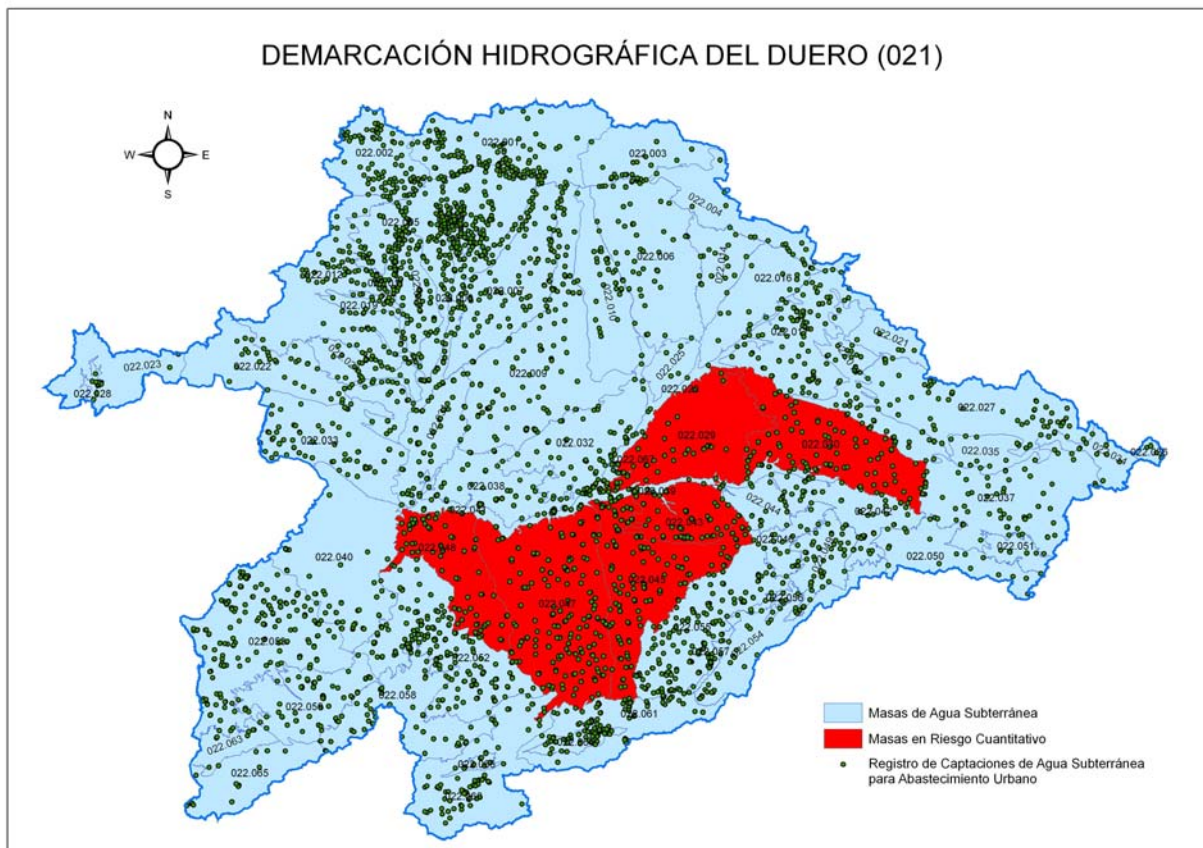


Figura 3.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Masas en riesgo cuantitativo en la Demarcación Hidrográfica del Duero

- **Criterio Zonas Vulnerables a los Nitratos (ZVN)**

En la Demarcación Hidrográfica del Duero existen designadas 6 zonas vulnerables a la contaminación por nitratos, de escasa extensión, localizadas en las MASb 022.045 Los Arenales, 022.054 Guadarrama-Somosierra y 022.055 Cantimpalos. Al superponer estas zonas vulnerables a las masas en riesgo cuantitativo (figura 4) se observa que únicamente existe coincidencia en la masa de Los Arenales, resultando por este motivo la única MASb seleccionada.

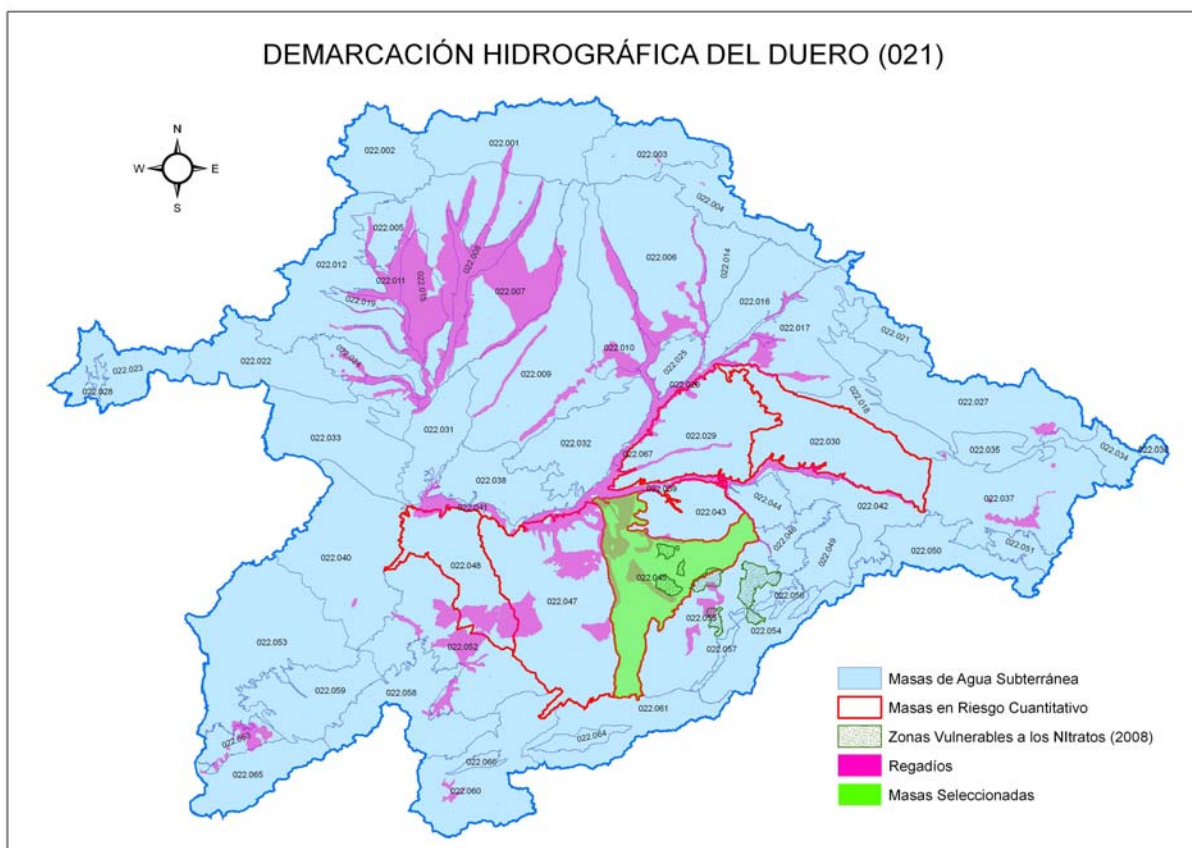


Figura 4.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Zonas Vulnerables a los Nitratos en la Demarcación Hidrográfica del Duero

- **Criterio Sequías**

El “Plan Especial de Actuación en Situación de Alerta y Eventual Sequía” (PES) de la Demarcación del Duero caracteriza las sequías meteorológicas a través del Índice de Precipitación Estandarizado (SPI). Como factor caracterizador de la sequía hidrológica utiliza, además del Índice de Aportación Estandarizado (SAI), los datos de volúmenes medios anuales embalsados. De acuerdo con éstos indicadores (figura 5) se obtiene la siguiente clasificación de los Sistemas de Explotación de Recursos (SER), en función del número de años en cada caso.

Tabla 1.- Clasificación de los Sistemas de Explotación de Recursos (SER) de la Demarcación del Duero en función de los Índices Estandarizados de Precipitación (SPI), de Aportación (SAI) y del volumen mínimo embalsado

SER	nº años SPI (-)	nº años SAI (-)	nº años volumen mín. embalse
<i>Serie</i>	1940/41 – 1985/86	1940/41 – 1998/99	1958/59 - 2004/05
<i>Duración</i>	46 años	59 años	47 años
Esla – Valderaduey	26	33	17
Órbigo	26	31	19
Tera	23	32	13
Carrión	23	34	17
Pisuerga	24	32	21
Arlanza	26	34	19
Alto Duero	24	35	29
Riaza	24	35	24
Adaja-Cega	23	36	5
Bajo Duero	27	35	21
Tormes	23	29	19
Águeda	24	29	22
CUENCA DUERO	23	34	24

Así, atendiendo al número de años con SPI negativo, el SER más vulnerable es Bajo Duero; atendiendo al número de años con SAI negativo el SER mas vulnerable es Adaja-Ceja y según el número de años con volumen mínimo embalsado sería el SER Alto Duero. Por tanto, las MASb seleccionadas por este criterio son 21 en total (figura 6):

- 022.027 Sierra de Cameros
- 022.030 Aranda de Duero
- 022.031 Villafáfila
- 022.032 Páramo de Torozos
- 022.034 Araviana
- 022.035 Cabrejas-Soria
- 022.036 Moncayo
- 022.037 Cuenca de Almazan
- 022.038 Tordesillas
- 022.041 Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora
- 022.042 Riaza
- 022.045 Los Arenales
- 022.047 Medina del Campo
- 022.048 Tierra del Vino
- 022.050 Almazan Sur

- 022.051 Páramo de Escalote
- 022.054 Guadarrama-Somosierra
- 022.055 Cantimpalos
- 022.057 Segovia
- 022.061 Sierra de Ávila
- 022.064 Valle de Ambles

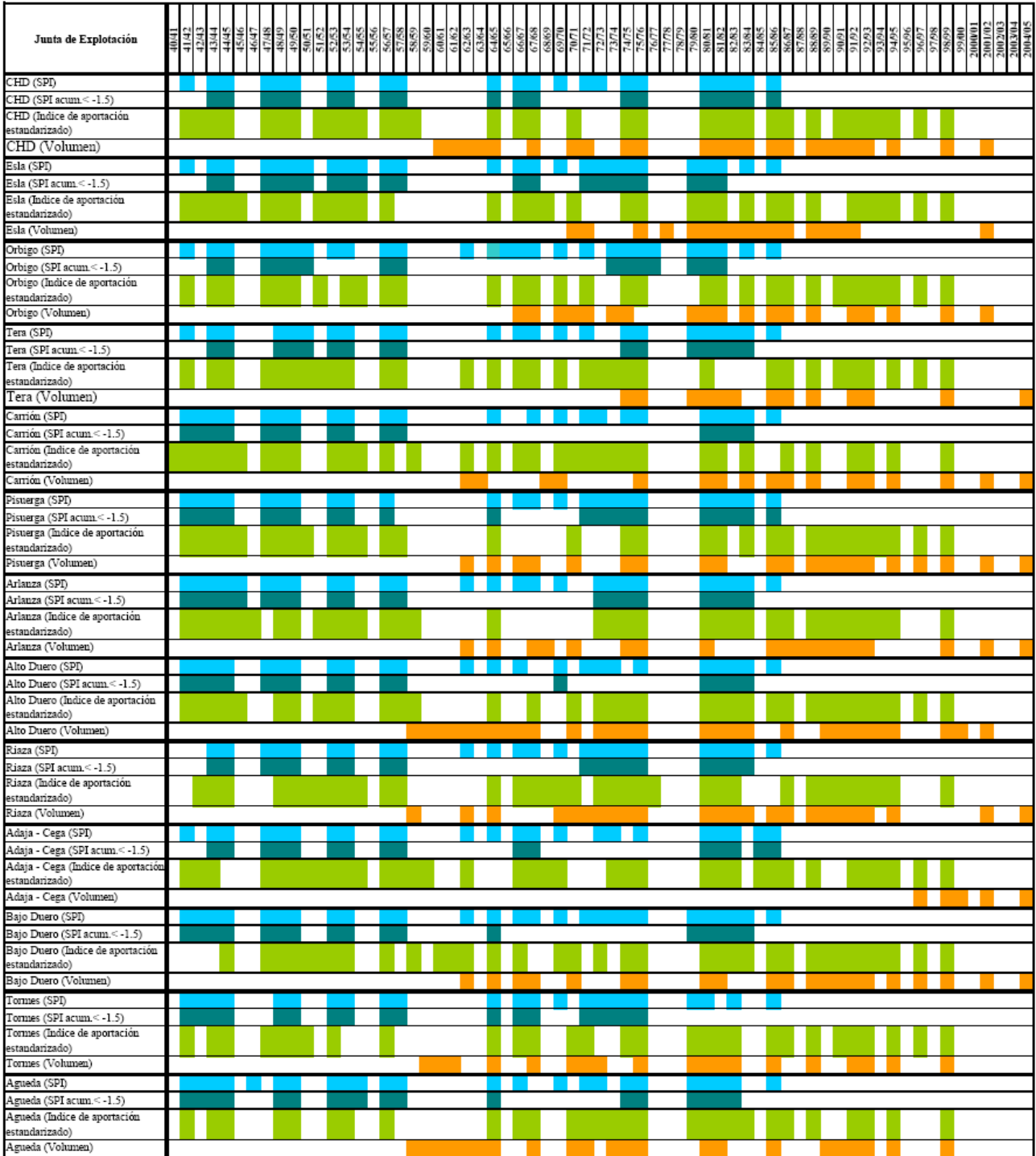


Figura 5.- Evolución de los Índices Estandarizados de Precipitación (SPI), de Aportación (SAI) y del volumen anual embalsado mínimo en la Demarcación del Duero



Figura 6- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Sequías en la Demarcación Hidrográfica del Duero

o **Criterio Humedales**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Actividad 4 de la EG, del total de 227 humedales identificados en la Demarcación del Duero, 113 se encuentran relacionados con las aguas subterráneas. Las MASb que presentan el mayor número de humedales relacionados (más de 3) son 4:

- 022.031 Villafáfila
- 022.045 Los Arenales
- 022.047 Medina del Campo
- 022.055 Cantimpalos

Atendiendo al modelo conceptual de la relación zona húmeda-acuífero, los humedales se clasifican en 8 tipologías, siendo los tipos A, C, D, F y J considerados en este trabajo los más susceptibles de mejorar con la recarga (debido al predominio del flujo vertical). En las 4 masas con mayor número de humedales relacionados con acuíferos, predominan éstos tipos favorables, por lo que resultan las 4 masas seleccionadas (figura 7).



Figura 7.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Humedales en la Demarcación Hidrográfica del Duero

o **Valoración conjunta de los criterios: Selección preliminar**

El resultado de la aplicación sucesiva de los criterios de selección en la Demarcación Hidrográfica del Duero se resume en la siguiente tabla, siendo el número de masas seleccionadas preliminarmente de 29 del total de 64 (figura 8).

Tabla 2.- Selección preliminar de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Duero

COD	NOMBRE DE LA MASA	Antecedentes			Masas Riesgo-C	ZVN	Sequías	Humedal	Prioridad
		Sobrex	RAA	UUHH					
022.001	GUARDO			X					5
022.002	LA POLA DE GORDON								
022.003	CERVERA DE PISUERGA			X					5
022.004	QUNITANILLA-PEÑAHORADADA								
022.005	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA								
022.006	VALDAVIA								
022.007	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA								
022.008	ALUVIAL DEL ESLA								
022.009	TIERRA DE CAMPOS								
022.010	CARRION								
022.011	ALUVIAL DEL ORBIGO								
022.012	LA MARAGATERIA								
022.014	VILLADIEGO								
022.015	RAÑA DEL ORBIGO								
022.016	CASTROJERIZ	X	X	X					3
022.017	BURGOS								
022.018	ARLANZON-RIO LOBOS								
022.019	RAÑA DE LA BAÑEZA								
022.020	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZON	X	X	X					3
022.021	SIERRA DE LA DEMANDA								
022.022	SANABRIA								
022.023	VILARDEVOS-LAZA								
022.024	VALLE DEL TERA								
022.025	PARAMO DE ASTUDILLO	X	X	X					3
022.027	SIERRA DE CAMEROS						X		5
022.028	VERIN								
022.029	PARAMO DE ESGUEVA	X	X	X	X				2
022.030	ARANDA DE DUERO				X		X		4
022.031	VILLAFAFILA						X	X	4
022.032	PARAMO DE TOROZOS	X					X		4
022.033	ALISTE								
022.034	ARAVIANA						X		5
022.035	CABREJAS-SORIA						X		5
022.036	MONCAYO						X		5
022.037	CUENCA DE ALMAZAN						X		5
022.038	TORDESILLAS						X		5
022.039	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	X	X	X					3
022.040	SAYAGO								
022.041	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA						X		5
022.042	RIAZA						X		5
022.043	PARAMO DE CUELLAR	X			X				4
022.044	PARAMO DE CORCOS								
022.045	LOS ARENALES	X	X	X	X	X	X	X	1
022.046	SEPULVEDA								
022.047	MEDINA DEL CAMPO	X	X	X	X		X	X	1
022.048	TIERRA DEL VINO	X	X	X	X		X		1

COD	NOMBRE DE LA MASA	Antecedentes			Masas Riesgo-C	ZVN	Sequías	Humedal	Prioridad
		Sobrex	RAA	UUHH					
022.049	AYLLON								
022.050	ALMAZAN SUR					X			5
022.051	PARAMO DE ESCALOTE					X			5
022.052	SALAMANCA								
022.053	VITIGUDINO								
022.054	GUADARRAMA-SOMOSIERRA					X			5
022.055	CANTIMPALOS	X	X	X		X	X		1
022.056	PRADENA								
022.057	SEGOVIA					X			5
022.058	CAMPO CHARRO								
022.059	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN								
022.060	GREDOS								
022.061	SIERRA DE AVILA					X			5
022.063	CIUDAD RODRIGO								
022.064	VALLE DE AMBLES					X			5
022.065	LAS BATUECAS								
022.066	VALDECORNEJA								
022.067	TERCIARIO DETRITICO CONFINADO DE LOS PARAMOS								
	SUBTOTAL		13		6	1	21	4	
	TOTAL					29			

Notas: En la columna Masas Riesgo-Cuantitativo, X_e se refiere a las masas en riesgo exclusivamente cuantitativo y X a las masas en riesgo mixto (cuantitativo y químico). En la columna Prioridad, la máxima prioridad se corresponde con el valor 1.



Figura 8.- Selección preliminar de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Duero

1.2.2.- B) Análisis crítico de la situación: Juicio de expertos

De acuerdo con la valoración realizada en el Esquema Provisional de Temas Importantes (ETI) de la Demarcación del Duero (tabla 3), en materia de aguas subterráneas los problemas generales identificados son, en orden de prioridad, la explotación de los acuíferos en la región central del Duero (valoración del 75%), la contaminación difusa del agua subterránea (valoración del 70%), la normativa específica para la protección de las masas de agua subterránea (valoración del 65%) y la presencia de arsénico en el agua subterránea (valoración del 60%). Cabe destacar, como tema específico relacionado con este trabajo, la recarga artificial en el acuífero de Los Arenales con una importancia relativa del 20% en la escala de valoración, aunque no se desarrolla como tal en una ficha concreta.

Tabla 3.- Relación de Temas Importantes identificados en la Demarcación Hidrográfica del Duero

FICHA	TÍTULO DEL TEMA IMPORTANTE	Afección ambiental	Afección socioeconómica	Extensión territorial	Evolución futura previsible	Percepción social	VALORACIÓN
DU-16	Insuficiente garantía para nuevas demandas que se plantean	Media	Alta	Alta	Alta	Media	78
DU-02	Explotación de los acuíferos en la región central del Duero	Alta	Alta	Media	Media	Media	75
DU-05	Implantación del régimen de caudales ecológicos	Alta	Alta	Media	Media	Media	75
DU-17	Soluciones de regulación pendientes	Media	Alta	Media	Media	Alta	72
DU-01	Contaminación difusa del agua subterránea	Alta	Media	Alta	Media	Media	70
DU-07	Deterioro y desaparición de zonas húmedas	Alta	Media	Media	Alta	Media	70
DU-09	Deficiente estado del espacio fluvial	Media	Alta	Alta	Media	Media	70
DU-18	Definición de caudales ecológicos y otras restricciones ambientales	Media	Alta	Alta	Media	Media	70
DU-20	Rentabilidad de la agricultura de regadío y consideración del valor de recurso	Alta	Media	Alta	Media	Media	70
DU-21	Delimitación y gestión de zonas inundables	Media	Alta	Alta	Media	Media	70
DU-19	Normativa específica para la protección de las masas de agua subterránea	Media	Media	Alta	Alta	Media	65
DU-03	Efluentes urbanos	Alta	Media	Alta	Baja	Media	62
DU-06	Afecciones ambientales debidas al aprovechamiento hidroeléctrico	Media	Alta	Media	Media	Media	62
DU-10	Eutrofización de embalses	Alta	Media	Media	Media	Media	62
DU-13	Presencia de arsénico en el agua subterránea	Baja	Crítica	Media	Media	Alta	60
DU-14	Baja garantía en la atención de determinados regadíos actuales	Baja	Alta	Alta	Media	Media	58
DU-15	Eficiencias bajas y no bien conocidas	Media	Media	Alta	Media	Media	58
DU-08	Amenaza de especies por acciones sobre el medio hídrico	Crítica	Media	Baja	Media	Media	55
DU-04	Detracción de caudal en los ríos	Media	Alta	Media	Media	Baja	52
DU-12	Grandes sistemas de abastecimiento urbano	Baja	Alta	Media	Media	Media	50
DU-30	Reservas Naturales Fluviales y Zonas con Régimen de Protección Especial	Media	Media	Media	Media	Media	50
DU-23	Completado y actualización del Plan Especial de Sequías del Duero	Media	Media	Alta	Media	Baja	48
DU-22	Seguridad de presas	Media	Media	Media	Media	Baja	40
DU-11	Dificultades para atender el abastecimiento urbano de pequeños núcleos	Baja	Media	Media	Media	Media	38
--	Balsas de áridos y escombreras abandonadas	Baja	Media	Media	Media	Baja	28
--	Vertidos de sustancias peligrosas a las aguas superficiales	Media	Media	Baja	Baja	Baja	25
--	Efectos del cambio climático	Media	Media	Baja	Baja	Baja	25
--	Contaminación puntual del agua subterránea por sustancias peligrosas	Media	Baja	Baja	Media	Baja	20
--	Recarga artificial en Los Arenales	Media	Baja	Baja	Media	Baja	20

- Explotación de los acuíferos en la región central del Duero (Ficha DU-02)

De acuerdo con el índice de explotación de cada masa de agua subterránea, obtenido como el cociente entre las extracciones y el recurso disponible y considerando un margen de seguridad del 20%, se identifican las siguientes masas (figura 9) en las que se produce una explotación más intensiva del recurso subterráneo:

Índice mayor de 0,8 o con descenso piezométrico:

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| - 022.029 Páramo de Esgueva | - 022.045 Los Arenales |
| - 022.038 Tordesillas | - 022.047 Medina del Campo |
| - 022.043 Páramo de Cuéllar | - 022.048 Tierra del Vino |

Detrítico profundo sobreexplotado:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| - 029 Páramo de Esgueva | - 043 Páramo de Cuéllar |
| - 032 Páramo de los Torozos | - 044 Páramo de Corcos |

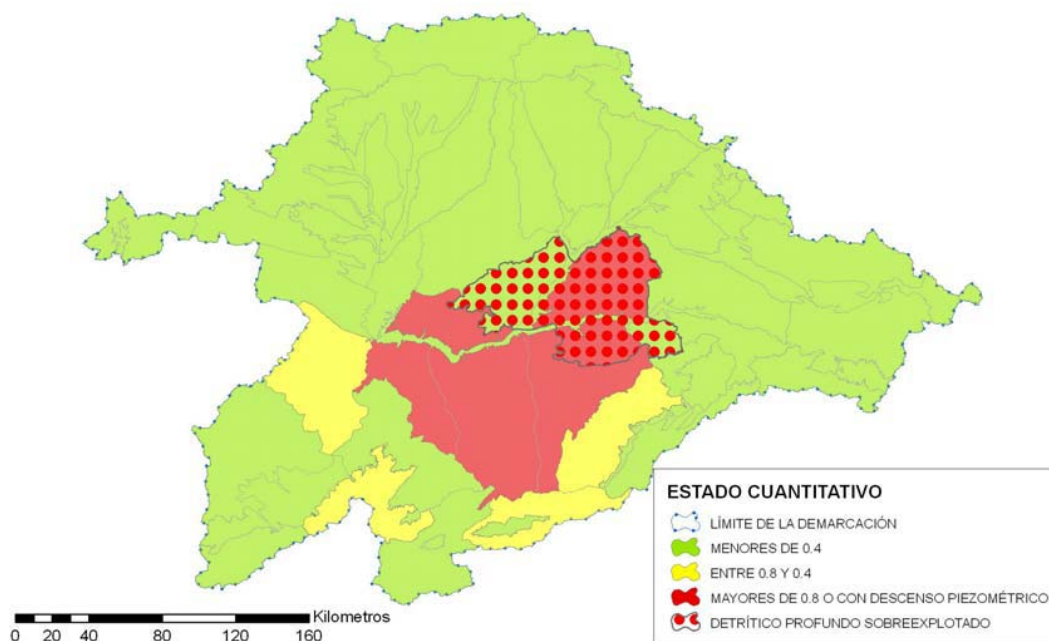


Figura 9.- Situación de las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Duero respecto al índice de extracción (Fuente: Esquema Provisional de Temas Importantes)

Adicionalmente, en todas estas masas se registra una tendencia piezométrica descendente, siendo el descenso observado en algunos puntos de hasta 30 metros desde el nivel medido en 1985, como en las masas de Tordesillas o Medina del Campo.

Por tanto, la zona especialmente afectada por este problema se localiza en la región central del complejo sistema acuífero detrítico de la zona central de la cuenca del Duero, donde ya el anterior Plan Hidrológico señalaba previsibles problemas de sobreexplotación y donde la Confederación Hidrográfica del Duero ha condicionado y limitado el otorgamiento de concesiones para el uso privativo de estas aguas.

Por otra parte, exceptuando a la masa confinada bajo los páramos, todas las masas afectadas por el problema cuantitativo también ofrecen un mal estado químico en cuyo diagnóstico siempre interviene la contaminación difusa que se trata más adelante.

Como medidas actualmente en marcha para solucionar este problema se cuenta con el apoyo de nuevos modelos de balance de las masas, así como con el seguimiento de los niveles freáticos. Además, como medidas específicas relacionadas con este trabajo, se ha puesto en marcha un proceso de recarga artificial sobre la MASb 022.045 Los Arenales, en las zonas de la Cubeta de Santiuste y la Comarca del Carracillo, para recuperar los niveles y favorecer la explotación.

- Contaminación difusa del agua subterránea (Ficha DU-01)

Una parte muy significativa del agua subterránea usada en la cuenca española del Duero aparece con elevados contenidos de nitrato (más de 50 mg/L), claro indicador de la contaminación difusa.

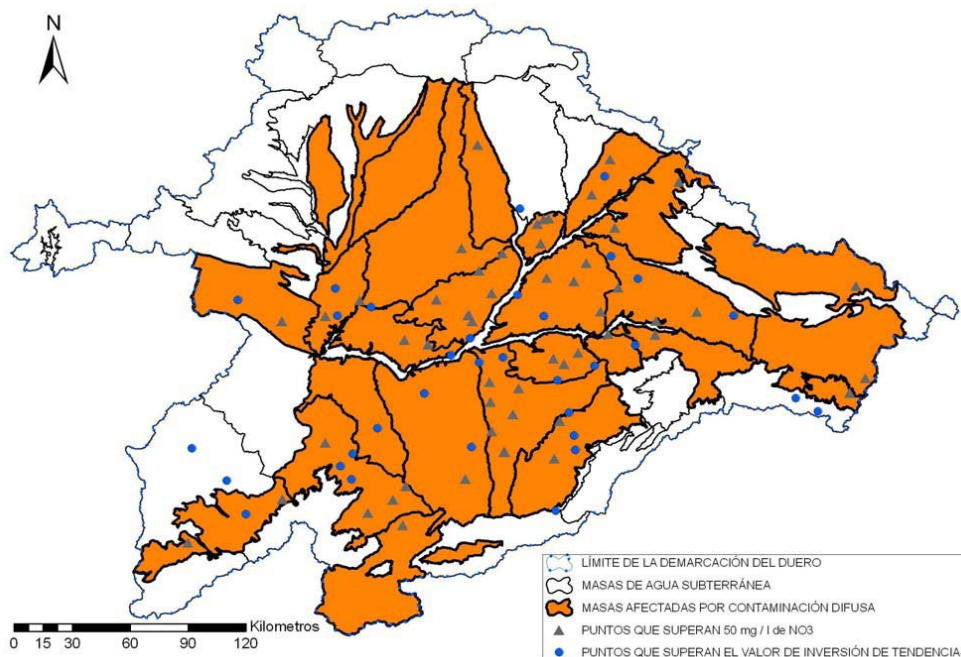


Figura 10.- MASb de la Demarcación Hidrográfica del Duero afectadas por contaminación difusa (Fuente: Esquema Provisional de Temas Importantes)

En la figura 10, se observa una contaminación difusa generalizada, de la que tan solo se libran los acuíferos de la orla periférica de la cuenca y aquellos otros escasamente desarrollados y con elevada renovación. Esta contaminación se ha instalado en el extenso acuífero terrígeno de la región central del Duero y se reconoce en la práctica totalidad de las masas de agua de ese dominio geológico.

Los focos que generan esta contaminación ponen en evidencia que la actual definición de zonas vulnerables a la contaminación por nitratos (designadas únicamente en las MASb 022.045 Los Arenales y 022.055 Cantimpalos) no se adecúan a la extensión e importancia del problema, lo cual supone una limitación a la solución del mismo.

Dada la magnitud del problema y la escasa definición de zonas vulnerables, no es previsible que sea posible alcanzar los objetivos ambientales en el horizonte del año 2015. En este caso se trabaja para invertir las tendencias y, con ello, avanzar hacia la resolución generalizada del problema en el año 2027 (prórroga máxima admisible de dos ciclos de planificación).

- Normativa específica para la protección de las Masas de Agua Subterránea (Ficha DU19)

La explotación del agua subterránea en la cuenca española del Duero se realiza a través de miles de pozos con características constructivas y profundidades muy diversas, algunos incluso apoyados con instalaciones de recarga artificial. La mayor parte de las extracciones se produce a expensas del complejo acuífero cenozoico multicapa que ocupa la región central de la cuenca, aunque el aprovechamiento es generalizado en todas las MASb de la parte española de la Demarcación.

Desde el último tercio del siglo XX, el notable incremento de las captaciones de aguas subterráneas ha provocando efectos indeseados como la contaminación de acuíferos, el descenso de niveles piezométricos y otras afecciones ambientales. Por ello, la Confederación Hidrográfica del Duero adoptó en su momento una serie de medidas preventivas para limitar la explotación en determinadas unidades hidrogeológicas. En el marco del nuevo Plan Hidrológico, se van a adoptar nuevas medidas de ordenación para la protección y uso de las masas de agua subterránea entre las que destaca el establecimiento de las condiciones para favorecer y autorizar la recarga artificial de acuíferos en la cuenca.

Otras medidas que serán contempladas dentro de esta normativa específica son:

- Los criterios constructivos y de abandono de aprovechamientos que limiten la conexión de acuíferos superpuestos.

- El establecimiento de restricciones piezométricas, límites de explotación u otras condiciones hidrodinámicas que aseguren la sostenibilidad de las explotaciones actuales y el mantenimiento de ciertos caudales de descarga a los ríos, manantiales o zonas húmedas.
 - El establecimiento de limitaciones de uso específicas en los ámbitos donde se ha reconocido la contaminación difusa.
 - La definición de zonas especialmente protegidas en razón a su valor estratégico para abastecimiento o a su especial interés ambiental.
 - La situación administrativa de las aguas minerales y termales.
- Presencia de arsénico en el agua subterránea (Ficha DU-13)

El primer foco de arsénico en el agua subterránea destinada al abastecimiento urbano se reconoce el verano del año 2000 en la zona comprendida entre Rueda, Valladolid, Cantalejo y Nava de Arévalo. En febrero de 2008 se vuelve a manifestar en localidades de la Maragatería y del Bierzo.

Como resultado de las investigaciones realizadas se determinó que el arsénico presente era de origen natural y provenía de los sedimentos y suelos generados en la facies Zaratán, aunque actualmente se identifica en litofacies diversas y no es fácil establecer una relación clara. No obstante, al entenderse que se trata de un componente de la calidad natural del agua no se considera que afecte a la valoración del estado químico de las masas.

Se trata por tanto de un fenómeno natural no limitado espacial ni temporalmente y que parece manifestarse e incidir especialmente en momentos de sequía, cuando se recurre a abastecimientos con agua subterránea poco renovada, por debajo del nivel de los recursos reguladores.

Las MASb en las que se ha reconocido este problema son las siguientes:

- | | |
|-----------------------------|---|
| - 022.029 Páramo de Esgueva | - 022.039 Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas |
| - 022.043 Páramo de Cuéllar | - 022.045 Los Arenales |
| - 022.047 Medina del Campo | - 022.055 Cantimpalos |

También se han detectado valores significativos, en las redes de seguimiento de las masas: 022.006 Valdavia, 022.053 Vitigudino y 022.060 Gredos. Otras zonas afectadas por un problema que parece semejante se localiza en el ámbito de las masas de agua subterránea de: 022.012 La Maragatería, 022.011 Aluvial del Órbigo y 022.005 Terciario y Cuaternario del Tuerto y Esla.

En definitiva, los problemas más importantes identificados en el Esquema Provisional de Temas Importantes de la demarcación son los de tipo cualitativo y cuantitativo, puestos en evidencia en los acuíferos de la región central del Duero. Éstos problemas son, en general, de muy difícil superación tanto por la problemática técnica que conllevan como por el impacto socioeconómico que pueden provocar; si bien entre las posibles actuaciones que se contemplan en el ETI para solucionarlos destaca la apuesta por el incremento de la recarga artificial en la cuenca, medida que será recogida de forma específica en la nueva normativa para la protección de las masas de agua subterránea, que regulará las distintas medidas de ordenación para la protección y uso de las mismas.

Por tanto, en este contexto y desde el punto de vista de la planificación hidrológica, la recarga artificial en la Demarcación del Duero debe plantearse sobre todo como una herramienta eficaz a introducir en la gestión de acuíferos para paliar los problemas de explotación intensiva de las aguas subterráneas, como de hecho ya se está aplicando en la MASb 022.045 Los Arenales con resultados notables que deben ser extrapolados al resto de las masas de la Demarcación. La recarga artificial también puede plantearse para intentar aminorar los problemas de calidad detectados aunque, en este sentido, debe tenerse en cuenta que las aguas subterráneas afectadas por nitratos están incorporadas a lentos flujos regionales, y por ello, técnicamente, esta solución no conlleva efectos significativos e inmediatos, por lo que más bien esta opción debe plantearse con el ánimo de invertir las tendencias y contribuir en el avance hacia la resolución generalizada del problema a más largo plazo.

1.2.3.- C) Diagnóstico y Selección final

Teniendo en cuenta los principales problemas o temas importantes identificados en la Demarcación Hidrográfica del Duero, en los que el fomento de la recarga artificial tendría sentido, y su vínculo con las 29 MASb seleccionadas preliminarmente mediante la aplicación sucesiva de los criterios de selección, parece posible plantear actuaciones de recarga artificial de acuíferos en las siguientes 13 MASb (figura 11).

Tabla 4.- Selección final de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Duero

COD	NOMBRE DE LA MASA	Prioridad
022.016	CASTROJERIZ	3
022.020	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZON	3
022.025	PARAMO DE ASTUDILLO	3
022.029	PARAMO DE ESGUEVA	2
022.030	ARANDA DE DUERO	4
022.031	VILLAFAFILA	4
022.032	PARAMO DE TOROZOS	4
022.039	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	3
022.043	PARAMO DE CUELLAR	4
022.045	LOS ARENALES	1
022.047	MEDINA DEL CAMPO	1
022.048	TIERRA DEL VINO	1
022.055	CANTIMPALOS	1



Figura 11.- Selección final de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Duero

2.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL

2.1.- METODOLOGÍA DE TRABAJO

Una vez seleccionadas las masas a recargar, para identificar y caracterizar las actuaciones de recarga artificial en cada MASb, se realiza un examen preliminar de la viabilidad técnica de la recarga contemplando los datos de disponibilidad hídrica, las características del acuífero receptor y una breve descripción del proyecto de recarga en su caso.

Este examen preliminar se recoge en fichas que constan de dos partes: la primera recoge los datos propios de los Sistemas de Explotación de Recursos y la segunda se centra en los datos concretos de la masa.

Así, el análisis de la disponibilidad hídrica se realiza, en primer lugar, en el marco de las unidades básicas de gestión y asignación de recursos hídricos de cada Demarcación: los Sistemas de Explotación de Recursos (SER) definidos en los Planes Hidrológicos de cuenca vigentes, con objeto de determinar los recursos hídricos totales del SER potencialmente disponibles para las distintas actuaciones de recarga que puedan plantearse en el conjunto de MASb implicadas en cada SER. En segundo término, se analiza, en función de los datos existentes, la disponibilidad hídrica para la recarga en cada MASb o parte de la MASb incluida exclusivamente en el SER.

Como paso previo al completado de las fichas, se describen los sistemas de explotación que conforman cada demarcación para determinar qué SER estarían implicados en la recarga, de acuerdo con la adscripción de las anteriores unidades hidrogeológicas a los SER y con la distribución espacial que presentan las actuales MASb en la cuenca. A tal efecto se diseña el MAPA 1 (Mapa de la Demarcación), que precede al Catálogo de actuaciones de recarga de la Demarcación y que funciona como mapa llave o guía de las fichas siguientes.

Una vez identificados los SER implicados y las MASb que incluye cada uno, se elabora el mapa auxiliar de cada ficha, el MAPA 2 (Mapa del SER), que recoge la información espacial necesaria para analizar la disponibilidad hídrica (situación de ríos, embalses, canales, estaciones de aforo, depuradoras, desaladoras...) tanto del conjunto del SER como de la parte de la MASb.

Finalmente, la cartografía se completa a escala de la masa, con la incorporación del MAPA 3 (Mapa geológico de la MASb) que se incluye en cada una de las MASb que conforman la ficha del SER.

2.2.- ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD TÉCNICA DE LA RECARGA: CATÁLOGO DE ACTUACIONES

A continuación se presenta el Catálogo de actuaciones de recarga realizado en la Demarcación Hidrográfica del Duero que, de acuerdo con la metodología descrita, y la detallada en el apartado 5.2 de la Memoria Resumen del estudio, incluye tres secciones:

A) Descripción de los Sistemas de Explotación de Recursos (SER): recoge una breve descripción de los Sistemas de Explotación de Recursos de cada Demarcación Hidrográfica. Un sistema de explotación está constituido por masas de agua superficial y subterránea, obras e instalaciones de infraestructura hidráulica, normas de utilización del agua derivadas de las características de las demandas y reglas de explotación que, aprovechando los recursos hídricos naturales, y de acuerdo con su calidad, permiten establecer los suministros de agua que configuran la oferta de recursos disponibles del sistema de explotación, cumpliendo los objetivos medioambientales.

B) Masas seleccionadas y Sistemas de Explotación de Recursos implicados: detalla qué masas de las seleccionadas se adscriben a cada SER (por su localización o por su definición en el Plan Hidrológico) y, por tanto, qué sistemas de explotación se contemplan en el estudio. Esta información, de forma gráfica, constituye el mapa llave (MAPA 1) del apartado siguiente, el catálogo de actuaciones de recarga.

C) Catálogo de actuaciones de recarga: presenta el conjunto de fichas de los SER implicados junto con los mapas auxiliares asociados.

2.2.1.- A) Descripción de los Sistemas de Explotación de Recursos (SER)

La parte española de la Demarcación del Duero, según figura en el Plan Hidrológico de Cuenca (CHD, 1998) se divide en 5 zonas, que a su vez se dividen en un total de 12 subzonas, que constituyen los Sistemas de Explotación de Recursos:

- Zona A: Cubre el cuadrante noroeste de la cuenca, con una superficie de 19.446 km². Abarca las cuencas de los ríos Tera, Órbigo, Esla y Valderaduey.
- Zona B: Cubre el sector nordeste de la cuenca, con una superficie de 17.297 km². Abarca las cuencas de los ríos Carrión, Pisuerga y Arlanza.
- Zona C: Cubre el extremo oriental de la cuenca, con una superficie de 12.972 km². Abarca las cuencas del Alto Duero y Rianza-Duratón.

- Zona D: Cubre la parte meridional de la cuenca, con una superficie de 15.404 km². Abarca las cuencas de los ríos Cega, Eresma-Adaja, y Bajo Duero.
- Zona E: Cubre la zona oeste-suroeste de la cuenca, con una superficie de 12.972 km². Abarca las cuencas de los ríos Tormes, Huebra y Águeda.

Tabla 5.- Zonas y subzonas de la Demarcación Hidrográfica del Duero

ZONA	SUBZONA	ÁMBITO	SUPERFICIE Km ²
A	1 ES LA-VALDERADUEY	Cuenca del río Esla hasta su desembocadura en el río Duero, con sus afluentes Cea (por la margen izquierda) y Porma y Bernesga (margen derecha); quedan excluidos los afluentes Órbigo y Tera que forman parte de otros SER. Cuenca del río Valderaduey hasta 39,5 km aguas arriba de su desembocadura en el Duero.	9.378
	2 ÓRBIGO	Cuenca del río Órbigo hasta su desembocadura en el río Esla. El río Órbigo nace en la confluencia del río Luna con el Omañas y aguas abajo sus principales afluentes son los ríos Tuerto y Eria, por la margen derecha.	5.019
	3 TERA	Cuencas de los ríos Tera, Aliste y Támega.	5.049
B	4 CARRIÓN	Cuencas de los ríos Carrión, hasta su desembocadura en el río Pisuerga; y Sequillo hasta su desembocadura en el río Valderaduey.	4.886
	5 PISUERGA	Cuenca del Pisuerga, con su afluente por la derecha el río Esgueva, quedando excluidas las cuencas de sus afluentes Arlanza y Carrión.	7.092
	6 ARLANZA	Cuenca del río Arlanza con su afluente por la margen derecha, el río Arlanzón, regulado por los embalses de Arlanzón y Uzquina.	5.319
C	7 ALTO DUERO	Cuenca del río Duero hasta su confluencia con el Rianza.	8.908
	8 RIAZA	Cuencas de los ríos Rianza y Duratón, y el tramo del Duero entre los ríos Rianza y Pisuerga.	4.064
D	9 ADAJA-CEGA	Cuenca del río Adaja hasta su desembocadura en el río Duero, con sus afluentes por la margen derecha Eresma y Voltoya (afluente del Eresma por su margen izquierda); y cuenca del río Cega con su afluente Pirón por la margen izquierda.	7.835
	10 BAJO DUERO	Cuencas del río Duero entre el Pisuerga y el Esla, menos el río Valderaduey aguas arriba del Sequillo.	7.569
E	11 TORMES	Cuenca del Tormes y Duero entre el Esla y el Tormes.	7.591
	12 ÁGUEDA	Cuenca de los ríos Águeda y Huebra y Duero desde el Tormes.	6.200

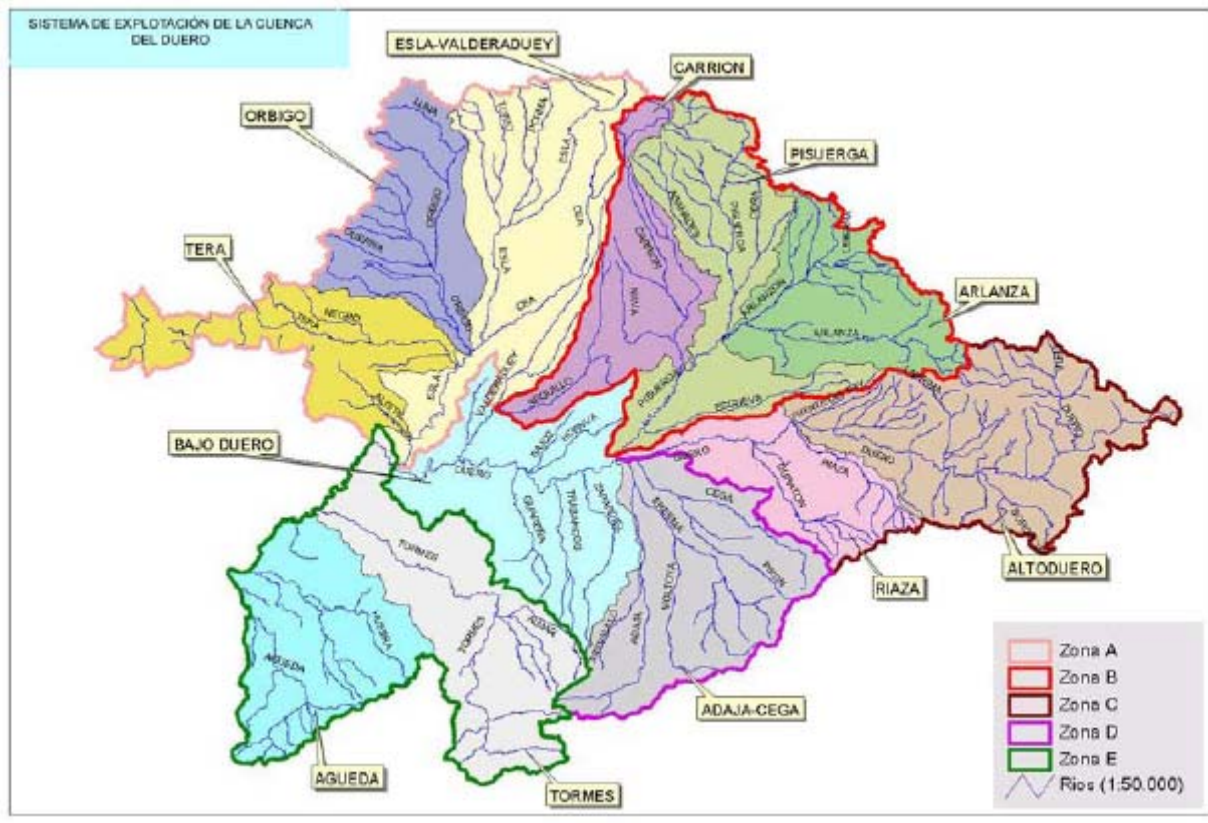


Figura 12.- Sistemas de Explotación de Recursos en la Demarcación Hidrográfica del Duero

Las Unidades Hidrogeológicas definidas en el ámbito del Plan quedaron entonces adscritas a las siguientes zonas:

Tabla 6.- Adscripción de las UUHH a la Zonas de la Demarcación Hidrográfica del Duero

ZONA	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS
A	03 RAÑAS DEL ÓRBIGO-ESLA
A	04 RAÑAS DEL ESLA CEA
A	06 REGION DEL ESLA VALDERADUEY
AB	01 LA ROBLA GUARDO
B	02 QUINTANILLA PEÑAORADADA ATAPUERCA
B	05 RAÑAS DEL CEA CARRIÓN
B	07 PÁRAMO DE TOROZOS
BC	08 CENTRAL DEL DUERO
BC	09 BURGOS ARLANZA
BC	10 ARLANZA UCERO AVIÓN
C	11 MONCAYO SORIA
C	14 PÁRAMO DEL DURATÓN
C	15 CUBETA DE ALMAZÁN
C	16 ALMAZÁN SUR
CD	13 PÁRAMO DE CUÉLLAR
CD	18 SEGOVIA
D	21 VALLE DE AMBLÉS
E	19 CIUDAD RODRIGO-SALAMANCA
E	20 CORNEJA
ABCDE	12 ALUVIALES DEL DUERO Y AFLUENTES

2.2.2.- B) Masas seleccionadas y Sistemas de Explotación de Recursos (SER) implicados

De acuerdo con la distribución de las masas seleccionadas en cada sistema de explotación (MAPA 1), y teniendo en cuenta su adscripción a los mismos (tablas 5 y 6), en este apartado los sistemas de explotación a considerar son los siguientes:

Tabla 7.- Adscripción de las MASb seleccionadas a las Zonas y Subzonas de la Demarcación Hidrográfica del Duero

COD	NOMBRE DE LA MASA	Prioridad	Zona	Subzona (SER)
022.016	CASTROJERIZ	3	B	5,6
022.020	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	3	B	4,5,6
022.025	PÁRAMO DE ASTUDILLO	3	B	4,5
022.029	PÁRAMO DE ESGUEVA	2	B	5,8
022.030	ARANDA DE DUERO	4	BC	5,6,7
022.031	VILLAFAFILA	4	AD	3,10
022.032	PÁRAMO DE TOROZOS	4	BD	4,5,10
022.039	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	3	CD	7, 8, 9, 10
022.043	PÁRAMO DE CUELLAR	4	CD	8,9
022.045	LOS ARENALES	1	D	9
022.047	MEDINA DEL CAMPO	1	D	9,10
022.048	TIERRA DEL VINO	1	D	10
022.055	CANTIMPALOS	1	D	8,9

SER 5 PISUERGA: incluye parcialmente a 6 de las MASb seleccionadas (022.016 Castrojeriz, 022.025 Páramo del Astudillo, 022.020 Aluviales del Pisuerga-Arlanzón, 022.032 Páramo de los Torozos, 022.029 Páramo de Esgueva, 022.030 Aranda del Duero) pero, por su pequeña extensión, no se han contemplado 2 de ellas (022.016 y 022.030).

SER 6 ARLANZÓN: incluye parcialmente a 4 de las MASb seleccionadas (022.016 Castrojeriz, 022.020 Aluviales del Pisuerga-Arlanzón, 022.029 Páramo de Esgueva, 022.0030 Aranda de Duero) pero, por su pequeña extensión en el sistema, no se han contemplado 2 de ellas (022.029 y 022.030).

SER 7 ALTO DUERO: incluye parcialmente a 2 de las MASb seleccionadas, 022.030 Aranda de Duero y 022.039 Aluvial del Duero: Aranda – Tordesillas, ésta última, por su pequeña extensión, no se ha contemplado.

SER 8 RIAZA: incluye parcialmente a 6 de las MASb seleccionadas (022.029 Páramo de Esgueva, 022.030 Aranda del Duero, 022.039 Aluvial del Duero: Aranda – Tordesillas, 022.043 Páramo de Cuellar, 022.0045 Los Arenales, 022.055 Cantimpalos) pero, por su pequeña extensión, no se han contemplado 2 de ellas (022.045 y 022.030).

SER 9 ADAJA-CEGA: incluye las MASb 022.0045 Los Arenales y 022.055 Cantimpalos y, parcialmente, 022.043 Páramo de Cuellar y 021.047 Medina del Campo.

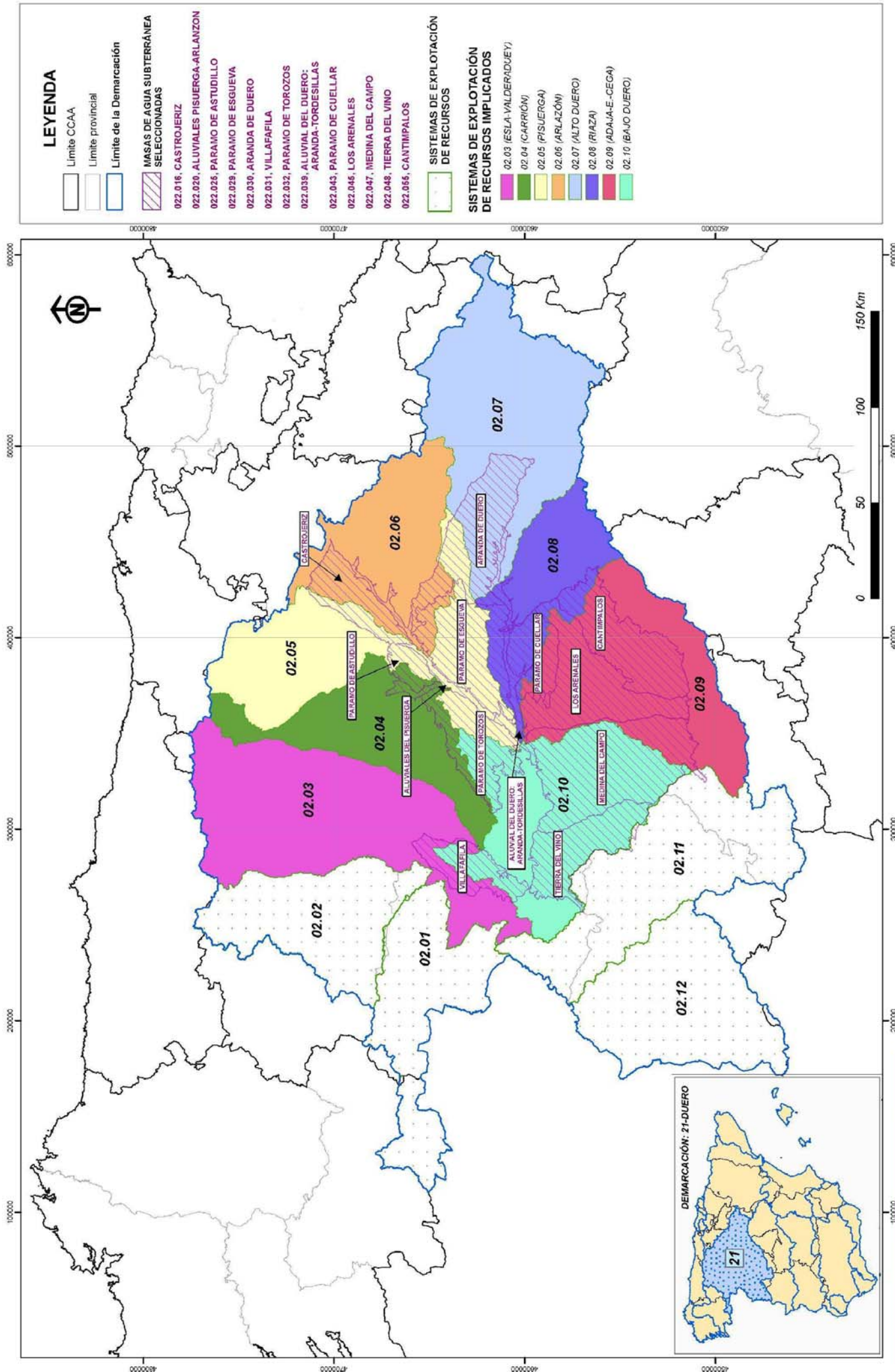
SER 10 BAJO DUERO: incluye 4 MASb seleccionadas (MASb 021.048 Tierra del Vino, 021.047 Medina del Campo, 022.032 Páramo de los Torozos y MASb 021.031 Villafáfila). La

pequeña porción de la MASb 021.039 Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas no se contempla en este sistema.

Por otra parte, aunque presentan en su interior MASb seleccionadas, no se van a contemplar los siguientes sistemas:

SER 4 CARRIÓN: incluye parcialmente 3 de las MASb seleccionadas, pero con escasa extensión.

SER 3 ESLA-VALDERADUEY: incluye una sola de las MASb seleccionadas, de forma parcial, donde no se plantea ninguna actuación de recarga.



LEYENDA

- Limite CCAA
- Limite provincial
- Limite de la Demarcación

MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA SELECCIONADAS

- 022.016 - CASTROJERIZ
- 022.020 - ALUVIALES FISUERGA-ARLANZON
- 022.026 - PARAMO DE ASTUDILLO
- 022.029 - PARAMO DE ESGUEVA
- 022.030 - ARANDA DE DUERO
- 022.031, VILLAFILA
- 022.032, PARAMO DE TOROZOS
- 022.039 - ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS
- 022.043, PARAMO DE CUELLAR
- 022.046, LOS ARENALES
- 022.047, MEDINA DEL CAMPO
- 022.048, TIERRA DEL VINO
- 022.056, CANTIMPALOS

SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS IMPLICADOS

- 02.03 (ESLA-VALDERADUEY)
- 02.04 (CARRIÓN)
- 02.05 (FISUERGA)
- 02.06 (ARLAZÓN)
- 02.07 (ALTO DUERO)
- 02.08 (RIAZA)
- 02.09 (ADAJAE-CEGA)
- 02.10 (BAJO DUERO)

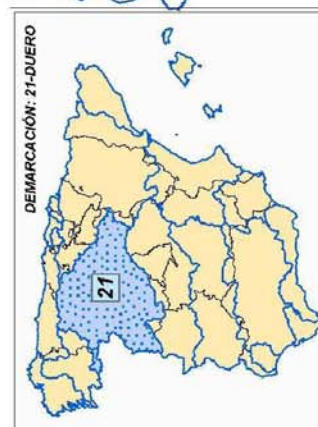
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO

SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA SELECCIONADAS PARA RECARGA
MAPA 1 (CÓDIGO: EC06_021_DEM)

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

ACTIVIDAD 6: SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA DONDE ES PRECISO PLANTEAR ESTUDIOS Y ACTUACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS

FEBRERO 2010



2.2.3.- C) Catálogo de actuaciones de recarga

En la Demarcación Hidrográfica del Duero el total de actuaciones de recarga se recogen en las siguientes fichas:

FICHA 1.- SER 02.05 PISUERGA

MASb 021.020 Aluviales del Pisuerga-Arlanzón

MASb 021.025 Páramo de Astudillo

MASb 021.029 Páramo de Esgueva

MASb 021.032 Páramo de Torozos

FICHA 2.- SER 02.06 ARLANZÓN

MASb 021.016 Castrojeriz

MASb 021.020 Aluviales del Pisuerga-Arlanzón

FICHA 3.- SER 02.07 ALTO DUERO

MASb 021.030 Aranda de Duero

MASb 021.039 Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas

FICHA 4.- SER 02.08 RIAZA

MASb 021.029 Páramo de Esgueva

MASb 021.039 Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas

MASb 021.043 Páramo de Cuellar

MASb 021.055 Cantimpalos

FICHA 5.- SER 02.09 ADAJA-CEJA

MASb 021.043 Páramo de Cuellar

MASb 021.045 Los Arenales

MASb 021.047 Medina del Campo

MASb 021.055 Cantimpalos

FICHA 6.- SER 02.10 BAJO DUERO

MASb 021.031 Villafáfila

MASb 021.032 Páramo de Torozos

MASb 021.047 Medina del Campo

MASb 021.048 Tierra del Vino

DEMARCACIÓN
HIDROGRÁFICA
021 - DUERO

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.05 PISUERGA

ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER

Comunidades Autónomas: CASTILLA Y LEÓN, CANTABRIA.

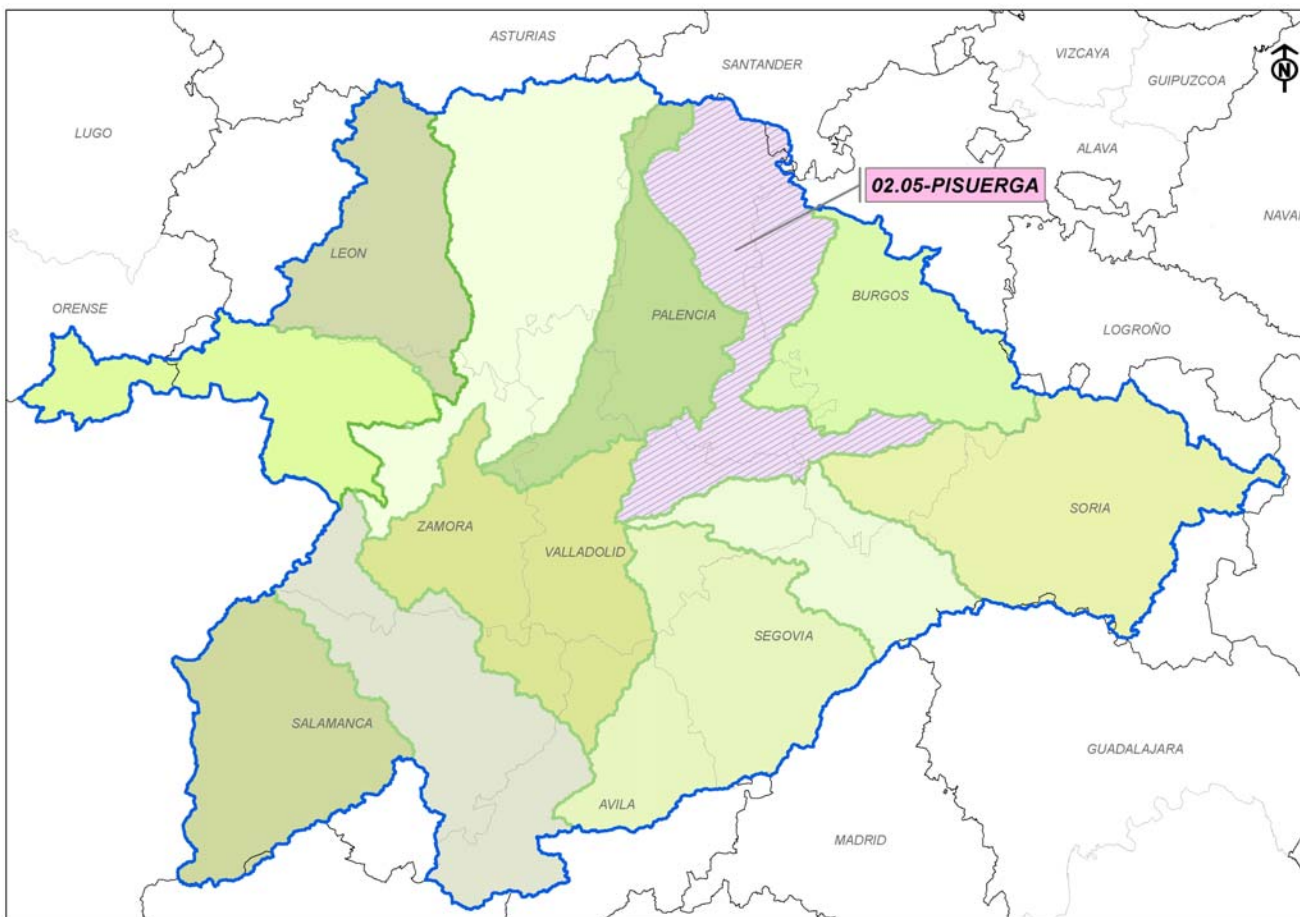
Provincias: Palencia, Burgos y Valladolid; Santander.

POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER

Nº de Municipios: 161 (Ref. 1)

Nº de habitantes: 412.351 (padrón 2006) (Ref. 2)

PLANO DE SITUACIÓN DEL SER



MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS

- 022.020 Aluviales del Pisuerga-Arlanzón
- 022.025 Páramo del Astudillo
- 022.029 Páramo de Esgueva
- 022.032 Páramo de los Torozos

DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

ORIGEN DEL AGUA

Recursos hídricos naturales

Depuración

Desalación

Recursos hídricos naturales (hm³/año)

Demandas (hm³/año)

Aportación natural media anual del SER (1): 922

Urbana: 2,959 (superf.)

Agrícola: 305,110

24,525 subt. estimada (Ref.3)

(46,443 subt + 258,667 superf)

Recursos regulados superficialmente: 390
(Emb. Cervera, La Requejada, y Aguilar de Campoó)

Ganadera:

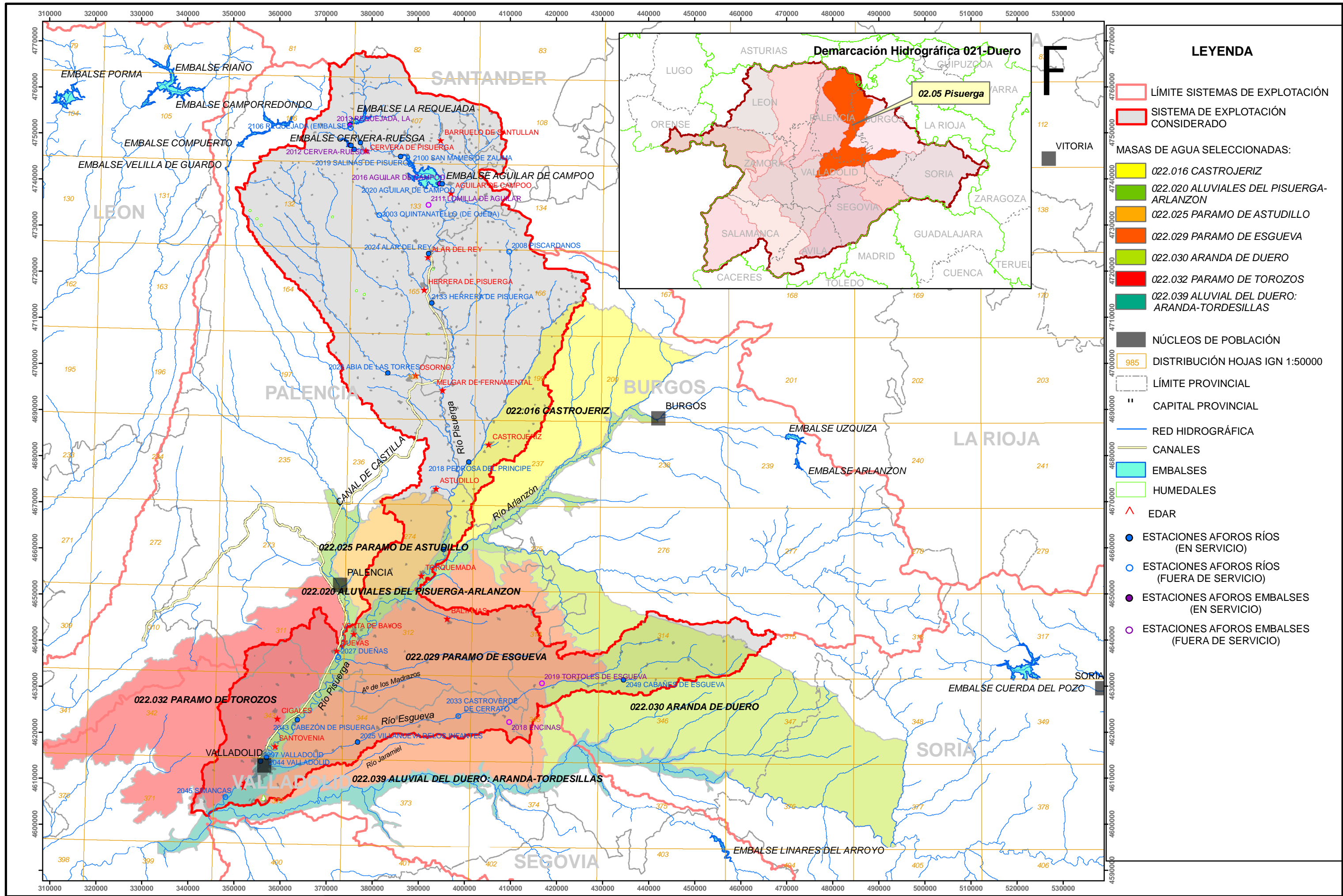
Industrial:

Recursos hídricos subterráneos regulados
(bombeos):

Otras: Piscícola: 31,536

Total recursos regulados:	Total demandas: 364,13										
<u>Fuente de los datos:</u> SIMPA, periodo 1940/41-2005/06 del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008)	<u>Fuente de los datos:</u> Atención de las demandas: Balances en los sistemas de explotación (situación actual), del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008); excepto Ref. 2										
Balance del SER: Déficit (D) <input type="checkbox"/>	Excedentes (E) <input checked="" type="checkbox"/>	En equilibrio <input type="checkbox"/>	Desconocido <input type="checkbox"/>								
hm ³ /año:	hm ³ /año:										
¿Existen recursos naturales disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input checked="" type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
<u>Comentario:</u> En el PHD (1998) los recursos totales se evaluaron en 1.003 hm ³ /año con una asignación y reserva de recursos para el horizonte 2002 de 612 hm ³ /año para el total de usos (riego, abastecimiento urbano y caudal ecológico). Los datos del EPTI presentan unas cifras más bajas, con fallos en el suministro de las demandas agrarias de los tramos altos del Pisuerga (antes de Requejada) y Camesa; y en los regadíos de la subcuenca del Esgueva y Burejo; pero con excedentes a nivel de SER que deben ser evaluados. En principio, estos excedentes no serán nunca superiores a 557 hm ³ /año (diferencia entre aportación y demanda) pues no se tienen datos definitivos de demanda urbana atendida con aguas subterráneas ni se ha considerado aún el caudal ecológico, ya que es una restricción previa a la asignación de recursos del Plan.											
(7) Ref. estación aforo: 2097	Nombre: Río Pisuerga en Valladolid	Capacidad embalse (hm ³): -									
Año: 2005-2006	Aportación anual (hm ³): 1.191										
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
38	88	92	119	79	295	183	83	53	62	46	54
(7) Ref. estación aforo: 2044	Nombre: Río Esgueva en Valladolid	Capacidad embalse (hm ³): -									
Año: 2005-2006	Aportación anual (hm ³): 45,41										
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
1,32	2,14	2,59	5,06	5,42	10,83	7,00	4,22	2,44	1,84	1,20	1,35
Infraestructura de almacenamiento: Embalses del SER											
Nombre del embalse	Capacidad (hm ³)	Ref. estación aforo	Periodo medida	Volumen regulado medio	Aportación hídrica natural (hm ³ /año)						
					máxima	media	mínima				
Aguilar de Campoo	247,0	2016	1962-2006		622,8	310,3	174,4				
Requejada	65,0	2013	1958-2006		244,1	161,9	54,2				
Cervera-Ruesga	10,2	2012	1944-2006		214,4	83,7	27,1				
Tórtoles de Esgueva	1,60										
Encinas	0,77										
Depuración											
EDAR total del SER: 17	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (Ref. 4)	¿Existe reutilización?	Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año)						
	10	Sin especificar	4.545.327	No/desconocido							
	5	Secundario	4.059.238	No/desconocido							
	2	Más riguroso (N)	72.549.340	No/desconocido							
ETAP total del SER:											
Disponibilidad hídrica estimada:			del orden de 72 hm³/año								
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input checked="" type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
<u>Comentario:</u> Del volumen total depurado estimado en el SER (unos 81 hm ³ /año), el más apropiado para la recarga sería el tratamiento más riguroso (N) que se evalúa del orden de 72 hm ³ /año.											

Desalación		
Nº Desaladoras:	Capacidad de desalación (m ³ /día)	Volumen desalado (m ³ /año):
T.M.: Venta de Baños	del municipio: 325	118.625
Valladolid	2.433	888.045
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):		
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input checked="" type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>		
Comentario:		
TOTAL RECURSOS HÍDRICOS POTENCIALMENTE DISPONIBLES EN EL SER: (Naturales + Depurados + Desalados)		
Comentario:		
INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES		
<u>Índice de Referencias</u>		
(Ref.1) El número de municipios se ha obtenido por la intersección de shapex, y se corresponde con aquellos municipios cuyo centroide se encuentre dentro del límite del SER.		
(Ref.2) Dato procedente del documento: Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero. Estudio General de la Demarcación. Tomo 2. Anexo de Actualización. (CHD, 2007).		
(Ref.3) La demanda urbana atendida con aguas subterráneas se ha estimado, a falta de información, restando a la población del SER la abastecida con aguas superficiales y aplicando luego una dotación media de 175 L/hab/día.		
(Ref.4) El volumen depurado se ha estimado mediante la aproximación: 1 h-e = 1.5 h; después se ha aplicado una dotación media de 175 L/hab/día para los 365 días.		



DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.05 PISUERGA (02.04 CARRIÓN, 05 06 ARLANZÓN)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.020 ALUVIALES DEL PISUERGA - ARLANZÓN
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA Y LEÓN <u>Provincias:</u> Palencia y Valladolid		<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 16 TM: 9 en Palencia (Torquemada, Villaviudas, Villamediana, Reinosos de Cerrato, Magaz, Soto de Cerrato, Venta de Baños, Dueñas y Tariego) 5 en Valladolid (Valoria la Buena, Corcos, Cabezón, Santovenia de Pisuerga y Valladolid)
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN:		
<p>La masa ha sido seleccionada únicamente por referir problemas de sobreexplotación (reseñados de forma general en las anterior Unidad Hidrogeológica 08 Central del Duero del Plan hidrológico, antes de su diferenciación en Masas de Agua Subterránea).</p>		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>	
Mejora ecosistemas Riberas <input checked="" type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS:		
Aluvial Cuaternario del Pisuerga-Arlanzón		

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Espesores: de 0 a 12 m Columna litoestratigráfica tipo: No

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 1) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Intergranular Muy alta > 10 ²	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	e	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sureste	a	e	p	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Suroeste	a	e	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)

Observaciones:

Forman parte de esta masa los aluviales actuales de los ríos con sus llanuras de inundación y las terrazas pleistocenas más modernas que tienen conexión física con ellos; más los depósitos que se superponen como abanicos aluviales y coluviones. Se trata de conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas, en distinta relación según el depósito y no suelen sobrepasar los 12 m de espesor. El sustrato es Mioceno detrítico, sobre todo arenas y lutitas, y a partir de la desembocadura del Arlanza aparecen las Facies Dueñas (margas y arcillas con niveles carbonatados y yesíferos) pertenecientes al Mioceno inferior.

El acuífero se recarga por la infiltración del agua de lluvia y los retorno de riegos (que se realizan sobre toda su superficie) y por las transferencias subterráneas procedentes de los flujos laterales del detrítico terciario (que se recarga en las áreas de interfluvio y descarga hacia la red de drenaje superficial, alimentando los depósitos aluviales). Como zonas de descarga, la red fluvial es la receptora de las descargas del acuífero.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input checked="" type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>
Recursos hídricos naturales	Río 1	Río 2	Río 3
Nombre (código):	Pisuegra en Dueñas	Pisuegra en Cabezón de Pisuegra	Pisuegra en Valladolid
Ref. estación aforo:	2027	2043	2097
Capacidad embalse (hm ³)	-	-	-
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	(Q) 64,584	(Q) 64,323	(Q) 61,956
- máxima	(Q) 130,16	(Q) 160,93	(Q) 168,53
- mínima	(Q) 25,29	(Q) 20,23	(Q) 24,81
Año o Periodo medida:	1973-1985	1930-2005	1969-2005
	Total Aportación natural media anual (A): Total Caudal medio anual (Q): 64 m³/s		

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: posibilidad de derivar caudales del río Pisuerga e infiltrarlos en el aluvial para el aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento de las riberas.

(2) Distribución media mensual: $Q(m^3/s)$

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río 1	26,43	52,61	80,31	114,92	122,92	116,74	88,02	71,47	45,90	25,40	19,13	20,67
Río 2	36,71	47,01	65,97	87,88	147,43	89,53	81,62	71,74	45,69	36,04	36,93	34,38
Río 3	27,02	44,56	77,89	120,08	121,02	96,74	77,88	61,77	42,42	26,58	23,38	24,60

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3
Nombre (código):	Valladolid (7471860005010)	Dueñas (7340690001010)	Venta de Baños (7340230003010)
Municipios conectados:			
Población (hab):			
Tipo de tratamiento:	Más riguroso (N)	Más riguroso (N)	Secundario
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	72.003.280	546.060	1.724.400
¿Existe reutilización?	No	No	No
Referencia Concesión:			
Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$):			
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):	72.003.280	546.060	1.724.400

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: de las 6 EDAR situadas en la MASb, las más adecuadas por el grado de tratamiento son Valladolid y Dueñas (eliminación de N); y Venta de Baños (secundario); en las tres restantes se desconoce el tratamiento que recibe el influente.

(4) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
EDAR 3												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):	Valladolid	
Origen del agua:		
Volumen desalado ($hm^3/año$) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Río Pisuerga EDARs Valladolid, Dueñas y Venta de Baños
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos Sin datos

- Agua del medio receptor: Acuífero aluvial del Pisuerga
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (**Inf. Ad. 2**)

Cond. eléc. a 20° C (µS/cm):	2.770
Nitrato (mg/L):	15
Cloruro (mg/L):	21
Sulfato (mg/L):	1.283
Nitritos (mg/L):	5,86

- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
 Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales <input type="checkbox"/>	
Balsas <input type="checkbox"/>	Sondeos <input type="checkbox"/>	Estudios previos del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>	
Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>	Otros estudios:	
Zanjas <input checked="" type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	Planta de recarga <input type="checkbox"/>	
Canales <input checked="" type="checkbox"/>		Infraestructuras de transporte <input checked="" type="checkbox"/>	
Cauces <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Canal: Canal de Castilla	
Represas <input type="checkbox"/>		<input type="radio"/> Azud:	
Otros <input type="checkbox"/>		<input type="radio"/> Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

No se dispone de información suficiente para realizar una propuesta determinada de recarga. En principio parece que el sistema adecuado a los materiales aluviales serían las zanjas y canales, que podrían interconectarse a través del canal de Castilla, aunque las distintas posibilidades deberán determinarse con un **estudio hidrogeológico concreto** que determine la viabilidad técnica de esta actuación.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Se trataría de una actuación de baja prioridad como herramienta para paliar la sobreexplotación detectada en la Unidad Hidrogeológica en la que estaba integrada esta MASb, aunque presenta un interés relativo como ensayo para utilizar la capacidad de almacenamiento en riberas y la mejora de los ecosistemas asociados.

El descenso del nivel piezométrico observado en esta zona, desde el año 1972 hasta el 2009 en el rango de 40 a 100 m de profundidad, se cifra en casi toda la MASb entre 0 y 5 m de acuerdo con los datos aportados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca. Octubre de 2009).

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

ALUVIALES PISUERGA-ARLANZÓN (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua.

274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (Depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (a veces encostradas). (terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos.(Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

263, Gravas, cantos, arenas y limos. (Abanicos asociados a terrazas bajas). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

262, Gravas, cantos, arenas y limos.(a veces encostradas). (Abanicos asociados a terrazas medias). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

251, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas (a veces, encostrados). (Coluviones)

248, Arenas, limos, bloques, arcillas. (Deslizamientos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Mioceno Superior (Vallesiense)*

190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Mioceno (Aragoniense-Vallesiense)*

185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Mioceno superior (Vallesiense)*

157, Limos rojizos, con intercalaciones carbonatadas, areniscosas y conglomerados. UNIDAD DETRITICA DE ARANDA P.D. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

151, Arenas y gravas de costras calcáreas. (Paleocanales). *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

148, Limos, arcillas y arenas ocreas, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

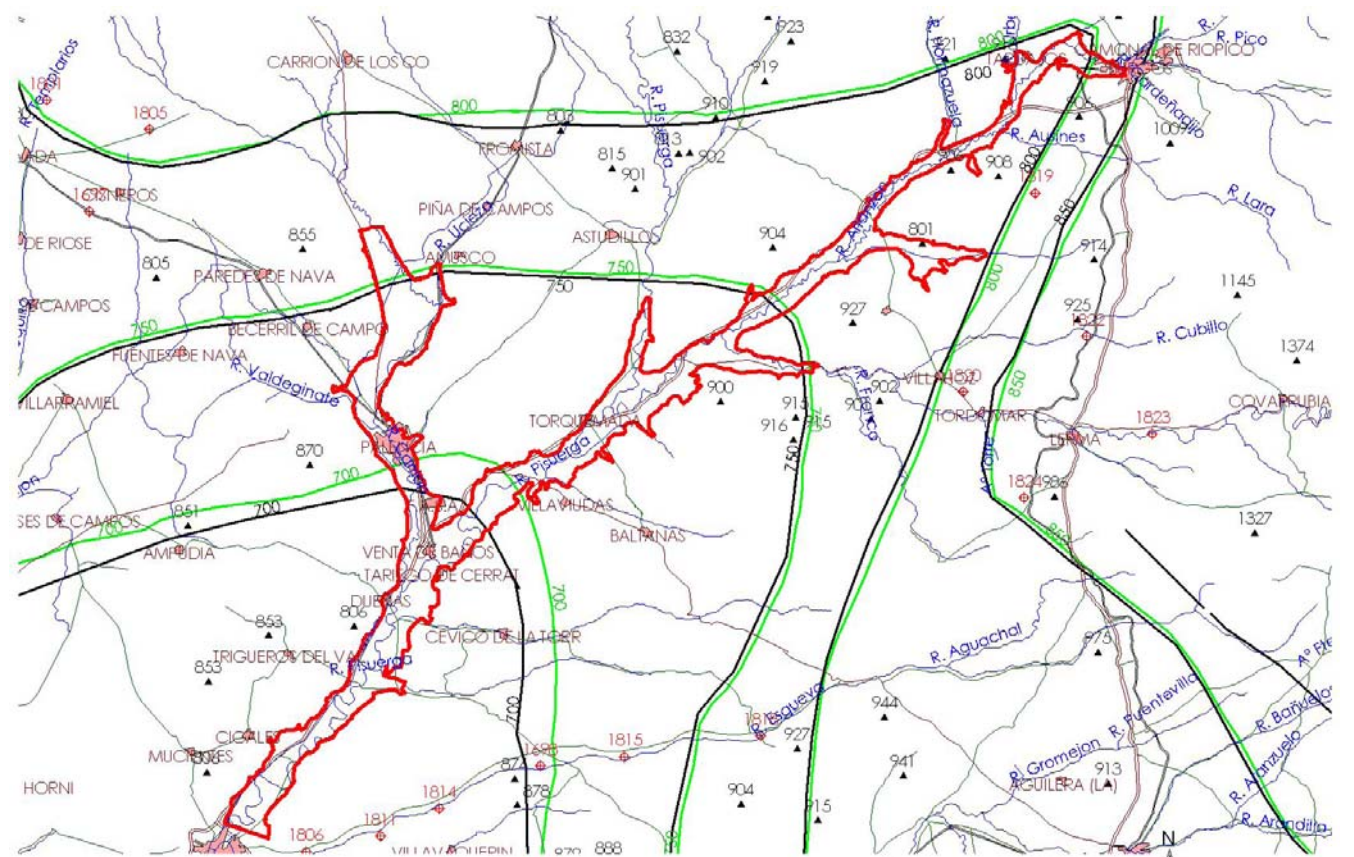
102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcósas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

84, Margas, yesos, arcillas y, a veces, margocalizas y calizas. FACIES VILLATORO. *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

81, Margas blancas y arcillas grises y, a veces calizas, dolomías y yesos. FACIES DUENAS. *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

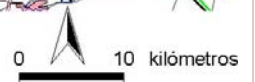
INFORMACIÓN ADICIONAL 1: PIEZOMETRÍA

Isopiezas de estiaje y de periodo húmedo (año 2007)



MAPA 5.2.2: MAPA DE ISOPIEZAS RECIENTES DE ESTIAJE Y DE PERIODO HÚMEDO

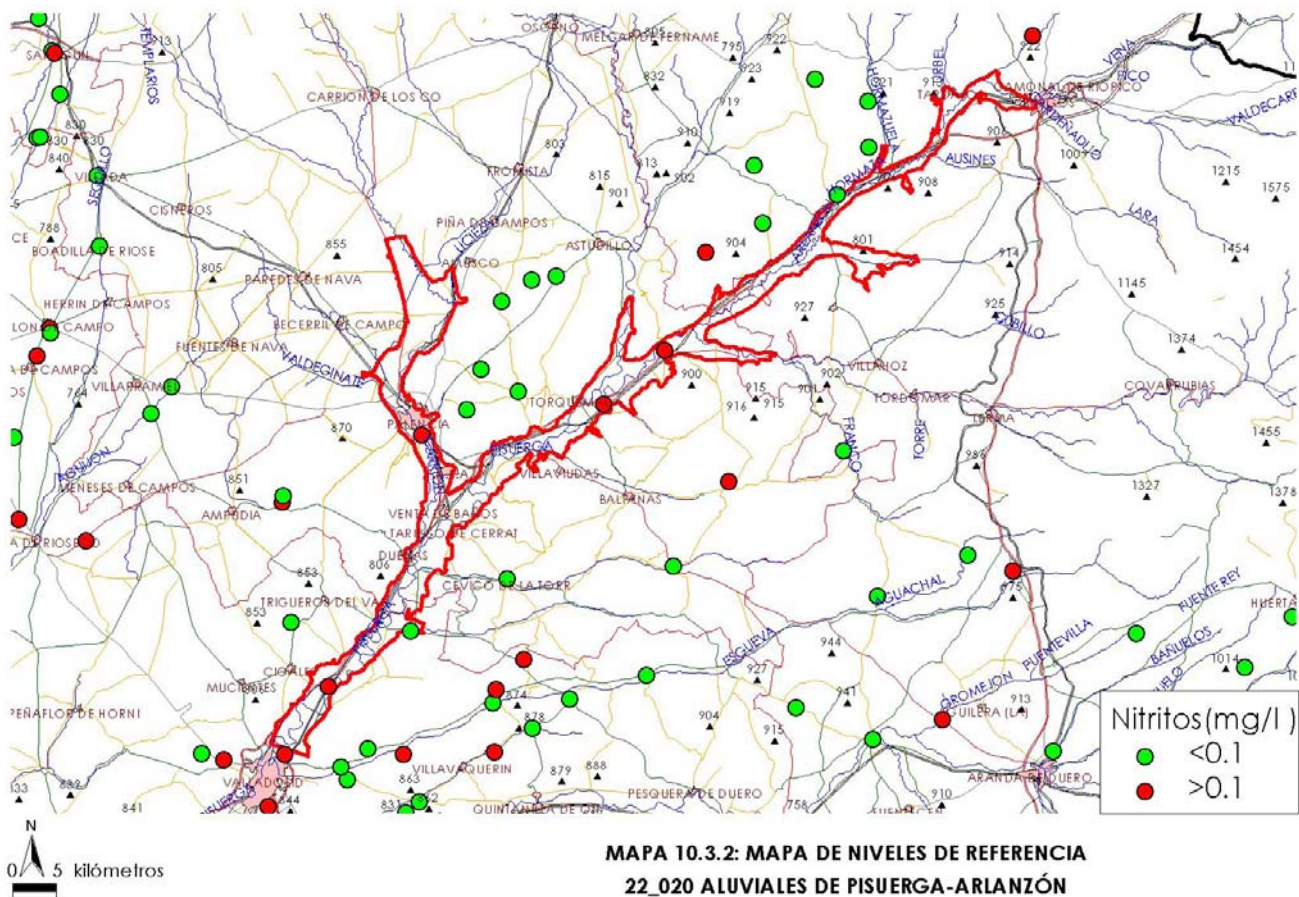
22_020 ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL 2: CALIDAD QUÍMICA

Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	1/ 1	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	2.007/ 2.007
pH (Ud. pH)	/								/
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	1/ 11	3.730	2.848	2.130	2.770	2.630	3.070	3.470	1.980/ 1.988
Nitrato (mg/L)	16/ 27	69,0	25,9	3,0	15,0	15,0	30,0	69,0	1.975/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	/								/
Plomo (mg/L)	/								/
Mercurio (mg/L)	/								/
Amonio total (mg NH4/L)	2/ 8	1,7	0,4	0,0	0,2	0,1	0,4	1,7	1.982/ 2.007
Cloruro (mg/L)	10/ 19	496,0	50,9	13,0	21,0	15,0	43,0	57,0	1.975/ 2.007
Sulfato (mg/L)	21/ 39	2.702,0	1.309,6	88,1	1.283,0	293,0	2.487,0	2.487,0	1.975/ 2.007
Nitritos	8/ 21	5,86000	3,10480	0,00000	5,86000	0,11000	5,86000	5,86000	1.978/ 2.007
Amoniaco no ionizado	1/ 10	1,66000	1,66000	1,66000	1,66000	1,66000	1,66000	1,66000	1.978/ 1.989
Conductividad de campo (medida in situ)	1/ 1	535	535	535	535	535	535	535	2.007/ 2.007
Conductividad (a 25°C)	1/ 10	3.730	3.730	3.730	3.730	3.730	3.730	3.730	1.978/ 1.989



DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.05 PISUERGA (02.04 CARRIÓN)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.025 PÁRAMO DEL ASTUDILLO
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Palencia		<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema incluye 13 TM de Palencia (Amusco, Astudillo, Cordovilla La Real, Fuentes de Valdepero, Magaz, Monzón de Campos, Tamara De Campos, Torquemada, Valbuena de Pisuerga, Valdeolmillos, Villalaco, Villalobón y Villamediana)
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: Al igual que la masa 022.020 Aluviales del Pisuerga-Arlanzón, esta masa ha sido seleccionada por referir problemas de sobreexplotación (reseñados de forma general en las anteriores UUHH del Plan hidrológico, antes de su diferenciación en Masas de Agua Subterránea).		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/>		Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>		Mejora sequía <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Terciario detrítico, Calizas del páramo y Cuaternario aluvial		

ACUÍFERO RECEPTOR: Calizas del Páramo

Tipo de acuífero					Litologías	
Detrítico	<input type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>	Litología: Calizas, dolomías y margas. Espesores: 6 a 15 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.) (Inf. Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Karstificación Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Este	a	s	p	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Oeste	a	s	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Sur (base)	c	n	bp	

Observaciones:

Esta masa constituye una extensa plataforma elevada, prácticamente horizontal y definida por los materiales de la facies Calizas inferiores del Páramo (calizas, dolomías y margas con niveles arcillosos), de edad Mioceno superior. Los espesores registrados son de unos 6-8 m, con máximos de 15 m con una disposición de los estratos horizontal. Es común la aparición de amplias dolinas de escasa profundidad con rellenos de arcillas rojas de descalcificación. Este conjunto calizo se apoya sobre las Facies de las Cuestas (margas, calizas, dolomías, arcillas y yesos) y subyacentes facies detríticas (areniscas y arcillas), términos equivalentes a la facies de Tierra de Campos, ambas del Mioceno medio y superior.

Dada las características estructurales de este acuífero, **aislado del resto de los acuíferos por la erosión y por los niveles margosos subyacentes**, las recarga se realiza únicamente por infiltración directa sobre la superficie de los páramos calcáreos. Las descargas se realizan mediante pequeños manantiales perimetrales desarrollados a menor cota, en las zonas de contacto entre las calizas de los páramos y los materiales de baja permeabilidad. También se producen, en menor medida, por extracciones de bombeo para abastecimiento urbano y regadío.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>	
Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1	Canal 1	Esorrentía
Nombre (código):				Arroyos que vierten a las localidades de Astudillo (al norte) y Torquemada (al sureste)
Ref. estación aforo:				
Capacidad embalse (hm ³)		-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)				
- máxima				
- mínima				
Año o Periodo medida:				

	Total Aportación natural media anual (A):											
	Total Caudal medio anual (Q):											
Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):												
<u>Comentario:</u> como única posibilidad de obtener recursos naturales para la recarga se plantea (en este sistema de explotación de recursos 02.05 Pisuegra), evaluar la escorrentía invernal en los arroyos de la vertiente norte (Astudillo) y en la vertiente sureste de la masa (en las localidades de Valdeolmillos y Villamediana).												
<i>(2) Distribución media mensual: $A(m^3)$ ó $Q(m^3/s)$</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1												
Río 1												
Canal 1												
Escorrentía												
Comentario:												
Aguas depuradas (EDAR)						EDAR 1						
Nombre (código):												
Municipios conectados:												
Población (hab):												
Tipo de tratamiento:												
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):												
¿Existe reutilización?												
Referencia Concesión:												
Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$):												
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):												
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/>												
<u>Comentario:</u> No se existe ninguna EDAR en el conjunto de la MASb. Las más próximas serían las de Torquemada y Astudillo, situadas ya en el valle del río Pisuegra.												
<i>(4) Distribución media mensual (m^3)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
¿Disponibilidad estacional? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/>												
Comentario:												
Aguas desaladas				Desaladora 1					Desaladora 2			
Nombre (código):												
Origen del agua:												
Volumen desalado ($hm^3/año$) (5):												
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):												
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/>												
Comentario:												
<i>(5) Distribución media mensual (m^3)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Arroyos vertiente N y SE
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos

- Agua del medio receptor: Acuíferos de la MASb
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 3)

Cond. eléc. en campo ($\mu\text{S}/\text{cm}$):	503
Nitrato (mg/L):	59,6
Cloruro (mg/L):	20,1
Sulfato (mg/L):	53,5
Nitritos (mg/L):	0,03

- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
 Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA	ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES																
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Superficial</td> <td style="width: 50%;">Profunda</td> </tr> <tr> <td>Balsas <input type="checkbox"/></td> <td>Sondeos <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Inundación <input type="checkbox"/></td> <td>Pozos <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Zanjas <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Canales <input type="checkbox"/></td> <td>Mixta: <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cauces <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Represas <input type="checkbox"/></td> <td>ASR: <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Otros <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>	Superficial	Profunda	Balsas <input type="checkbox"/>	Sondeos <input type="checkbox"/>	Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>	Zanjas <input type="checkbox"/>		Canales <input type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	Cauces <input type="checkbox"/>		Represas <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>		Estudios previos de caudales <input type="checkbox"/> Estudios previos del acuífero <input type="checkbox"/> Otros estudios: Planta de recarga <input type="checkbox"/> Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/> o Canal: o Azud: o Otros: Otras infraestructuras:
Superficial	Profunda																
Balsas <input type="checkbox"/>	Sondeos <input type="checkbox"/>																
Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>																
Zanjas <input type="checkbox"/>																	
Canales <input type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>																
Cauces <input type="checkbox"/>																	
Represas <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>																
Otros <input type="checkbox"/>																	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

Evaluar la escorrentía en los arroyos citados e investigar las posibilidades del terciario detrítico profundo bajo este páramo calcáreo.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Dada la disposición estructural de la masa (estratos horizontales de calizas formado una plataforma elevada sobre un fondo impermeable) y la situación de los posibles recursos hídricos naturales disponibles para la recarga (arroyos que drenan dicha plataforma), no resulta viable plantear esta operación de recarga artificial en las calizas del Páramo.

De acuerdo con los datos aportados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca, octubre 2009), para el periodo 1972-2009, el descenso de los niveles piezométricos al sur de la masa se cifra entre 5 y 10 m (en el intervalo de profundidad de 40 a 100 m) y entre 20 a 25 m (en el rango de profundidades mayores a 200 m); por lo que la actuación de recarga debe valorarse y plantearse en el acuífero detrítico confinado en profundidad.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

ASTUDILLO (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

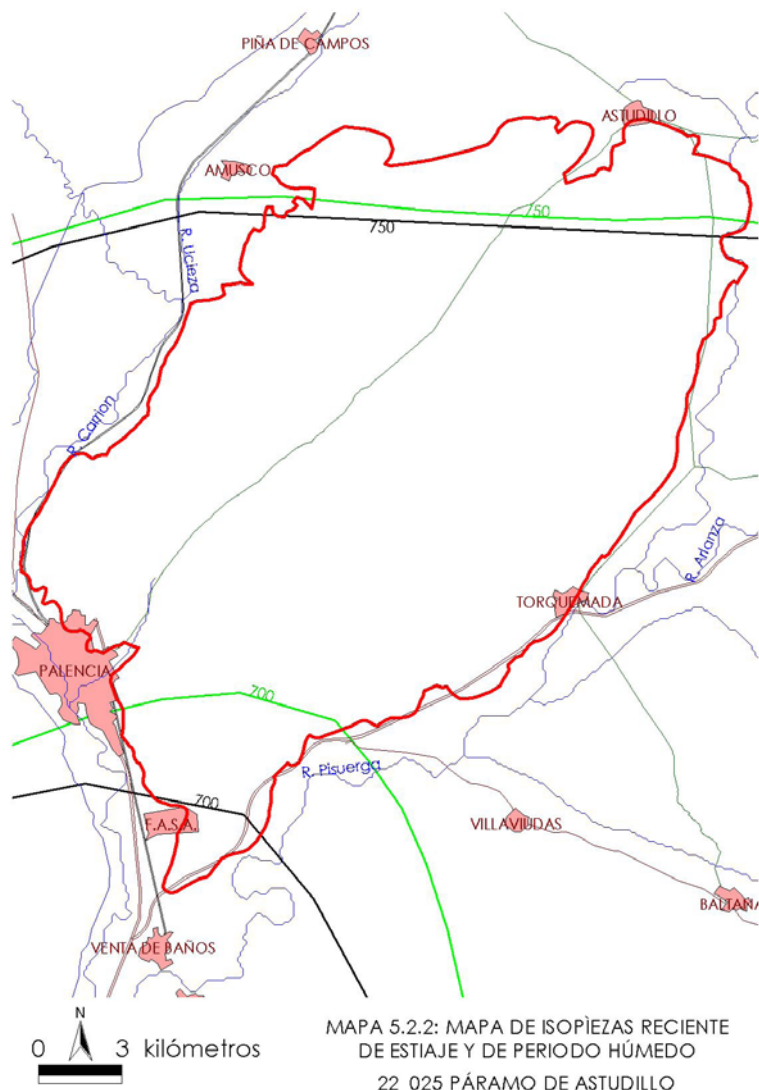
- 274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*
- 272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (Depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*
- 270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*
- 269, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*
- 268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (a veces encostradas). (terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*
- 267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*
- 265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*
- 264, Gravas, cantos, arenas y limos.(Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*
- 250, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas (frecuentemente encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Medio*
- 244, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*
- 242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*
- 234, Arcillas rojas. (Arcillas de descalcificación). *Turolinense-Holoceno*
- 228, Calizas (micríticas grises, con gasterópodos) y margocalizas. A techo, limos arenosos rojizos y costras calcáreas. CALIZAS DEL PÁRAMO SUPERIOR. *Vallesiense*
- 225, Margas y arcillas blanquecinas. *Vallesiense*
- 200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO. *Vallesiense*
- 197, Calizas "secundarias", margas y arcillas. *Vallesiense*
- 196, Calizas, margas y dolomías, con sendomorfos de cristales diagenéticos de yesos. *Vallesiense*
- 195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*
- 194, Niveles yesíferos, yesoarenitas y fangos salinos. *Vallesiense*
- 193, Dolomías y margas dolomíticas, con macrolenticulas de yesos. *Vallesiense*
- 190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Aragoniense-Vallesiense*
- 186, Arcillas y margas gris-negras, carbonatadas, ricas en gast. y carac. con intercalaciones de calizas, costras y arenas. FACIES ZARATÁN. *Aragoniense*
- 185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Vallesiense*
- 184, Limos y fangos ocre, a veces con cristales de yeso dispersos. *Aragoniense-Vallesiense*
- 181, Arcillas limolíticas grises, con intercalaciones de fangos ocre y, a veces, calizas arenosas, arenas y yesos. *Aragoniense*
- 178, Lutitas ocre y rojizas (fangos), con niveles de suelos calcimorfos y paleocanales, no cartografiables. FACIES LA SERNA. *Aragoniense-Vallesiense*
- 151, Arenas y gravas de costras calcáreas. (Paleocanales). *Aragoniense*
- 150, Arenas, areniscas y conglomerados o microconglomerados mixtos. (Paleocanales). *Aragoniense*
- 148, Limos, arcillas y arenas ocre, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Aragoniense*
- 84, Margas, yesos, arcillas y, a veces, margocalizas y calizas. FACIES VILLATORO. *Rambliense-Aragoniense*
- 81, Margas blancas y arcillas grises y, a veces calizas, dolomías y yesos. FACIES DUENAS. *Rambliense-Aragoniense*
- 80, Fangos ocre, con intercalaciones de arcillas grises. *Rambliense-Aragoniense*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO

Columna litológica tipo:

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
CONGLOMERADOS,ARCILLAS,ARENISCAS,MARGAS Y YESOS	70,00			TERCIARIO INDIFERENCIADO
CONGLOMERADOS,GRAVAS,ARENAS,LIMOS Y ARCILLAS	35,00			CUATERNARIO
CALIZAS,DOLOMÍAS Y MARGAS	170,00	6	15	CALIZAS DEL PÁRAMO
MARGAS,LUTITAS,ARCILLAS Y CALIZAS	120,00			FACIES CUESTAS

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA



INFORMACIÓN ADICIONAL 3: CALIDAD QUÍMICA DE LA MASA

Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	4/ 4	14,9	13,3	12,5	12,9	12,7	14,9	14,9	2.007/ 2.007
Nitrato (mg/L)	8/ 8	74,1	46,3	1,0	59,6	44,7	68,6	74,1	1.989/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	/								/
Plomo (mg/L)	/								/
Mercurio (mg/L)	/								/
Amonio total (mg NH4/L)	6/ 6	0,3	0,2	0,0	0,3	0,0	0,3	0,3	1.989/ 2.007
Cloruro (mg/L)	6/ 6	69,0	32,0	10,0	20,1	11,0	62,0	69,0	1.989/ 2.007
Sulfato (mg/L)	8/ 8	1.344,0	383,9	13,1	53,5	30,0	1.344,0	1.344,0	1.989/ 2.007
Conductividad de campo (medida in situ)	4/ 4	884	569	388	503	472	884	884	2.007/ 2.007
Amoniaco no ionizado	2/ 2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1.989/ 1.989
Nitritos	8/ 8	0,05000	0,02750	0,00000	0,03000	0,01000	0,05000	0,05000	1.989/ 2.007

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.05 PISUERGA (02.08 RIAZA)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.029 PÁRAMO DE ESGUEVA																																																										
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA																																																												
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Palencia, Burgos y Valladolid	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema incluye 63 TM (25 en Palencia, 10 en Burgos y 28 en Valladolid)																																																											
PLANOGEOLÓGICO DE LA MASA																																																												
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 0.5; font-size: small;"> <p>LEYENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> Límite provincial Sistema de Explotación de Recursos Masas de agua seleccionadas: PÁRAMO DE ESGUEVA </div> <div style="flex: 1.5; font-size: x-small;"> <p>LEYENDA GEOLÓGICA *</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">500000</td><td style="width: 50%;">197</td></tr> <tr><td>274</td><td>196</td></tr> <tr><td>272</td><td>195</td></tr> <tr><td>271</td><td>194</td></tr> <tr><td>270</td><td>193</td></tr> <tr><td>268</td><td>191</td></tr> <tr><td>267</td><td>190</td></tr> <tr><td>265</td><td>188</td></tr> <tr><td>264</td><td>187</td></tr> <tr><td>259</td><td>186</td></tr> <tr><td>257</td><td>185</td></tr> <tr><td>255</td><td>185</td></tr> <tr><td>253</td><td>171</td></tr> <tr><td>252</td><td>161</td></tr> <tr><td>251</td><td>158</td></tr> <tr><td>250</td><td>157</td></tr> <tr><td>248</td><td>155</td></tr> <tr><td>244</td><td>153</td></tr> <tr><td>242</td><td>152</td></tr> <tr><td>234</td><td>149</td></tr> <tr><td>228</td><td>148</td></tr> <tr><td>227</td><td>102</td></tr> <tr><td>226</td><td>97</td></tr> <tr><td>225</td><td>84</td></tr> <tr><td>223</td><td>83</td></tr> <tr><td>222</td><td>81</td></tr> <tr><td>203</td><td></td></tr> <tr><td>201</td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td></td></tr> </table> <p>*Consultar descripciones litológicas en el ANEXO A</p> </div> </div>			500000	197	274	196	272	195	271	194	270	193	268	191	267	190	265	188	264	187	259	186	257	185	255	185	253	171	252	161	251	158	250	157	248	155	244	153	242	152	234	149	228	148	227	102	226	97	225	84	223	83	222	81	203		201		200	
500000	197																																																											
274	196																																																											
272	195																																																											
271	194																																																											
270	193																																																											
268	191																																																											
267	190																																																											
265	188																																																											
264	187																																																											
259	186																																																											
257	185																																																											
255	185																																																											
253	171																																																											
252	161																																																											
251	158																																																											
250	157																																																											
248	155																																																											
244	153																																																											
242	152																																																											
234	149																																																											
228	148																																																											
227	102																																																											
226	97																																																											
225	84																																																											
223	83																																																											
222	81																																																											
203																																																												
201																																																												
200																																																												
<p>PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: Esta masa formaba parte de la Unidad Hidrogeológica 08 Central del Duero que figura en el Plan Hidrológico con problemas de sobreexplotación y en la cual se recomendaba realizar estudios concretos de viabilidad de recarga artificial en el valle del Esgueva. En la actualidad se encuentra en riesgo (cuantitativo y químico) de no alcanzar los objetivos medioambientales de la DMA en el año 2015.</p>																																																												
FINALIDAD DE LA RECARGA																																																												
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>																																																											
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>																																																										
<p>ACUÍFEROS IMPLICADOS: Terciario detrítico, Calizas del Páramo y Cuaternario aluvial</p>																																																												

ACUÍFERO RECEPTOR 1: Terciario detrítico

Tipo de acuífero						Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>	<u>Litología:</u> Margas, arenas arcóscicas, arcillas, calizas y yesos. <u>Espesores:</u> de 600 a 1.000 m <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad. 1)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	
Carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	

ACUÍFERO RECEPTOR 2: Calizas del Páramo

Tipo de acuífero						Litologías
Detrítico	<input type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>	<u>Litología:</u> Calizas, dolomías y margas. <u>Espesores:</u> de 6 a 19 m <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad. 1)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	

ACUÍFERO RECEPTOR 3: Cuaternario aluvial

Tipo de acuífero						Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>	<u>Litología:</u> Arcillas, arenas y gravas. <u>Espesores:</u> <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad. 1)
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	

Parámetros hidráulicos

		mínimo	medio	máximo
▪ Porosidad:	Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario aluvial		Karstificación Intergranular Intergranular	
▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día):	Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario aluvial		Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Muy alta: > 10 ²	
▪ Transmisividad (m ² /día)				
▪ Coeficiente almacenamiento				
▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 2)				
Oscilación estacional (m):				
▪ Espesor ZNS (m)				
▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año)				

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sur	a	s	p	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Este	a	s	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	a	s	p	

Observaciones:

La masa está constituida por las Calizas del Páramo superior (calizas grises con intercalaciones margosas y arcillosas) y las del Páramo inferior (alternancia de calizas, calizas margosas y margas), cuyos términos calcáreos se extienden sobre todo al oeste de la masa; ambas de edad Mioceno superior. De esta forma el sector oriental forma una extensión continua de páramo calcáreo, y hacia el oeste va quedando reducido por la erosión a cerros testigos aislados y pequeños retazos de escasas dimensiones, esta continuidad se ve interrumpida por el río Esgueva que parte en dos el páramo. El espesor del

Páramo superior calcáreo es de 6 a 9 m y hacia el oeste el Páramo inferior alrededor de 10 m. No existe una inclinación manifiesta de la plataforma carbonatada y el buzamiento de los estratos es horizontal. Por debajo de estos tramos carbonatados, e indentándose con el último, se sitúan las Facies de las Cuestas (margas, calizas, dolomías, arcillas y yesos) y debajo las facies arcilloso-arenosas del Mioceno medio-superior, que constituye el acuífero detrítico terciario confinado (MASb 022.067 Terciario detrítico confinado bajo los Páramos). Este acuífero no recibe aporte ninguno en sentido vertical (infiltración de lluvia o goteo de los acuíferos superiores (calizas del Páramo, acuífero cuaternario) ni cede agua hacia arriba (drenaje por los ríos), produciéndose todas las entradas y salidas naturales lateralmente, por los límites de esta región con las colindantes.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1	Río 2	Escorrentía
Nombre (código):		Esgueva en Castroverde de Cerrato	Esgueva en Villanueva de los Infantes	A° de los Madrazos
Ref. estación aforo:		2033	2025	Sin est.
Capacidad embalse (hm ³)				
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)		(Q) 1,218	(Q) 1,095	
- máxima		(Q) 7,68	(Q) 3,49	
- mínima		(Q) 0,03	(Q) 0,34	
Año o Periodo medida:		1977-1996	1997-2005	
		Total Aportación natural media anual (A):		
		Total Caudal medio anual (Q):		

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: posibilidad de derivar excedentes invernales del río Esgueva o del arroyo del Madrazo para infiltrarlos en el acuífero detrítico terciario (MASb 022.067). En el Informe "Recarga de acuíferos profundos en el valle del Esgueva (Valladolid-Palencia-Burgos). IGME, 1984" se realizan aforos en el río Esgueva y los arroyos Madrazos y Jaramiel para determinar la disponibilidad de caudales para la recarga, de los cuales se estima que para los arroyos citados se podrían extraer del orden de 25 L/s y en el río Esgueva no parece existir ningún problema para establecer una red de puntos de recarga a lo largo de su curso. (Inf. Ad. 3)

(2) Distribución media mensual: $Q(m^3/s)$

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río 1	0,75	0,95	1,34	1,75	2,11	1,65	1,81	1,77	1,21	0,82	0,55	0,55
Río 2	0,47	0,73	1,29	2,83	2,28	2,51	1,71	1,44	0,78	0,30	0,18	0,38
Escorrentía												

Comentario:

Agua depurada (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):	Baltanas			
Municipios conectados:				
Población (hab):		-	-	
Tipo de tratamiento:	Sin especificar			
Volumen depurado (V_d) (m ³ /año) (4):	554.874			
¿Existe reutilización?	no			
Referencia Concesión:				
Volumen reutilizado (V_r) (m ³ /año):				
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):	554.874			

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: la única EDAR situada dentro de esta masa es la de Baldadas, de escaso caudal y tipo de tratamiento, por lo que su uso en recarga artificial de acuíferos estaría condicionado a su tratamiento adecuado.

(4) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
EDAR 3												
EDAR 4												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):		
Origen del agua:		
Volumen desalado (hm ³ /año) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

<ul style="list-style-type: none"> <u>Agua de recarga:</u> - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: 	Río Esgueva	A° Los Madrazos		
	(26-04-84)	(24-04-84) (Inf. Ad. 3)		
	Cond. eléc. (µS/cm):	602	1.939	
	Cloruro (mg/L):	24,8	46,1	
	Sulfato (mg/L):	293,1	1.349,7	
Sólidos suspensión (mg/L):	3,0	-		
<ul style="list-style-type: none"> <u>Agua del medio receptor:</u> - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: 	Acuífero terciario	Punto 1714-2-0001 (Inf. Ad. 3)		
	detrítico (Inf. Ad. 4)	antes recarga	después recarga	
	Valores de la mediana	(6-03-84)	(13-04-84)	
	Cond. eléc. a 20° C (µS/cm):	2.410	1.770	1.182
	Nitrato (mg/L):	16	-	-
	Cloruro (mg/L):	356	234,0	99,3
	Sulfato (mg/L):	606	861,9	465,1
	Nitritos (mg/L):	0,1	-	-
Sólidos suspensión (mg/L):	-	-	390	

- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
- Buena Regular Media controlar sólidos en suspensión

La recarga con aguas del río Esgueva mejoraría la calidad en el acuífero

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales	<input checked="" type="checkbox"/>
Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos	Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/> Estudio hidrogeológico del valle del Esgueva. (IGME, 1981)
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos	Otros estudios:	
Zanjas	<input type="checkbox"/>	Planta de recarga	<input checked="" type="checkbox"/> Recarga de acuíferos profundos en el valle del Esgueva (Valladolid-Palencia-Burgos). (IGME, 1984) (Inf. Ad. 3)
Canales	<input type="checkbox"/> Mixta:	Infraestructuras de transporte	<input type="checkbox"/>
Cauces	<input type="checkbox"/>	o Canal:	
Represas	<input type="checkbox"/> ASR:	o Azud:	
Otros	<input type="checkbox"/>	o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

La actuación de recarga artificial del terciario detrítico requiere una puesta al día del estudio realizado por el IGME en 1984, con objeto de dotar de una mayor efectividad a la operación. En concreto requiere determinar con mayor exactitud los caudales disponibles en el río Esgueva y en el arroyo Madrazos, respetando los caudales ecológicos establecidos en el marco de la DMA, el estudio de su calidad físico-química (esencialmente en los aspectos relacionados con la colmatación), así como la selección de los emplazamientos más favorables en función de la geometría detallada del acuífero y de sus parámetros hidráulicos, a determinar mediante ensayos de bombeo.

Con la información actualizada se realizará una instalación fija de recarga que servirá como planta piloto, de manera que los resultados funcionando en condiciones reales a lo largo del año (Octubre - Mayo) permitan diseñar y planificar una estrategia de recarga artificial en toda la MASb.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Dada la disposición estructural de las calizas del Páramo y la situación de los posibles recursos hídricos naturales disponibles para la recarga, no resulta viable plantear esta operación de recarga artificial (salvo con el empleo de aguas depuradas, pero en este caso no representan un potencial adecuado).

Respecto al acuífero detrítico terciario (diferenciado actualmente en el MASb 022.067), la prueba de recarga realizada en 1984, aunque limitada en el tiempo (1 mes de duración) y en el espacio (por ser puntual), indica la viabilidad de la recarga como un método adecuado para paliar el problema de sobreexplotación del acuífero. Al analizar los datos obtenidos mediante un modelo matemático, se obtiene que para mantener los descensos de niveles de agua dentro de unos límites aceptables, se precisarían del orden de unas 15 instalaciones fijas de recarga. En algunas zonas (Amusquillo y Castroverde de Cerrato) se producirían incluso ascensos de niveles como resultado de la recarga. Por otra parte, otro beneficio adicional es la mejora de la calidad del agua subterránea aunque este efecto ha de valorarse en pruebas de larga duración.

Por ello, se considera factible iniciar los estudios de actualización de viabilidad de la recarga a los largo del río Esgueva y arroyo Madrazos para invertir la tendencia al descenso de los niveles piezométricos, cifrados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca. Octubre de 2009) desde el año 1972 al 2009, de hasta 15 m en el rango de profundidades del agua de 40 a 100 m; y entre 20 y 40 m según zonas en el rango de profundidades mayores de 200 m.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

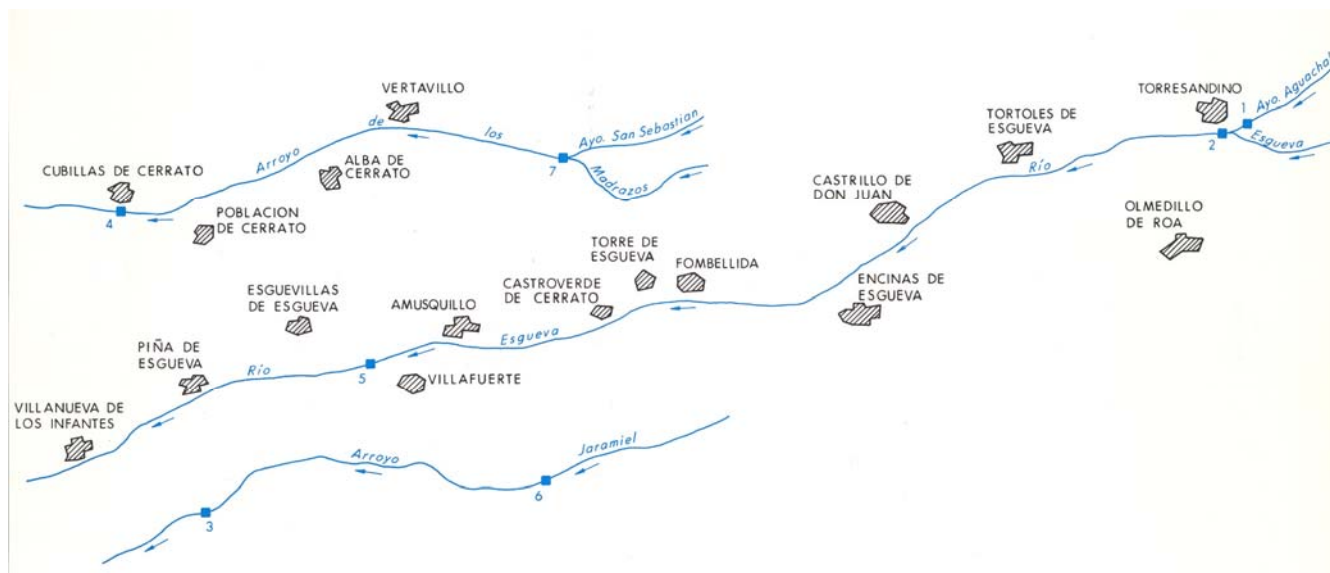
PÁRAMO DE ESGUEVA (LEYENDA GEOLÓGICA)

- 500000, Masas de agua
- 274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*
- 272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*
- 270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*
- 268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (a veces encostradas). (terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*
- 267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*
- 265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*
- 264, Gravas, cantos, arenas y limos. (Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 259, Travertinos y tobas calcáreas. (Travertinos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 257, Calizas travertínicas. (Travertinos). *Pleistoceno Inferior-Medio*
- 255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio-Holoceno*
- 252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*
- 251, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Superior*
- 250, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (frecuentemente, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Medio*
- 248, Arenas, limos, bloques, arcillas. (Deslizamientos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 244, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*
- 242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*
- 234, Arcillas rojas. (Arcillas de descalcificación). *Turolense-Holoceno*
- 228, Calizas (micriticas grises, con gasterópodos) y margocalizas. A techo, limos arenosos rojizos y costras calcáreas. CALIZAS DEL PÁRAMO SUPERIOR. *Vallesiense*
- 227, Calizas, lutitas y nódulos carbonatados, brechas calcáreas y oncolíticas. *Vallesiense*
- 226, Margas, margocalizas blancas, lutitas rojas y arcillas ocre-verdes, ocasionalmente, niveles de arcillas y oncoides. *Vallesiense*
- 225, Margas y arcillas blanquecinas. *Vallesiense*
- 223, Gravas, arenas y lutitas rojas. *Vallesiense*
- 222, Arcillas rojizas, con niveles conglomeráticos. *Vallesiense*
- 203, Limos arcillosos, con suelos calcimórfos, arcillas, arenas, areniscas y margocalizas. SERIE "INTERPARAMOS INFERIOR-SUPERIOR" P.D. *Aragoniense-Vallesiense*
- 201, Margas y margocalizas blancas o grises, y arcillas. *Vallesiense*
- 200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO. *Vallesiense*
- 197, Calizas "secundarias", margas y arcillas. *Vallesiense*
- 196, Calizas, margas y dolomías, con pseudomorfos de cristales diagenéticos de yesos. *Vallesiense*
- 195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*
- 194, Niveles yesíferos, yesoarenitas y fangos salinos. *Vallesiense*
- 193, Dolomías y margas dolomíticas, con macrolenticulas de yesos. *Vallesiense*
- 191, Arcillas rojas, con intercalaciones de areniscas. *Vallesiense*
- 190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Aragoniense-Vallesiense*
- 188, Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas, margas y calizas. FACIES TORDOMAR. *Aragoniense-Vallesiense*
- 187, Margas yesíferas, y a veces, lutitas rojas, con intercalaciones, areno-areniscosas, calcáreas y dolomíticas. *Aragoniense-Vallesiense*
- 186, Arcillas y margas gris-negras, carbonatadas, ricas en gast. y carac. con intercalaciones de calizas, costras y arenas. FACIES ZARATÁN. *Aragoniense*
- 185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Vallesiense*
- 171, Calizas y margocalizas (y, a veces, margas y arcillas). CALIZAS DEL PÁRAMO INFERIOR. *Aragoniense*
- 161, Calizas, dolomías, margocalizas y margas. *Aragoniense*
- 158, Conglomerados con cantos metamórficos o cuarcíticos. *Aragoniense*
- 157, Limos rojizos, con intercalaciones carbonatadas, areniscosas y conglomerados. UNIDAD DETRITICA DE ARANDA P.D. *Aragoniense*
- 155, Facies "marmorizadas" (paleosuelo). PSEUDOGLEY. *Aragoniense*
- 153, Margas y calizas. *Aragoniense*
- 152, Suelos calciformos, costras calcáreas. *Aragoniense*
- 151, Arenas y gravas de costras calcáreas. (Paleocanales). *Aragoniense*
- 149, Paleocanales de arenas, soldados, con intercalaciones de fangos ocre. FACIES CABEZÓN. *Aragoniense*
- 148, Limos, arcillas y arenas ocre, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Aragoniense*
- 102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcosas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Ramblense-Aragoniense*
- 97, Calizas, margocalizas y margas. Karstificación a techo, en el Noreste. CALIZAS "TERMINALES" DE DUEÑAS. *Aragoniense*
- 84, Margas, yesos, arcillas y, a veces, margocalizas y calizas. FACIES VILLATORO. *Ramblense-Aragoniense*
- 83, Yesos. *Ramblense*
- 81, Margas blancas y arcillas grises y, a veces calizas, dolomías y yesos. FACIES DUEÑAS. *Ramblense-Aragoniense*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
MARGAS,LUTITAS,ARCILLAS Y CALIZAS	500,00			FACIES CUESTAS
CALIZAS,DOLOMÍAS Y MARGAS	1.000,00	6	10	CALIZAS DEL PÁRAMO
ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	300,00			CUATERNARIO
MARGAS,ARENAS ARCÓNICAS,ARCILLAS,CALIZAS Y YESOS	300,00	600	1.000	TERCIARIO INDIFERENCIADO

Gráfico 1: Situación de los puntos de aforo y muestreo



Cuadro nº 1.- Resumen de aforos en los ríos

Punto de aforo	CAUDAL (L/s). Año 1984							
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Septiembre	
Arroyo Aguachal	P-1	39,4	80,7	273,0	87,0	183,9	42,4	2,5
Río Esgueva	P-2	352,1	412,7	1.492,	531,	1.994,	534,	241,8
	P-5	467,0	435,9	1.250,9	694,	1.960,	400,	43,1
Arroyo Madrazos	P-7	-	-	30,5	29,3	27,8	13,4	1,0
	P-4	1,7	32,6	47,4	47,0	84,0	18,4	0,0
Arroyo Jaramiel	P-6	-	-	4,6	3,0	6,9	2,2	0,0
	P-3	94,4	187,2	69,8	52,6	27,1	0,5	0,0

En consecuencia, se estima que para los arroyos Madrazos y Jaramiel se podrían detraer del orden de 25 L/s para recargar el terciario y en el río Esgueva no parece existir ningún problema para establecer una red de puntos de recarga a lo largo del curso del mismo.

3.2.- Calidad de las aguas superficiales

Simultáneamente a los aforos y en los mismos puntos se han realizado muestreos de la calidad de las aguas superficiales:

CUADRO Nº 2 CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

PUNTO DE AFORO	P-3	P-3	P-3	P-3		P-6			
FECHA	3-84	25-4-84	29-5-84	6-84		3-84			
Río	Jaramiel	Jaramiel	Jaramiel	Jaramiel		Jaramiel			
Conductividad $\mu\text{mhos/cm}$	2.190	2.120	2.260	2.150		1.036			
$\text{CO}_3 \text{H}^-$ (p. p. m.)	331,9	334,4	263,6	317,3		344,1			
CO_3^{2-}	0	0	0	0		0			
Cl^-	44,0	51,8	46,1	70,9		31,9			
SO_4^{2-}	1.278,2	1.728,0	1.313,5	1.278,2		303,1			
Ca^{++}	384,8	384,8	364,7	384,8		140,3			
Mg^{++}	167,8	221,3	197,0	155,6		73,0			
Na^+	20,0	21,4	21,4	20,7		7,3			
K^+	6,3	6,3	5,8	6,6		1,1			
Dureza total	1.661,1	1.884,1	1.732,6	1.610,4		654,7			
S. A. R.	0,21	0,22	0,22	0,23		0,13			
Turbidez (U.N.)									
Solidos en suspensión ($\mu\text{p. m.}$)									
pH	7,70	7,80	8,30	8,05		7,45			

CUADRO N° 2 CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

PUNTO DE AFORO	P-4	P-4	P-4	P-4	P-4	P-4			P-7	
FECHA	26-1-84	24-2-84	3-84	24-4-84	30-5-84	6-84			3-84	
Río	Madrazos	Madrazos	Madrazos	Madrazos	Madrazos	Madrazos			Madrazos	
Conductividad $\mu\text{mhos/cm}$	2.050	1.857	2.000	1.939	1.900	2.200			990	
$\text{CO}_3 \text{H}^-$ (p. p. m.)	292,9	305,1	244,1	292,9	229,4	268,5			331,9	
$\text{CO}_3^{=}$ "	0	0	0	0	26,4	25,2			0	
Cl^- "	49,6	42,5	46,1	46,1	37,6	39,0			25,5	
$\text{SO}_4^{=}$ "	1.349,7	1.117,6	1.025,0	1.349,7	1.114,5	1.464,4			390,7	
Ca^{++} "	352,7	320,6	192,4	208,4	176,4	360,7			148,3	
Mg^{++} "	170,2	150,8	180,0	279,7	209,2	187,3			87,6	
Na^+ "	30,7	28,1	26,1	22,0	19,4	26,7			8,7	
K^+ "	12,8	7,4	9,7	6,1	5,2	3,4			1,4	
Dureza total "	1.591,1	1.429,9	1.230,8	1.686,4	1.312,4	1.682,1			735,5	
S. A. R.	0,34	0,32	0,32	0,23	0,23	0,28			0,14	
Turbidez (U.N.)										
Sólidos en suspensión (p.p.m.)										
pH	8,10	8,20	8,15	7,90	8,30	8,30			7,70	

PUNTO DE AFORO	P-5	P-5	P-5	P-5	P-5	P-5			P-2	P-1
FECHA	26-1-84	23-2-84	3-84	26-4-84	29-5-84	6-84			26-4-84	26-4-84
Río	Esgueva	Esgueva	Esgueva	Esgueva	Esgueva	Esgueva			Esgueva	Esgueva
Conductividad $\mu\text{mhos/cm}$	528	636	503	602	448	741			416	435
$\text{CO}_3 \text{H}^-$ (p. p. m.)	292,9	170,9	195,3	302,7	213,9	324,6			288,0	310,0
$\text{CO}_3^{=}$ "	0	0	0	0	24,0	0			0	0
Cl^- "	14,2	14,2	26,9	24,8	24,1	27,7			17,7	22,7
$\text{SO}_4^{=}$ "	188,4	327,0	138,9	293,1	97,0	277,6			8,5	3,0
Ca^{++} "	100,2	120,2	80,2	108,2	68,1	140,3			78,2	88,2
Mg^{++} "	51,1	31,6	24,3	53,5	29,2	36,5			26,8	24,3
Na^+ "	5,7	7,3	5,5	67,5	3,7	7,3			4,3	5,7
K^+ "	3,6	2,6	2,5	2,5	2,1	2,1			1,5	4,2
Dureza total "	463,3	432,3	301,7	493,5	291,9	502,7			306,9	321,8
S. A. R.	0,12	0,15	0,14	1,33	0,10	0,14			0,11	0,14
Turbidez (U.N.)		0,8	1,5	1,3	1,5				3,2	2,2
Sólidos en suspensión (p.p.m.)		1,0	2,0	3,0	9,5				9,0	4,0
pH	8,00	8,25	7,80	7,75	8,10	7,90			7,10	7,45

En resumen se observa que el agua del río Esgueva tiene un contenido en sales inferior a las aguas del acuífero terciario, mientras que las de los arroyos Madrazos y Jaramiel son más similares a las subterráneas. En consecuencia, recargar los acuíferos terciarios con agua del río Esgueva puede presentar un beneficio adicional al de la elevación de los niveles piezométricos, como es mejorar la calidad del agua subterránea. No parece que deba ocurrir lo mismo si la recarga se efectúa a partir del agua de los arroyos Jaramiel y Madrazos, ya que las conductividades son superiores a las detectadas en el acuífero.

Por otra parte, para estimar la colmatación por la inyección de aguas superficiales se han determinado los sólidos en suspensión y turbidez. En el río Esgueva, dan valores reducidos, del orden de 2-3 mg/L, si bien con algún aumento brusco del caudal del río, como se detectó en abril, alcanzan un valor de 30 mg/L. Para paliar el efecto de la colmatación se instaló antes de la inyección un filtro de grava que redujo los sólidos en suspensión a valores de 0,5 mg/L.

3.3.- Calidad de las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas de los valles del Esgueva, Madrazos y Jaramiel en la zona del Páramo son fundamentalmente sulfatadas sódicas, aumentando su contenido en sales a medida que progresan en la dirección del flujo subterráneo. La conductividad tiene valores comprendidos entre 2.000 y 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los sulfatos son del orden de 700 mg/L y el sodio oscila entre 350 y 525 mg/L.

Los análisis efectuados durante los ensayos de bombeo posteriores a la recarga indican que el agua primero tiene un carácter sulfatado cálcico-magnésico, muy similar al río Esgueva pero con valores de conductividad superiores. A medida que progresa el bombeo el agua va recobrando su carácter sulfatado sódico y las concentraciones iónicas y conductividad van aumentando aproximándose al carácter original del agua del acuífero. Es decir, el efecto observado inmediatamente después de la inyección es el de una interfase que mejora sensiblemente las características del agua del acuífero ya que las conductividades pasan de 2.000 a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. No obstante existe una gran dificultad para predecir este efecto a largo plazo por lo que habría que realizar pruebas de más larga duración.

CUADRO N° 3 CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

SONDEO	1714-2-001	1714-6-004	1714-6-017	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001
FECHA	17-11-83	24-11-83	17-11-83	6-3-84	6-3-84	12-4-84	12-4-84	12-4-84	12-4-84	12-4-84	13-4-84
Tiempo de bombeo	--	--	--	100' bombeo	16h bombeo	1er.escala 16n	2°esca-16n	3er escala 16n	4°esca-16n	3h. 12' bombeo (Q.cte)	18h. bombeo (Q.cte)
Conductividad $\mu\text{mhos}/\text{cm}$	2.420	2.220	2.480	1.770	1.784	1.190	1.100	1.063	1.024	1.027	1.182
CO_3H^- (p. p. m.)	280,7	256,3	305,1	256,3	268,5	231,9	244,1	213,6	273,4	266,0	275,8
CO_3^{2-}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl^-	345,5	312,0	411,2	234,0	234,0	60,3	58,1	85,1	88,6	93,6	99,3
SO_4^{2-}	763,2	739,6	484,3	861,9	861,9	427,4	408,9	372,7	235,7	365,9	465,1
Ca^{++}	60,1	88,2	52,1	100,2	96,2	156,3	140,3	116,2	92,2	84,2	100,2
Mg^{++}	24,3	85,1	21,9	85,1	73,0	75,4	82,7	48,6	46,2	55,9	85,1
Na^+	507,7	380,8	521,0	374,1	354,0	24,0	33,4	80,2	86,8	120,2	113,6
K^+	6,1	6,2	6,0	5,5	5,2	3,4	3,3	3,3	3,4	3,7	3,7
Dureza total				605,2	544,5	704,9	695,2	493,3	423,0	443,5	605,2
S. A. R.	13,93	6,91	15,24	6,64	6,63	0,40	0,55	1,58	1,84	2,49	2,02
Turbidez (U.N.)						50	40	90	190		52
Solidos en suspensión (p.p.m.)						182	173	728	890		390
pH	8,3	8,3	8,4	7,7	7,65	7,40	7,50	7,50	7,75	7,80	7,50

3.5.- Ensayo de recarga

La prueba de recarga, de 1 mes de duración (inicio: 12-03-84, fin: 10-04-84), se realiza en un punto (sondeo 1714-6-0001) situado a 300 m de la toma del río Esgueva (punto 5 del gráfico 1). El agua bombeada desde el río llega a una cuba de hierro rellena de grava silíceo calibrada 2-3 mm (cubierta con grava silíceo calibrada 3-5 mm), en cuyo fondo se ha colocado 5 m de tubería filtro tipo puentecillo de 200 mm \varnothing y 1 mm de abertura. Este filtro se halla ciego por uno de sus extremos y por el otro se comunica con la tubería de entrada al sondeo que penetra por debajo del nivel piezométrico a fin de evitar la formación de burbujas.

3.5.1.- Evolución de caudales y volumen acumulado

El régimen de inyección ha sido de 7 horas 30 minutos diarios, excepto fines de semana, durante 1 mes. El volumen total inyectado ha sido de **6.390 m³**, lo que supone un caudal equivalente de **11,8 L/s** continuos. El caudal que admite el sondeo al comenzar la recarga cada día es del orden de 15 L/s y una vez se alcanza el equilibrio el caudal de admisión queda en valores del orden de 10 L/s.

Por otra parte, se observa que el caudal específico para la recarga, una vez estabilizado el nivel, es del orden de 0,35 L/s/m, que es inferior al caudal específico obtenido en ensayos de bombeo en el mismo sondeo y que se sitúan en valores de 0,50 L/s/m; por lo que puede pensarse que, para futuras recargas en la zona, el caudal que admiten los sondeos por metro de ascenso puede ser del orden del 70% del caudal por metro de descenso que se extraiga en los ensayos de bombeo previos.

6.- Conclusiones

La prueba realizada, aunque limitada por una parte en el tiempo y por otra en el espacio por ser puntual, indica la viabilidad de la recarga como un método adecuado con miras a la solución del problema (acuífero sobreexplotado).

Al analizar los datos obtenidos mediante un modelo matemático que simula el acuífero, se obtiene que para mantener los descensos de niveles de agua dentro de unos límites aceptables, se precisarían del orden de unas 15 instalaciones fijas de recarga. En algunas zonas (Amusquillo y Castroverde de Cerrato) se producirían incluso ascensos de niveles como resultado de la recarga. Por otra parte, otro beneficio adicional es la mejora de la calidad del agua subterránea aunque este efecto ha de valorarse en pruebas de larga duración.

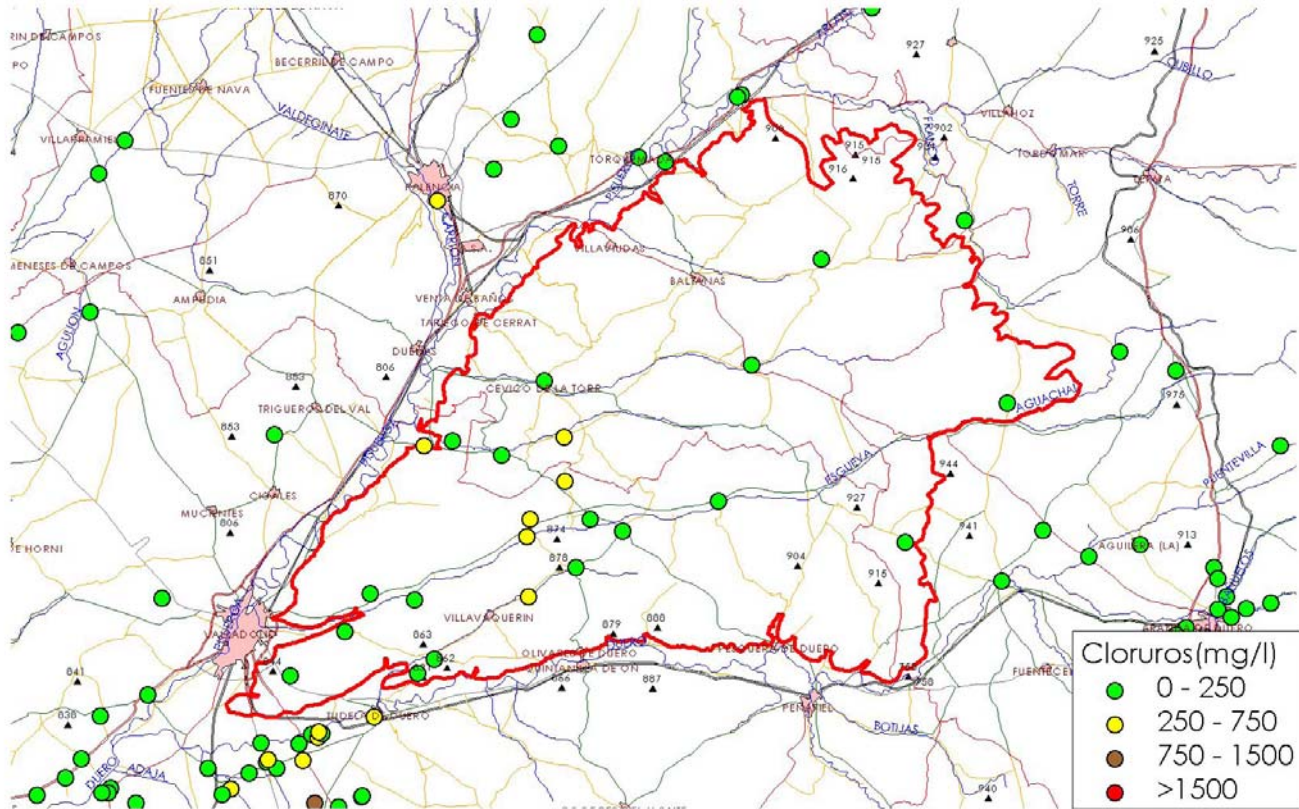
La siguiente etapa de los trabajos será la realización de una instalación fija de recarga que servirá como planta piloto para, por una parte, analizar y solucionar los problemas prácticos que se presentan en su realización, y por otra, para llevar a cabo una prueba durante todo el periodo de no utilización de agua para el regadío (Octubre-Mayo). Los datos que aportará dicha instalación, con un funcionamiento en condiciones reales a lo largo del año ayudarán a una mejor planificación de las posteriores actuaciones.

- **INFORME: "IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES Y PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DE RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS EN LAS CUENCAS INTERCOMUNITARIAS. DGOHCA-IGME, 2000"**

UH. 02.08 REGIÓN CENTRAL DEL DUERO. Valle de la Esgueva.

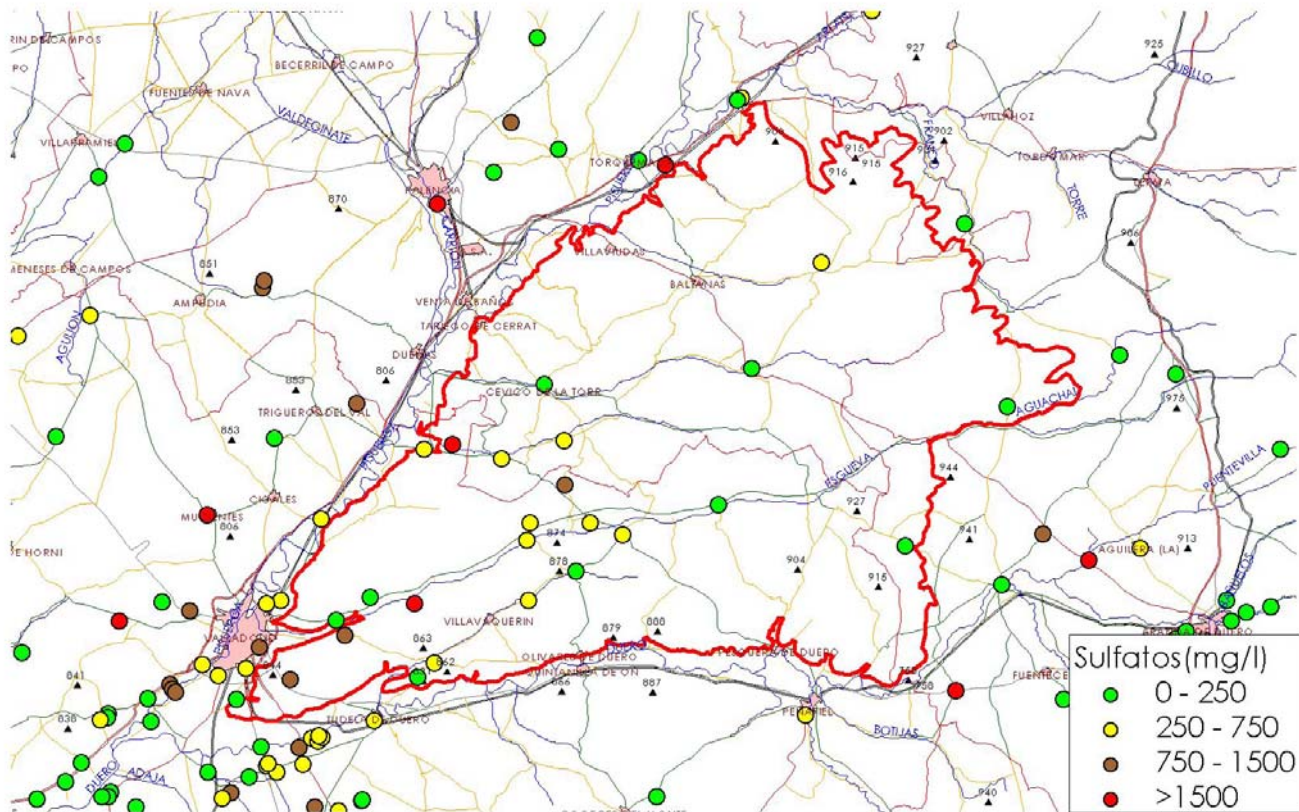
La recarga artificial en el Valle de la Esgueva, tiene como objetivo paliar los descensos de niveles registrados en la zona de Esguevillas de Esgueva y garantizar así la viabilidad de los regadíos con aguas subterráneas existentes en la misma. Se recargaría el acuífero del terciario detrítico a partir de aguas superficiales del Esgueva en el período de octubre a mayo. En el estudio realizado por el IGME (IGME,1984) se estimó el volumen recargable en unos 6,3 hm³/año, mediante la infiltración a presión atmosférica de 20 L/s en 15 pozos de recarga durante 8 meses. El sistema de recarga probablemente requerirá de la construcción de 15 a 20 pozos de recarga, situados a lo largo del valle, y sus correspondientes tomas en el río, canales, balsas de decantación y canales de evacuación de excedentes.

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CALIDAD QUÍMICA (Caracterización adicional)



**MAPA 10.4.2: MAPA DE NIVELES DE REFERENCIA
22_029 PÁRAMO DE ESGUEVA**

0 5 kilómetros



**MAPA 10.4.3: MAPA DE NIVELES DE REFERENCIA
22_029 PÁRAMO DE ESGUEVA**

0 5 kilómetros

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.05 PISUERGA (02.04 CARRIÓN, 02.10 BAJO DUERO)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.032 PÁRAMO DE LOS TOROZOS
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Palencia y Valladolid	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 21 TM (4 en Palencia y 17 en Valladolid)	
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: La Unidad Hidrogeológica 07 Páramo de los Torozos, que se corresponde con la actual Masa de Agua Subterránea, figura en el Plan Hidrológico con problemas de sobreexplotación; además se encuentra en uno de los SER de la cuenca más vulnerables a las sequías.		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>	
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>	
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Terciario detrítico, Calizas del Páramo y Cuaternario aluvial		

ACUÍFERO RECEPTOR 1: Terciario detrítico

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<u>Litología:</u> Margas, arenas arcósicas, arcillas, calizas y yesos. <u>Espesores:</u> de 600 a 1.000 m <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad. 1)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	
Carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	

ACUÍFERO RECEPTOR 2: Calizas del Páramo

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<u>Litología:</u> Calizas, dolomías y margas. <u>Espesores:</u> de 6 a 19 m <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad. 1)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	

ACUÍFERO RECEPTOR 3: Cuaternario aluvial

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<u>Litología:</u> Arcillas, arenas y gravas. <u>Espesores:</u> <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad. 1)
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad: Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario aluvial ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día): Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario aluvial ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 2) ▪ Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Karstificación Intergranular Intergranular Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Muy alta: > 10 ²	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp) (2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s) (3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Sur	a	s	p	
Este	a	s	p	
Oeste	a	s	p	

Observaciones: la masa constituye una extensa plataforma elevada, apenas ligeramente inclinada hacia el suroeste. Queda definida por los materiales de la facies Calizas inferiores del Páramo (calizas, dolomías y margas con niveles arcillosos), de edad Mioceno superior. Los espesores registrados son de unos 6-8 m, con máximos de 15 m con una disposición de los estratos horizontal. Inmediatamente debajo se emplazan las Facies de las Cuestas (margas, calizas, dolomías, arcillas y yesos) y subyacentes facies detríticas (areniscas y arcillas), términos equivalentes a la facies de Tierra de Campos del Mioceno medio y superior.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input checked="" type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>									
Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1	Canal 1	Esorrentía								
Nombre (código):				A^{os} margen dcha Pisuegra								
Ref. estación aforo:												
Capacidad embalse (hm ³)		-	-									
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)												
- máxima												
- mínima												
Año o Periodo medida:												
	Total Aportación natural media anual (A):											
	Total Caudal medio anual (Q):											
Disponibilidad hídrica estimada (D _{he}):												
<u>Comentario:</u> evaluar los caudales invernales de los arroyos que vierten en la margen derecha del río Pisuegra entre las localidades de Dueñas y Valladolid para infiltrarlos en el acuífero detrítico terciario (MASb 022.067).												
<i>(2) Distribución media mensual: A(m³) ó Q(m³/s)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1												
Río 1												
Canal 1												
Esorrentía												
Comentario:												
Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1											
Nombre (código):	Cigales											
Municipios conectados:												
Población (hab):												
Tipo de tratamiento:	Secundario											
Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (4):	344.880											
¿Existe reutilización?	no											
Referencia Concesión:												
Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año):												
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):	344.880											
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> estudiar <input checked="" type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/>												
<u>Comentario:</u> en la parte de la MASb de este SER sólo se localiza la EDAR de Cigales que, aunque tiene escaso caudal y requería mejorar el tratamiento del efluente, podría estudiarse su utilización en recarga artificial de acuíferos.												
<i>(4) Distribución media mensual (m³)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
¿Disponibilidad estacional? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/>												
Comentario:												

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):		
Origen del agua:		
Volumen desalado (hm ³ /año) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Arroyos margen derecha Pisuerga EDAR Cigales
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos Sin datos
- Agua del medio receptor: Acuífero terciario detrítico
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 3)

Cond. eléc. a 25° C (µS/cm):	155
Nitrato (mg/L):	40
Cloruro (mg/L):	29
Sulfato (mg/L):	539
Nitritos (mg/L):	0,05
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales	<input type="checkbox"/>
Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos	Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/>
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos	Otros estudios:	
Zanjas	<input type="checkbox"/>	Planta de recarga	<input type="checkbox"/>
Canales	<input type="checkbox"/> Mixta:	Infraestructuras de transporte	<input type="checkbox"/>
Cauces	<input type="checkbox"/>	o Canal:	
Represas	<input type="checkbox"/> ASR:	o Azud:	
Otros	<input type="checkbox"/>	o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

No se dispone de información suficiente para realizar una propuesta determinada de recarga. En principio parece que el sistema adecuado a los materiales detríticos terciarios serían sondeos (o un sistema mixto donde el terciario funcione como libre) aunque las distintas posibilidades deberán determinarse con un **estudio hidrogeológico concreto** de esta zona que determine la viabilidad técnica de esta actuación.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Dada la disposición estructural de la masa (estratos horizontales de calizas formado una plataforma elevada sobre un fondo impermeable) y la situación de los posibles recursos hídricos naturales disponibles para la recarga (arroyos que drenan dicha plataforma), no resulta viable plantear esta operación de recarga artificial en las calizas del Páramo.

Aunque no se dispone de información suficiente sobre el agua de recarga, sí se considera factible iniciar los estudios previos de viabilidad acerca de las posibles alternativas de recarga en el acuífero detrítico terciario para invertir la tendencia al descenso de los niveles piezométricos, sobre todo en esta parte de la MASb donde los descensos piezométricos cifrados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca (España). 20 a 23 de octubre de 2009) en el rango de profundidades mayor de 200 m, llegan a ser de 30 a 35 m (desde el año 1972 hasta el 2009).

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

PÁRAMO DE LOS TOROZOS (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (a veces encostradas). (terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos. (Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

260, Gravas, cantos, arenas y limos. (a veces encostrados). (Abanicos asociados a terrazas indiferenciadas). *Plioceno-Holoceno*

255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

251, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Superior*

250, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (frecuentemente, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Medio*

249, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Plioceno-Holoceno*

248, Arenas, limos, bloques, arcillas. (Deslizamientos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

244, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

228, Calizas (micriticas grises, con gasterópodos) y margocalizas. A techo, limos arenosos rojizos y costras calcáreas. CALIZAS DEL PÁRAMO SUPERIOR. *Vallesiense*

225, Margas y arcillas blanquecinas. *Vallesiense*

201, Margas y margocalizas blancas o grises, y arcillas. *Vallesiense*

200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO. *Vallesiense*

196, Calizas, margas y dolomías, con sendomorfos de cristales diagenéticos de yesos. *Vallesiense*

195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*

194, Niveles yesíferos, yesoarenitas y fangos salinos. *Vallesiense*

190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Aragoniense-Vallesiense*

186, Arcillas y margas gris-negras, carbonatadas, ricas en gast. y carac. con intercalaciones de calizas, costras y arenas. FACIES ZARATÁN. *Aragoniense*

185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Vallesiense*

184, Limos y fangos ocreos, a veces con cristales de yeso dispersos. *Aragoniense-Vallesiense*

183, Arcillas y margas grises, con intercalaciones de margocalizas (con ostracodos). FACIES CUESTAS. ARCILLO-MARGOSA. *Aragoniense*

181, Arcillas limolíticas grises, con intercalaciones de fangos ocreo y, a veces, calizas arenosas, arenas y yesos. *Aragoniense*

155, Facies "marmorizadas" (paleosuelo). PSEUDOGLEY. *Aragoniense*

152, Suelos calciformos, costras calcáreas. *Aragoniense*

151, Arenas y gravas de costras calcáreas. (Paleocanales). *Aragoniense*

149, Paleocanales de arenas, soldados, con intercalaciones de fangos ocreos. FACIES CABEZÓN. *Aragoniense*

148, Limos, arcillas y arenas ocreos, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Aragoniense*

102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcílicas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcósas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Rambliense-Aragoniense*

101, Conglomerados y arcósas, con matriz limosa, amarilla o blanca. (ARENISCAS DE GARCIBERNÁNDEZ). *Rambliense-Aragoniense*

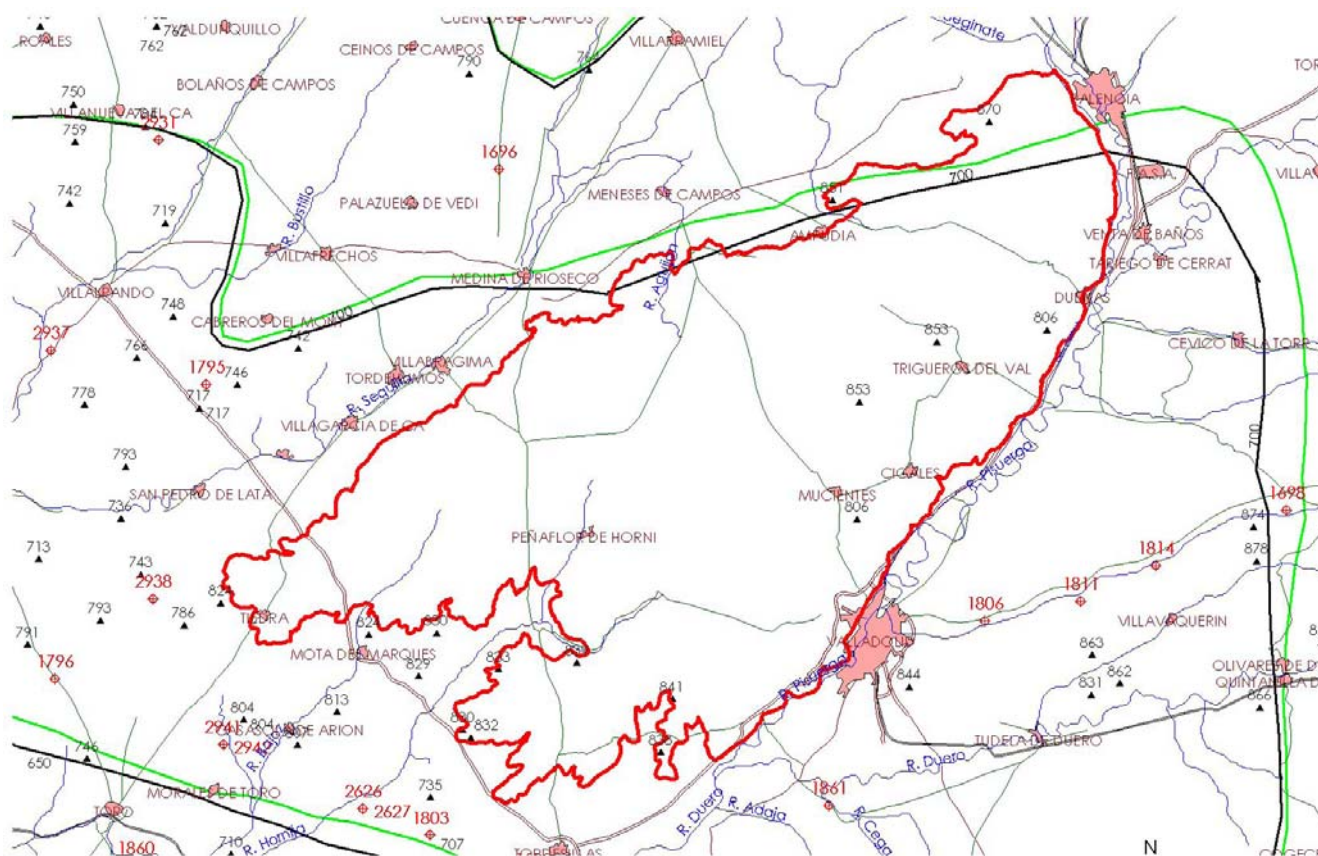
81, Margas blancas y arcillas grises y, a veces calizas, dolomías y yesos. FACIES DUEÑAS. *Rambliense-Aragoniense*

80, Fangos ocreos, con intercalaciones de arcillas grises. *Rambliense-Aragoniense*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA TIPO

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENISCAS, MARGAS Y CALIZAS	150,00			TERCIARIO INDIFERENCIADO
MARGAS, LUTITAS, ARCILLAS Y CALIZAS	350,00			FACIES CUESTAS
CALIZAS, DOLOMÍAS Y MARGAS	900,00	6	15	CALIZAS DEL PÁRAMO
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	56,00			CUATERNARIO

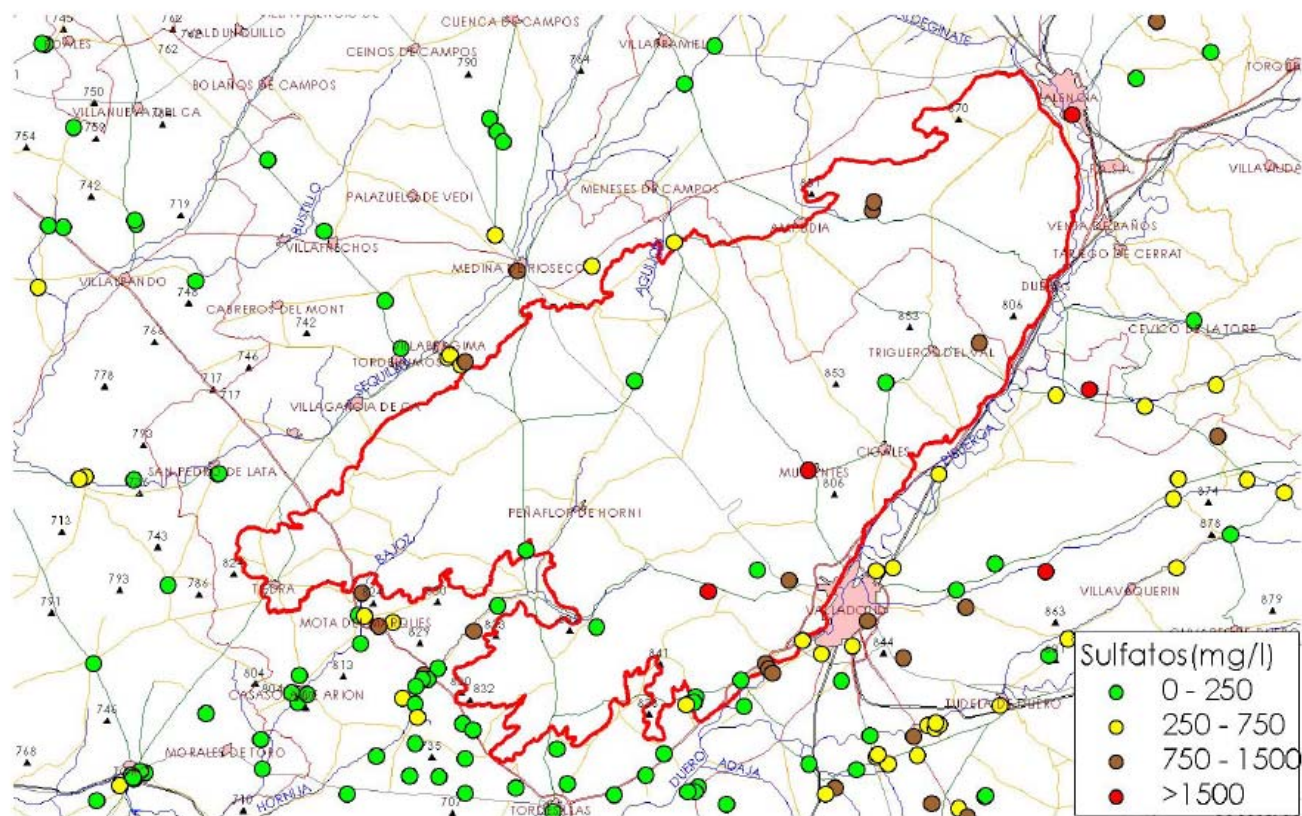
INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA



MAPA 5.2.2: MAPA DE ISOPIEZAS RECIENTES DE ESTIAJE Y DE PERIODO HÚMEDO
22_032 PÁRAMO DE TOROZOS



INFORMACIÓN ADICIONAL 3: CALIDAD QUÍMICA



**MAPA 10.4.3: MAPA DE NIVELES DE REFERENCIA
22_032 PÁRAMO DE TOROZOS**

Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	3/ 3	14,2	11,8	9,1	12,1	9,1	14,2	14,2	2.007/ 2.007
Nitrato (mg/L)	12/ 13	102,0	53,1	18,0	40,0	30,0	86,0	91,8	1.975/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	/								/
Plomo (mg/L)	/								/
Mercurio (mg/L)	/								/
Amonio total (mg NH4/L)	3/ 3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	2.007/ 2.007
Cloruro (mg/L)	3/ 3	53,0	36,9	28,8	29,0	28,8	53,0	53,0	2.007/ 2.007
Sulfato (mg/L)	15/ 16	2.107,0	786,2	11,0	539,0	94,2	1.467,0	2.107,0	1.975/ 2.007
Conductividad (a 25°C)	2/ 3	677	329	155	155	155	677	677	1.975/ 1.979
Nitritos	6/ 6	6,00000	1,05000	0,00000	0,05000	0,05000	0,15000	6,00000	1.978/ 2.007
Amoniaco no ionizado	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1.989/ 1.989
Conductividad de campo (medida in situ)	3/ 3	859	717	529	762	529	859	859	2.007/ 2.007

DEMARCACIÓN
HIDROGRÁFICA
021 - DUERO

**SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
02.06 ARLANZA**

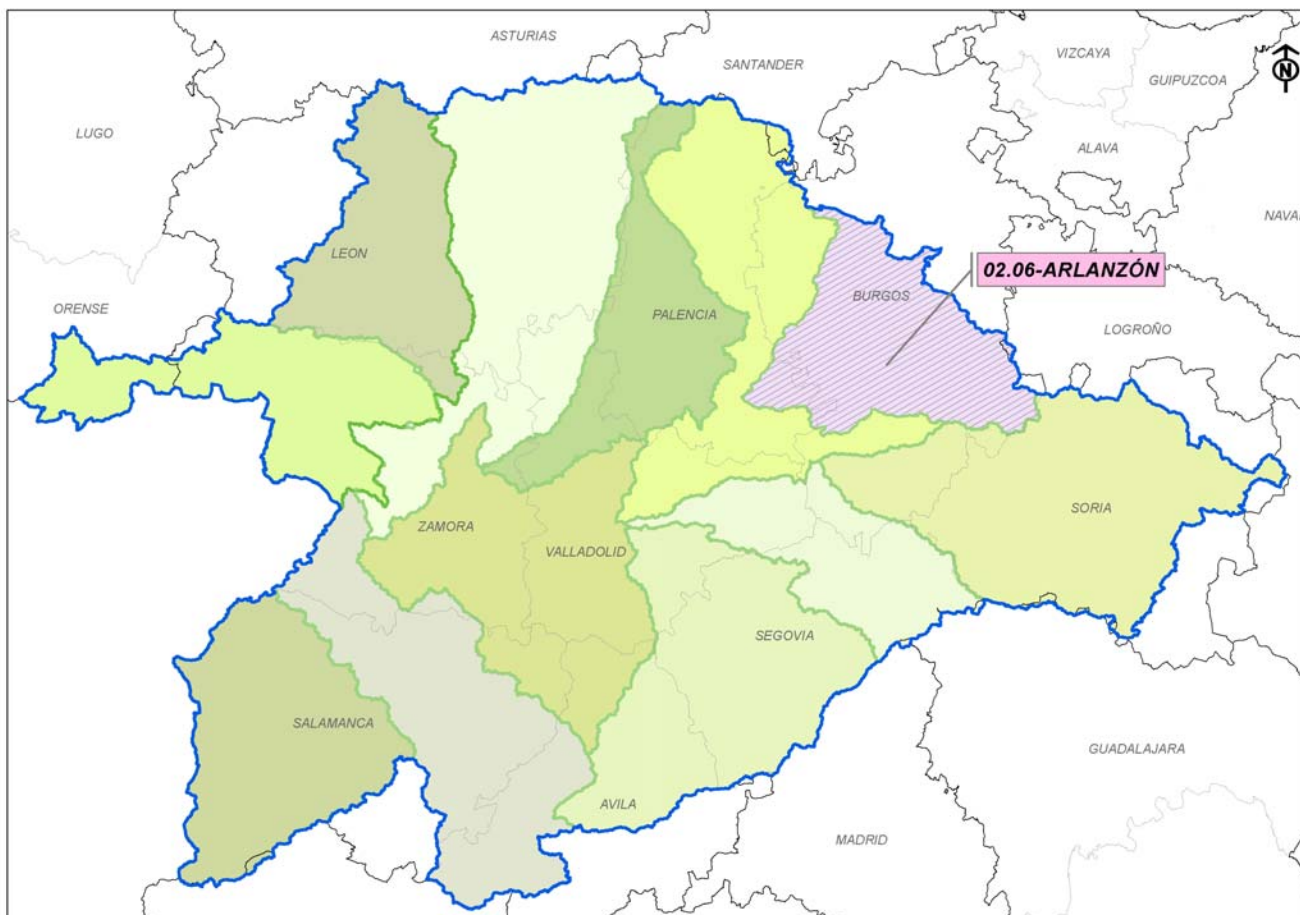
ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER

Comunidades Autónomas: CASTILLA Y LEÓN, LA RIOJA.
Provincias: Burgos y Palencia; La Rioja.

POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER

Nº de Municipios: 167 (Ref.1)
Nº de habitantes: 218.440 (padrón 2006) (Ref.2)

PLANO DE SITUACIÓN DEL SER



MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS

- 022.016 Castrojeriz - 022.020 Aluviales del Pisuerga-Arlanzón

DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

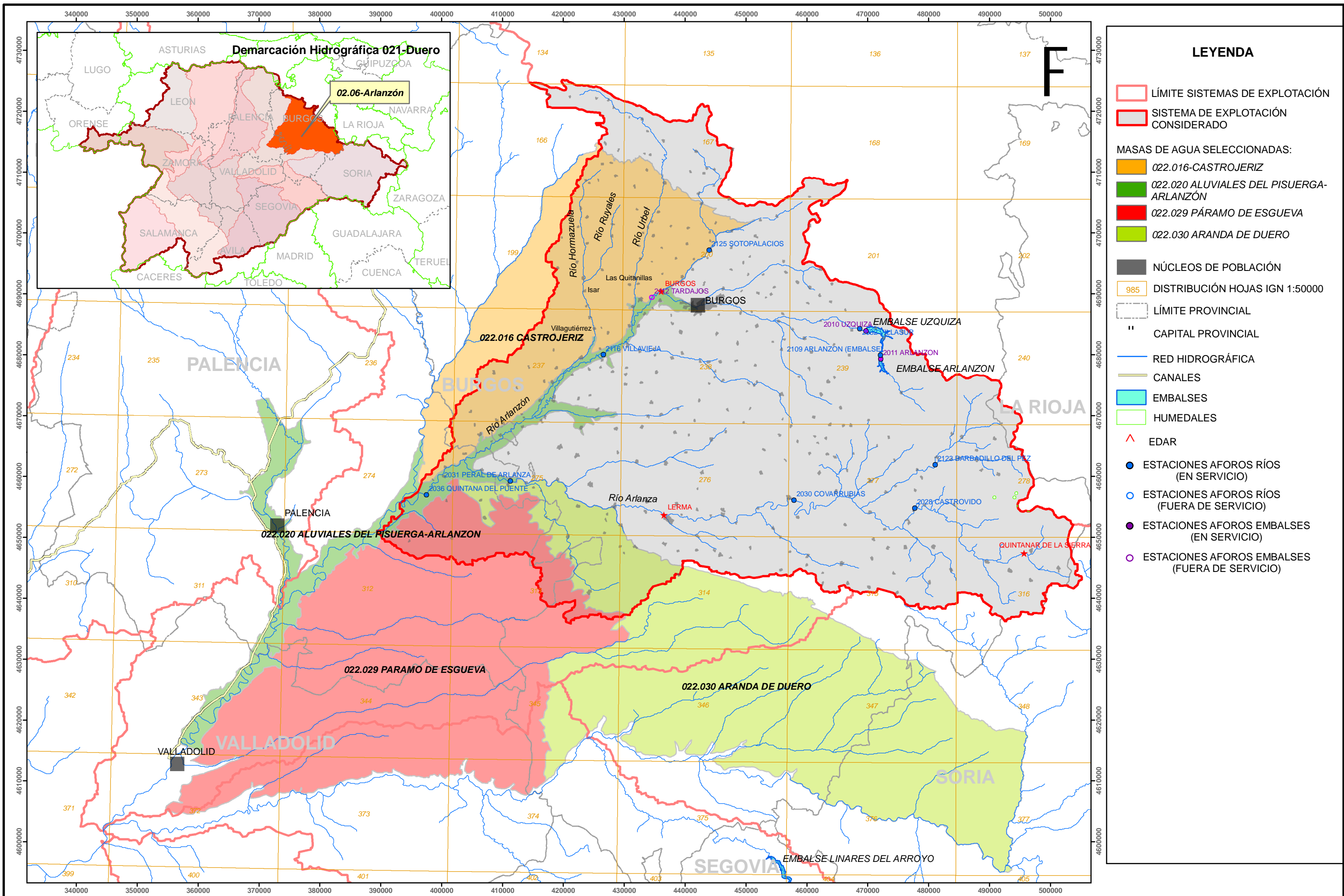
Recursos hídricos naturales (hm ³ /año)	Demandas (hm ³ /año)	
Aportación natural media anual del SER (1): 890	Urbana: 31,557 (superf.) 2,285 subt. estimada (Ref.3)	Agrícola: 67,778 (17,086 subt + 50,692 superf)
Recursos regulados superficialmente: 84 (Emb. Uzquima y Arlanzón)	Ganadera:	Industrial:
Recursos hídricos subterráneos regulados (bombeos):	Otras: Piscícola: 3,6	
Total recursos regulados:	Total demandas:	105,22

<u>Fuente de los datos:</u> SIMPA, periodo 1940/41-2005/06 del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008)				<u>Fuente de los datos:</u> Atención de las demandas: Balances en los sistemas de explotación (situación actual), del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008); excepto Ref. 2							
Balance del SER: Déficit (D) <input type="checkbox"/>				Excedentes (E) <input checked="" type="checkbox"/>				En equilibrio <input type="checkbox"/>		Desconocido <input type="checkbox"/>	
hm ³ /año:				hm ³ /año:							
¿Existen recursos naturales disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input checked="" type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
<u>Comentario:</u> En el PHD (1998) los recursos totales se evaluaron en 926 hm ³ /año con una asignación y reserva de recursos para el horizonte 2002 de 266 hm ³ /año para el total de usos (riego, abastecimiento urbano). Los datos del EPTI presentan unas cifras más bajas, con déficit en el suministro de los regadíos del eje del Arlanza; pero con excedentes a nivel de SER que deben ser evaluados. En principio, estos excedentes no serán nunca superiores a 784 hm ³ /año (diferencia entre aportación y demanda) pues no se tienen datos definitivos de demanda urbana atendida con aguas subterráneas ni se ha considerado aún el caudal ecológico, ya que es una restricción previa a la asignación de recursos del Plan.											
(1) Ref. estación aforo: 2036			Nombre: Río Arlanza en Quintana del Puente					Capacidad embalse (hm ³): -			
Año: 2005-2006			Aportación anual (hm ³): 563,2								
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
11,5	47,5	52,2	65,7	35,3	174,9	89,7	42,2	19,1	10,7	6,4	8,1
Infraestructura de almacenamiento: Embalses del SER											
Nombre del embalse	Capacidad (hm ³)	Ref. estación aforo	Periodo medida	Volumen regulado medio	Aportación hídrica natural (hm ³ /año)						
					máxima	media	mínima				
Uzquina	73,0	2010	1987-2006		168,4	83,1	36,6				
Arlanzón	22,4	2011	1944-2006		239,0	70,1	16,7				
Castrovido (construc.)	44,12										
Depuración											
EDAR total del SER: 3	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V _d) (m ³ /año)	¿Existe reutilización?	Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año)						
	2	Sin especificar	2.011.800	No/desconocido							
	1	Secundario	71.850.000	No/desconocido							
ETAP total del SER:											
Disponibilidad hídrica estimada:						del orden de 72 hm ³ /año					
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input checked="" type="checkbox"/>											
<u>Comentario:</u> Del volumen total depurado estimado en el SER (unos 74 hm ³ /año), el más apropiado para la recarga sería el tratamiento secundario que se evalúa del orden de 72 hm ³ /año, aunque el agua de recarga requeriría un tratamiento más avanzado que el secundario.											
Desalación											
Nº Desaladoras:		Capacidad de desalación (m ³ /día):				Volumen desalado (m ³ /año):					
T.M.: Burgos		del municipio: 250									
Villodrigo		50									
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):											
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
Comentario:											
TOTAL RECURSOS HÍDRICOS POTENCIALMENTE DISPONIBLES EN EL SER: (Naturales + Depurados + Desalados)											
Comentario:											

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

Índice de Referencias

- (Ref.1) El número de municipios se ha obtenido por la intersección de shaples, y se corresponde con aquellos municipios cuyo centroide se encuentre dentro del límite del SER.
- (Ref.2) Dato procedente del documento: Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero. Estudio General de la Demarcación. Tomo 2. Anexo de Actualización. (CHD, 2007).
- (Ref.3) La demanda urbana atendida con aguas subterráneas se ha estimado, a falta de información, restando a la población del SER la abastecida con aguas superficiales y aplicando luego una dotación media de 175 L/hab/día.
- (Ref.4) El volumen depurado se ha estimado mediante la aproximación: $1 \text{ h-e} = 1.5 \text{ h}$; después se ha aplicado una dotación media de 175 L/hab/día para los 365 días.



LEYENDA

- LÍMITE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN
- SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADO

- MASAS DE AGUA SELECCIONADAS:
- 022.016-CASTROJERIZ
- 022.020 ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN
- 022.029 PÁRAMO DE ESGUEVA
- 022.030 ARANDA DE DUERO

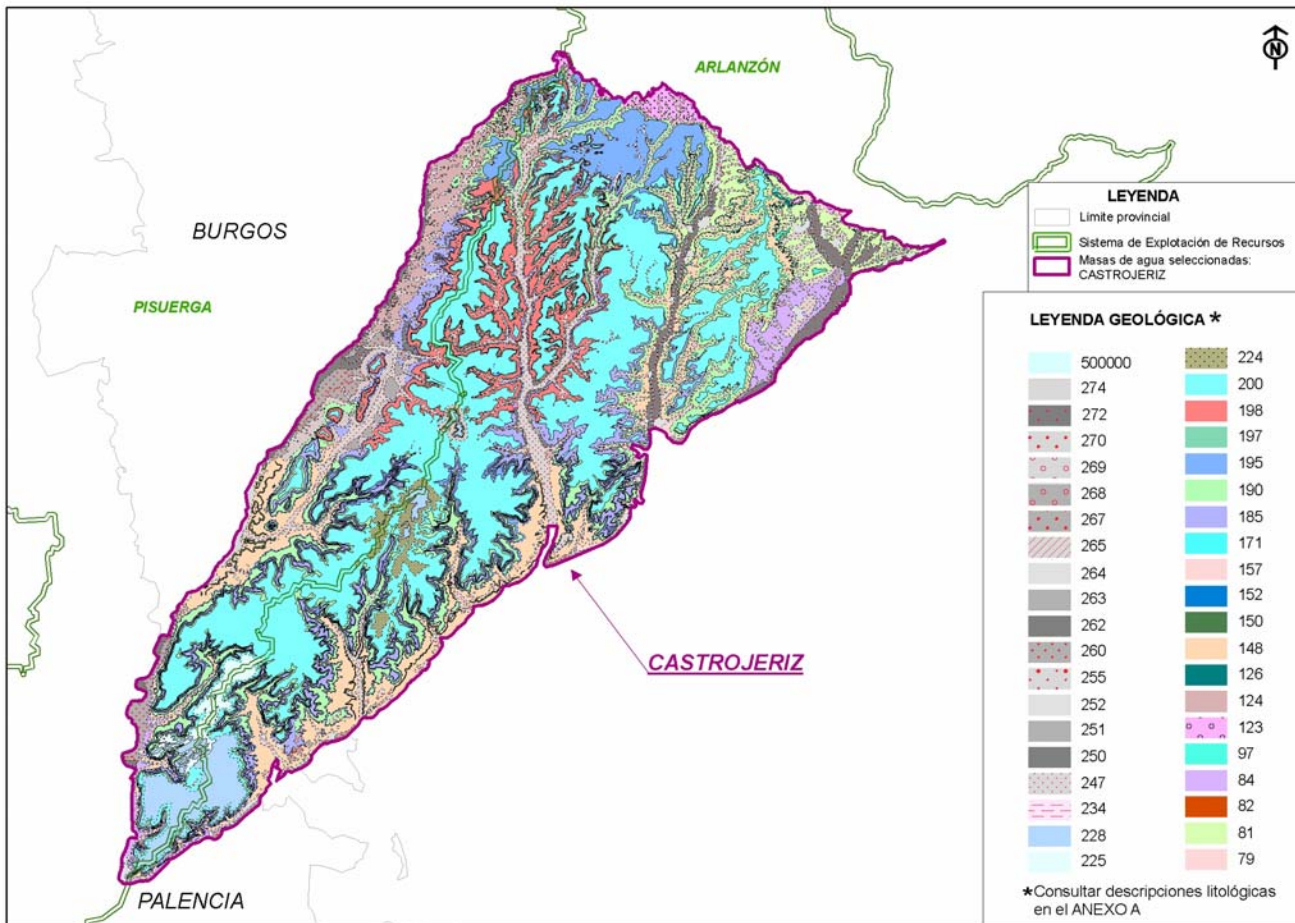
- NÚCLEOS DE POBLACIÓN
- 985 DISTRIBUCIÓN HOJAS IGN 1:50000
- LÍMITE PROVINCIAL
- CAPITAL PROVINCIAL
- RED HIDROGRÁFICA
- CANALES
- EMBALSES
- HUMEDALES
- ^ EDAR
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (FUERA DE SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (FUERA DE SERVICIO)

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.06 ARLANZÓN (Y 02.05 PISUERGA)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.016 CASTROJERIZ
---	---	---

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Burgos y Palencia	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 42 TM (38 en Burgos y 4 en Palencia)
---	---

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN:
 Esta masa formaba parte de la Unidad Hidrogeológica 08 Central del Duero que figura en el Plan Hidrológico con problemas de sobreexplotación y en la cual se recomendaba realizar estudios de viabilidad de recarga artificial, aunque concretaba éstos en el valle del Esgueva. En la actualidad se encuentra en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales de la DMA en el año 2015.

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input checked="" type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Terciario detrítico, Calizas del Páramo y Cuaternario aluvial

ACUÍFERO RECEPTOR 1: Terciario detrítico

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Conglomerados, arcillas, areniscas, margas y yesos. Espesores: de 600 a 2.000 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

ACUÍFERO RECEPTOR 2: Calizas del Páramo

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Calizas y margas. Espesores: Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

ACUÍFERO RECEPTOR 3: Cuaternario aluvial

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Conglomerados, arenas y limos. Espesores: Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad: Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario aluvial ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día): Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario aluvial ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 2) ▪ Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Karstificación Intergranular Intergranular Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Muy alta: > 10 ²	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Sureste	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Noreste	a	s	p	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Norte	a	e	m	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Sur	a	s	p	
Oeste	a	e	p	

Observaciones:

Se trata de una importante acumulación de sedimentos terciarios detríticos que puede llegar a alcanzar alrededor de 2.000 m de espesor. El Mioceno inferior se reconoce en el extremo oriental de la masa como margas, arcillas y yesos de la Facies Dueñas y equivalentes. El Mioceno medio-superior se extiende por el resto de la masa, mostrando al norte facies groseras

(conglomerados calcáreos y arcillas rojas) que cambian a facies más finas (arcillas rojas con paleocanales). Sobre las anteriores e indentándose en éstas, aparecen las Facies de las Cuestas (margas, calizas, dolomías, arcillas y yesos) que en toda la masa están coronadas por las Calizas inferiores del Páramo (escasos metros), también aparecen las Calizas superiores del Páramo en la zona central, pero con muy poca extensión. El conjunto del Cuaternario se compone de fundamentalmente de sedimentos fluviales de distintos ríos como fondos aluviales, además de coluviones.

El acuífero detrítico terciario, muy heterogéneo y anisótropo, presenta abundantes lentejones arcillosos que le hacen confinado o semiconfinado. La recarga se realiza por trasferencias verticales de los niveles más superficiales y por trasferencias horizontales procedentes de los flujos regionales con un sentido preferencial NE-SO, desde las áreas de cabecera hacia el interior de la cuenca. Las descargas se realizan hacia la red de drenaje superficial y por trasferencias laterales hacia el acuífero terciario confinado bajo los páramos. El flujo regional de agua subterránea tiene una dirección preferencial NE-SO, convergiendo hacia los valles de los ríos principales que constituyen la vía de drenaje del acuífero.

Las calizas del páramo presentan poco espesor y entidad y se comportan como acuífero libre independizado del resto de la unidad por los materiales impermeables de las facies Cuesta.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales	Río 1	Río 2	Canal 1	Escorrentía
Nombre (código):	Hormazuela	Urbel		
Ref. estación aforo:				
Capacidad embalse (hm ³)		-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)				
- máxima				
- mínima				
Año o Periodo medida:				
	Total Aportación natural media anual (A):			
	Total Caudal medio anual (Q):			

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: evaluar los caudales invernales del río Hormazuela entre las localidades de Isar y Villagutiérrez para recargar el acuífero terciario detrítico (códigos mapa 148 y 150), así como el río Urbel a la altura de Las Quitanillas.

(2) Distribución media mensual: A(m³) ó Q(m³/s)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río 1												
Río 2												
Canal 1												
Escorren.												

Comentario:

Agua depurada (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):				
Municipios conectados:				
Población (hab):		-	-	
Tipo de tratamiento:				
Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (4):				
¿Existe reutilización?				
Referencia Concesión:				
Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año):				
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):				

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: En la masa no se emplaza ninguna EDAR; la mas cercana sería la de Burgos (situada sobre el aluvial del río Arlanzón) por lo que no existen recursos depurados potencialmente disponibles para la recarga en esta parte de la masa.

(4) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
EDAR 3												
EDAR 4												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas

Desaladora 1

Desaladora 2

Nombre (código):

Origen del agua:

Volumen desalado (hm³/año) (5):

Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Ríos Hormazuelo y Urbel
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos
- Agua del medio receptor: Acuífero detrítico terciario
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: (Inf. Ad. 3)
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales	<input type="checkbox"/>
Balsas <input type="checkbox"/>	Sondeos <input checked="" type="checkbox"/>	Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/>
Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>	Otros estudios:	
Zanjas <input type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	Planta de recarga	<input type="checkbox"/>
Canales <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	Infraestructuras de transporte	<input type="checkbox"/>
Cauces <input type="checkbox"/>		o Canal:	
Represas <input type="checkbox"/>		o Azud:	
Otros <input type="checkbox"/>			

o Otros:

Otras infraestructuras:

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

No se dispone de información suficiente para realizar una propuesta determinada de recarga. Las distintas posibilidades según la determinación de caudales en los ríos citados y la selección de emplazamientos deberán determinarse con un **estudio hidrogeológico concreto** que determine la viabilidad técnica de esta actuación.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Desde el año 1972 hasta el 2009, el descenso del nivel piezométrico observado en esta zona de la masa, en el rango mayor de 200 m de profundidad, se cifra entre 5 y 15 m de acuerdo con los datos aportados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca (España). 20 a 23 de octubre de 2009); mientras que en el rango de 40 a 100 m de profundidad la masa muestra un ascenso de nivel prácticamente generalizado.

Por tanto, se trataría de una actuación de baja prioridad respecto a la magnitud de la sobreexplotación referida en la Unidad Hidrogeológica en la que estaba integrada esta MASb, aunque la recarga artificial presenta un interés relativo para la mejora de la calidad del acuífero en esta zona.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

CASTROJERIZ (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (Depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

269, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (a veces encostradas). (Terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos. (Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

263, Gravas, cantos, arenas y limos. (Abanicos asociados a terrazas bajas). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

262, Gravas, cantos, arenas y limos. (a veces encostradas). (Abanicos asociados a terrazas medias). *Pleistoceno Medio*

260, Gravas, cantos, arenas y limos. (a veces encostrados). (Abanicos asociados a terrazas indiferenciadas). *Plioceno-Holoceno*

255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

251, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Superior*

250, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas (frecuentemente encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Medio*

247, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques (a veces, encostrados). (Glacis). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

234, Arcillas rojas. (Arcillas de descalcificación). *Turoliense-Holoceno*

228, Calizas (micriticas grises, con gasterópodos) y margocalizas. A techo, limos arenosos rojizos y costras calcáreas. CALIZAS DEL PÁRAMO SUPERIOR. *Vallesiense*

225, Margas y arcillas blanquecinas. *Vallesiense*

224, Arcillas, limos ocreos y arenas rojas. *Vallesiense*

200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO. *Vallesiense*

198, Arcillas pardas, margas y fangos, con intercalaciones de areniscas, calizas y margocalizas. *Vallesiense*

197, Calizas "secundarias", margas y arcillas. *Vallesiense*

195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*

190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Aragoniense-Vallesiense*

185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Vallesiense*

171, Calizas y margocalizas (y, a veces, margas y arcillas). CALIZAS DEL PÁRAMO INFERIOR. *Aragoniense*

157, Limos rojizos, con intercalaciones carbonatadas, areniscosas y conglomerados. UNIDAD DETRÍTICA DE ARANDA P.D. *Aragoniense*

152, Suelos calciformos, costras calcáreas. *Aragoniense*

150, Arenas, areniscas y conglomerados o microconglomerados mixtos. (Paleocanales). *Aragoniense*

148, Limos, arcillas y arenas ocreos, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Aragoniense*

126, Margas y margocalizas, lutitas y areniscas. Paleosuelos carbonatados. *Aragoniense*

124, Arenas, arcillas y lutitas rojas, con niveles discontinuos de areniscas y conglomerados (paleocanales). FACIES GRIJALBA-VILLADIEGO. *Aragoniense*

123, Conglomerados y, a veces, brechas, generalmente calcáreas, con arenas y calizas nodulares (paleosuelos) minoritarios. CONGLOMERADOS DE ALAR DE REY Y COVARRUBIAS. *Aragoniense*

97, Calizas, margocalizas y margas. Karstificación a techo, en el Noreste. CALIZAS "TERMINALES" DE DUEÑAS. *Aragoniense*

84, Margas, yesos, arcillas y, a veces, margocalizas y calizas. FACIES VILLATORO. *Rambliense-Aragoniense*

82, Areniscas y conglomerados. *Rambliense*

81, Margas blancas y arcillas grises y, a veces calizas, dolomías y yesos. FACIES DUEÑAS. *Rambliense-Aragoniense*

79, Conglomerados de cantos calcáreos. Areniscas, intercaladas a veces. CONGLOMERADOS DE CUEVAS Y OTROS. *Rambliense-Aragoniense*

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: CALIDAD QUÍMICA DE LA MASA
Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / N°muestras	Valor del parámetro							Periodo	Observaciones
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90		
Temperatura (°C)	8/ 8	41,0	14,5	8,9	10,6	10,2	14,6	41,0	1.996/ 2.007	
pH (Ud. pH)	/								/	
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	3/ 33	25.400	10.697	385	9.310	4.590	16.266	20.020	1.979/ 2.000	
O2 disuelto (mg/L)	/								/	
DQO (mg O2/L)	/								/	
Dureza Total CO3Ca (mg /L)	/								/	
Alcalinidad CO3Ca (mg /L)	/								/	
Bicarbonatos CO3Ca (mg /L)	/								/	
Sodio (mg/L)	/								/	
Potasio (mg/L)	/								/	
Calcio (mg/L)	/								/	
Magnesio (mg/L)	/								/	
Nitrato (mg/L)	17/ 63	79,2	20,7	0,0	23,0	3,0	23,0	48,2	1.979/ 2.007	
Arsénico (mg/L)	/								/	
Cadmio (mg/L)	2/ 2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1996/ 1997	
Plomo (mg/L)	2/ 2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1.996/ 1.997	
Mercurio (mg/L)	2/ 2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1.996/ 1.997	
Amonio total (mg NH4/L)	9/ 33	4,4	1,2	0,0	0,6	0,3	2,0	2,8	1.982/ 2.007	
Cloruro (mg/L)	12/ 40	3.520,0	1.328,8	2,0	882,0	51,4	2.842,0	3.500,0	1.979/ 2.007	
Sulfato (mg/L)	17/ 73	7.500,0	4.488,2	14,1	5.940,0	980,5	7.500,0	7.500,0	1.979/ 2.007	
Nitritos	13/ 63	0,80000	0,41630	0,00000	0,21000	0,05000	0,80000	0,80000	1.979/ 2.007	
Conductividad (a 25°C)	3/ 31	25.400	23.841	385	25.400	25.400	25.400	25.400	1.979/ 2.000	
Amoniaco no ionizado	2/ 30	4,40000	4,25330	0,00000	4,40000	4,40000	4,40000	4,40000	1.980/ 2.000	
Conductividad de campo (medida in situ)	7/ 7	2.410	837	347	522	405	937	2.410	2.007/ 2.007	

- Origen de la información:

Tratamiento estadístico realizado por el MMA. Base de datos de calidad del MMA 2008

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.06 ARLANZÓN (02.04 CARRIÓN, 02.05 PISUERGA)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.020 ALUVIALES DEL PISUERGA - ARLANZÓN
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA Y LEÓN <u>Provincias:</u> Palencia, Burgos y Valladolid	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 35 TM (26 en Burgos y 9 en Palencia)	
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN:		
<p>La masa ha sido seleccionada únicamente por referir problemas de sobreexplotación (reseñados de forma general en la anterior Unidad Hidrogeológica 08 Central del Duero del Plan hidrológico, antes de su diferenciación en Masas de Agua Subterránea).</p>		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>	
Mejora ecosistemas Riberas <input checked="" type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Aluvial Cuaternario del Pisuerga-Arlanzón		

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Espesores: de 0 a 12 m Columna litoestratigráfica tipo: No

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 1) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Intergranular Muy alta > 10 ²	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	e	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sureste	a	e	p	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Suroeste	a	e	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)

Observaciones:

Forman parte de esta masa los aluviales actuales de los ríos con sus llanuras de inundación y las terrazas pleistocenas más modernas que tienen conexión física con ellos; más los depósitos que se superponen como abanicos aluviales y coluviones. Se trata de conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas, en distinta relación según el depósito y no suelen sobrepasar los 12 m de espesor. El sustrato es Mioceno detrítico, sobre todo arenas y lutitas, y a partir de la desembocadura del Arlanza aparecen las Facies Dueñas (margas y arcillas con niveles carbonatados y yesíferos) pertenecientes al Mioceno inferior.

El acuífero se recarga por la infiltración del agua de lluvia y los retorno de riegos (que se realizan sobre toda su superficie) y por las transferencias subterráneas procedentes de los flujos laterales del detrítico terciario (que se recarga en las áreas de interfluvio y descarga hacia la red de drenaje superficial, alimentando los depósitos aluviales). Como zonas de descarga, la red fluvial es la receptora de las descargas del acuífero.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input checked="" type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>
Recursos hídricos naturales	Río 1	Río 2	Río 3
Nombre (código):	Arlanzón en Villavieja	Arlanza en Quintana del Puente	
Ref. estación aforo:	2116	2036	
Capacidad embalse (hm ³)	-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	(Q) 9,432	(Q) 28,032	
- máxima	(Q) 17,05	(Q) 68,93	
- mínima	(Q) 3,68	(Q) 8,04	
Año o Periodo medida:	1976-2005	1912-2005	
	Total Aportación natural media anual (A):		
	Total Caudal medio anual (Q):		

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: posibilidad de derivar caudales del río Arlanzón o del Arlanza e infiltrarlos en el aluvial para el aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento de las riberas.

(2) Distribución media mensual: $Q(m^3/s)$

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río 1	5,12	6,99	10,36	14,18	15,00	12,13	13,14	10,82	9,17	6,37	5,62	5,12
Río 2	9,69	22,07	36,73	49,92	53,40	50,62	40,63	32,29	20,09	8,49	4,88	5,26
Río 3												

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3
Nombre (código):	Burgos (7090590001010)		
Municipios conectados:			
Población (hab):			
Tipo de tratamiento:	Secundario		
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	71.850.000		
¿Existe reutilización?	No		
Referencia Concesión:			
Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$):			
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):	71.850.000		

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: sólo se localiza una EDAR en esta parte de la MASb, la de Burgos, con un tratamiento secundario que deberá mejorarse en caso de utilizarse para recargar acuíferos.

(4) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
EDAR 3												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):	Valladolid	
Origen del agua:		
Volumen desalado ($hm^3/año$) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Ríos Arlanza y Arlanzón EDAR Burgos
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos Sin datos

- Agua del medio receptor: Acuífero aluvial del Pisuega
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 2)

Cond. eléc. a 20° C (µS/cm):	2.770
Nitrato (mg/L):	15
Cloruro (mg/L):	21
Sulfato (mg/L):	1.283
Nitritos (mg/L):	5,86

- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
 Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales	<input type="checkbox"/>
Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos	Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/>
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos	Otros estudios:	
Zanjas	<input checked="" type="checkbox"/>	Planta de recarga	<input type="checkbox"/>
Canales	<input checked="" type="checkbox"/> Mixta:	Infraestructuras de transporte	<input type="checkbox"/>
Cauces	<input type="checkbox"/>	o Canal:	
Represas	<input type="checkbox"/> ASR:	o Azud:	
Otros	<input type="checkbox"/>	o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

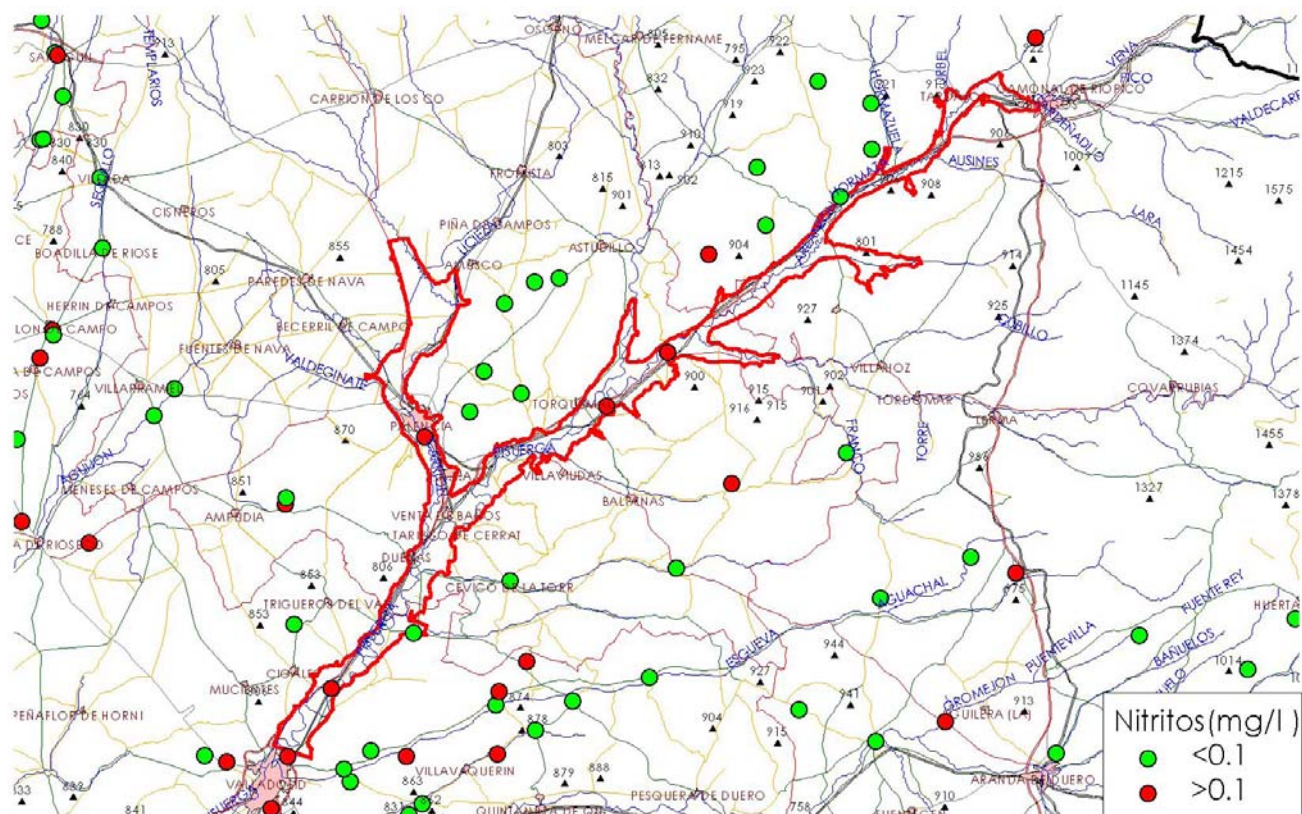
No se dispone de información suficiente para realizar una propuesta determinada de recarga. En principio parece que el sistema adecuado a los materiales aluviales serían las zanjas y canales, aunque las distintas posibilidades deberán determinarse con un **estudio hidrogeológico concreto** que determine la viabilidad técnica de esta actuación.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Se trataría de una actuación de baja prioridad como herramienta para paliar la sobreexplotación detectada en la Unidad Hidrogeológica en la que estaba integrada esta MASb, aunque presenta un interés relativo como ensayo para utilizar la capacidad de almacenamiento en riberas y la mejora de los ecosistemas asociados.

El descenso del nivel piezométrico observado en esta zona, desde el año 1972 hasta el 2009 en el rango de 40 a 100 m de profundidad, se cifra en casi toda la MASb entre 0 y 5 m de acuerdo con los datos aportados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca (España). 20 a 23 de octubre de 2009).

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: CALIDAD QUÍMICA



**MAPA 10.3.2: MAPA DE NIVELES DE REFERENCIA
22_020 ALUVIALES DE PISUERGA-ARLANZÓN**

Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo	Observaciones
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90		
Temperatura (°C)	1/ 1	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	2.007/ 2.007	
pH (Ud. pH)	/								/	
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	1/ 11	3.730	2.848	2.130	2.770	2.630	3.070	3.470	1.980/ 1.988	
Nitrato (mg/L)	16/ 27	69,0	25,9	3,0	15,0	15,0	30,0	69,0	1.975/ 2.007	
Arsénico (mg/L)	/								/	
Cadmio (mg/L)	/								/	
Plomo (mg/L)	/								/	
Mercurio (mg/L)	/								/	
Amonio total (mg NH4/L)	2/ 8	1,7	0,4	0,0	0,2	0,1	0,4	1,7	1.982/ 2.007	
Cloruro (mg/L)	10/ 19	496,0	50,9	13,0	21,0	15,0	43,0	57,0	1.975/ 2.007	
Sulfato (mg/L)	21/ 39	2.702,0	1.309,6	88,1	1.283,0	293,0	2.487,0	2.487,0	1.975/ 2.007	
Nitritos	8/ 21	5,86000	3,10480	0,00000	5,86000	0,11000	5,86000	5,86000	1.978/ 2.007	
Amoniaco no ionizado	1/ 10	1,66000	1,66000	1,66000	1,66000	1,66000	1,66000	1,66000	1.978/ 1.989	
Conductividad de campo (medida in situ)	1/ 1	535	535	535	535	535	535	535	2.007/ 2.007	
Conductividad (a 25°C)	1/ 10	3.730	3.730	3.730	3.730	3.730	3.730	3.730	1.978/ 1.989	

DEMARCACIÓN
HIDROGRÁFICA
021 - DUERO

**SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
02.07 ALTO DUERO**

ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER

Comunidades Autónomas: CASTILLA Y LEÓN, CASTILLA-LA MANCHA.

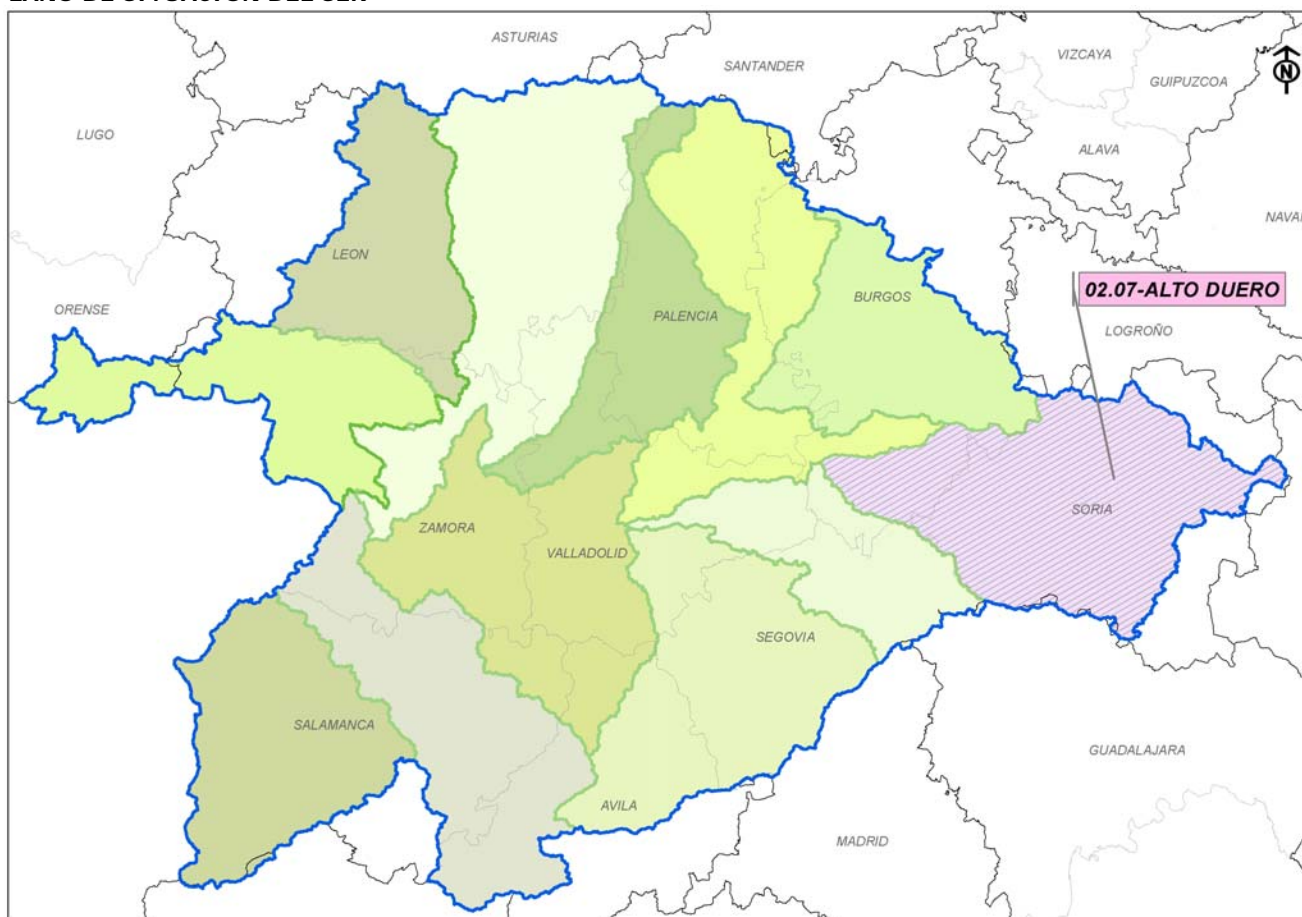
Provincias: Soria y Burgos; Guadalajara.

POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER

Nº de Municipios: 179 (Ref.1)

Nº de habitantes: 123.488 (padrón 2006) (Ref.2)

PLANO DE SITUACIÓN DEL SER



MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS

- MASb 021.030 Aranda de Duero

- MASb 021.039 Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas

DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

ORIGEN DEL AGUA

Recursos hídricos naturales

Depuración

Desalación

Recursos hídricos naturales (hm³/año)

Demandas (hm³/año)

Aportación natural media anual del SER (1): **1.118**

Urbana: 9,957 (superf.)

Agrícola: 197,066

2,573 subter. estimada (Ref.3)

(7,025 subter + 190,041 superf)

Recursos regulados superficialmente: 209

(Emb. Cuerda del Pozo)

Ganadera:

Industrial:

Recursos hídricos subterráneos regulados (bombeos):

Otras:

Piscícola: 15,192

Total recursos regulados:

Total demandas:

224,788

<u>Fuente de los datos:</u> SIMPA, periodo 1940/41-2005/06 del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008)		<u>Fuente de los datos:</u> Atención de las demandas: Balances en los sistemas de explotación (situación actual), del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008); excepto Ref. 2									
Balance del SER: Déficit (D) <input type="checkbox"/>		Excedentes (E) <input checked="" type="checkbox"/>									
hm ³ /año:		En equilibrio <input type="checkbox"/> Desconocido <input type="checkbox"/>									
hm ³ /año:		hm ³ /año:									
¿Existen recursos naturales disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input checked="" type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
<u>Comentario:</u> En el PHD (1998) los recursos totales se evaluaron en 1.056 hm ³ /año con una asignación y reserva de recursos para el horizonte 2002 de 166 hm ³ /año para el total de usos (riego, abastecimiento urbano e industrial). Los datos del EPTI presentan unas cifras más altas, con fallos de garantía en tres pequeñas demandas urbanas y en regadío en las zonas no reguladas (regadíos del Tera, Uceró, Arandilla y Gromejón); pero con excedentes a nivel de SER que deben ser evaluados. En principio, estos excedentes no serán nunca superiores a 893 hm ³ /año (diferencia entre aportación y demanda) pues no se tienen datos definitivos de demanda urbana atendida con aguas subterráneas ni se ha considerado aún el caudal ecológico, ya que es una restricción previa a la asignación de recursos del Plan.											
(7) Ref. estación aforo: 2017		Nombre: Río Duero en San Esteban-Navapalos Capacidad embalse (hm ³): -									
Año: 2005-2006		Aportación anual (hm ³): 366,1									
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
9,8	17,2	20,0	22,8	15,4	86,5	44,1	35,0	34,7	31,6	25,6	23,3
Infraestructura de almacenamiento: Embalses del SER											
Nombre del embalse	Capacidad (hm ³)	Ref. estación aforo	Periodo medida	Volumen regulado medio	Aportación hídrica natural (hm ³ /año)						
					máxima	media	mínima				
Cuerda del Pozo	228	2001	1946-2006		444,7	195,7	59,9				
Campillo de Buitrago	2	2009	Fuera servicio								
Los Rábanos	8	2008	Fuera servicio								
Virgen de las Viñas	1,1	2102	Fuera servicio								
Vilde	0,2	2101	Fuera servicio								
Depuración											
EDAR total del SER: 13	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (Ref.4)	¿Existe reutilización?	Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año)						
	7	Sin especificar	3.971.389	No/desconocido							
	5	Secundario	9.755.793	No/desconocido							
	1	Más riguroso (N)	6.763.480	No/desconocido							
ETAP total del SER:											
Disponibilidad hídrica estimada:			del orden de 6,5 hm ³ /año								
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input checked="" type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
<u>Comentario:</u> Del volumen total depurado estimado en el SER (unos 20 hm ³ /año), el más apropiado para la recarga sería el tratamiento más riguroso (N) que se evalúa del orden de 6,5 hm ³ /año.											
Desalación											
Nº Desaladoras:		Capacidad de desalación (m ³ /año):		Volumen desalado (m ³ /año):							
T.M.: Aranda de Duero		del municipio: 140									
Horra, La		150									
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):											
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
Comentario:											

TOTAL RECURSOS HÍDRICOS POTENCIALMENTE DISPONIBLES EN EL SER: (Naturales + Depurados + Desalados)

Comentario:

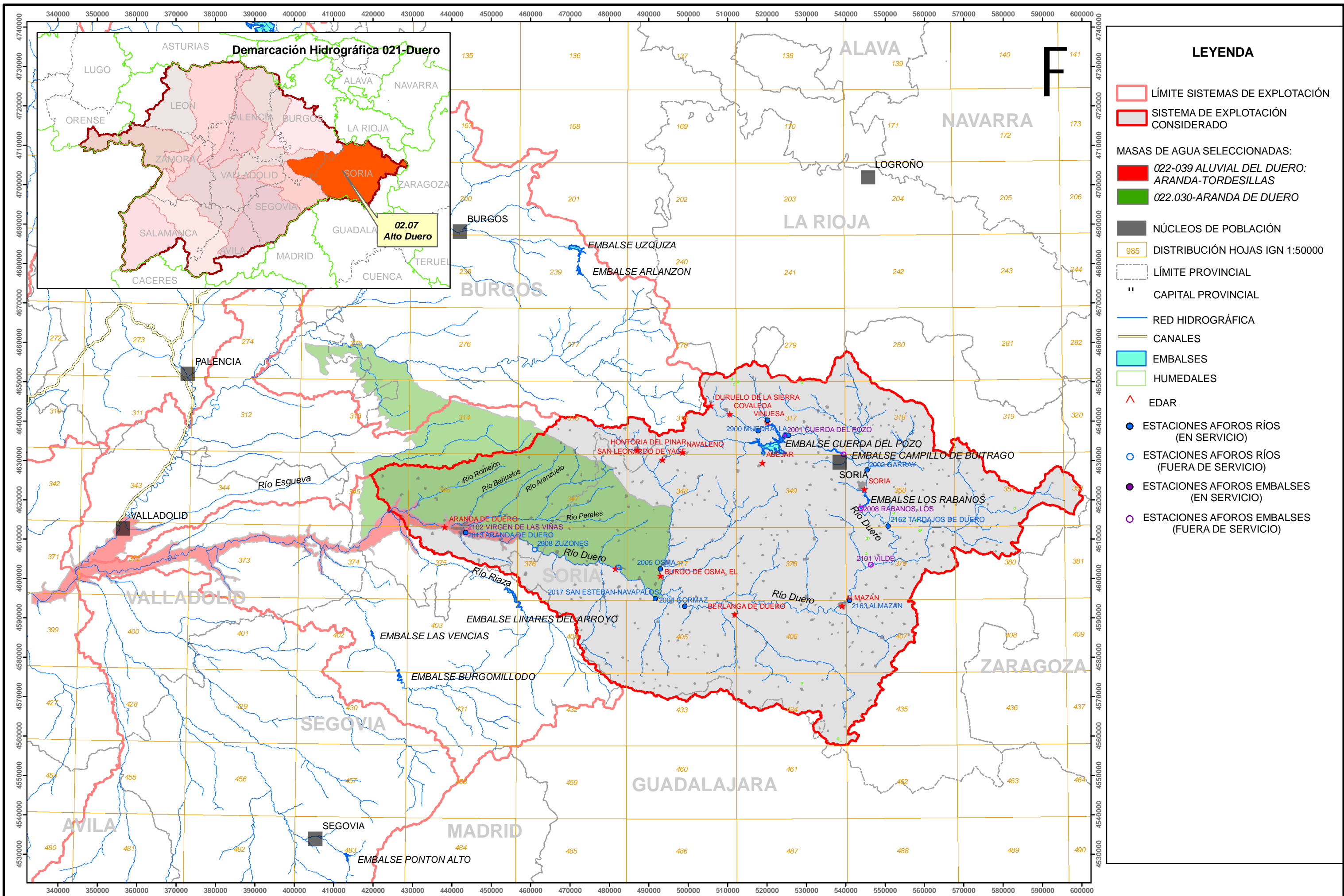
Índice de Referencias

(Ref.1) El número de municipios se ha obtenido por la intersección de shapes, y se corresponde con aquellos municipios cuyo centroide se encuentre dentro del límite del SER.

(Ref.2) Dato procedente del documento: Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero. Estudio General de la Demarcación. Tomo 2. Anexo de Actualización. (CHD, 2007).

(Ref.3) La demanda urbana atendida con aguas subterráneas se ha estimado, a falta de información, restando a la población del SER la abastecida con aguas superficiales y aplicando luego una dotación media de 175 L/hab/día.

(Ref.4) El volumen depurado se ha estimado mediante la aproximación: $1 \text{ h-e} = 1.5 \text{ h}$; después se ha aplicado una dotación media de 175 L/hab/día para los 365 días.



LEYENDA

- LÍMITE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN
- SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADO

MASAS DE AGUA SELECCIONADAS:

- 022-039 ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS
- 022.030-ARANDA DE DUERO

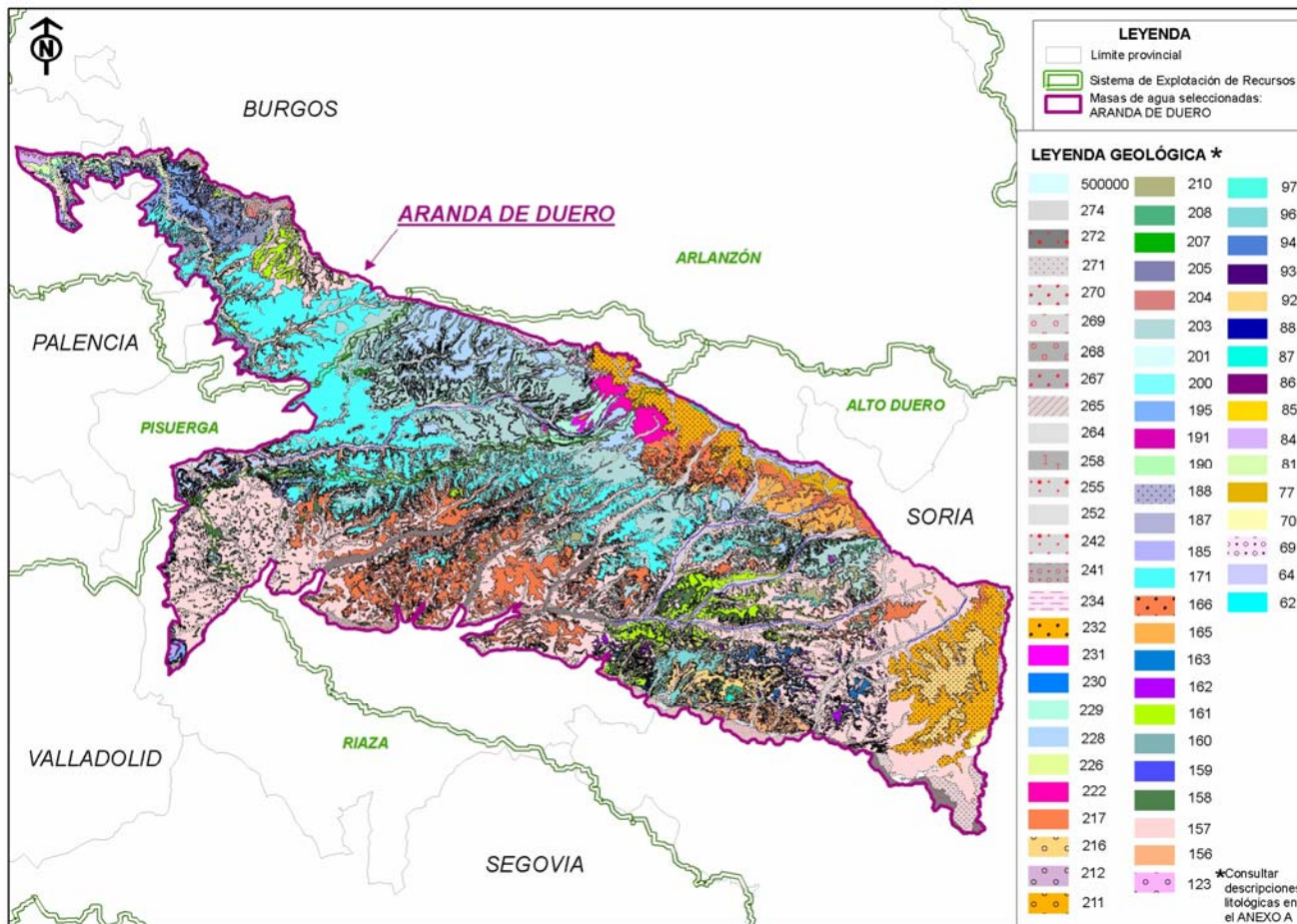
- NÚCLEOS DE POBLACIÓN
- 985 DISTRIBUCIÓN HOJAS IGN 1:50000
- LÍMITE PROVINCIAL
- CAPITAL PROVINCIAL
- RED HIDROGRÁFICA
- CANALES
- EMBALSES
- HUMEDALES
- ^ EDAR
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (FUERA DE SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (FUERA DE SERVICIO)

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.07 ALTO DUERO (02.05 PISUERGA, 02.06 ARLANZÓN)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.030 ARANDA DE DUERO
--	---	---

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: CASTILLA-LEÓN Provincias: Burgos y Soria	Municipios: La Masa en este Sistema incluye 51 TM (40 en Burgos y 11 en Soria)
--	--

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN:

La masa está designada en riesgo cuantitativo y químico (difuso y puntual) de no cumplir los objetivos medioambientales de la DMA. Además, pertenece a uno de los SER más vulnerables ante las sequías según el número de años con volumen mínimo embalsado (indicador de sequía hidrológica).

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input checked="" type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Acuífero Detrítico Terciario

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input checked="" type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Conglomerados, arcillas, areniscas, margas y yesos. Espesores: máx. 3.000 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Intergranular Alta: 10 ² a 10 ⁻¹	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	e	m	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Noroeste	a	s	p	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Sureste	a	s	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Suroeste	a	s	p	
Oeste	a	s	p	
Este	a	e	p	

Observaciones: Se trata de una importante acumulación de sedimentos terciarios detríticos que puede llegar a alcanzar más de 3.000 m de espesor hacia el sector occidental de la masa. Los materiales terciarios en superficie más antiguos (Eoceno-Oligoceno) se sitúan en el extremo oriental junto al río Ucero Chico y en relación con Cretácico aflorante, y al norte son conglomerados calcáreos y al sur predominan las areniscas. En el otro extremo, junto al río Arlanzón, se ubican margas y arcillas de la Facies Dueñas del Mioceno inferior. Hacia el este aparecen margas, calizas, arcillas y yesos de la Facies de las Cuestas. Sobre éstas y en cambio lateral también se disponen las Calizas del Páramo, inferiores y superiores, que ocupan gran parte de la masa (calizas, margas y arcillas); tienen escaso espesor y llegan a fosilizar a los depósitos conglomeráticos del norte y este. En la zona oriental aparecen mantos de conglomerados silíceos y arenas pertenecientes al Pliocuatnario.

La recarga se realiza sobre la superficie permeable de los acuíferos superficiales. Los niveles más profundos del detrítico terciario se alimentan por trasferencias laterales de los flujos regionales de sentido E-O, que proceden del terciario de Almazán y Mesozoico de la Ibérica, y por trasferencias verticales de los acuíferos superficiales. La red fluvial es la principal receptora de las descargas de los acuíferos. Existe trasferencia subterránea hacia el detrítico terciario confinado bajo los páramos de Esgueva. A grandes rasgos se puede considerar un flujo profundo subterráneo de sentido E-O que converge hacia los valles de los grandes ríos, Duero, Arlanza. Estos flujos pasan a tener una componente vertical ascendente en el valle del río Arlanza (Lerma-Santa María del Campo) y Duero (Roa-Aranda de Duero), obteniendo niveles piezométricos surgentes en los pozos de captación del acuífero profundo.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>	
Recursos hídricos naturales	Río 1	Río 2	Río 3	Escorrentía
Nombre (código):	Bañuelos	Aranzuelo	Perales	
Ref. estación aforo:	Sin estación	Sin estación	Sin estación	
Capacidad embalse (hm ³)				
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)				
	- máxima			

- mínima												
Año o Periodo medida:												
		Total Aportación natural media anual (A):										
		Total Caudal medio anual (Q):										
Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):												
<u>Comentario:</u> Evaluar los caudales invernales en los ríos Bañuelos, Aranzuelo y Perales en las proximidades de Aranda del Duero para inyectarlos en el acuífero terciario detrítico (emplazamiento sobre la unidad detrítica de Aranda; código mapa 157)												
<i>(2) Distribución media mensual: $A(m^3)$ ó $Q(m^3/s)$</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río 1												
Río 2												
Río 3												
Escorrentía												
Comentario:												
Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1		EDAR 2		EDAR 3							
Nombre (código):	Burgo de Osma		San Esteban de Gormaz									
Municipios conectados:												
Población (hab):												
Tipo de tratamiento:	Sin especificar		Sin especificar									
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	1.724.400		610.437									
¿Existe reutilización?	No		No									
Referencia Concesión:												
Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$):	1.724.400		610.437									
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):												
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input checked="" type="checkbox"/>												
<u>Comentario:</u> el empleo del efluente de las EDAR estaría condicionado a la adecuación de su tratamiento previo a la operación de recarga.												
<i>(4) Distribución media mensual (m^3)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
EDAR 3												
¿Disponibilidad estacional? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/>												
Comentario:												
Aguas desaladas	Desaladora 1				Desaladora 2							
Nombre (código):												
Origen del agua:												
Volumen desalado ($hm^3/año$) (5):												
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):												
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/>												
Comentario:												

(5) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Ríos Bañuelos, Aranzuelo y Perales
EDARs Burgo de Osma y San Esteban
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos
- Agua del medio receptor: Acuífero Detrítico terciario
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 3)
Cond. eléc. a 20° C (µS/cm): 780
Nitrato (mg/L): 10,6
Cloruro (mg/L): 7,2
Sulfato (mg/L): 448
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales <input type="checkbox"/>	
Balsas <input type="checkbox"/>	Sondeos <input checked="" type="checkbox"/>	Estudios previos del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>	
Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>	Otros estudios:	
Zanjas <input type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	Planta de recarga <input type="checkbox"/>	
Canales <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/>	
Cauces <input type="checkbox"/>		o Canal:	
Represas <input type="checkbox"/>		o Azud:	
Otros <input type="checkbox"/>		o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

No se dispone de información suficiente para realizar una propuesta concreta de recarga aunque, en principio, parece que el emplazamiento más adecuado sería el entorno de la localidad de Aranda de Duero donde además existe un alto grado de explotación de las aguas subterráneas. Las distintas alternativas tanto de la ubicación como del origen del agua dependerán del estudio hidrogeológico concreto que se inicie para determinar la viabilidad técnica de la misma.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Aunque no se dispone de información detallada sobre el agua de recarga, se considera factible iniciar los estudios previos de viabilidad acerca de las posibilidades planteadas de recarga en la masa (EDARs y excedentes invernales de ríos) con objeto de invertir la tendencia al descenso de los niveles piezométricos, teniendo en cuenta las experiencias de recarga artificial positivas en curso en la cercana MASb 022.045 Los Arenales.
La masa está en riesgo cuantitativo (y químico) de no alcanzar los objetivos medioambientales en el 2015 y los descensos de niveles piezométricos desde el año 1972 al 2009, cifrados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca (España). 20 a 23 de octubre de 2009), son de hasta 25 m en el rango de profundidades del agua de 40 a 100 m; y de entre 5 y 100 m en el rango de profundidades mayores de 200 m.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

ARANDA DE DUERO (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (Depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

269, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (a veces enconstradas). (Terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos. (Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

258, Travertinos y cantos y arenas con cemento travertínico. (Travertinos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

241, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas (frecuentemente, encostrados). (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

234, Arcillas rojas. (Arcillas de descalcificación). *Turolense-Holoceno*

232, Gravas cuarcíticas, y a veces bloques, en matriz arcillo-arenosa, encostramiento, a veces. (Raña). *Turolense-Plioceno*

231, Arcillas rojas y, a veces, arenas, limos y gravas cuarcíticas. *Turolense*

230, Calcretas y costras calcáreas. *Vallesiense*

229, Calizas y margas. *Vallesiense*

228, Calizas (micriticas grises, con gasterópodos) y margocalizas. A techo, limos arenosos rojizos y costras calcáreas.

CALIZAS DEL PÁRAMO SUPERIOR. *Vallesiense*

226, Margas, margocalizas blancas, lutitas rojas y arcillas ocre-verdes, ocasionalmente, niveles de arcillas y oncoides. *Vallesiense*

222, Arcillas rojizas, con niveles conglomeráticos. *Vallesiense*

217, Arcillas, limos y arenas con cantos y niveles conglomeráticos. *Aragoniense-Vallesiense*

216, Conglomerados, limos, areniscas y arcillas. *Aragoniense-Vallesiense*

212, Conglomerados y, a veces, brechas de cantos calcáreos predominantes, con areniscas y lutitas. *Aragoniense-Vallesiense*

211, Conglomerados mixtos y, a veces, arcillas. *Aragoniense-Vallesiense*

210, Conglomerados cuarcíticos, arenas, areniscas y gravas (paleocanales). *Vallesiense*

208, Calizas, calcretas y margas. *Vallesiense*

207, Calizas y margocalizas. *Vallesiense*

205, Costras acintadas, brechas de costras. *Vallesiense*

204, Areniscas y conglomerados cuarcíticos, con intercalaciones y/o, oncoides carbonatados. *Vallesiense*

203, Limos arcillosos, con suelos calcimórfos, arcillas, arenas, areniscas y margocalizas. SERIE "INTERPARAMOS INFERIOR-SUPERIOR" P.D. *Aragoniense-Vallesiense*

201, Margas y margocalizas blancas o grises, y arcillas. *Vallesiense*

200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO. *Vallesiense*

195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*

191, Arcillas rojas, con intercalaciones de areniscas. *Vallesiense*

190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Aragoniense-Vallesiense*

188, Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas, margas y calizas. FACIES TORDOMAR. *Aragoniense-Vallesiense*

187, Margas yesíferas, y a veces, lutitas rojas, con intercalaciones, areno-areniscosas, calcáreas y dolomíticas. *Aragoniense-Vallesiense*

185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Vallesiense*

171, Calizas y margocalizas (y, a veces, margas y arcillas). CALIZAS DEL PÁRAMO INFERIOR. *Aragoniense*

166, Conglomerados, limos, areniscas y arcillas rojas. *Aragoniense*

165, Limos y arcillas rojizas, con niveles conglomeráticos o de cantos. (F. PEDRAJA). *Aragoniense*

163, Calcretas. *Aragoniense*

162, Conglomerados de intraclastos (oncolitos). *Aragoniense*

161, Calizas, dolomías, margocalizas y margas. *Aragoniense*

160, Areniscas y/o gravas cuarcíticas, con oncoides calcáreos. *Aragoniense*

159, Calizas estromatolíticas y/o oncolíticas, y niveles margosos. *Aragoniense*

158, Conglomerados con cantos metamórficos o cuarcíticos. *Aragoniense*

157, Limos rojizos, con intercalaciones carbonatadas, areniscosas y conglomerados. UNIDAD DETRITICA DE ARANDA P.D. *Aragoniense*

156, Calizas y calcretas rosadas, margocalizas, arenas y limos blanco-amarillentos. SERIE DE LANGA. *Aragoniense*

123, Conglomerados y, a veces, brechas, generalmente calcáreos, con arenas y calizas nodulares (paleosuelos) minoritarios. CONGLOMERADOS DE ALAR DE REY Y COVARRUBIAS. *Aragoniense*

97, Calizas, margocalizas y margas. Karstificación a techo, en el Noreste. CALIZAS "TERMINALES" DE DUEÑAS. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

96, Calizas, margocalizas y margas. CALIZA DE LANGA. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

94, Calcretas. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

93, Areniscas y conglomerados silíceos. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

92, Limos arcillas y arenas, con carbonatos y, a veces, conglomerados (incluyendo las FACIES ROJAS DE PERORRUBIO). *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

88, Calcretas. *Mioceno Inferior (Ramblense)*

87, Calizas y margocalizas. *Mioceno Inferior (Ramblense)*

86, Areniscas conglomeráticas. *Mioceno Inferior (Ramblense)*

85, Limos y arcillas. *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

84, Margas, yesos, arcillas y, a veces, margocalizas y calizas. FACIES VILLATORO. *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

81, Margas blancas y arcillas grises y, a veces calizas, dolomías y yesos. FACIES DUEÑAS. *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

77, Conglomerados (calcáreos y/o polimícticos) con areniscas y arcillas rojas u ocres (Fm. ERMITA DE NAVAS, SERIE DEL TRIPERO y Fm. EL RAÍDO). *Oligoceno*

70, Areniscas, arcillas y conglomerados. (Fm. RIBARROYA). *Eoceno Superior-Oligoceno*

69, Conglomerados polimícticos, areniscas y arcillas. (Fm. PERONIEL). *Eoceno Medio-Superior*

64, Calizas, margas, margocalizas y yesos, a veces con arcillas y niveles arenosos. (Fm. SANTIBAÑEZ DEL VAL.). *Paleoceno-Eoceno Inferior*

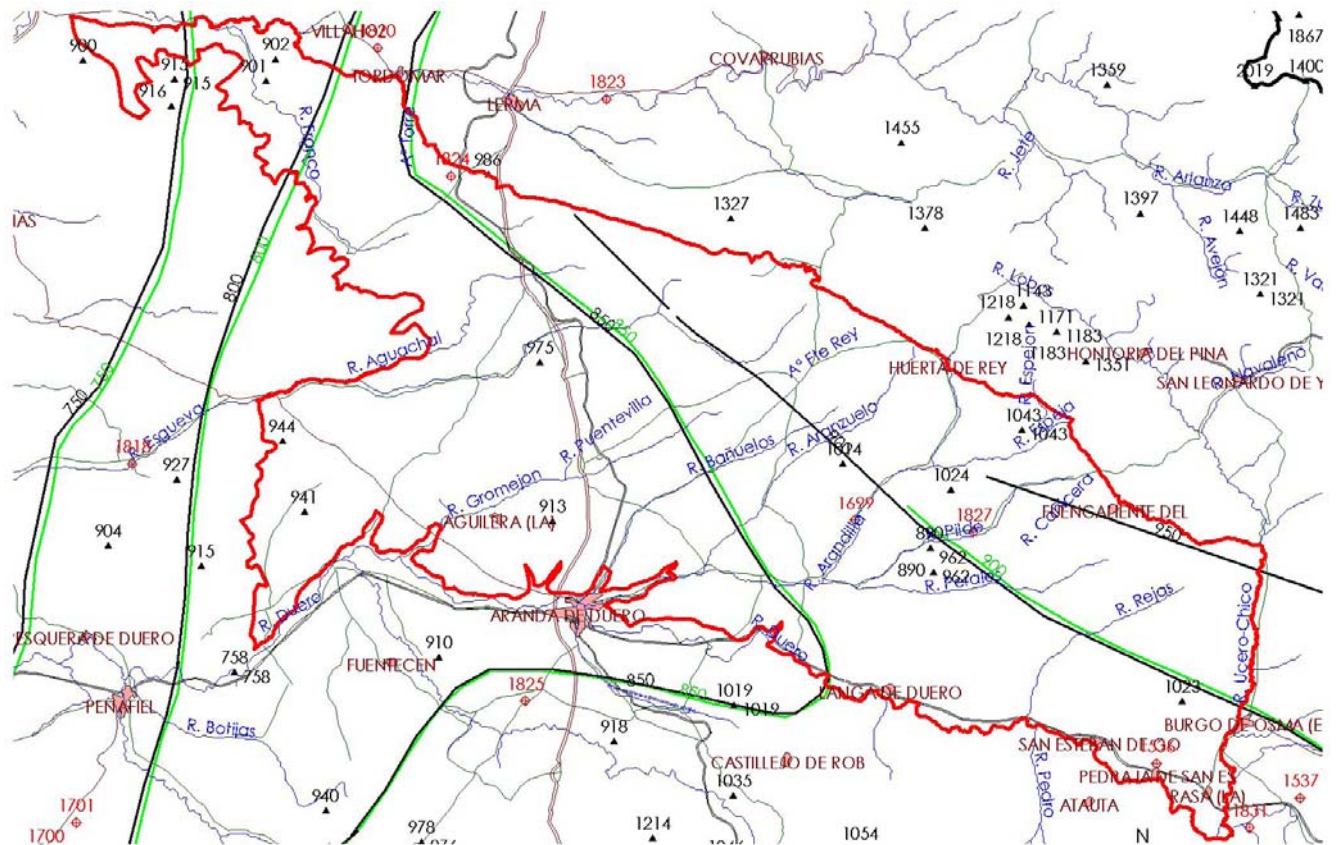
62, Calizas, margas y costras carbonatadas. *Eoceno Medio-Superior*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA TIPO

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
CALIZAS, DOLOMIAS Y MARGAS	3,00			CRETACICO SUPERIOR
ARENAS	3,00			CRETACICO SUPERIOR
CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENISCAS, MARGAS Y YESOS	850,00		3.000	TERCIARIO INDIFERENCIADO
MARGAS, LUTITAS, ARCILLAS Y CALIZAS	50,00			FACIES CUESTAS
CALIZAS, DOLOMIAS Y MARGAS	1.050,00			CALIZAS DEL PÁRAMO
RAÑAS: CONGLOMERADOS SILICEOS, ARENAS Y LUTITAS	30,00			PLIOCUATERNARIO
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	240,00			CUATERNARIO

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA

Isopiezas año 2007

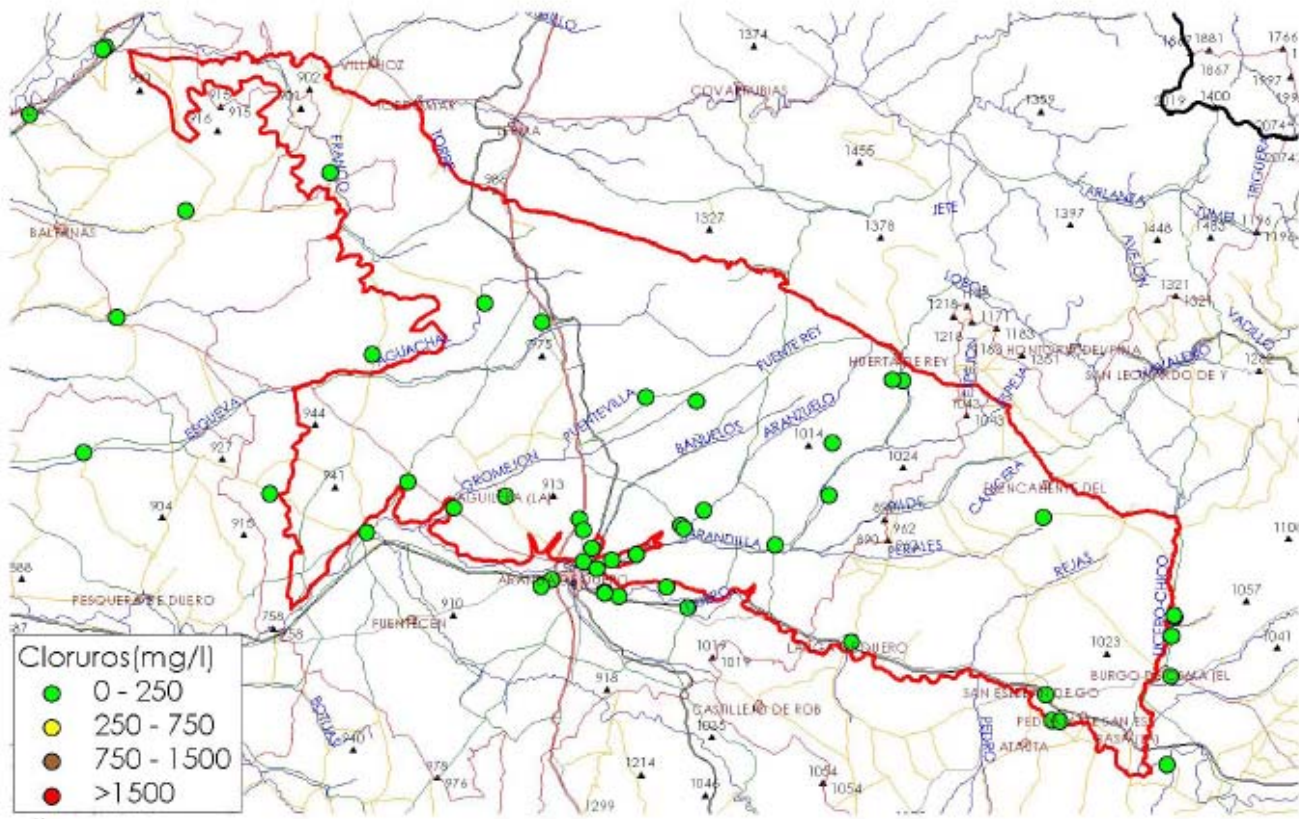


MAPA 5.2.2: MAPA DE ISOPIEZAS RECIENTES DE ESTIAJE Y DE PERIODO HÚMEDO
22_030 ARANDA DE DUERO

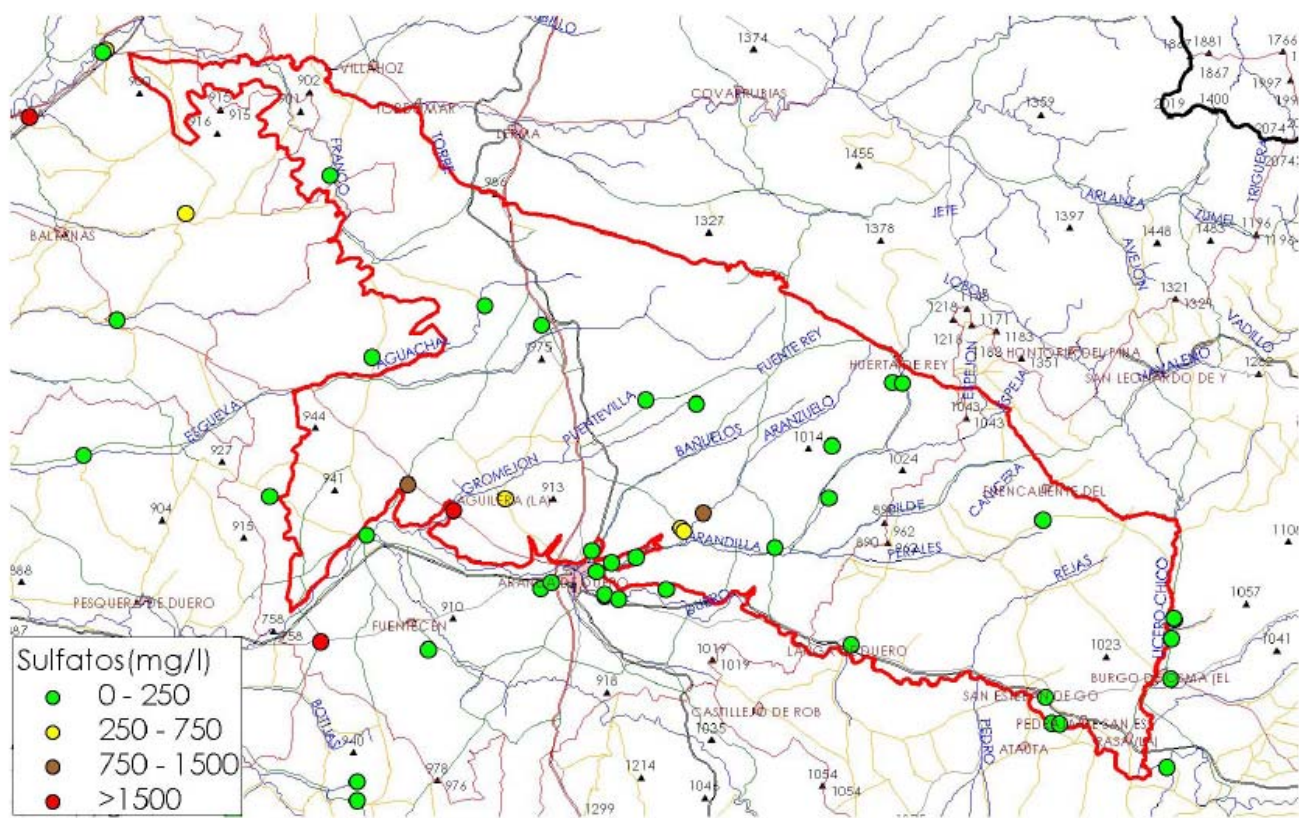
INFORMACIÓN ADICIONAL 3: CALIDAD QUÍMICA DE LAS MASA

Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	11/ 46	18,9	14,8	9,7	15,0	13,7	16,2	16,8	2.001/ 2.007
pH (Ud. pH)	/								/
Conductividad eléctrica a 20° C (μS/cm)	8/ 65	3.432	1.452	96	780	571	2.320	2.993	1.980/ 2.007
Nitrato (mg/L)	27/ 152	62,3	10,8	0,0	10,6	3,0	18,0	18,0	1.974/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	3/ 30	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2001/ 2007
Plomo (mg/L)	3/ 30	0,01400	0,00050	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Mercurio (mg/L)	3/ 30	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Amonio total (mg NH ₄ /L)	17/ 57	4,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	1.982/ 2.007
Cloruro (mg/L)	25/ 112	104,0	11,6	2,0	7,2	5,0	14,0	17,7	1.974/ 2.007
Sulfato (mg/L)	35/ 172	1.936,0	801,0	1,0	448,0	31,4	1.380,0	1.936,0	1.974/ 2.007



**MAPA 10.4.2: MAPA DE NIVELES DE REFERENCIA
22_030 ARANDA DE DUERO**



**MAPA 10.4.3: MAPA DE NIVELES DE REFERENCIA
22_030 ARANDA DE DUERO**

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.07 ALTO DUERO (02.08 RIAZA, 02.09 ADAJA-CEJA, 02.10 BAJO DUERO)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.039 ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Burgos	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema incluye 12 TM de Burgos: La Vid, San Juan del Monte, Vadocondes, Zazuar, Aranda de Duero, Fresnillo de las Dueñas, Villalba de Duero, Castrillo de la Vega, Haza, Berlangas de Roa, Gumiel de Mercado y Roa	
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: La masa ha sido seleccionada únicamente por referir problemas de sobreexplotación (reseñados de forma general en las anterior Unidad Hidrogeológica 08 Central del Duero del Plan hidrológico, antes de su diferenciación en Masas de Agua Subterránea).		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>	
Mejora ecosistemas Riberas <input checked="" type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Aluvial del Duero		

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
Litologías <u>Litología:</u> Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. <u>Espesores:</u> de 0 a 20 m <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad. 1)					

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Intergranuar Muy alta: > 10+2	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	e	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp) (2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s) (3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Sur	a	e	p	
Este	a	e	p	
Oeste	a	s	p	
Base	a	e	p	

Observaciones:

El corredor aluvial del Duero tiene aproximadamente 130 km de longitud y una anchura de 2 a 3 km de media hasta el sector de la desembocadura con el Pisuegra, donde se extiende a 4,5 km y una longitud de 12 km en las proximidades de Valladolid. El espesor es variable, entre 8 y 15 m, raramente supera los 20 m. La base del acuífero es el acuífero profundo Terciario detrítico (MASb 022.067). La recarga natural se realiza básicamente por infiltración del agua de lluvia, retornos de riego, por almacenamiento en las riberas en épocas de avenidas y trasferencias subterráneas procedentes de los flujos regionales del acuífero terciario cuyas líneas de flujo convergen hacia el cauce del río que constituye su principal vía de drenaje.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input checked="" type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>
Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1	Canal 1
Nombre (código):		Duero en Aranda de Duero	
Ref. estación aforo:		2013	
Capacidad embalse (hm ³)			
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)			
- máxima			
- mínima			
Año o Periodo medida:			
		Total Aportación natural media anual (A): Total Caudal medio anual (Q):	

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: posibilidad de derivar caudales del río Duero e infiltrarlos en el aluvial para el aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento de las riberas.

(2) Distribución media mensual: $A(m^3)$ ó $Q(m^3/s)$

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1												
Río 1												
Canal 1												
Esorrentía												

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3
Nombre (código):	Aranda del Duero		
Municipios conectados:			
Población (hab):			
Tipo de tratamiento:	Secundario		
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	6.073.720		
¿Existe reutilización?			
Referencia Concesión:			
Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$):			
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):	6.073.720		

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: Existe un importante potencial de aguas depuradas en Aranda del Duero, aunque para la recarga se requiera un tratamiento más avanzado que el secundario.

(4) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
EDAR 3												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):		
Origen del agua:		
Volumen desalado ($hm^3/año$) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Río Duero EDAR Aranda de Duero
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos Sin datos
- Agua del medio receptor: Acuífero aluvial del Duero
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 2)

Cond. eléc. a 20° C (µS/cm):	1.065
Nitrato (mg/L):	28
Cloruro (mg/L):	83,6
Sulfato (mg/L):	108,5
Nitritos (mg/L):	0,04
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA	ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES																
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Superficial</td> <td style="width: 50%;">Profunda</td> </tr> <tr> <td>Balsas <input type="checkbox"/></td> <td>Sondeos <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Inundación <input type="checkbox"/></td> <td>Pozos <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Zanjas <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Canales <input type="checkbox"/></td> <td>Mixta: <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cauces <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Represas <input type="checkbox"/></td> <td>ASR: <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Otros <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>	Superficial	Profunda	Balsas <input type="checkbox"/>	Sondeos <input type="checkbox"/>	Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>	Zanjas <input type="checkbox"/>		Canales <input type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	Cauces <input type="checkbox"/>		Represas <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>		Estudios previos de caudales <input type="checkbox"/> Estudios previos del acuífero <input type="checkbox"/> Otros estudios: Planta de recarga <input type="checkbox"/> Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/> o Canal: o Azud: o Otros: Otras infraestructuras:
Superficial	Profunda																
Balsas <input type="checkbox"/>	Sondeos <input type="checkbox"/>																
Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>																
Zanjas <input type="checkbox"/>																	
Canales <input type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>																
Cauces <input type="checkbox"/>																	
Represas <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>																
Otros <input type="checkbox"/>																	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

No se dispone de información suficiente para realizar una propuesta determinada de recarga. En principio parece que el sistema adecuado a los materiales aluviales serían las zanjas y canales, aunque las distintas posibilidades deberán determinarse con un **estudio hidrogeológico concreto** que determine la viabilidad técnica de esta actuación.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Se trataría de una actuación de baja prioridad como herramienta para paliar la sobreexplotación detectada en la Unidad Hidrogeológica en la que estaba integrada esta MASb, aunque presenta un interés relativo como ensayo para utilizar la capacidad de almacenamiento en riberas y la mejora de los ecosistemas asociados.

El descenso del nivel piezométrico observado en esta zona, desde el año 1972 hasta el 2009 en el rango de 40 a 100 m de profundidad, se cifra en casi toda la MASb entre 0 y 5 m de acuerdo con los datos aportados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca (España). 20 a 23 de octubre de 2009).

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS (LEYENDA GEOLÓGICA)

5000, Masas de agua.

274, Arenas, cantos y gravas (Barra). *Holoceno*

273, Limos, arenas, gravas y arcillas (Llanura de inundación). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas (Depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

269, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (Terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (a veces encostradas). (Terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

264, Gravas, cantos, arenas y limos.(Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio - Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

251, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas (a veces, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Superior*

248, Arenas, limos, bloques, arcillas. (Deslizamientos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

241, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas (frecuentemente, encostrados). (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

240, Arenas blanquecinas, fluviales, con gravilla de cuarzo, y a veces, arenas eólicas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*

235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO. *Mioceno Superior (Vallesiense)*

195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Mioceno Superior (Vallesiense)*

185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Mioceno Superior (Vallesiense)*

183, Arcillas y margas grises, con intercalaciones de margocalizas (con ostracodos). FACIES CUESTAS. ARCILLO-MARGOSA. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

166, Conglomerados, limos, areniscas y arcillas rojas. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

162, Conglomerados de intraclastos (oncolitos). *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

161, Calizas, dolomías, margocalizas y margas. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

159, Calizas estromatolíticas y/o oncolíticas, y niveles margosos. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

157, Limos rojizos, con intercalaciones carbonatadas, areniscosas y conglomerados. UNIDAD DETRITICA DE ARANDA P.D. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

149, Paleocanales de arenas, soldados, con intercalaciones de fangos ocreos. FACIES CABEZÓN. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

148, Limos, arcillas y arenas ocreas, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcósicas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

97, Calizas, margocalizas y margas. Karstificación a techo, en el Noreste. CALIZAS "TERMINALES" DE DUEÑAS. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

84, Margas, yesos, arcillas y, a veces, margocalizas y calizas. FACIES VILLATORO. *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

81, Margas blancas y arcillas grises y, a veces calizas, dolomias y yesos. FACIES DUEÑAS. *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

57, Arcosas fangosas, rojizas y gris-verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcitas y costras calcáreas. FACIES VILLALBA DE ADAJA P.D. *Eoceno Superior-Mioceno Inferior (Ramblense)*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA TIPO

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENISCAS, MARGAS Y CALIZAS	30,00			TERCIARIO
ARENAS EÓLICAS: ARCOSAS	80,00			CUATERNARIO
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	360,00	0	20	CUATERNARIO

INFORMACIÓN ADICIONAL 2 CALIDAD QUÍMICA

Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	5/ 17	18,0	14,7	12,1	14,9	13,9	15,2	16,4	2.000/ 2.007
pH (Ud. pH)	/								/
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	5/ 38	2.890	1.056	412	1.065	504	1.180	2.080	1.984/ 2.000
Nitrato (mg/L)	25/ 75	364,3	36,2	0,9	28,0	5,8	41,0	48,0	1.975/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	4/ 15	0,00500	0,00030	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2000/ 2007
Plomo (mg/L)	1/ 10	0,02000	0,00200	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Mercurio (mg/L)	4/ 15	0,00100	0,00010	0,00000	0,00000	0,00000	0,00010	0,00010	2.000/ 2.007
Amonio total (mg NH4/L)	7/ 28	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	1.985/ 2.007
Cloruro (mg/L)	21/ 56	283,6	125,1	12,0	83,6	35,0	249,0	266,0	1.974/ 2.007
Sulfato (mg/L)	41/ 92	848,0	189,6	10,0	108,5	64,0	211,0	586,0	1.974/ 2.007
Conductividad de campo (medida in situ)	2/ 12	1.425	1.015	547	1.020	805	1.286	1.415	2.001/ 2.007
Amonio (mg/l N)	1/ 10	1,67000	0,83600	0,00000	0,80500	0,57000	0,94000	1,49000	2.001/ 2.007
Amoniaco no ionizado	3/ 19	0,05000	0,03420	0,00000	0,05000	0,00000	0,05000	0,05000	1.985/ 2.000
Conductividad (a 25°C)	5/ 21	3.224	1.063	675	1.015	976	1.015	1.015	1.979/ 2.007
Nitritos	16/ 64	0,32000	0,06220	0,00000	0,04000	0,00000	0,10000	0,15000	1.978/ 2.007

- Origen de la información:

Tratamiento estadístico realizado por el MMA. Base de datos de calidad del MMA 2008

DEMARCACIÓN
HIDROGRÁFICA
021 - DUERO

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.08 RIAZA

ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER

Comunidades Autónomas: CASTILLA Y LEÓN, CASTILLA-LA MANCHA, MADRID

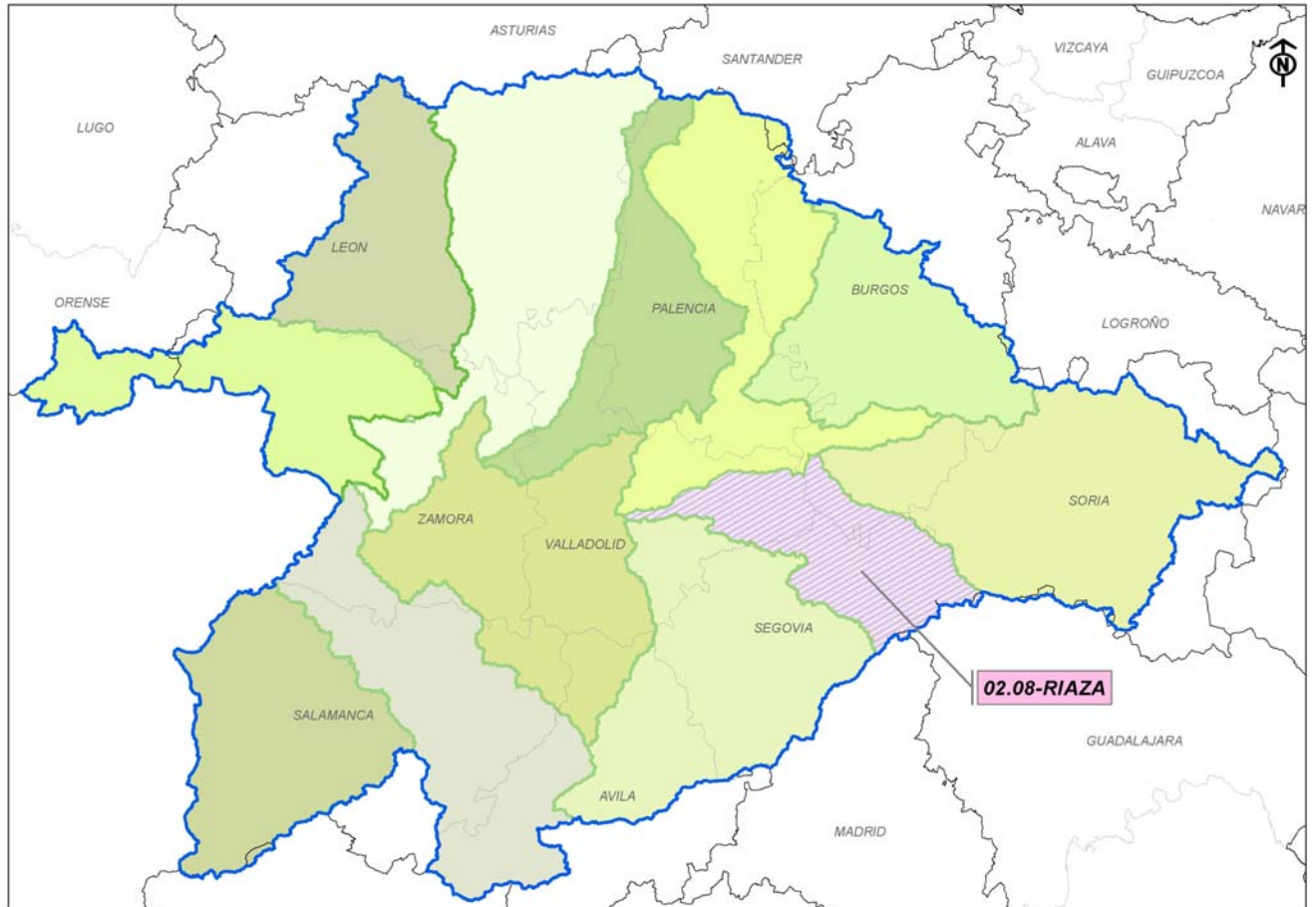
Provincias: Segovia, Valladolid y Burgos; Guadalajara; Madrid.

POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER

Nº de Municipios: 130 (Ref.1)

Nº de habitantes: 77.925
(padrón 2006) (Ref.2)

PLANO DE SITUACIÓN DEL SER



MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS

- 022.029 Páramo de Esgueva
- 022.039 Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas
- 022.043 Páramo de Cuellar
- 022.055 Cantimpalos

DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales (hm³/año)

Demanda (hm³/año)

Aportación natural media anual del SER (1): **338**

Urbana: 21,792 (superf.)

Agrícola: 192,535
(34,111 subt. + 158,424 superf.)

Recursos regulados superficialmente:

Ganadera:

Industrial:

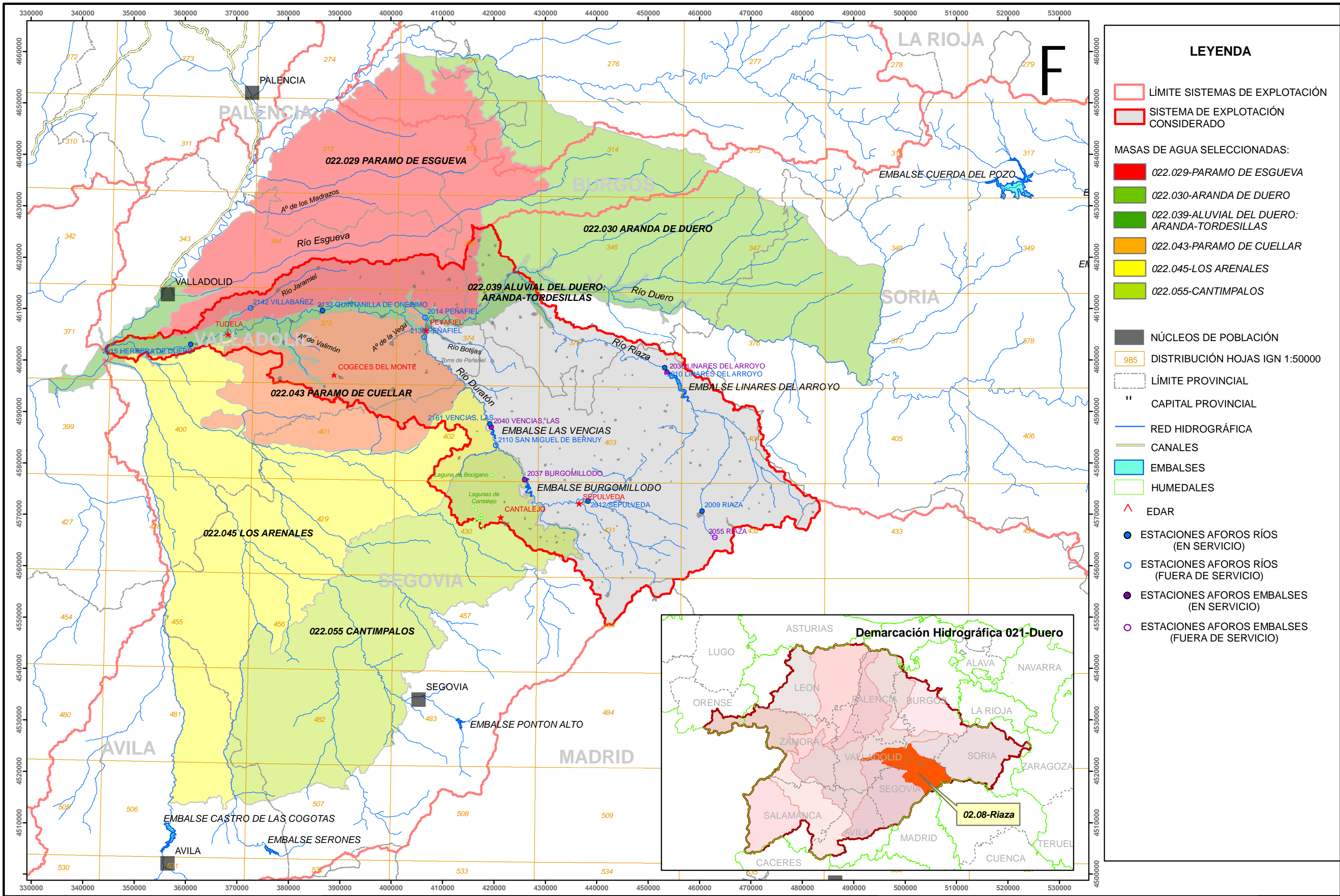
Recursos hídricos subterráneos regulados
(bombeos):

Otras:

Piscícola: 47,304

Total recursos regulados:	Total demandas: 261,631										
Fuente de los datos: SIMPA, periodo 1940/41-2005/06 del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008)	Fuente de los datos: Atención de las demandas: Balances en los sistemas de explotación (situación actual), del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008)										
Balace del SER: Déficit (D) <input type="checkbox"/> Excedentes (E) <input checked="" type="checkbox"/> En equilibrio <input type="checkbox"/> Desconocido <input type="checkbox"/> hm ³ /año: hm ³ /año: 76											
¿Existen recursos naturales disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
Comentario: En el PHD (1998) los recursos totales se evaluaron en 305 hm ³ /año con una asignación y reserva de recursos para el horizonte 2002 de 282 hm ³ /año para el total de usos (riego, abastecimiento urbano e industrial). Los datos del EPTI presentan unas cifras más altas de recursos pero una menor demanda, con un ligero déficit en el suministro agrario del río Duratón, pero con excedentes a nivel de SER que deben ser evaluados. En principio, estos excedentes no serán nunca superiores a 76 hm ³ /año (diferencia entre aportación y demanda) pues no se tienen datos de demanda urbana atendida con aguas subterráneas ni se ha considerado aún el caudal ecológico, ya que es una restricción previa a la asignación de recursos del Plan.											
(7) Ref. estación aforo: 2130	Nombre: Río Duratón en Peñafiel Capacidad embalse (hm ³): -										
Año: 1994-1995	Aportación anual (hm ³): 79,94										
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
5,62	8,44	7,61	7,95	10,10	8,12	6,36	5,47	4,60	5,20	5,36	5,12
(7) Ref. estación aforo: 2010	Nombre: Río Riaza en Linares del Arroyo Capacidad embalse (hm ³): -										
Año: 1994-1995	Aportación anual (hm ³): 38,61										
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
0,57	0,54	0,57	0,57	0,51	0,57	6,18	3,62	9,30	6,71	8,71	0,76
Infraestructura de almacenamiento: Embalses del SER											
Nombre del embalse	Capacidad (hm ³)	Ref. estación aforo	Periodo medida	Volumen regulado medio	Aportación hídrica natural (hm ³ /año)						
					máxima	media	mínima				
Linares del Arroyo	58,0	2036	1951-2006		257,4	77,5	26,5				
Burgomillodo	15,0	2037	1943-2006		220,1	99,2	31,0				
Las Vencías	9	2040	1969-2006		153,6	93,1	37,6				
Riaza	1	2055	Fuera servicio								
Depuración											
EDAR total del SER: 5	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (Ref.3)	¿Existe reutilización?	Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año)						
	3	Sin especificar	1.968.690	No/desconocido							
	1	Secundario	1.226.240	No/desconocido							
	1	Más riguroso (N)	1.130.440	No/desconocido							
ETAP total del SER:											
Disponibilidad hídrica estimada: del orden de 1 hm³/año											
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> A estudiar <input checked="" type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
Comentario: Del volumen total depurado estimado en el SER (unos 4 hm ³ /año), el más apropiado para la recarga sería el tratamiento más riguroso (N) que se evalúa del orden de 1 hm ³ /año, algo escaso para planificar una recarga. Habría que disponer del volumen total estimado en todo el SER con el tratamiento adecuado para la recarga.											

Desalación		
Nº Desaladoras: T.M.:	Capacidad de desalación (m ³ /año): del municipio:	Volumen desalado (m ³ /año):
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año): 0		
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>		
Comentario:		
TOTAL RECURSOS HÍDRICOS POTENCIALMENTE DISPONIBLES EN EL SER: (Naturales + Depurados + Desalados)		
Comentario:		
INDICE DE REFERENCIAS		
(Ref.1) El número de municipios se ha obtenido por la intersección de shapes, y se corresponde con aquellos municipios cuyo centroide se encuentre dentro del límite del SER.		
(Ref.2) Dato procedente del documento: Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero. Estudio General de la Demarcación. Tomo 2. Anexo de Actualización. (CHD, 2007).		
(Ref.3) El volumen depurado se ha estimado mediante la aproximación: 1 h-e = 1.5 h; después se ha aplicado una dotación media de 175 L/hab/día para los 365 días.		



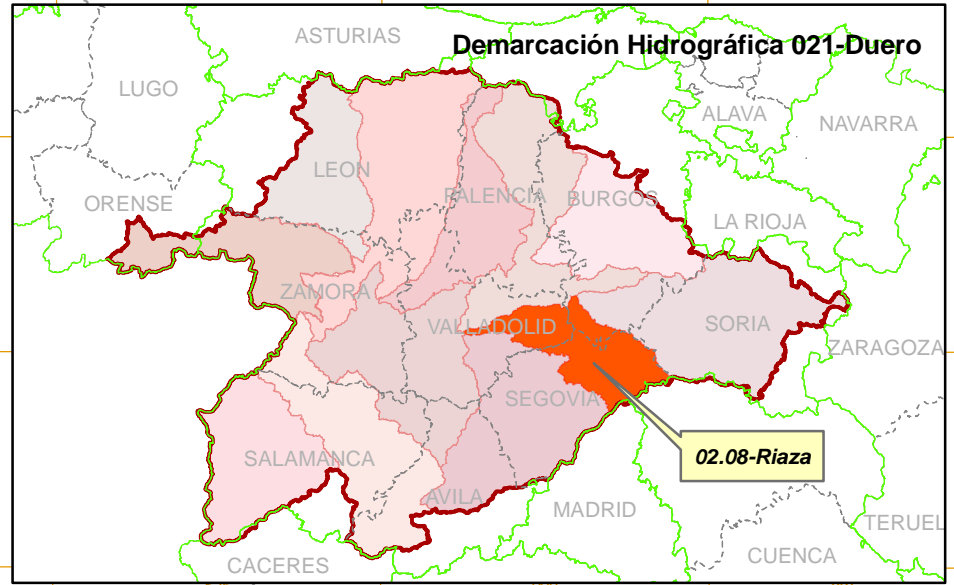
LEYENDA

- LÍMITE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN
- SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADO

MASAS DE AGUA SELECCIONADAS:

- 022.029-PARAMO DE ESGUEVA
- 022.030-ARANDA DE DUERO
- 022.039-ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS
- 022.043-PARAMO DE CUELLAR
- 022.045-LOS ARENALES
- 022.055-CANTIMPALOS

- NÚCLEOS DE POBLACIÓN
- 985 DISTRIBUCIÓN HOJAS IGN 1:50000
- LÍMITE PROVINCIAL
- CAPITAL PROVINCIAL
- RED HIDROGRÁFICA
- CANALES
- EMBALSES
- HUMEDALES
- ▲ EDAR
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (FUERA DE SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (FUERA DE SERVICIO)



DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.08 RIAZA (Y 02.09 ADAJA-CEJA)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.029 PÁRAMO DE ESGUEVA																																																										
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA																																																												
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Palencia, Burgos y Valladolid	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 38 TM (6 en Burgos y 32 en Valladolid)																																																											
PLANOGEOLÓGICO DE LA MASA																																																												
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 0.5; padding-left: 10px;"> <p>LEYENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> Límite provincial Sistema de Explotación de Recursos Masas de agua seleccionadas: PÁRAMO DE ESGUEVA </div> <div style="flex: 1.5; padding-left: 10px;"> <p>LEYENDA GEOLÓGICA *</p> <table style="font-size: small; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">500000</td><td style="width: 20px;">197</td></tr> <tr><td>274</td><td>196</td></tr> <tr><td>272</td><td>195</td></tr> <tr><td>271</td><td>194</td></tr> <tr><td>270</td><td>193</td></tr> <tr><td>268</td><td>191</td></tr> <tr><td>267</td><td>190</td></tr> <tr><td>265</td><td>188</td></tr> <tr><td>264</td><td>187</td></tr> <tr><td>259</td><td>186</td></tr> <tr><td>257</td><td>185</td></tr> <tr><td>255</td><td>171</td></tr> <tr><td>253</td><td>161</td></tr> <tr><td>252</td><td>158</td></tr> <tr><td>251</td><td>157</td></tr> <tr><td>250</td><td>155</td></tr> <tr><td>248</td><td>153</td></tr> <tr><td>244</td><td>152</td></tr> <tr><td>242</td><td>149</td></tr> <tr><td>234</td><td>148</td></tr> <tr><td>228</td><td>102</td></tr> <tr><td>227</td><td>97</td></tr> <tr><td>226</td><td>84</td></tr> <tr><td>225</td><td>83</td></tr> <tr><td>223</td><td>81</td></tr> <tr><td>222</td><td></td></tr> <tr><td>203</td><td></td></tr> <tr><td>201</td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td></td></tr> </table> <p><small>*Consultar descripciones litológicas en el ANEXO A</small></p> </div> </div>			500000	197	274	196	272	195	271	194	270	193	268	191	267	190	265	188	264	187	259	186	257	185	255	171	253	161	252	158	251	157	250	155	248	153	244	152	242	149	234	148	228	102	227	97	226	84	225	83	223	81	222		203		201		200	
500000	197																																																											
274	196																																																											
272	195																																																											
271	194																																																											
270	193																																																											
268	191																																																											
267	190																																																											
265	188																																																											
264	187																																																											
259	186																																																											
257	185																																																											
255	171																																																											
253	161																																																											
252	158																																																											
251	157																																																											
250	155																																																											
248	153																																																											
244	152																																																											
242	149																																																											
234	148																																																											
228	102																																																											
227	97																																																											
226	84																																																											
225	83																																																											
223	81																																																											
222																																																												
203																																																												
201																																																												
200																																																												
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN:																																																												
<p>Esta masa formaba parte de la Unidad Hidrogeológica 08 Valle del Esgueva que figura en el Plan Hidrológico con problemas de sobreexplotación y en la cual se recomendaba realizar estudios concretos de viabilidad de recarga artificial. En la actualidad se encuentra en riesgo (cuantitativo y químico) de no alcanzar los objetivos medioambientales de la DMA en el año 2015.</p>																																																												
FINALIDAD DE LA RECARGA																																																												
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>																																																											
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>																																																										
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Terciario detrítico, Calizas del Páramo y Cuaternario aluvial																																																												

ACUÍFERO RECEPTOR 1: Terciario detrítico

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Margas, arenas arcóscicas, arcillas, calizas y yesos. Espesores: de 600 a 1.000 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

ACUÍFERO RECEPTOR 2: Calizas del Páramo

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Calizas, dolomías y margas. Espesores: de 6 a 19 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

ACUÍFERO RECEPTOR 3: Cuaternario aluvial

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Arcillas, arenas y gravas. Espesores: Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad: Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario aluvial ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día): Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario aluvial ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Karstificación Intergranular Intergranular Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Muy alta: > 10 ²	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sur	a	s	p	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Este	a	s	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	a	s	p	

Observaciones:

La masa está constituida por las Calizas del Páramo superior (calizas grises con intercalaciones margosas y arcillosas) y las del Páramo inferior (alternancia de calizas, calizas margosas y margas), cuyos términos calcáreos se extienden sobre todo al oeste de la masa; ambas de edad Mioceno superior. De esta forma el sector oriental forma una extensión continua de páramo calcáreo, y hacia el oeste va quedando reducido por la erosión a cerros testigos aislados y pequeños retazos de

escasas dimensiones, esta continuidad se ve interrumpida por el río Esgueva que parte en dos el páramo. El espesor del Páramo superior calcáreo es de 6 a 9 m y hacia el oeste el Páramo inferior alrededor de 10 m. No existe una inclinación manifiesta de la plataforma carbonatada y el buzamiento de los estratos es horizontal. Por debajo de estos tramos carbonatados, e indentándose con el último, se sitúan las Facies de las Cuestas (margas, calizas, dolomías, arcillas y yesos) y debajo las facies arcilloso-arenosas del Mioceno medio-superior, que constituye el acuífero detrítico terciario confinado (MASb 022.067 Terciario detrítico confinado bajo los Páramos). Este acuífero no recibe aporte ninguno en sentido vertical (infiltración de lluvia o goteo de los acuíferos superiores (calizas del Páramo, acuífero cuaternario) ni cede agua hacia arriba (drenaje por los ríos), produciéndose todas las entradas y salidas naturales lateralmente, por los límites de esta región con las colindantes.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1	Canal 1	Escorrentía
Nombre (código):		Jaramiel en Villabañez		
Ref. estación aforo:		2142		
Capacidad embalse (hm ³)				
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s): - media (año 1990-1991) (2)		(A) 1,340 (Q) 0,043		
- máxima (año 1989-1990):		(A) 2,488 (Q) 0,078		
- mínima (año 1991-1992):		(A) 0,020 (Q) 0,001		
Año o Periodo medida:		1989-1991		
		Total Aportación natural media anual (A):		
		Total Caudal medio anual (Q):		

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: posibilidad de derivar excedentes invernales del río Jaramiel (afluente del Duero) para infiltrarlos en el acuífero detrítico terciario (MASb 022.067). En el Informe "Recarga de acuíferos profundos en el valle del Esgueva (Valladolid-Palencia-Burgos). IGME, 1984" se realizan aforos en el río Esgueva y los arroyos Madrazos y Jaramiel para determinar la disponibilidad de caudales para la recarga, de los cuales se estima que para los arroyos citados se podrían detraer del orden de 25 L/s y en el río Esgueva no parece existir ningún problema para establecer una red de puntos de recarga a lo largo de su curso. (Inf. Ad. 3)

(2) Distribución media mensual: Q(m³/s) Año 1990-1991

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1												
Río 1	0,0	0,0	0,0	0,043	0,072	0,187	0,166	0,037	0,0	0,0	0,0	0,0
Canal 1												
Escorrentía												

Comentario:

Agua depurada (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):				
Municipios conectados:				
Población (hab):		-	-	
Tipo de tratamiento:				
Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (4):				
¿Existe reutilización?				
Referencia Concesión:				

Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$):												
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):												
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input checked="" type="checkbox"/> <u>Comentario:</u> Dentro de este SER (Riaza) la MASb no presenta ninguna EDAR.												
<i>(4) Distribución media mensual (m^3)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
EDAR 3												
EDAR 4												
¿Disponibilidad estacional? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> <u>Comentario:</u>												
Aguas desaladas	Desaladora 1				Desaladora 2							
Nombre (código):												
Origen del agua:												
Volumen desalado ($hm^3/año$) (5):												
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):												
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/> <u>Comentario:</u>												
<i>(5) Distribución media mensual (m^3)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												
¿Disponibilidad estacional? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> <u>Comentario:</u>												
CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA												
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Agua de recarga:</u> Arroyo Jaramiel <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: (25-04-84) (Inf. Ad. 3) Cond. eléc. ($\mu S/cm$): 2.120 Cloruro (mg/L): 51,8 Sulfato (mg/L): 1.728 ▪ <u>Agua del medio receptor:</u> Acuífero terciario detrítico <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 4) Cond. eléc. a 20° C ($\mu S/cm$): 2.410 Nitrato (mg/L): 16 Cloruro (mg/L): 356 Sulfato (mg/L): 606 Nitritos (mg/L): 0,1 ▪ <u>Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor</u> (prevista) <ul style="list-style-type: none"> Buena <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> 												

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales	<input type="checkbox"/>
Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos	Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/> Estudio hidrogeológico del valle del Esgueva. (IGME, 1981)
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos	Otros estudios:	
Zanjas	<input type="checkbox"/>	Planta de recarga	<input checked="" type="checkbox"/> Recarga de acuíferos profundos en el valle del Esgueva (Valladolid-Palencia-Burgos). (IGME, 1984) (Inf. Ad. 3)
Canales	<input type="checkbox"/> Mixta:	Infraestructuras de transporte	<input type="checkbox"/>
Cauces	<input type="checkbox"/>	o Canal:	
Represas	<input type="checkbox"/> ASR:	o Azud:	
Otros	<input type="checkbox"/>	o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

La actuación de recarga artificial del terciario detrítico requiere una puesta al día del estudio realizado por el IGME en 1984, con objeto de dotar de una mayor efectividad a la operación. En concreto requiere determinar con mayor exactitud los caudales disponibles en el arroyo Jaramiel, respetando los caudales ecológicos establecidos en el marco de la DMA, el estudio de su calidad físico-química (esencialmente en los aspectos relacionados con la colmatación), así como la selección de los emplazamientos más favorables en función de la geometría detallada del acuífero en esta parte de la MASb y de sus parámetros hidráulicos, a determinar mediante ensayos de bombeo.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Dada la disposición estructural de las calizas del Páramo y la situación de los posibles recursos hídricos naturales disponibles para la recarga, no resulta viable plantear esta operación de recarga artificial (salvo con el empleo de aguas depuradas).

Respecto al acuífero detrítico terciario (diferenciado actualmente en el MASb 022.067), la prueba de recarga realizada en 1984 en las proximidades del río Esgueva (SER 05 Pisuerga), aunque limitada en el tiempo (1 mes de duración) y en el espacio (por ser puntual), indica la viabilidad de la recarga como un método adecuado para la solución del problema de sobreexplotación del acuífero, que puede ser aplicado a todo su conjunto.

Por ello, se considera factible iniciar los estudios de viabilidad de la recarga a los largo del arroyo Jaramiel para invertir la tendencia al descenso de los niveles piezométricos, cifrados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca (España). 20 a 23 de octubre de 2009) desde el año 1972 al 2009, de hasta 15 m en el rango de profundidades del agua de 40 a 100 m; y entre 20 y 40 m según zonas en el rango de profundidades mayores de 200 m.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

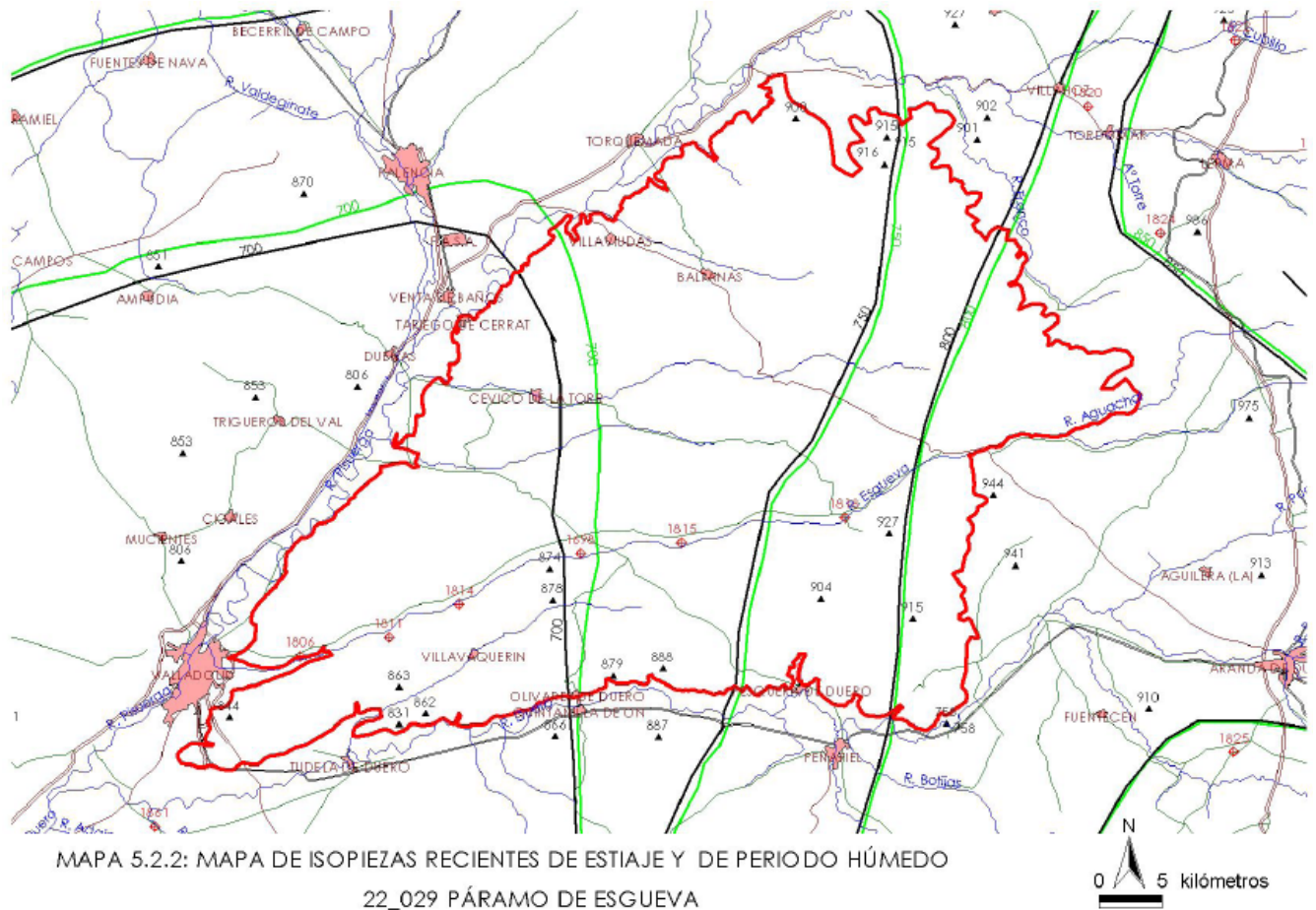
PÁRAMO DE ESGUEVA (LEYENDA GEOLÓGICA)

- 500000, Masas de agua
- 274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*
- 272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*
- 270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*
- 268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (a veces enconstradas). (terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*
- 267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*
- 265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*
- 264, Gravas, cantos, arenas y limos. (Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 259, Travertinos y tobas calcáreas. (Travertinos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 257, Calizas travertínicas. (Travertinos). *Pleistoceno Inferior-Medio*
- 255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio-Holoceno*
- 252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*
- 251, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Superior*
- 250, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (frecuentemente, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Medio*
- 248, Arenas, limos, bloques, arcillas. (Deslizamientos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 244, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*
- 242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*
- 234, Arcillas rojas. (Arcillas de descalcificación). *Turolense-Holoceno*
- 228, Calizas (micríticas grises, con gasterópodos) y margocalizas. A techo, limos arenosos rojizos y costras calcáreas. **CALIZAS DEL PÁRAMO SUPERIOR.** *Vallesiense*
- 227, Calizas, lutitas y nódulos carbonatados, brechas calcáreas y oncolíticas. *Vallesiense*
- 226, Margas, margocalizas blancas, lutitas rojas y arcillas ocre-verdes, ocasionalmente, niveles de arcillas y oncoides. *Vallesiense*
- 225, Margas y arcillas blanquecinas. *Vallesiense*
- 223, Gravas, arenas y lutitas rojas. *Vallesiense*
- 222, Arcillas rojizas, con niveles conglomeráticos. *Vallesiense*
- 203, Limos arcillosos, con suelos calcimórfos, arcillas, arenas, areniscas y margocalizas. SERIE "INTERPARAMOS INFERIOR-SUPERIOR" P.D. *Aragoniense-Vallesiense*
- 201, Margas y margocalizas blancas o grises, y arcillas. *Vallesiense*
- 200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. **CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO.** *Vallesiense*
- 197, Calizas "secundarias", margas y arcillas. *Vallesiense*
- 196, Calizas, margas y dolomías, con pseudomorfos de cristales diagenéticos de yesos. *Vallesiense*
- 195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*
- 194, Niveles yesíferos, yesoarenitas y fangos salinos. *Vallesiense*
- 193, Dolomías y margas dolomíticas, con macrolenticulas de yesos. *Vallesiense*
- 191, Arcillas rojas, con intercalaciones de areniscas. *Vallesiense*
- 190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. **FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS".** *Aragoniense-Vallesiense*
- 188, Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas, margas y calizas. **FACIES TORDOMAR.** *Aragoniense-Vallesiense*
- 187, Margas yesíferas, y a veces, lutitas rojas, con intercalaciones, areno-areniscosas, calcáreas y dolomíticas. *Aragoniense-Vallesiense*
- 186, Arcillas y margas gris-negras, carbonatadas, ricas en gast. y carac. con intercalaciones de calizas, costras y arenas. **FACIES ZARATÁN.** *Aragoniense*
- 185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. **FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS".** *Vallesiense*
- 171, Calizas y margocalizas (y, a veces, margas y arcillas). **CALIZAS DEL PÁRAMO INFERIOR.** *Aragoniense*
- 161, Calizas, dolomías, margocalizas y margas. *Aragoniense*
- 158, Conglomerados con cantos metamórficos o cuarcíticos. *Aragoniense*
- 157, Limos rojizos, con intercalaciones carbonatadas, areniscosas y conglomerados. UNIDAD DETRITICA DE ARANDA P.D. *Aragoniense*
- 155, Facies "marmorizadas" (paleosuelo). PSEUDOGLEY. *Aragoniense*
- 153, Margas y calizas. *Aragoniense*
- 152, Suelos calciformos, costras calcáreas. *Aragoniense*
- 151, Arenas y gravas de costras calcáreas. (Paleocanales). *Aragoniense*
- 149, Paleocanales de arenas, soldados, con intercalaciones de fangos ocreos. **FACIES CABEZÓN.** *Aragoniense*
- 148, Limos, arcillas y arenas ocreas, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimórfos. **FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D.** *Aragoniense*
- 102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimórfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcosas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Ramblense-Aragoniense*
- 97, Calizas, margocalizas y margas. Karstificación a techo, en el Noreste. CALIZAS "TERMINALES" DE DUEÑAS. *Aragoniense*
- 84, Margas, yesos, arcillas y, a veces, margocalizas y calizas. **FACIES VILLATORO.** *Ramblense-Aragoniense*
- 83, Yesos. *Ramblense*
- 81, Margas blancas y arcillas grises y, a veces calizas, dolomías y yesos. **FACIES DUEÑAS.** *Ramblense-Aragoniense*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
MARGAS,LUTITAS,ARCILLAS Y CALIZAS	500,00			FACIES CUESTAS
CALIZAS,DOLOMIÁS Y MARGAS	1.000,00	6	10	CALIZAS DEL PÁRAMO
ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	300,00			CUATERNARIO
MARGAS,ARENAS ARCÓNICAS,ARCILLAS,CALIZAS Y YESOS	300,00	600	1.000	TERCIARIO INDIFERENCIADO

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA



INFORMACIÓN ADICIONAL 3: ANTECEDENTES DE RECARGA EN LA MASA

- **INFORME: "RECARGA DE ACUÍFEROS PROFUNDOS EN EL VALLE DEL ESGUEVA (VALLADOLID-PALENCIA-BURGOS). IGME, 1984"**

1.1.- Antecedentes

En el año 1981, el IGME en el informe "Estudio hidrogeológico del valle del Esgueva", planteaba un primer análisis de viabilidad técnica para el mantenimiento de la rentabilidad de los regadíos existentes en la zona mediante el análisis de tres soluciones, siendo la tercera la recarga artificial del terciario detrítico para corregir la tendencia de los niveles y mejorar la calidad del agua. Se efectuaron dos pruebas de recarga de 48 horas de duración, en los valles del Cerrato y del Esgueva, cuyos resultados alentadores dieron lugar a este estudio.

1.2.- Objetivos del estudio

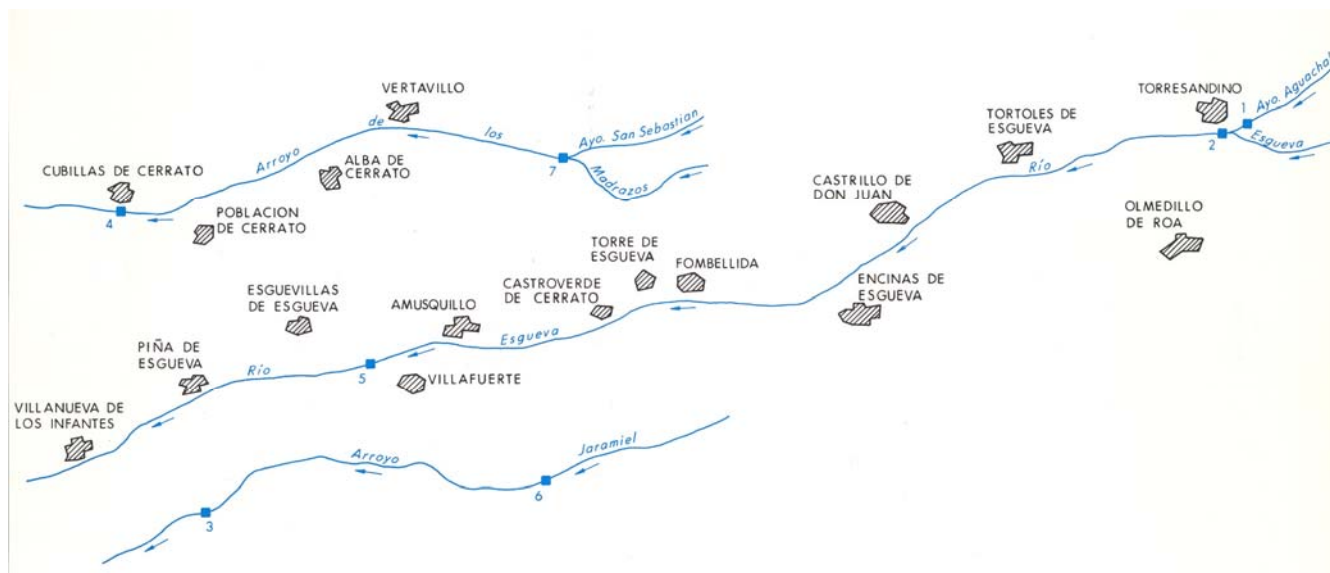
El principal objetivo que se persigue con la realización de una prueba de recarga de duración media, es el de determinar la viabilidad de una instalación fija de recarga, con los siguientes objetivos parciales:

- Conocimiento de los caudales medios de los ríos Esgueva, Jaramiel y Madrazos a lo largo del año.
- Estudio de la calidad físico-química del agua en estos ríos.
- Evaluación de la colmatación en el sondeo de inyección.
- Influencia de la inyección en los niveles piezométricos.
- Efecto de la inyección de aguas de diferente calidad.

3.1.- Aforos en los ríos

El objeto de estos aforos es, en el río Esgueva, establecer la relación caudal-calidad del agua puesto que ya se conoce que circula con caudal suficiente y, en los arroyos Madrazos y Jaramiel, además de esta relación, conocer si llevan caudal suficiente entre los meses de octubre-noviembre a mayo-junio para poder realizar durante este periodo la recarga del acuífero terciario.

Gráfico 1: Situación de los puntos de aforo y muestreo



Cuadro nº 1.- Resumen de aforos en los ríos

Punto de aforo		CAUDAL (L/s). Año 1984						
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Septiembre
Arroyo Aguachal	P-1	39,4	80,7	273,0	87,0	183,9	42,4	2,5
Río Esgueva	P-2	352,1	412,7	1.492,0	531,0	1.994,0	534,0	241,8
	P-5	467,0	435,9	1.250,9	694,0	1.960,0	400,0	43,1
Arroyo Madrazos	P-7	-	-	30,5	29,3	27,8	13,4	1,0
	P-4	1,7	32,6	47,4	47,0	84,0	18,4	0,0
Arroyo Jaramiel	P-6	-	-	4,6	3,0	6,9	2,2	0,0
	P-3	94,4	187,2	69,8	52,6	27,1	0,5	0,0

En consecuencia, se estima que para los arroyos Madrazos y Jaramiel se podrían detraer del orden de 25 L/s para recargar el terciario y en el río Esgueva no parece existir ningún problema para establecer una red de puntos de recarga a lo largo del curso del mismo.

3.2.- Calidad de las aguas superficiales

Simultáneamente a los aforos y en los mismos puntos se han realizado muestreos de la calidad de las aguas superficiales:

CUADRO Nº 2 CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

PUNTO DE AFORO	P-3	P-3	P-3	P-3		P-6			
FECHA	3-84	25-4-84	29-5-84	6-84		3-84			
Río	Jaramiel	Jaramiel	Jaramiel	Jaramiel		Jaramiel			
Conductividad $\mu\text{mhos/cm}$	2.190	2.120	2.260	2.150		1.036			
$\text{CO}_3 \text{H}^-$ (p. p. m.)	331,9	334,4	263,6	317,3		344,1			
CO_3^{2-}	0	0	0	0		0			
Cl^-	44,0	51,8	46,1	70,9		31,9			
SO_4^{2-}	1.278,2	1.728,0	1.313,5	1.278,2		303,1			
Ca^{++}	384,8	384,8	364,7	384,8		140,3			
Mg^{++}	167,8	221,3	197,0	155,6		73,0			
Na^+	20,0	21,4	21,4	20,7		7,3			
K^+	6,3	6,3	5,8	6,6		1,1			
Dureza total	1.661,1	1.884,1	1.732,6	1.610,4		654,7			
S. A. R.	0,21	0,22	0,22	0,23		0,13			
Turbidez (U.N.)									
Solidos en suspensión ($\mu\text{p.m.}$)									
pH	7,70	7,80	8,30	8,05		7,45			

CUADRO N° 2 CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

PUNTO DE AFORO	P-4	P-4	P-4	P-4	P-4	P-4			P-7	
FECHA	26-1-84	24-2-84	3-84	24-4-84	30-5-84	6-84			3-84	
Río	Madrazos	Madrazos	Madrazos	Madrazos	Madrazos	Madrazos			Madrazos	
Conductividad $\mu\text{mhos/cm}$	2.050	1.857	2.000	1.939	1.900	2.200			990	
$\text{CO}_3 \text{H}^-$ (p. p. m.)	292,9	305,1	244,1	292,9	229,4	268,5			331,9	
$\text{CO}_3^{=}$ "	0	0	0	0	26,4	25,2			0	
Cl^- "	49,6	42,5	46,1	46,1	37,6	39,0			25,5	
$\text{SO}_4^{=}$ "	1.349,7	1.117,6	1.025,0	1.349,7	1.114,5	1.464,4			390,7	
Ca^{++} "	352,7	320,6	192,4	208,4	176,4	360,7			148,3	
Mg^{++} "	170,2	150,8	180,0	279,7	209,2	187,3			87,6	
Na^+ "	30,7	28,1	26,1	22,0	19,4	26,7			8,7	
K^+ "	12,8	7,4	9,7	6,1	5,2	3,4			1,4	
Dureza total "	1.591,1	1.429,9	1.230,8	1.686,4	1.312,4	1.682,1			735,5	
S. A. R.	0,34	0,32	0,32	0,23	0,23	0,28			0,14	
Turbidez (U.N.)										
Sólidos en suspensión (p.p.m.)										
pH	8,10	8,20	8,15	7,90	8,30	8,30			7,70	

PUNTO DE AFORO	P-5	P-5	P-5	P-5	P-5	P-5			P-2	P-1
FECHA	26-1-84	23-2-84	3-84	26-4-84	29-5-84	6-84			26-4-84	26-4-84
Río	Esgueva	Esgueva	Esgueva	Esgueva	Esgueva	Esgueva			Esgueva	Esgueva
Conductividad $\mu\text{mhos/cm}$	528	636	503	602	448	741			416	435
$\text{CO}_3 \text{H}^-$ (p. p. m.)	292,9	170,9	195,3	302,7	213,9	324,6			288,0	310,0
$\text{CO}_3^{=}$ "	0	0	0	0	24,0	0			0	0
Cl^- "	14,2	14,2	26,9	24,8	24,1	27,7			17,7	22,7
$\text{SO}_4^{=}$ "	188,4	327,0	138,9	293,1	97,0	277,6			8,5	3,0
Ca^{++} "	100,2	120,2	80,2	108,2	68,1	140,3			78,2	88,2
Mg^{++} "	51,1	31,6	24,3	53,5	29,2	36,5			26,8	24,3
Na^+ "	5,7	7,3	5,5	67,5	3,7	7,3			4,3	5,7
K^+ "	3,6	2,6	2,5	2,5	2,1	2,1			1,5	4,2
Dureza total "	463,3	432,3	301,7	493,5	291,9	502,7			306,9	321,8
S. A. R.	0,12	0,15	0,14	1,33	0,10	0,14			0,11	0,14
Turbidez (U.N.)		0,8	1,5	1,3	1,5				3,2	2,2
Sólidos en suspensión (p.p.m.)		1,0	2,0	3,0	9,5				9,0	4,0
pH	8,00	8,25	7,80	7,75	8,10	7,90			7,10	7,45

En resumen se observa que el agua del río Esgueva tiene un contenido en sales inferior a las aguas del acuífero terciario, mientras que las de los arroyos Madrazos y Jaramiel son más similares a las subterráneas. En consecuencia, recargar los acuíferos terciarios con agua del río Esgueva puede presentar un beneficio adicional al de la elevación de los niveles piezométricos, como es mejorar la calidad del agua subterránea. No parece que deba ocurrir lo mismo si la recarga se efectúa a partir del agua de los arroyos Jaramiel y Madrazos, ya que las conductividades son superiores a las detectadas en el acuífero.

Por otra parte, para estimar la colmatación por la inyección de aguas superficiales se han determinado los sólidos en suspensión y turbidez. En el río Esgueva, dan valores reducidos, del orden de 2-3 mg/L, si bien con algún aumento brusco del caudal del río, como se detectó en abril, alcanzan un valor de 30 mg/L. Para paliar el efecto de la colmatación se instaló antes de la inyección un filtro de grava que redujo los sólidos en suspensión a valores de 0,5 mg/L.

3.3.- Calidad de las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas de los valles del Esgueva, Madrazos y Jaramiel en la zona del Páramo son fundamentalmente sulfatadas sódicas, aumentando su contenido en sales a medida que progresan en la dirección del flujo subterráneo. La conductividad tiene valores comprendidos entre 2.000 y 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los sulfatos son del orden de 700 mg/L y el sodio oscila entre 350 y 525 mg/L.

Los análisis efectuados durante los ensayos de bombeo posteriores a la recarga indican que el agua primero tiene un carácter sulfatado cálcico-magnésico, muy similar al río Esgueva pero con valores de conductividad superiores. A medida que progresa el bombeo el agua va recobrando su carácter sulfatado sódico y las concentraciones iónicas y conductividad van aumentando aproximándose al carácter original del agua del acuífero. Es decir, el efecto observado inmediatamente después de la inyección es el de una interfase que mejora sensiblemente las características del agua del acuífero ya que las conductividades pasan de 2.000 a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. No obstante existe una gran dificultad para predecir este efecto a largo plazo por lo que habría que realizar pruebas de más larga duración.

CUADRO N° 3 CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

SONDEO	1714-2-001	1714-6-004	1714-6-017	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001	1714-6-001
FECHA	17-11-83	24-11-83	17-11-83	6-3-84	6-3-84	12-4-84	12-4-84	12-4-84	12-4-84	12-4-84	13-4-84
Tiempo de bombeo	--	--	--	100' bombeo	16h bombeo	1er. esca- lón	2°esca- lón	3er esca- lón	4°esca- lón	3h. 12' bombeo (Q.cte)	18h. bon- beo (Q. cte)
Conductividad $\mu\text{mhos}/\text{cm}$	2.420	2.220	2.480	1.770	1.784	1.190	1.100	1.063	1.024	1.027	1.182
CO_3H^- (p. p. m.)	280,7	256,3	305,1	256,3	268,5	231,9	244,1	213,6	273,4	266,0	275,8
CO_3^{2-} "	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl^- "	345,5	312,0	411,2	234,0	234,0	60,3	58,1	85,1	88,6	93,6	99,3
SO_4^{2-} "	763,2	739,6	484,3	861,9	861,9	427,4	408,9	372,7	235,7	365,9	465,1
Ca^{++} "	60,1	88,2	52,1	100,2	96,2	156,3	140,3	116,2	92,2	84,2	100,2
Mg^{++} "	24,3	85,1	21,9	85,1	73,0	75,4	82,7	48,6	46,2	55,9	85,1
Na^+ "	507,7	380,8	521,0	374,1	354,0	24,0	33,4	80,2	86,8	120,2	113,6
K^+ "	6,1	6,2	6,0	5,5	5,2	3,4	3,3	3,3	3,4	3,7	3,7
Dureza total "				605,2	544,5	704,9	695,2	493,3	423,0	443,5	605,2
S. A. R.	13,93	6,91	15,24	6,64	6,63	0,40	0,55	1,58	1,84	2,49	2,02
Turbidez (U.N.)						50	40	90	190		52
Sólidos en suspensión (p.p.m.)						182	173	728	890		390
pH	8,3	8,3	8,4	7,7	7,65	7,40	7,50	7,50	7,75	7,80	7,50

3.5.- Ensayo de recarga

La prueba de recarga, de 1 mes de duración (inicio: 12-03-84, fin: 10-04-84), se realiza en un punto (sondeo 1714-6-0001) situado a 300 m de la toma del río Esgueva (punto 5 del gráfico 1). El agua bombeada desde el río llega a una cuba de hierro rellena de grava silíceo calibrada 2-3 mm (cubierta con grava silíceo calibrada 3-5 mm), en cuyo fondo se ha colocado 5 m de tubería filtro tipo puentecillo de 200 mm \varnothing y 1 mm de abertura. Este filtro se halla ciego por uno de sus extremos y por el otro se comunica con la tubería de entrada al sondeo que penetra por debajo del nivel piezométrico a fin de evitar la formación de burbujas.

3.5.1.- Evolución de caudales y volumen acumulado

El régimen de inyección ha sido de 7 horas 30 minutos diarios, excepto fines de semana, durante 1 mes. El volumen total inyectado ha sido de **6.390 m³**, lo que supone un caudal equivalente de **11,8 L/s** continuos. El caudal que admite el sondeo al comenzar la recarga cada día es del orden de 15 L/s y una vez se alcanza el equilibrio el caudal de admisión queda en valores del orden de 10 L/s.

Por otra parte, se observa que el caudal específico para la recarga, una vez estabilizado el nivel, es del orden de 0,35 L/s/m, que es inferior al caudal específico obtenido en ensayos de bombeo en el mismo sondeo y que se sitúan en valores de 0,50 L/s/m; por lo que puede pensarse que, para futuras recargas en la zona, el caudal que admiten los sondeos por metro de ascenso puede ser del orden del 70% del caudal por metro de descenso que se extraiga en los ensayos de bombeo previos.

6.- Conclusiones

La prueba realizada, aunque limitada por una parte en el tiempo y por otra en el espacio por ser puntual, indica la viabilidad de la recarga como un método adecuado con miras a la solución del problema (acuífero sobreexplotado).

Al analizar los datos obtenidos mediante un modelo matemático que simula el acuífero, se obtiene que para mantener los descensos de niveles de agua dentro de unos límites aceptables, se precisarían del orden de unas 15 instalaciones fijas de recarga. En algunas zonas (Amusquillo y Castroverde de Cerrato) se producirían incluso ascensos de niveles como resultado de la recarga. Por otra parte, otro beneficio adicional es la mejora de la calidad del agua subterránea aunque este efecto ha de valorarse en pruebas de larga duración.

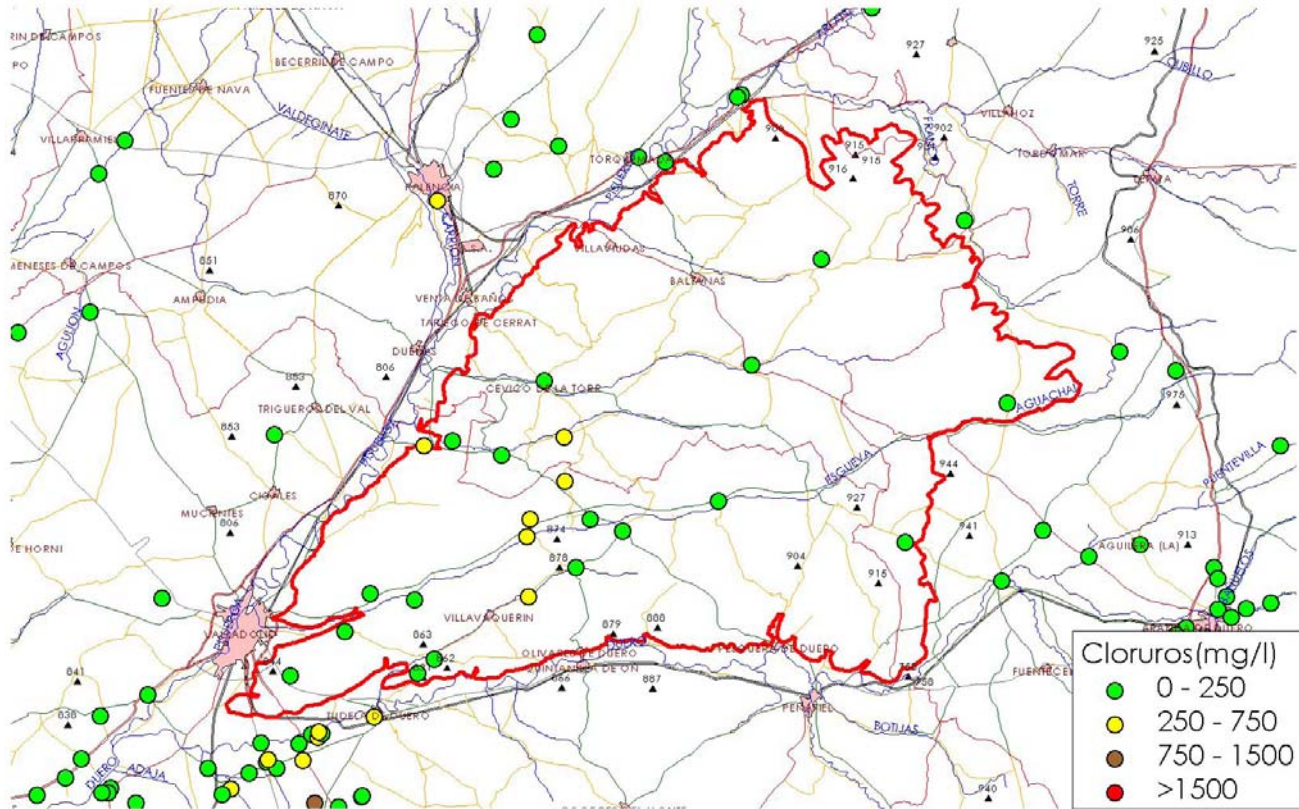
La siguiente etapa de los trabajos será la realización de una instalación fija de recarga que servirá como planta piloto para, por una parte, analizar y solucionar los problemas prácticos que se presentan en su realización, y por otra, para llevar a cabo una prueba durante todo el periodo de no utilización de agua para el regadío (Octubre-Mayo). Los datos que aportará dicha instalación, con un funcionamiento en condiciones reales a lo largo del año ayudarán a una mejor planificación de las posteriores actuaciones.

- **INFORME: "IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES Y PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DE RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS EN LAS CUENCAS INTERCOMUNITARIAS. DGOHCA-IGME, 2000"**

UH. 02.08 REGIÓN CENTRAL DEL DUERO. Valle de la Esgueva.

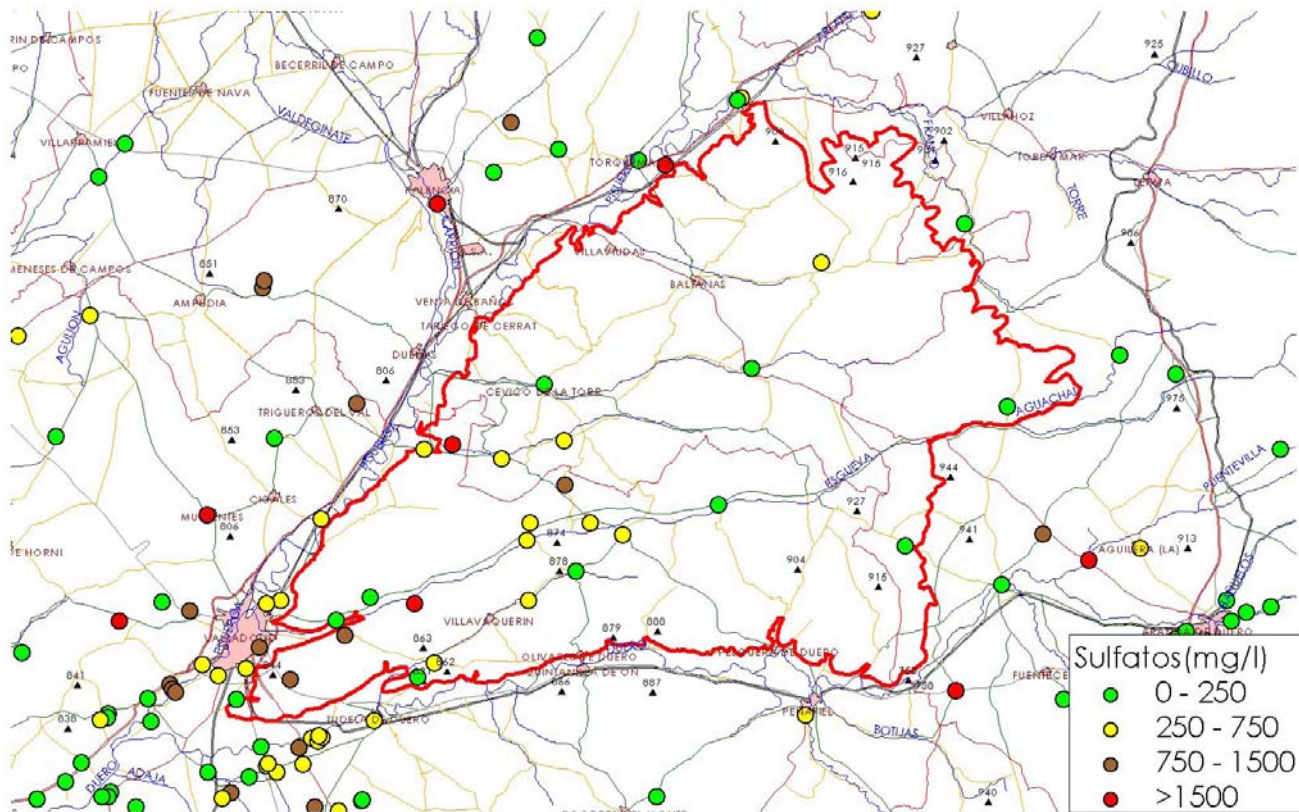
La recarga artificial en el Valle de la Esgueva, tiene como objetivo paliar los descensos de niveles registrados en la zona de Esguevillas de Esgueva y garantizar así la viabilidad de los regadíos con aguas subterráneas existentes en la misma. Se recargaría el acuífero del terciario detrítico a partir de aguas superficiales del Esgueva en el período de octubre a mayo. En el estudio realizado por el IGME (IGME,1984) se estimó el volumen recargable en unos 6,3 hm³/año, mediante la infiltración a presión atmosférica de 20 L/s en 15 pozos de recarga durante 8 meses. El sistema de recarga probablemente requerirá de la construcción de 15 a 20 pozos de recarga, situados a lo largo del valle, y sus correspondientes tomas en el río, canales, balsas de decantación y canales de evacuación de excedentes.

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CALIDAD QUÍMICA



**MAPA 10.4.2: MAPA DE NIVELES DE REFERENCIA
22_029 PÁRAMO DE ESGUEVA**

0 5 kilómetros



**MAPA 10.4.3: MAPA DE NIVELES DE REFERENCIA
22_029 PÁRAMO DE ESGUEVA**

0 5 kilómetros

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.08 RIAZA (02.07 ALTO DUERO, 02.09 ADAJA-CEJA, 02.10 BAJO DUERO)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.039 ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Burgos y Valladolid.		<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 42 TM (11 en Burgos y 31 en Valladolid)
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: La masa ha sido seleccionada únicamente por referir problemas de sobreexplotación (reseñados de forma general en las anterior Unidad Hidrogeológica 08 Central del Duero del Plan hidrológico, antes de su diferenciación en Masas de Agua Subterránea).		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>		Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas Riberas <input checked="" type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>		Mejora sequía <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Aluvial del Duero		

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Espesores: de 0 a 20 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Intergranular Muy alta: > 10+2	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	e	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp) (2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s) (3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Sur	a	e	p	
Este	a	e	p	
Oeste	a	s	p	
Base	a	e	p	

Observaciones:

El corredor aluvial del Duero tiene aproximadamente 130 km de longitud y una anchura de 2 a 3 km de media hasta el sector de la desembocadura con el Pisuerga, donde se extiende a 4,5 km y una longitud de 12 km en las proximidades de Valladolid. El espesor es variable, entre 8 y 15 m, raramente supera los 20 m. La base del acuífero es el acuífero profundo Terciario detrítico (MASb 022.067). La recarga natural se realiza básicamente por infiltración del agua de lluvia, retornos de riego, por almacenamiento en las riberas en épocas de avenidas y trasferencias subterráneas procedentes de los flujos regionales del acuífero terciario cuyas líneas de flujo convergen hacia el cauce del río que constituye su principal vía de drenaje.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input checked="" type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>	
Recursos hídricos naturales	Río 1	Río 2	Río 3	Río 4
Nombre (código):	Riaza en Fuentecen	Duratón en Peñafiel	Duero en Peñafiel	Duero en Quintanilla de Onésimo
Ref. estación aforo:	Sin est.	2130	2014	2132
Capacidad embalse (hm ³)				
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)		(Q) 4,55	(Q) 40,165	(Q) 27,845
- máxima		(Q) 9,36	(Q) 103,78	(Q) 64,95
- mínima		(Q) 2,08	(Q) 14,95	(Q) 12,35
Año o Periodo medida:		1975-1994	1920-1975	1975-2005
Total Aportación natural media anual (A): Total Caudal medio anual (Q):				

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: posibilidad de derivar caudales de los ríos Riaza y Duratón antes de su confluencia con el río Duero; o del mismo Duero, e infiltrarlos en el aluvial para el aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento de las riberas.

(2) Distribución media mensual: $Q(m^3/s)$

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río 1												
Río 2	3,71	4,45	4,59	5,23	6,30	5,53	5,56	5,15	3,99	3,32	3,13	3,57
Río 3	23,22	31,84	40,52	60,40	65,90	65,70	53,66	43,04	31,65	18,85	17,00	20,19
Río 4	16,52	21,16	30,77	47,16	50,31	42,56	37,51	28,12	21,87	13,85	13,20	15,29

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2
Nombre (código):	Peñañiel	Tudela
Municipios conectados:		
Población (hab):		
Tipo de tratamiento:	Secundario	Sin especificar
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	1.226.240	1.532.800
¿Existe reutilización?	No	No
Referencia Concesión:		
Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$):		
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):	1.226.240	1.532.800

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: Ambos emplazamientos son igual de adecuados pero el efluente de la EDAR de Peñañiel requeriría menor tratamiento adicional para las operaciones de recarga artificial

(4) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):		
Origen del agua:		
Volumen desalado ($hm^3/año$) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Ríos Riaza, Duratón y Duero EDARs Peñafiel y Tudela
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos Sin datos

- Agua del medio receptor: Acuífero aluvial del Duero
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (**Inf. Ad. 2**)

Cond. eléc. a 20° C (µS/cm):	1.065
Nitrato (mg/L):	28
Cloruro (mg/L):	83,6
Sulfato (mg/L):	108,5
Nitritos (mg/L):	0,04

- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
 Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales <input type="checkbox"/>
Balsas	<input checked="" type="checkbox"/> Sondeos <input type="checkbox"/>	Estudios previos del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos <input type="checkbox"/>	Otros estudios:
Zanjas	<input checked="" type="checkbox"/>	Planta de recarga <input type="checkbox"/>
Canales	<input checked="" type="checkbox"/> Mixta: <input type="checkbox"/>	Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/>
Cauces	<input type="checkbox"/>	o Canal:
Represas	<input type="checkbox"/> ASR: <input type="checkbox"/>	o Azud:
Otros	<input type="checkbox"/>	o Otros:
		Otras infraestructuras:

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

No se dispone de información suficiente para realizar una propuesta determinada de recarga. En principio parece que el sistema adecuado a los materiales aluviales serían las zanjas y canales, aunque las distintas posibilidades deberán determinarse con un **estudio hidrogeológico concreto** que determine la viabilidad técnica de esta actuación.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Se trataría de una actuación de baja prioridad como herramienta para paliar la sobreexplotación detectada en la Unidad Hidrogeológica en la que estaba integrada esta MASb, aunque presenta un interés relativo como ensayo para utilizar la capacidad de almacenamiento en riberas y la mejora de los ecosistemas asociados.

El descenso del nivel piezométrico observado en esta zona, desde el año 1972 hasta el 2009 en el rango de 40 a 100 m de profundidad, se cifra en casi toda la MASb entre 0 y 5 m de acuerdo con los datos aportados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca (España). 20 a 23 de octubre de 2009).

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS (LEYENDA GEOLÓGICA)

5000, Masas de agua.

274, Arenas, cantos y gravas (Barra). *Holoceno*

273, Limos, arenas, gravas y arcillas (Llanura de inundación). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas (Depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

269, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (Terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (a veces encostradas). (Terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

264, Gravas, cantos, arenas y limos.(Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio - Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

251, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas (a veces, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Superior*

248, Arenas, limos, bloques, arcillas. (Deslizamientos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

241, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas (frecuentemente, encostrados). (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

240, Arenas blanquecinas, fluviales, con gravilla de cuarzo, y a veces, arenas eólicas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*

235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO. *Mioceno Superior (Vallesiense)*

195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Mioceno Superior (Vallesiense)*

185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Mioceno Superior (Vallesiense)*

183, Arcillas y margas grises, con intercalaciones de margocalizas (con ostracodos). FACIES CUESTAS. ARCILLO-MARGOSA. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

166, Conglomerados, limos, areniscas y arcillas rojas. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

162, Conglomerados de intraclastos (oncolitos). *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

161, Calizas, dolomías, margocalizas y margas. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

159, Calizas estromatolíticas y/o oncolíticas, y niveles margosos. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

157, Limos rojizos, con intercalaciones carbonatadas, areniscosas y conglomerados. UNIDAD DETRITICA DE ARANDA P.D. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

149, Paleocanales de arenas, soldados, con intercalaciones de fangos ocre. FACIES CABEZÓN. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

148, Limos, arcillas y arenas ocre, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcósas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS).

Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)

97, Calizas, margocalizas y margas. Karstificación a techo, en el Noreste. CALIZAS "TERMINALES" DE DUEÑAS. *Mioceno Inferior (Aragoniense)*

84, Margas, yesos, arcillas y, a veces, margocalizas y calizas. FACIES VILLATORO. *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

81, Margas blancas y arcillas grises y, a veces calizas, dolomias y yesos. FACIES DUEÑAS. *Mioceno Inferior (Ramblense-Aragoniense)*

57, Arcosas fangosas, rojizas y gris-verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcitas y costras calcáreas. FACIES VILLALBA DE ADAJA P.D. *Eoceno Superior-Mioceno Inferior (Ramblense)*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENISCAS, MARGAS Y CALIZAS	30,00			TERCIARIO
ARENAS EÓLICAS: ARCOSAS	80,00			CUATERNARIO
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	360,00	0	20	CUATERNARIO

INFORMACIÓN ADICIONAL 2 CALIDAD QUÍMICA

Niveles de referencia:

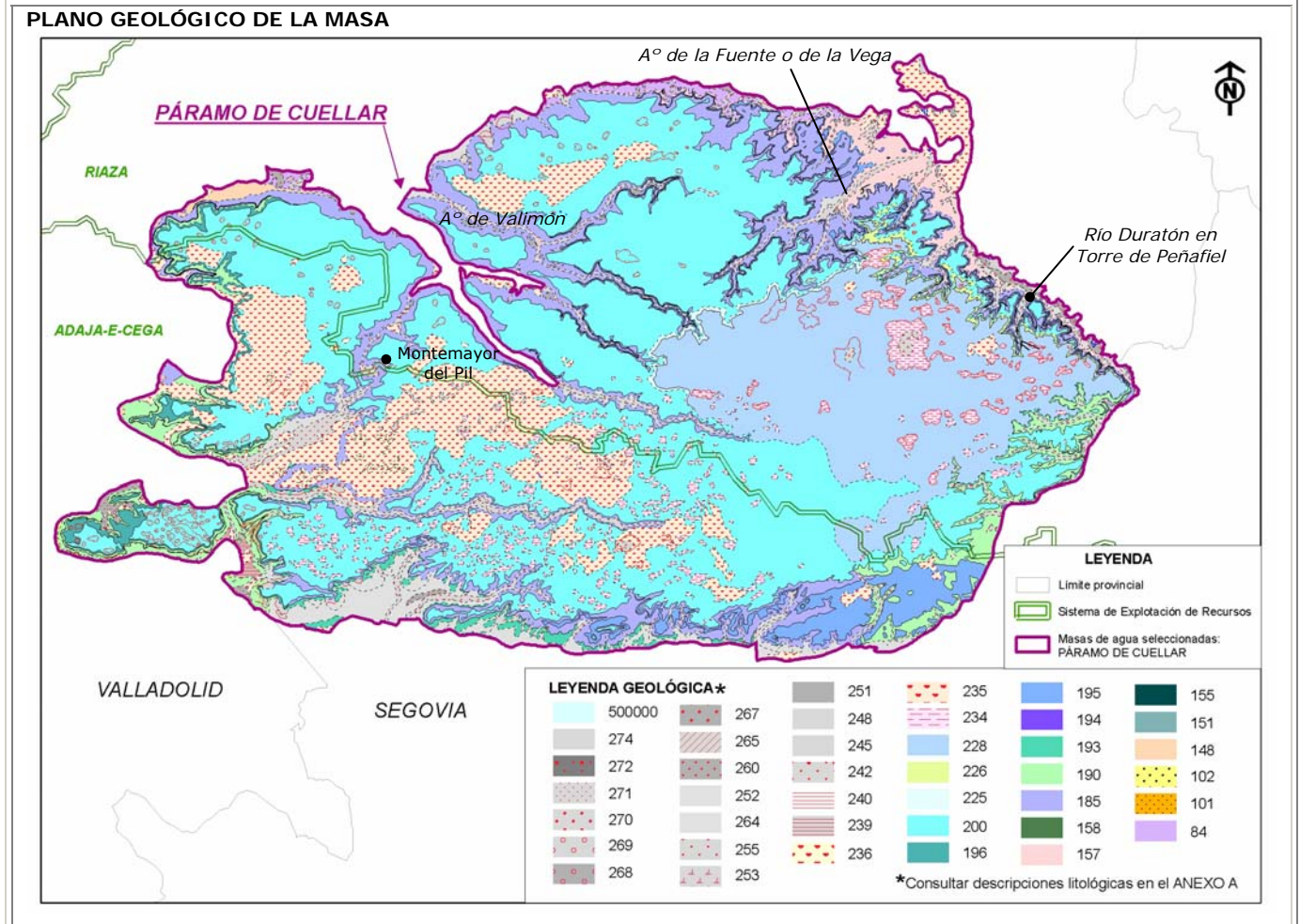
Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	5/ 17	18,0	14,7	12,1	14,9	13,9	15,2	16,4	2.000/ 2.007
pH (Ud. pH)	/								/
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	5/ 38	2.890	1.056	412	1.065	504	1.180	2.080	1.984/ 2.000
Nitrato (mg/L)	25/ 75	364,3	36,2	0,9	28,0	5,8	41,0	48,0	1.975/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	4/ 15	0,00500	0,00030	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2000/ 2007
Plomo (mg/L)	1/ 10	0,02000	0,00200	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Mercurio (mg/L)	4/ 15	0,00100	0,00010	0,00000	0,00000	0,00000	0,00010	0,00010	2.000/ 2.007
Amonio total (mg NH4/L)	7/ 28	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	1.985/ 2.007
Cloruro (mg/L)	21/ 56	283,6	125,1	12,0	83,6	35,0	249,0	266,0	1.974/ 2.007
Sulfato (mg/L)	41/ 92	848,0	189,6	10,0	108,5	64,0	211,0	586,0	1.974/ 2.007
Conductividad de campo (medida in situ)	2/ 12	1.425	1.015	547	1.020	805	1.286	1.415	2.001/ 2.007
Amonio (mg/l N)	1/ 10	1,67000	0,83600	0,00000	0,80500	0,57000	0,94000	1,49000	2.001/ 2.007
Amoniaco no ionizado	3/ 19	0,05000	0,03420	0,00000	0,05000	0,00000	0,05000	0,05000	1.985/ 2.000
Conductividad (a 25°C)	5/ 21	3.224	1.063	675	1.015	976	1.015	1.015	1.979/ 2.007
Nitritos	16/ 64	0,32000	0,06220	0,00000	0,04000	0,00000	0,10000	0,15000	1.978/ 2.007

- Origen de la información:

Tratamiento estadístico realizado por el MMA. Base de datos de calidad del MMA 2008

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.08 RIAZA (02.09 ADAJA-CEJA)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.043 PÁRAMO DE CUELLAR
--	---	---

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA	
Comunidades Autónomas: CASTILLA-LEÓN Provincias: Segovia y Valladolid	Municipios: (3 Segovia) Aldeasoña, Membibre de la Hoz, Olombrada (14 Valladolid) Bahabón, Campaspero, Canalejas de Peñafiel, Cogeces del Monte, Fompedraza, Langayo, Manzanillo, Montemayor de Pililla, Peñafiel, Quintanilla de Arriba, Quintanilla de Onésimo, Santibañez de Valcorba, Torre de Peñafiel y Torrescarcela



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN:

Se trata de una masa que ya en el Plan hidrológico figura con problemas de sobreexplotación, presenta importantes descensos piezométricos y actualmente está designada en riesgo cuantitativo (y químico) de no alcanzar los objetivos medioambientales de acuerdo con la DMA.

FINALIDAD DE LA RECARGA	
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Calizas del Páramo, Terciario detrítico, Arenas eólicas, Cuaternario aluvial (Inf. Ad.1)

ACUÍFERO RECEPTOR 1: Calizas del Páramo

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<u>Litología:</u> Calizas, dolomías y margas. <u>Espesor:</u> de 20 a 60 m <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad.2)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	

ACUÍFERO RECEPTOR 2: Terciario detrítico

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<u>Litología:</u> Conglomerados, arcillas, areniscas, margas y calizas. <u>Espesor:</u> >170 m <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad. 2)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	
Carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	

ACUÍFERO RECEPTOR 3: Cuaternario (aluvial + eólico)

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<u>Litología:</u> Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. <u>Espesor:</u> <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad. 2)
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad: Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día): Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 3) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) (Inf. Ad. 4) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Karstificación Intergranular Intergranular Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Muy alta: > 10 ²	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sur	a	s	p	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Este	a	s	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	a	s	p	

Observaciones: El término más antiguo de la serie terciaria que aflora es la Facies Dueñas (margas, margocalizas y yesos del Mioceno inferior), sobre ésta y discordante aparecen arcillas y arenas ocre y rojas (equivalentes a la Facies Tierra de Campos) del Mioceno medio-superior; inmediatamente encima e indentada con ésta se sitúa la Facies de las Cuestas (margas con intercalaciones calcáreas y yesos), que constituye la base impermeable de los términos superiores que dan carácter a esta MASb: las series carbonatadas pertenecientes a las Calizas inferiores (calizas, margas y arcillas) y superiores del Páramo (lutitas y areniscas en la base y calizas a techo), éstas desarrolladas en la mitad oriental de la masa (en el SER 02.08 Riaza) y separadas por una discordancia.

En definitiva, el acuífero principal (Calizas del Páramo) conforma un gran relieve tabular constituido por bancos carbonatados subhorizontales apoyados sobre un paquete de margas impermeables (facies Cuestas) que lo aíslan de los

acuíferos detríticos subyacentes (MASb 022.067 Terciario detrítico confinado bajo los páramos) y que condicionan su funcionamiento a un régimen radial con límites abiertos, de tipo isla.

Los depósitos cuaternarios asociados más significativos y extensos, aparte de los fondos aluviales, abanicos y coluviones, son las arenas eólicas (arenas arcósicas) localizadas en la mitad occidental del páramo (SER 02.09 Adaja-Cega).

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1		Escorrentía
Nombre (código):		Duratón en Torre de Peñafiel		Aº de la Fuente la Peña, Aº de Valimón
Ref. estación aforo:		Sin estación		
Capacidad embalse (hm ³)		-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)				
- máxima				
- mínima				
Año o Periodo medida:				
		Total Aportación natural media anual (A):		
		Total Caudal medio anual (Q):		

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: en esta parte de la MASb, como recursos potencialmente disponibles para la recarga, se plantea la posibilidad de derivar caudales del río Duratón a partir de la localidad de Torre de Peñafiel. Otras posibilidades de agua para recarga serían captar la escorrentía del Arroyo de Valimón o del Arroyo de Fuente La Peña (Aº de la Vega).

(2) Distribución media mensual: A(m³) ó Q(m³/s)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1												
Río 1												
Canal 1												
Escorrentía												

Comentario:

Agua depurada (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2
Nombre (código):	Cogeces del Monte (7470540001010)	Peñafiel (7471140004010)
Municipios conectados:		
Población (hab):	-	-
Tipo de tratamiento:	Sin especificar	Secundario
Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (4):	201.180	1.226.240
¿Existe reutilización?	No/desconocido	No/desconocido
Referencia Concesión:		
Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año):		
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):	201.180	1.226.240

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: Por su situación, la EDAR de Cogeces del Monte sería más apropiada para la recarga de las Calizas del Páramo, pero presenta escaso caudal y tratamiento. La EDAR de Peñafiel vierte un volumen potencial de 1,2 hm³/año aunque su calidad sigue siendo insuficiente para la recarga y requeriría también un tratamiento complementario.

(4) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):		
Origen del agua:		
Volumen desalado (hm³/año) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- **Agua de recarga:** Río Duratón; Escorrentía de arroyos; EDARs
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos
- **Agua del medio receptor:** Acuíferos de la MASb
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 5)
Cond. eléc. a 20° C (µS/cm): 2.180
Nitrato (mg/L): 30,5
Cloruro (mg/L): 45,4
Sulfato (mg/L): 40,5
- **Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)**
Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales	<input type="checkbox"/>
Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos	Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/>
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos	Otros estudios:	
Zanjas	<input type="checkbox"/>	Planta de recarga	<input type="checkbox"/>
Canales	<input type="checkbox"/> Mixta:	Infraestructuras de transporte	<input type="checkbox"/>
Cauces	<input type="checkbox"/>	o Canal:	
Represas	<input type="checkbox"/> ASR:	o Azud:	
Otros	<input type="checkbox"/>	o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

No se dispone de información suficiente para realizar una propuesta definida de recarga, aunque pueden plantearse algunas opciones. Como recursos hídricos potencialmente disponibles para recargar las Calizas del Páramo contaríamos con las aguas depuradas de la EDAR de Cogeces del Monte (aunque de escaso volumen y tratamiento), ya que la disposición estructural elevada de las calizas dificulta el transporte de los caudales procedentes del río Duratón y de los arroyos citados, que se encontrarían a una cota singularmente más baja. Éstos recursos naturales, junto con el efluente de la EDAR de Peñafiel, podrían emplearse en la recarga del acuífero terciario profundo mediante sondeos de inyección. El acuífero cuaternario (aluvial y manto eólico) tiene escaso desarrollo en esta zona, por lo que no se contempla ninguna actuación de recarga sobre él (en todo caso podría plantearse un sistema de balsas, canales y zanjas sobre el valle del río Duratón).

Las distintas alternativas, tanto del sistema de recarga, ubicación y origen del agua, requieren de la realización de un **estudio hidrogeológico concreto** para determinar la viabilidad técnica de la mismas.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Aunque no se dispone de información detallada sobre el agua de recarga, se considera factible iniciar los estudios previos de viabilidad acerca de las posibilidades planteadas de recarga del acuífero terciario detrítico con objeto de invertir la tendencia al descenso del nivel piezométrico observado en esta zona que, desde el año 1972 hasta el 2009 en el rango de profundidades mayores de 200 m, se cifra en torno a 10 - 25 m de acuerdo con los datos aportados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca. Octubre de 2009).

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

PÁRAMO DE CUELLAR (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

269, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (a veces enconstradas). (terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos. (Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

260, Gravas, cantos, arenas y limos. (a veces encostrados). (Abanicos asociados a terrazas indiferenciadas). *Plioceno-Holoceno*

255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

251, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Superior*

248, Arenas, limos, bloques, arcillas. (Deslizamientos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

245, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*

242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

240, Arenas blanquecinas, fluviales, con gravilla de cuarzo, y a veces, arenas eólicas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*

239, Arenas arcósicas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita a veces, arenas eólicas, intercaladas. (Superficies con depósitos).

Pleistoceno Superior

236, Arenas. (Dunas). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

234, Arcillas rojas. (Arcillas de descalcificación). *Turolense-Holoceno*

228, Calizas (micríticas grises, con gasterópodos) y margocalizas. A techo, limos arenosos rojizos y costras calcáreas. CALIZAS DEL PÁRAMO SUPERIOR. *Vallesiense*

226, Margas, margocalizas blancas, lutitas rojas y arcillas ocre-verdes, ocasionalmente, niveles de arcillas y oncoides. *Vallesiense*

225, Margas y arcillas blanquecinas. *Vallesiense*

200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO. *Vallesiense*

196, Calizas, margas y dolomías, con pseudomorfos de cristales diagenéticos de yesos. *Vallesiense*

195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*

194, Niveles yesíferos, yesoarenitas y fangos salinos. *Vallesiense*

193, Dolomías y margas dolomíticas, con macrolenticulas de yesos. *Vallesiense*

190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Aragoniense- Vallesiense*

185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Vallesiense*

158, Conglomerados con cantos metamórficos o cuarcíticos. *Aragoniense*

157, Limos rojizos, con intercalaciones carbonatadas, areniscosas y conglomerados. UNIDAD DETRITICA DE ARANDA P.D. *Aragoniense*

155, Facies "marmorizadas" (paleosuelo). PSEUDOGLEY. *Aragoniense*

151, Arenas y gravas de costras calcáreas. (Paleocanales). *Aragoniense*

148, Limos, arcillas y arenas ocreas, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Aragoniense*

102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcósas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Rambliense-Aragoniense*

101, Conglomerados y arcósas, con matriz limosa, amarilla o blanca. (ARENISCAS DE GARCIBERNÁNDEZ). *Rambliense-Aragoniense*

84, Margas, yesos, arcillas y, a veces, margocalizas y calizas. FACIES VILLATORO. *Rambliense-Aragoniense*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: ACUÍFEROS IMPLICADOS

Naturaleza del acuífero o acuíferos contenidos en la masa:

Denominación	Litología	Extensión del afloramiento km ²	Geometría	Observaciones
Calizas del Páramo	Carbonatado	530,0	Tabular	
Terciario detrítico	Detrítico no aluvial	30,0	Tabular	
Arenas eólicas	Detrítico no aluvial	100,0	Compleja	
Cuaternalio aluvial	Detrítico aluvial	30,0	Lenticular	

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO DE LA MASA

Columna litológica tipo:

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica	Observaciones
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango		
CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENISCAS, MARGAS Y CALIZAS	30,00			TERCIARIO	
MARGAS, LUTITAS, ARCILLAS Y CALIZAS	150,00			FACIES CUESTAS	
CALIZAS, DOLOMIAS Y MARGAS	530,00	20	60	CALIZAS DEL PÁRAMO	
ARENAS EÓLICAS: ARCOSAS	30,00			CUATERNARIO	
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	30,00			CUATERNARIO	

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: PIEZOMETRÍA

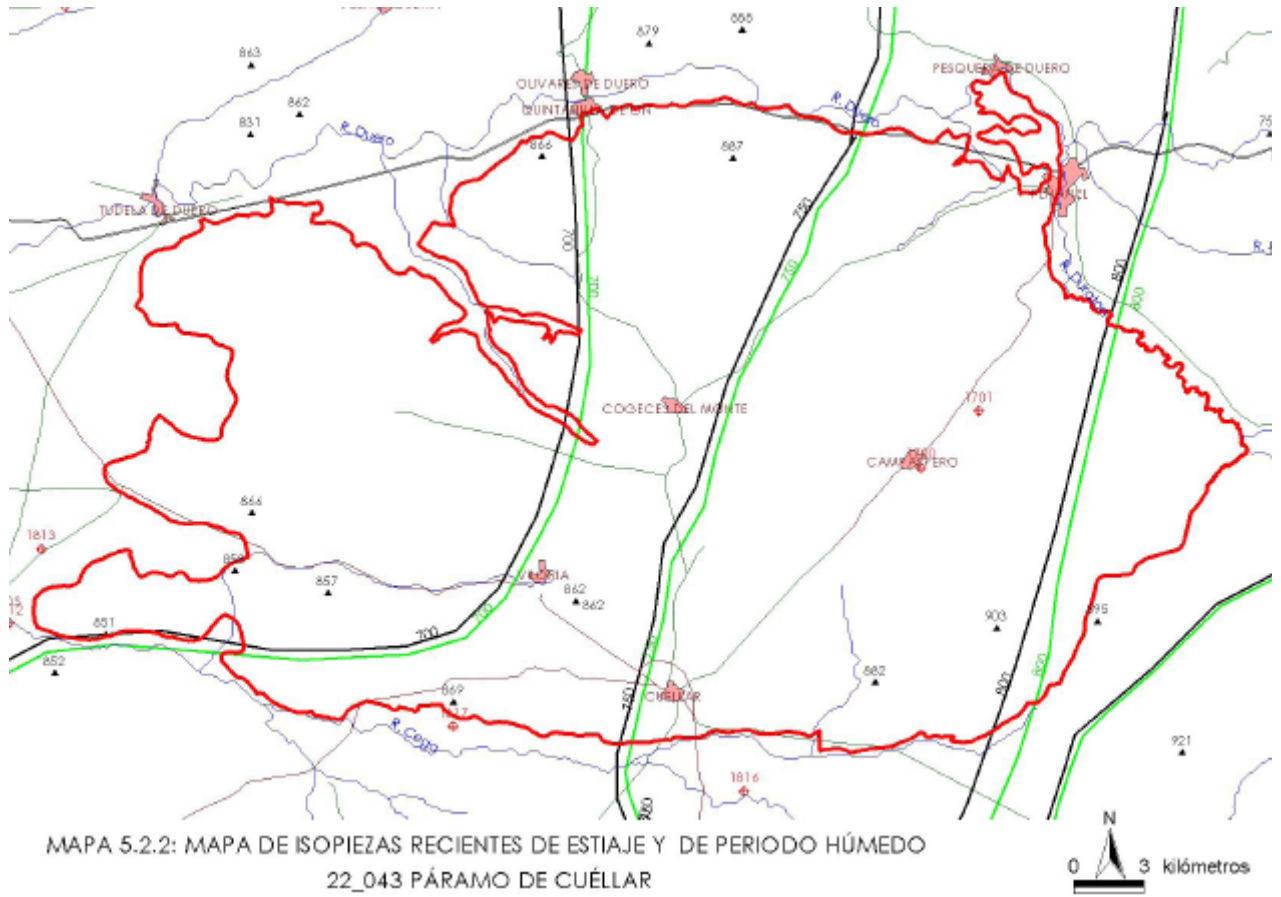
SENTIDO DEL FLUJO HACIA EL RÍO DUERO



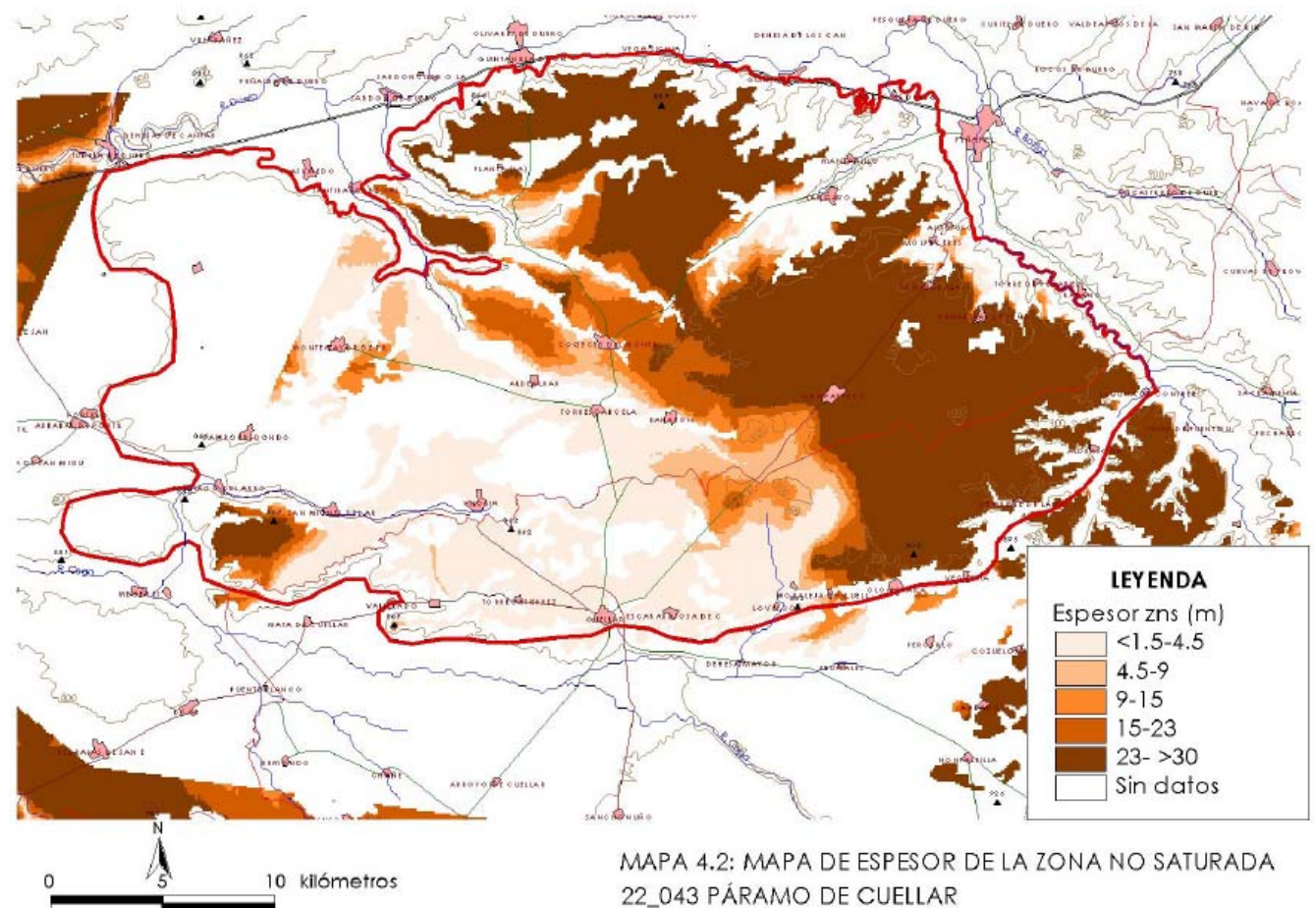
MAPA 5.2.1: MAPA DE ISOPIEZAS DE REFERENCIA
22_043 PÁRAMO DE CUÉLLAR



SENTIDO DEL FLUJO HACIA EL RÍO DUERO



INFORMACIÓN ADICIONAL 4: ZONA NO SATURADA



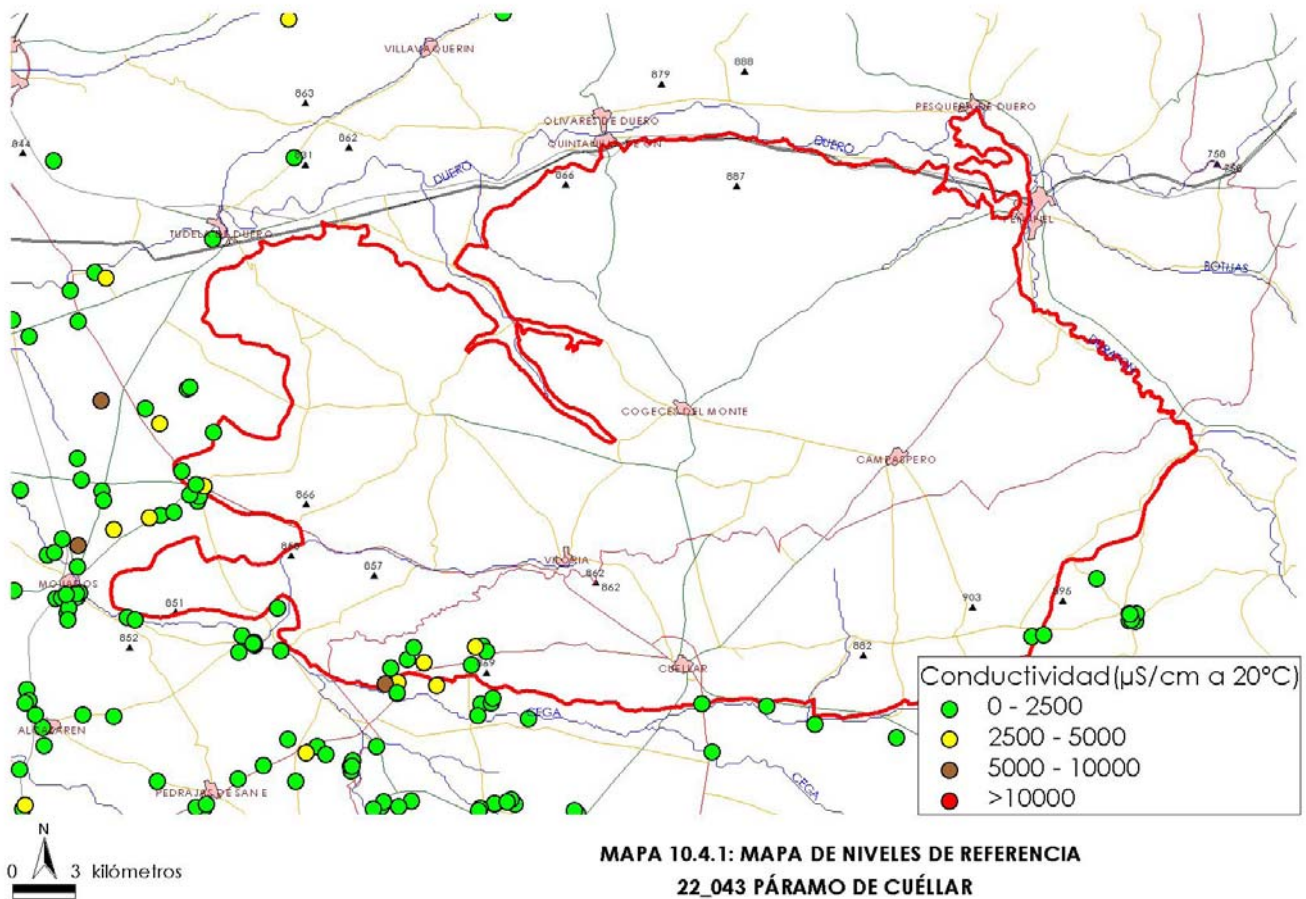
INFORMACIÓN ADICIONAL 5: CALIDAD QUÍMICA DE REFERENCIA

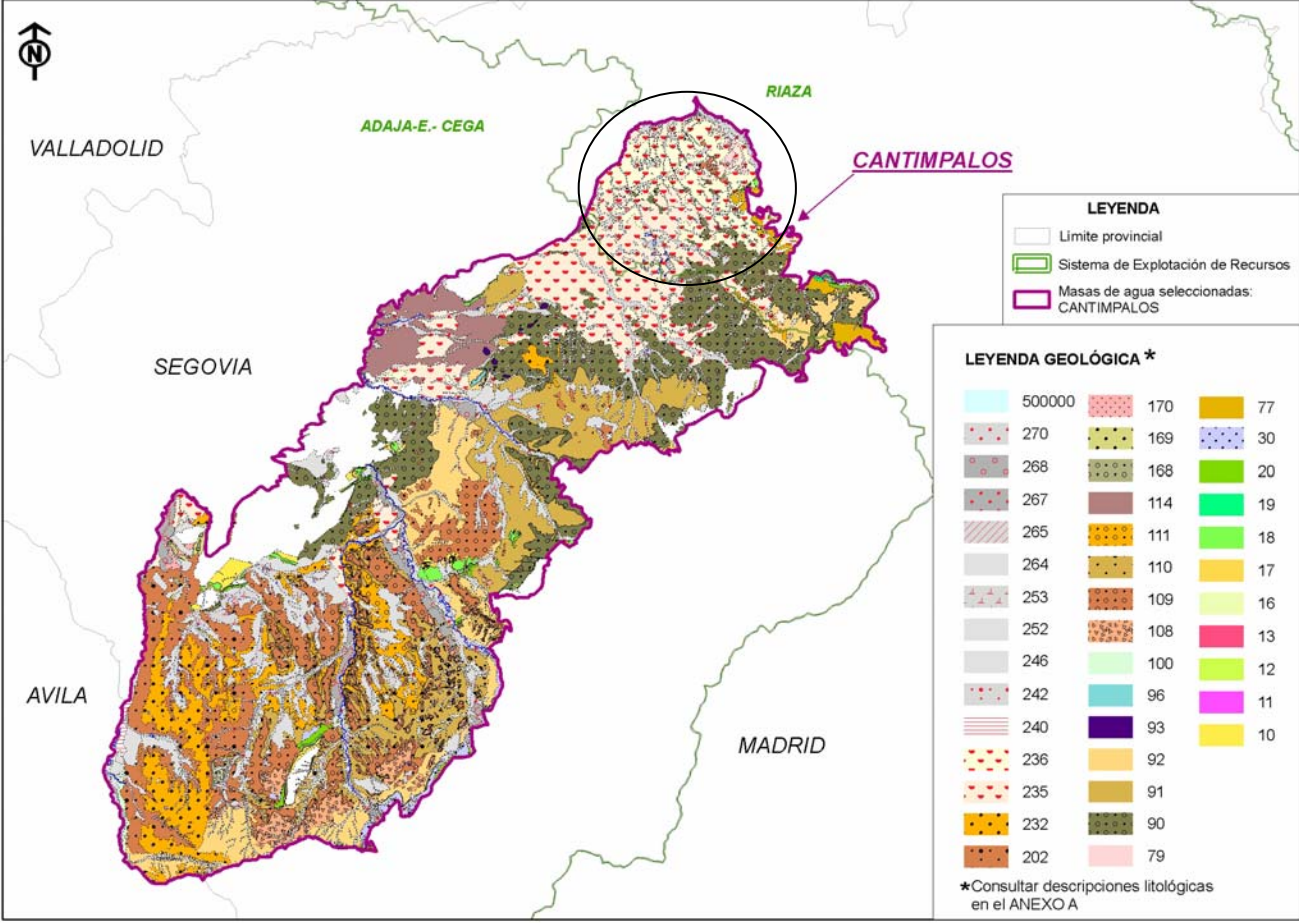
Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo	Observacion- es
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90		
Temperatura (°C)	2/ 3	19,6	15,9	12,1	15,9	12,1	19,6	19,6	2.000/ 2.000	
pH (Ud. pH)	/								/	
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	2/ 3	2.190	1.644	561	2.180	561	2.190	2.190	2.000/ 2.000	
O2 disuelto (mg/L)	/								/	
DQO (mg O2/L)	/								/	
Dureza Total CO3Ca (mg/L)	/								/	
Alcalinidad CO3Ca (mg/L)	/								/	
Bicarbonatos CO3Ca (mg/L)	/								/	
Sodio (mg/L)	/								/	
Potasio (mg/L)	/								/	
Calcio (mg/L)	/								/	
Magnesio (mg/L)	/								/	
Nitrato (mg/L)	12/ 14	155,3	44,8	2,7	30,5	20,0	48,0	140,8	1.976/ 2.000	
Arsénico (mg/L)	/								/	
Cadmio (mg/L)	2/ 3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2.000/ 2.000	
Plomo (mg/L)	/								/	
Mercurio (mg/L)	2/ 3	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	2.000/ 2.000	
Amonio total (mg NH4/L)	2/ 3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	2.000/ 2.000	
Cloruro (mg/L)	2/ 3	53,2	36,9	12,1	45,4	12,1	53,2	53,2	2.000/ 2.000	
Sulfato (mg/L)	10/ 12	1.956,0	385,8	3,0	40,5	12,0	789,0	1.031,0	1.974/ 2.000	
Nitritos	3/ 4	0,20000	0,09250	0,00000	0,08500	0,00000	0,20000	0,20000	1.978/ 2.000	

- Origen de la información:

Tratamiento estadístico realizado por el MMA. Base de datos de calidad del MMA 2008



DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.08 RIAZA (02.09 ADAJA-CEGA)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.055 CANTIMPALOS
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Segovia	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 19 TM en Segovia	
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
<div style="display: flex; align-items: center;">  </div>		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN:		
<p>El sector septentrional de esta masa formaba parte de la UH 07 Los Arenales, que presenta problemas de sobreexplotación detectados en el Plan Hidrológico, aunque actualmente la masa sólo está designada en riesgo químico difuso (no cuantitativo) de no cumplir los objetivos medioambientales de la DMA. Además, presenta un número elevado de humedales (situados casi todos en este SER) y pertenece a uno de los SER más vulnerables ante las sequías.</p>		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input checked="" type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>	
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Mesozoico carbonatado, Terciario (mioceno) y cuaternario detríticos		

ACUÍFERO RECEPTOR: Cuaternario detrítico (aluvial + arenas eólicas)

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Conglomerados, gravas arenas, limos y arcillas; arcosas Espesores: Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m): (en dunas y manto eólico, cod mapa: 235 y 236) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Intergranular Muy alta: > 10 ²	
		Entre 9 y 15	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Sur	c	n	m	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sureste	a	e	bp	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Noreste	a	s	bp	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	a	s	p	

Observaciones:

La masa se corresponde con una fosa tectónica compleja, paralela a las sierras de Guadarrama y Somosierra, que se encuentra rellena de sedimentos terciarios y cuaternarios. El zócalo hercínico se encuentra cubierto de materiales detríticos y carbonatados correspondientes al Cretácico que, a modo de tegumento, alcanzan espesores entre 60 y 100 m. El conjunto del Terciario puede alcanzar hasta 400 o 500 m de potencia. Los depósitos cuaternarios aluviales están constituidos por conglomerados, gravas, arenas, arcillas y limos, asociados fundamentalmente a los ríos Voltoya, Moros, Eresma, Piron y Cega. El resto de los sedimentos cuaternarios están formados por glaciares, coluviones, conos de deyección y arenas eólicas, éstas al norte de la masa. Aunque acuífero de poca entidad, las arenas eólicas cumplen una importante función en la recarga del terciario, pues presentan una elevada capacidad de infiltración y almacenamiento, descargando mediante goteo sobre los niveles subyacentes del terciario.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input checked="" type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>
Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1	Canal 1
Nombre (código):	Burgomillodo		
Ref. estación aforo:	2037		
Capacidad embalse (hm ³)		-	-
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2)	(A) 99,2		
ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)			
- máxima	(A) 220,1		
- mínima	(A) 31		
Año o Periodo medida:			
		Total Aportación natural media anual (A):	
		Total Caudal medio anual (Q):	

Disponibilidad hídrica estimada (D_{ne}):

Comentario: El agua de recarga en la parte de MASb incluida en este SER procedería del embalse de Burgomillodo (o una toma aguas abajo del mismo, en el río Duratón).

<i>(2) Distribución media mensual: Q(m³/s)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1	6	8,7	10	13,3	12,6	11,7	9,3	8,2	5,2	4,3	4,3	4,8
Río 1												
Canal 1												
Escorrentía												
Comentario:												
Aguas depuradas (EDAR)				EDAR 1				EDAR 2				
Nombre (código):				Cantalejo								
Municipios conectados:												
Población (hab):												
Tipo de tratamiento:				Más riguroso (N)								
Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (4):				1.130.440								
¿Existe reutilización?				No								
Referencia Concesión:												
Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año):												
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):				1.130.440								
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/> <u>Comentario:</u> en esta parte de la masa existe un importante potencial de aguas depuradas, con un volumen anual estimado del orden de 1,2 hm³/año y con un tratamiento avanzado de eliminación de nitrógeno, por lo que sería viable utilizarlas para recargar el acuífero superior cuaternario previa adecuación final de la calidad de este efluente.												
<i>(4) Distribución media mensual (m³)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
¿Disponibilidad estacional? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> sin datos <input checked="" type="checkbox"/>												
Comentario:												
Aguas desaladas				Desaladora 1				Desaladora 2				
Nombre (código):												
Origen del agua:												
Volumen desalado (hm ³ /año) (5):												
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):												
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/>												
Comentario:												
<i>(5) Distribución media mensual (m³)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												
¿Disponibilidad estacional? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/>												
Comentario:												
CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA												
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Agua de recarga:</u> Embalse de Burgomillodo (río Duratón); EDAR Cantalejo - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos 												

- Agua del medio receptor: Acuíferos de la MASb
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 3)
 - Cond. eléc. a 20° C (µS/cm): 370
 - Nitrato (mg/L): 14,5
 - Cloruro (mg/L): 17,8
 - Sulfato (mg/L): 11
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
 - Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA	ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES																	
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Superficial</td> <td style="width: 50%;">Profunda</td> </tr> <tr> <td>Balsas <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Sondeos <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Inundación <input type="checkbox"/></td> <td>Pozos <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Zanjas <input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Canales <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Mixta: <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cauces <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Represas <input type="checkbox"/></td> <td>ASR: <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Otros <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>	Superficial	Profunda	Balsas <input checked="" type="checkbox"/>	Sondeos <input checked="" type="checkbox"/>	Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>	Zanjas <input checked="" type="checkbox"/>		Canales <input checked="" type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	Cauces <input type="checkbox"/>		Represas <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>		Estudios previos de caudales <input type="checkbox"/>	
Superficial	Profunda																	
Balsas <input checked="" type="checkbox"/>	Sondeos <input checked="" type="checkbox"/>																	
Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>																	
Zanjas <input checked="" type="checkbox"/>																		
Canales <input checked="" type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>																	
Cauces <input type="checkbox"/>																		
Represas <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>																	
Otros <input type="checkbox"/>																		
	Estudios previos del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>																	
	Otros estudios:																	
	Planta de recarga <input type="checkbox"/>																	
	Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/>																	
	<ul style="list-style-type: none"> o Canal: <input type="checkbox"/> o Azud: <input type="checkbox"/> o Otros: <input type="checkbox"/> 																	
	Otras infraestructuras:																	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

Las dos alternativas planteadas en cuanto al origen del agua de recarga (embalse y EDAR) requieren realizar un estudio específico de los caudales disponibles y su calidad físico-química-bacteriológica; así como la selección de los emplazamientos más favorables en función de la geometría detallada del acuífero en esta parte de la MASb a determinar mediante técnicas hidrogeológicas adecuadas (prospección geofísica, campañas de piezometría y calidad, ensayos de bombeo...). En principio puede planearse una recarga superficial en el acuífero cuaternario (que alimenta por goteo el terciario profundo regional), similar a la existente en Los Arenales; o recargar directamente el terciario profundo mediante sondeos de inyección.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Dados los resultados positivos que se están obteniendo con las experiencias de recarga artificial en curso en la cercana MASb 022.045 Los Arenales, se considera factible extender esta operación al manto eólico en esta MASb 022.055 Cantimpalos e iniciar los estudios previos de viabilidad con objeto de mejorar la calidad del agua y de los humedales asociados (Lagunas de Cantalejo). Además representa una buena oportunidad para ensayar la recarga con aguas depuradas, dado que el alto grado de tratamiento de la planta de Cantalejo disminuiría notablemente la adecuación del efluente, paso previo necesario para su introducción en el acuífero.

No obstante, desde el punto de vista del descenso piezométrico esta actuación no se considera prioritaria pues, de acuerdo con los datos aportados por la Confederación Hidrográfica del Duero para el periodo 1972-2009 (Jornadas Internacionales: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca, octubre 2009), en esta zona de la masa no se observan descensos significativos en ninguno de los intervalos de profundidades considerados (de 40 a 100 m y mayores a 200 m).

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

CANTIMPALOS (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (a veces encostradas). (Terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos.(Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleist Med-Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

246, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

240, Arenas blanquecinas, fluviales, con gravilla de cuarzo, y a veces, arenas eólicas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*

236, Arenas. (Dunas). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

232, Gravas cuarcíticas, y a veces bloques, en matriz arcillo-arenosa, encostramiento, a veces. (Raña). *Turoliense-Plioceno*

202, Fangos arcósicos rojizos, con cantos. FORMACIÓN O FACIES PEROMINGO. *Aragoniense-Vallesiense*

170, Limos y arenas litoareníticos. *Aragoniense*

169, Arenas y, a veces, cantos litoareníticos, con fangos. *Aragoniense*

168, Cantos litoareníticos (cuarcita, cuarzo, meta-arenisca), arenas y fangos. *Aragoniense*

114, Arcosas fangosas ocre y beige, ocasionalmente cementadas por carbonatos. Suelos calcimorfos y calizas palustres (FACIES PUENTE RUNEL). *Aragoniense*

111, Limos arenosos rojos, y canales conglomeráticos y arenosos, arcósicos (FACIES NOVALES). *Aragoniense*

110, Arenas arcósicas, con fangos y cantos. *Aragoniense*

109, Arenas arcósicas, con cantos y, a veces, lutitas grises, y paleosuelos (FACIES PEÑALBA). *Aragoniense*

108, Bloques y cantos gneisicos o plutónicos, con matriz y arenas arcósicas. (FACIES CALZADILLA). *Aragoniense*

100, Arenas arcósicas y fangos. (FACIES ARAUZO Y SAN PEDRO DEL ARROYO). *Ramblense-Aragoniense*

96, Calizas, margocalizas y margas. CALIZA DE LANGA. *Aragoniense*

93, Areniscas y conglomerados silíceos. *Aragoniense*

92, Limos arcillas y arenas, con carbonatos y, a veces, conglomerados (incluyendo las FACIES ROJAS DE PERORRUBIO). *Ramblense-Aragoniense*

91, Arenas arcillas y conglomerados (cantos polimícticos). *Ramblense-Aragoniense*

90, Conglomerados de cantos (y a veces bloques) polimícticos, con arenas limos ocre y arcillas rojas. *Ramblense-Aragoniense*

79, Conglomerados de cantos calcáreos. Areniscas, intercaladas a veces. CONGLOMERADOS DE CUEVAS Y OTROS.

Ramblense-Aragoniense

77, Conglomerados (calcáreos y/o polimícticos) con areniscas y arcillas rojas u ocre (Fm. ERMITA DE NAVAS, SERIE DEL TRIPERO y Fm. EL RAÍDO). *Oligoceno*

30, Areniscas, microconglomerados y conglomerados, con cemento silíceo, arenas y arcillas. Suelos lateríticos (F. SIDEROLITICAS; F. TORNEROS). *Cretácico Inferior-Eoceno Inferior*

20, Dolomías, dolomías brechoides y cavernosas, margas y calizas (Fm. Dolomías y margas de Valle de Tabladillo). *Campaniense-Maastrichtiense*

19, Dolomías tableadas. *Santoniense- Campaniense*

18, Dolomías masivas, calizas, margas, areniscas dolomíticas y a veces, arrecifes de rudistas (Dolomías de Montejo de la Vega). *Turoniense-Campaniense*

17, Areniscas dolomíticas (Hontoria), a veces con rudistas (Ituero y Lama). *Coniaciense-Santoniense*

16, Margas y calizas margosas blanco-amarillentas. *Coniaciense*

13, Dolomías rojas a veces tableadas y arcillas. *Turoniense-Coniaciense*

12, Dolomías tableadas o en bancos, margocalizas y margas (Dolomías tableadas de Caballar). *Turoniense-Coniaciense*

11, Arenas, gravas, areniscas con cemento silíceo y arcillas. *Turoniense*

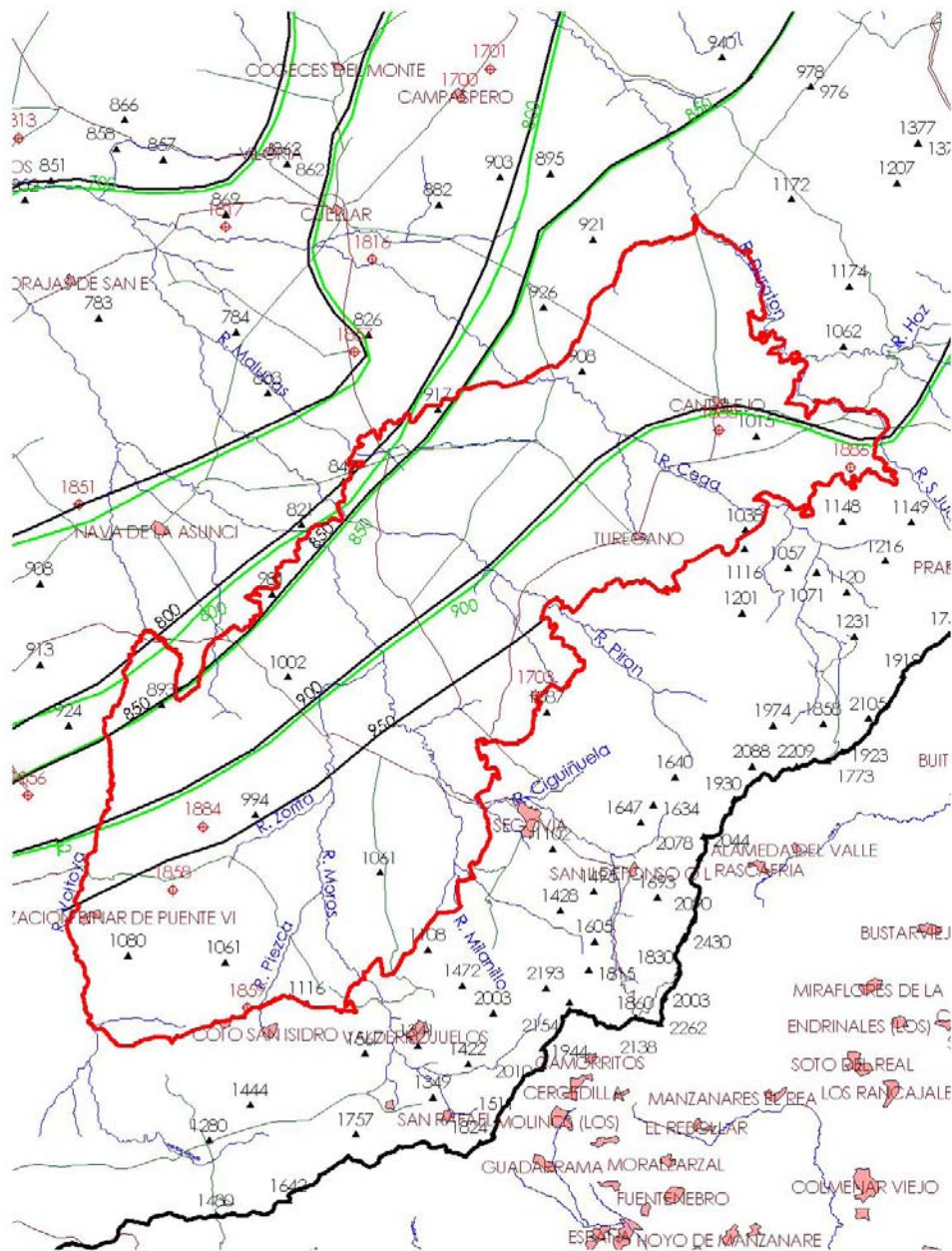
10, Arenas, arcillas y gravas (Arenas y arcillas de Segovia). *Turoniense-Coniaciense*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
GRANITOIDES, LEUCOGRAFITOS Y ORTOGNEISSES	130,00			PALEOZOICO INDIFFERENCIADO
CALIZAS, DOLOMÍAS Y MARGAS	35,00	60	100	CRETÁCICO SUPERIOR
ARENAS Y GRAVAS	9,00			CRETÁCICO SUPERIOR-PALEOCENO
CONGLOMERADOS, ARENAS Y LIMOS	1.300,00	400	500	TERCIARIO
ARENAS EÓLICAS: ARCOSAS	130,00			CUATERNARIO
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	310,00			CUATERNARIO

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA

Isopiezas año 2007. Sentido de flujo hacia el noroeste



MAPA 5.2.2: MAPA DE ISOPÍEZAS RECIENTE DE ESTIAJE Y DE PERIODO HÚMEDO
22_055 CANTIMPALOS

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: CALIDAD QUÍMICA
Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	56/ 275	21,1	14,4	9,3	14,2	13,2	15,2	16,6	2.000/ 2.007
pH (Ud. pH)	/								/
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	66/ 331	2.450	474	112	370	229	546	1.082	1.982/ 2.007
Nitrato (mg/L)	66/ 481	491,8	61,3	0,0	14,5	1,0	72,0	168,0	1.974/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	48/ 116	0,00700	0,00020	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00090	2000/ 2007
Plomo (mg/L)	14/ 74	0,02700	0,00090	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00130	2.001/ 2.007
Mercurio (mg/L)	48/ 116	0,00190	0,00020	0,00000	0,00000	0,00000	0,00010	0,00050	2.000/ 2.007
Amonio total (mg NH4/L)	68, 170	19,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	1.982/ 2.007
Cloruro (mg/L)	63/ 407	571,9	35,3	3,1	17,8	9,6	31,0	83,0	1.974/ 2.007
Sulfato (mg/L)	68/ 500	987,5	33,8	0,0	11,0	4,2	30,1	77,0	1.977/ 2.007

DEMARCACIÓN
HIDROGRÁFICA
021 - DUERO

**SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
02.09 ADAJA – CEGA**

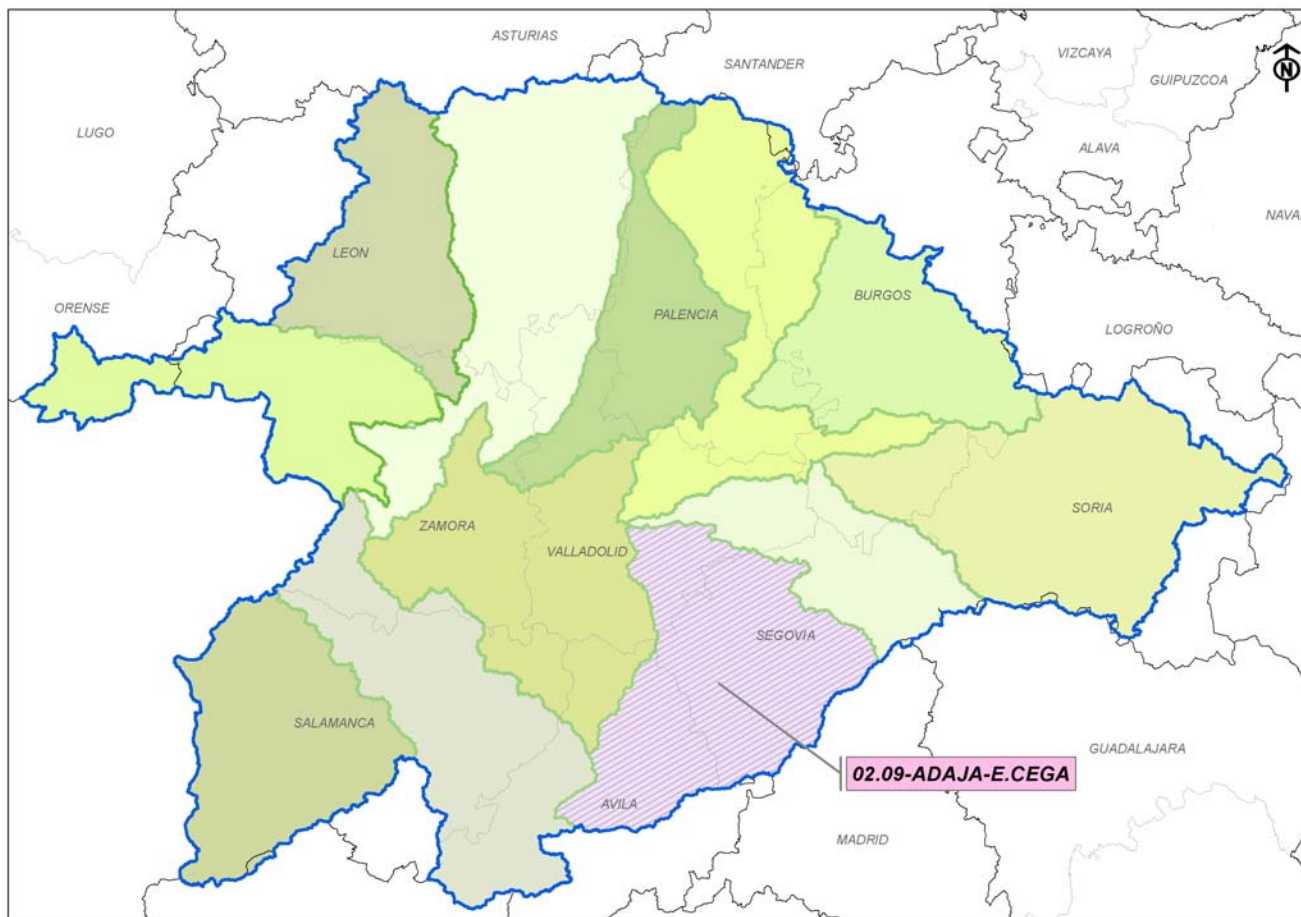
ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER

Comunidades Autónomas: CASTILLA Y LEÓN
Provincias: Segovia, Ávila y Valladolid

POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER

Nº de Municipios: 252 (Ref.1)
Nº de habitantes: 248.719 (padrón 2006) (Ref.2)

PLANO DE SITUACIÓN DEL SER



MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS

- 022.43 Páramo de Cuellar - 022.45 Los Arenales - 022.47 Medina del Campo - 022.55 Cantimpalos

DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales (hm³/año)

Aportación natural media anual del SER: **657**
449 (Adaja) (1) + 208 (Cega)

Demandas (hm³/año)

Urbana: **24,268** (superf.)
3,771 subt. estimada (Ref.3) Agrícola: **134,727**
(115,646 subt + 19,081 superf)

Recursos regulados superficialmente:

Ganadera:

Industrial:

Recursos hídricos subterráneos regulados (bombeos):

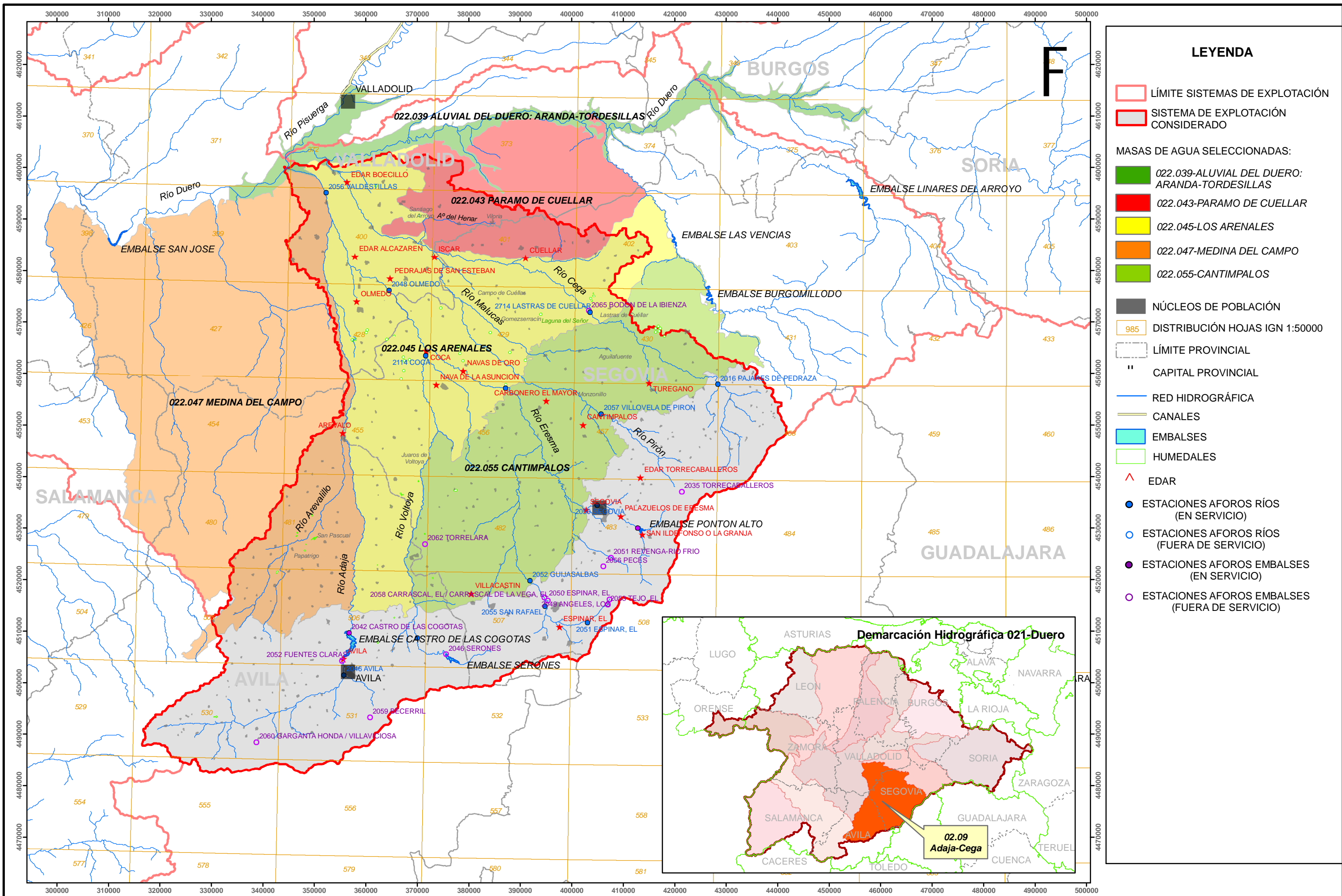
Otras:

Total recursos regulados:

Total demandas: **162,766**

<u>Fuente de los datos:</u> SIMPA, periodo 1940/41-2005/06 del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008)	<u>Fuente de los datos:</u> Atención de las demandas: Balances en los sistemas de explotación (situación actual), del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008); excepto Ref. 2.										
Balance del SER: Déficit (D) <input type="checkbox"/> Excedentes (E) <input checked="" type="checkbox"/> En equilibrio <input type="checkbox"/> Desconocido <input type="checkbox"/> hm ³ /año: hm ³ /año:											
¿Existen recursos naturales disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input checked="" type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
<u>Comentario:</u> En el PHD (1998) los recursos totales se evaluaron en 969 hm ³ /año con una asignación y reserva de recursos para el horizonte 2002 de 539 hm ³ /año para el total de usos (riego, abastecimiento urbano y caudal ecológico). Los datos del EPTI presentan unas cifras más bajas, con déficit en el suministro urbano de Ávila, Segovia y La Granja y en las demandas agrarias de origen superficial, pero con excedentes a nivel de SER que deben ser evaluados. En principio, estos excedentes no serán nunca superiores a 494 hm ³ /año (diferencia entre aportación y demanda) pero no se tienen datos definitivos de demanda urbana atendida con aguas subterráneas ni se ha considerado aún el caudal ecológico, ya que es una restricción previa a la asignación de recursos del Plan.											
(7) Ref. estación aforo: 2056	Nombre: Río Adaja en Valdestillas	Capacidad embalse (hm ³): -									
Año: 2005-2006 Aportación anual (hm ³): 214,8											
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
2,9	8,8	11,3	24,2	13,4	61,9	35,9	14,7	7,5	15,9	15,5	2,9
(7) Ref. estación aforo: 2714	Nombre: Río Cega en Lastras de Cuellar	Capacidad embalse (hm ³): -									
Año: 2005-2006 Aportación anual (hm ³): 43,32											
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
0,45	1,00	2,66	6,09	2,86	12,65	9,51	5,03	1,58	0,61	0,42	0,46
Infraestructura de almacenamiento: Embalses del SER											
Nombre del embalse	Capacidad (hm ³)	Ref. estación aforo	Periodo medida	Volumen regulado medio	Aportación hídrica natural (hm ³ /año)						
					máxima	media	mínima				
Castro de las Cogotas	55,5	2042	1995/2006		210	102,5	22,4				
Pontón Alto	7,4	2043	1995/2006		232,4	105,1	43,5				
Voltoya o Serones	6,74	2046	Fuera servicio	15							
Puente Alta o Revenga	2,5	2051	Fuera servicio								
Los Ángeles	1,8	2049	Fuera servicio								
Becerril	1,74	2059	Fuera servicio								
El Tejo	1,2	2053	Fuera servicio								
Fuentes Claras	0,92	2052	Fuera servicio								
Torrecaballeros	0,3	2035	Fuera servicio								
Torrelara	0,2	2062	Fuera servicio								
El Espinar	0,2	2050	Fuera servicio								
El Carrascal	0,16	2058	Fuera servicio								
Peces	0,084	2056	Fuera servicio								
Bondón de la Ibienda	0,03	2065	Fuera servicio								

Depuración					
EDAR total del SER: 20	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (Ref.4)	¿Existe reutilización?	Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$)
	5	Sin especificar	2.298.913	No/desconocido	
	1	Primario	895.155	No/desconocido	
	11	Secundario	34.043.296	No/desconocido	
	3	Más riguroso (N)	12.827.620	No/desconocido	
ETAP total del SER:					
Disponibilidad hídrica estimada:			del orden de 50 $hm^3/año$		
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input checked="" type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>					
<u>Comentario:</u> Del volumen total depurado estimado en el SER (unos 50 $hm^3/año$), el más apropiado para la recarga sería el tratamiento más riguroso (N) que se evalúa del orden de 12 $hm^3/año$.					
Desalación					
Nº Desaladoras: T.M.: Boecillo (Valladolid)		Capacidad de desalación ($m^3/día$): del municipio: 4.000		Volumen desalado ($m^3/año$): 1.460.000	
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):					
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input checked="" type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>					
<u>Comentario:</u>					
TOTAL RECURSOS HÍDRICOS POTENCIALMENTE DISPONIBLES EN EL SER: (Naturales + Depurados + Desalados)					
<u>Comentario:</u> Existe una desigual distribución territorial entre los recursos disponibles y las necesidades de agua demandadas para atender los usos, manifestándose problemas de disponibilidad en diversas zonas de la cuenca, lo que ha llevado a la creación de un gran sistema regulador que posibilita una redistribución interna de los recursos. (EPTI).					
INDICE DE REFERENCIAS					
(Ref.1) El número de municipios se ha obtenido por la intersección de shapes, y se corresponde con aquellos municipios cuyo centroide se encuentre dentro del límite del SER.					
(Ref.2) Dato procedente del documento: Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero. Estudio General de la Demarcación. Tomo 2. Anexo de Actualización. (CHD, 2007).					
(Ref.3) La demanda urbana atendida con aguas subterráneas se ha estimado, a falta de información, restando a la población del SER la abastecida con aguas superficiales y aplicando luego una dotación media de 175 L/hab/día.					
(Ref.4) El volumen depurado se ha estimado mediante la aproximación: 1 h-e = 1.5 h; después se ha aplicado una dotación media de 175 L/hab/día para los 365 días.					



LEYENDA

- LÍMITE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN
- SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADO

MASAS DE AGUA SELECCIONADAS:

- 022.039-ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS
- 022.043-PARAMO DE CUELLAR
- 022.045-LOS ARENALES
- 022.047-MEDINA DEL CAMPO
- 022.055-CANTIMPALOS

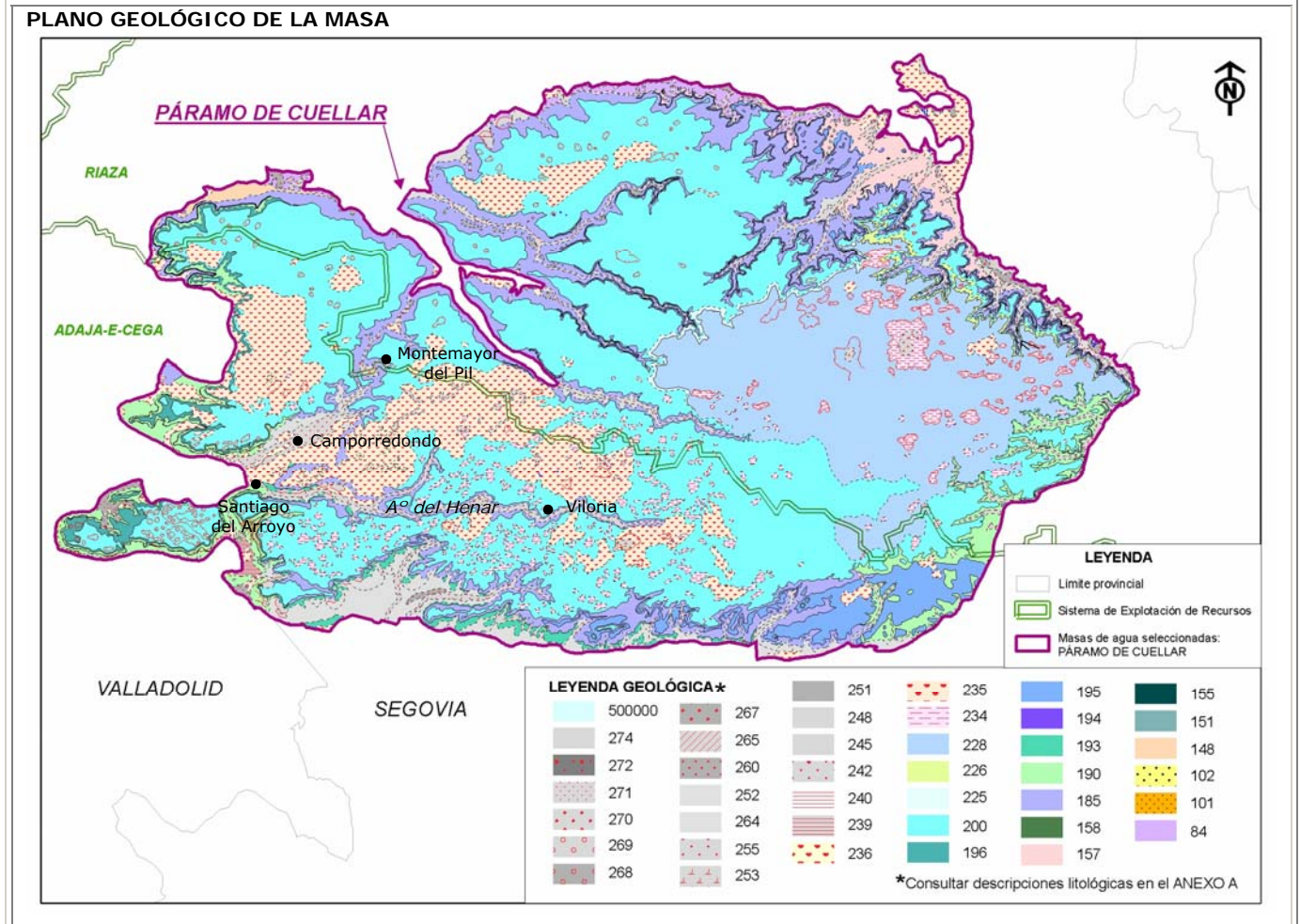
- NÚCLEOS DE POBLACIÓN
- 985 DISTRIBUCIÓN HOJAS IGN 1:50000
- LÍMITE PROVINCIAL
- CAPITAL PROVINCIAL
- RED HIDROGRÁFICA
- CANALES
- EMBALSES
- HUMEDALES
- ▲ EDAR
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (FUERA DE SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (FUERA DE SERVICIO)



DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.09 ADAJA-CEGA (02.08 RIAZA)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.043 PÁRAMO DE CUÉLLAR
--	---	--

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: CASTILLA Y LEÓN Provincias: Segovia y Valladolid	Municipios: (5 Segovia) Cuéllar, Mata de Cuéllar, Olombrada, San Cristóbal de Cuéllar y Vallelado. (9 Valladolid) Bahabón, Camporredondo, Cogeces de Iscar, Montemayor de Pililla, La Parrilla, Portillo, San Miguel del Arroyo, Torrescarcela y Vitoria.
--	--



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN:

Se trata de una masa que ya en el Plan hidrológico figura con problemas de sobreexplotación, presenta importantes descensos piezométricos y actualmente está designada en riesgo cuantitativo (y químico) de no alcanzar los objetivos medioambientales de acuerdo con la DMA.

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Calizas del Páramo, Terciario detrítico, Arenas eólicas, Cuaternario aluvial (Inf. Ad.1)

ACUÍFERO RECEPTOR 1: Calizas del Páramo

Tipo de acuífero						Litologías
Detrítico	<input type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>	<u>Litología:</u> Calizas, dolomías y margas. <u>Espesor:</u> de 20 a 60 m <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad.2)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	

ACUÍFERO RECEPTOR 2: Terciario detrítico

Tipo de acuífero						Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>	<u>Litología:</u> Conglomerados, arcillas, areniscas, margas y calizas. <u>Espesor:</u> >170 m <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad. 2)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	
Carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	

ACUÍFERO RECEPTOR 3: Cuaternario (aluvial + eólico)

Tipo de acuífero						Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>	<u>Litología:</u> Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. <u>Espesor:</u> <u>Columna litoestratigráfica tipo:</u> (Inf. Ad. 2)
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad: Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día): Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 3) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) (Inf. Ad. 4) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Karstificación Intergranular Intergranular Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Muy alta: > 10 ²	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sur	a	s	p	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Este	a	s	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	a	s	p	

Observaciones:

El término más antiguo de la serie terciaria que aflora es la Facies Dueñas (margas, margocalizas y yesos del Mioceno inferior), sobre ésta y discordante aparecen arcillas y arenas ocre y rojas (equivalentes a la Facies Tierra de Campos) del Mioceno medio-superior; inmediatamente encima e indentada con ésta se sitúa la Facies de las Cuestas (margas con intercalaciones calcáreas y yesos), que constituye la base impermeable de los términos superiores que dan carácter a esta MASb: las series carbonatadas pertenecientes a las Calizas inferiores (calizas, margas y arcillas) y superiores del Páramo (lutitas y areniscas en la base y calizas a techo), éstas desarrolladas en la mitad oriental de la masa (en el SER 02.08 Rianza) y separadas por una discordancia.

En definitiva, el acuífero principal (Calizas del Páramo) conforma un gran relieve tabular constituido por bancos carbonatados subhorizontales apoyados sobre un paquete de margas impermeables (facies Cuestas) que lo aíslan de los acuíferos detríticos subyacentes (MASb 022.067 Terciario detrítico confinado bajo los páramos) y que condicionan su funcionamiento a un régimen radial con límites abiertos, de tipo isla.

Los depósitos cuaternarios asociados más significativos y extensos, aparte de los fondos aluviales, abanicos y coluviones, son las arenas eólicas (arenas arcólicas) localizadas en la mitad occidental del páramo (SER 02.09 Adaja-Cega).

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1	Canal 1	Escorrentía
Nombre (código):				Arroyo del Henar y vertiente de Camporedondo
Ref. estación aforo:				
Capacidad embalse (hm ³)		-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)				
- máxima				
- mínima				
Año o Periodo medida:				
Total Aportación natural media anual (A):				
Total Caudal medio anual (Q):				

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: En esta parte de la MASb, se plantea la posibilidad de captar caudales del arroyo del Henar (Río Cega) y la escorrentía vertiente desde Camporedondo en torno a Santiago del Arroyo para recargar, si es posible, las calizas del Páramo (código 200 del mapa), el manto eólico (código 235) o el terciario detrítico confinado.

(2) Distribución media mensual: A(m³) ó Q(m³/s)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1												
Río 1												
Canal 1												
Escorrentía												

Comentario:

Agua depurada (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2
Nombre (código):		
Municipios conectados:		
Población (hab):	-	-
Tipo de tratamiento:		
Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (4):		
¿Existe reutilización?		
Referencia Concesión:		
Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año):		
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):		

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: No existe en esta parte de la MASb ninguna EDAR; la más cercana (EDAR de Cuéllar) se localiza en el límite con la masa 021.045 Los Arenales.

(4) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):		
Origen del agua:		
Volumen desalado (hm³/año) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Arroyo del Henar (Río Cega) y Camporeddondo
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos
- Agua del medio receptor: Acuíferos de la MASb
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 5)
Cond. eléc. a 20° C (µS/cm): 2.180
Nitrato (mg/L): 30,5
Cloruro (mg/L): 45,4
Sulfato (mg/L): 40,5
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales	<input type="checkbox"/>
Balsas	<input checked="" type="checkbox"/> Sondeos	Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/>
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos	Otros estudios:	
Zanjas	<input type="checkbox"/>	Planta de recarga	<input type="checkbox"/>
Canales	<input checked="" type="checkbox"/> Mixta:	Infraestructuras de transporte	<input type="checkbox"/>
Cauces	<input type="checkbox"/>	o Canal:	
Represas	<input type="checkbox"/> ASR:	o Azud:	
Otros	<input type="checkbox"/>	o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

No se dispone de información suficiente para realizar una propuesta determinada de recarga. En principio parece que el sistema adecuado de recarga sería de tipo profundo para las calizas del páramo y el terciario detrítico y superficial o mixto para el manto eólico, aunque las distintas alternativas, tanto del sistema de recarga, ubicación y toma del agua, dependerán del **estudio hidrogeológico concreto** que se inicie para determinar la viabilidad técnica de la misma.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Aunque no se dispone de información detallada sobre el agua de recarga, se considera factible iniciar los estudios previos de viabilidad acerca de las posibilidades planteadas de recarga del acuífero terciario detrítico con objeto de invertir la tendencia al descenso del nivel piezométrico observado en esta zona que, desde el año 1972 hasta el 2009 en el rango de profundidades mayores de 200 m, se cifra en torno a 30 - 23 m de acuerdo con los datos aportados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca. Octubre de 2009).

También se considera factible evaluar la alternativa de recarga del manto eólico teniendo en cuenta las experiencias de recarga artificial en curso en la cercana MASb 022.045 Los Arenales.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

PÁRAMO DE CUELLAR (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

269, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (a veces encostradas). (terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos. (Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

260, Gravas, cantos, arenas y limos. (a veces encostrados). (Abanicos asociados a terrazas indiferenciadas). *Plioceno-Holoceno*

255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

251, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Superior*

248, Arenas, limos, bloques, arcillas. (Deslizamientos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

245, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*

242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

240, Arenas blanquecinas, fluviales, con gravilla de cuarzo, y a veces, arenas eólicas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*

239, Arenas arcóscas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita a veces, arenas eólicas, intercaladas. (Superficies con depósitos).

Pleistoceno Superior

236, Arenas. (Dunas). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

234, Arcillas rojas. (Arcillas de descalcificación). *Turoliense-Holoceno*

228, Calizas (micriticas grises, con gasterópodos) y margocalizas. A techo, limos arenosos rojizos y costras calcáreas. CALIZAS DEL PÁRAMO SUPERIOR. *Vallesiense*

226, Margas, margocalizas blancas, lutitas rojas y arcillas ocre-verdes, ocasionalmente, niveles de arcillas y oncoides. *Vallesiense*

225, Margas y arcillas blanquecinas. *Vallesiense*

200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO. *Vallesiense*

196, Calizas, margas y dolomías, con pseudomorfos de cristales diagenéticos de yesos. *Vallesiense*

195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*

194, Niveles yesíferos, yesoarenitas y fangos salinos. *Vallesiense*

193, Dolomías y margas dolomíticas, con macrolentículas de yesos. *Vallesiense*

190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Aragoniense-Vallesiense*

185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Vallesiense*

158, Conglomerados con cantos metamórficos o cuarcíticos. *Aragoniense*

157, Limos rojizos, con intercalaciones carbonatadas, areniscosas y conglomerados. UNIDAD DETRITICA DE ARANDA P.D. *Aragoniense*

155, Facies "marmorizadas" (paleosuelo). PSEUDOGLEY. *Aragoniense*

151, Arenas y gravas de costras calcáreas. (Paleocanales). *Aragoniense*

148, Limos, arcillas y arenas ocreas, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Aragoniense*

102, Fangos arcóscos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcóscas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Rambliense-Aragoniense*

101, Conglomerados y arcóscas, con matriz limosa, amarilla o blanca. (ARENISCAS DE GARCHERNÁNDEZ). *Rambliense-Aragoniense*

84, Margas, yesos, arcillas y, a veces, margocalizas y calizas. FACIES VILLATORO. *Rambliense-Aragoniense*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: ACUÍFEROS IMPLICADOS

Denominación	Litología	Extensión del afloramiento km ²	Geometría	Observaciones
Calizas del Páramo	Carbonatado	530,0	Tabular	
Terciario detrítico	Detrítico no aluvial	30,0	Tabular	
Arenas eólicas	Detrítico no aluvial	100,0	Compleja	
Cuaternario aluvial	Detrítico aluvial	30,0	Lenticular	

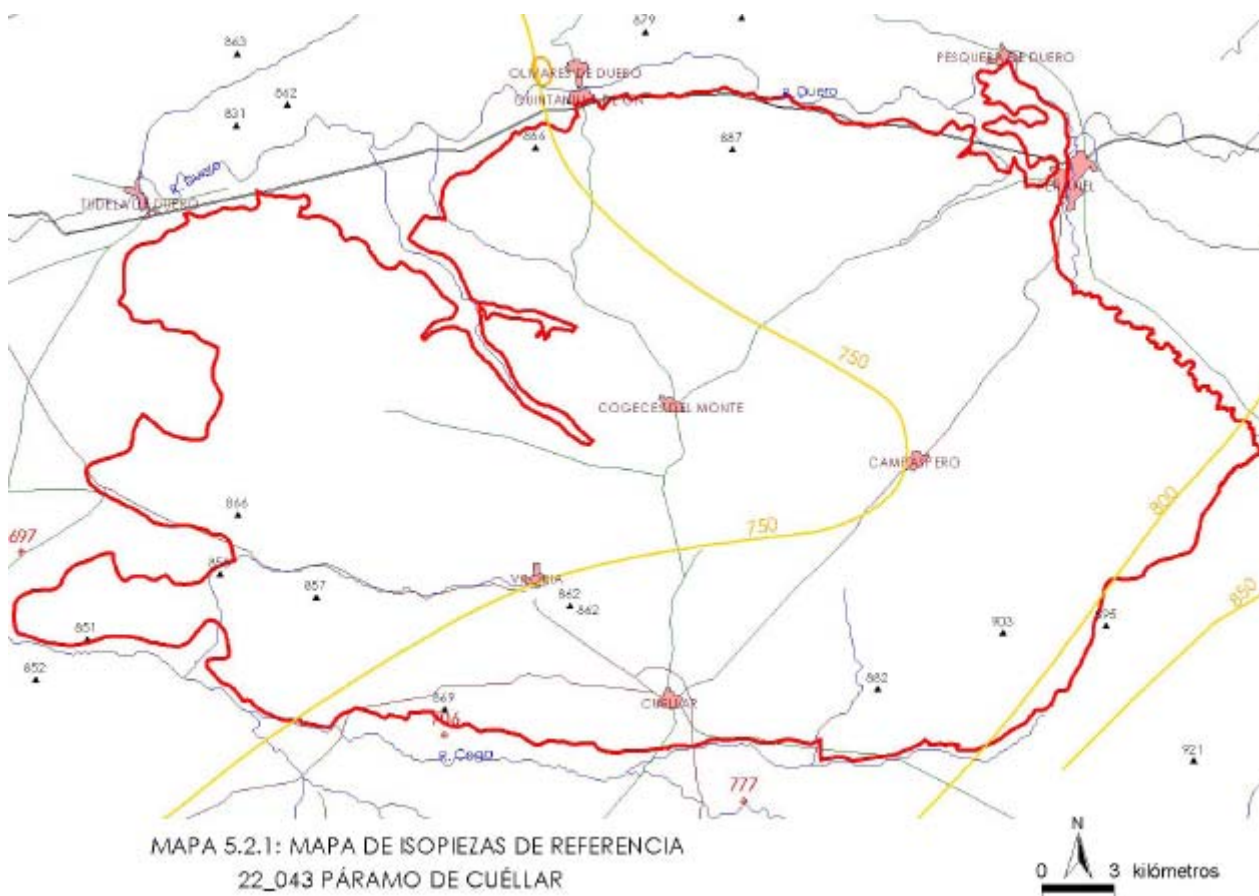
INFORMACIÓN ADICIONAL 2: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO DE LA MASB

Columna litológica tipo:

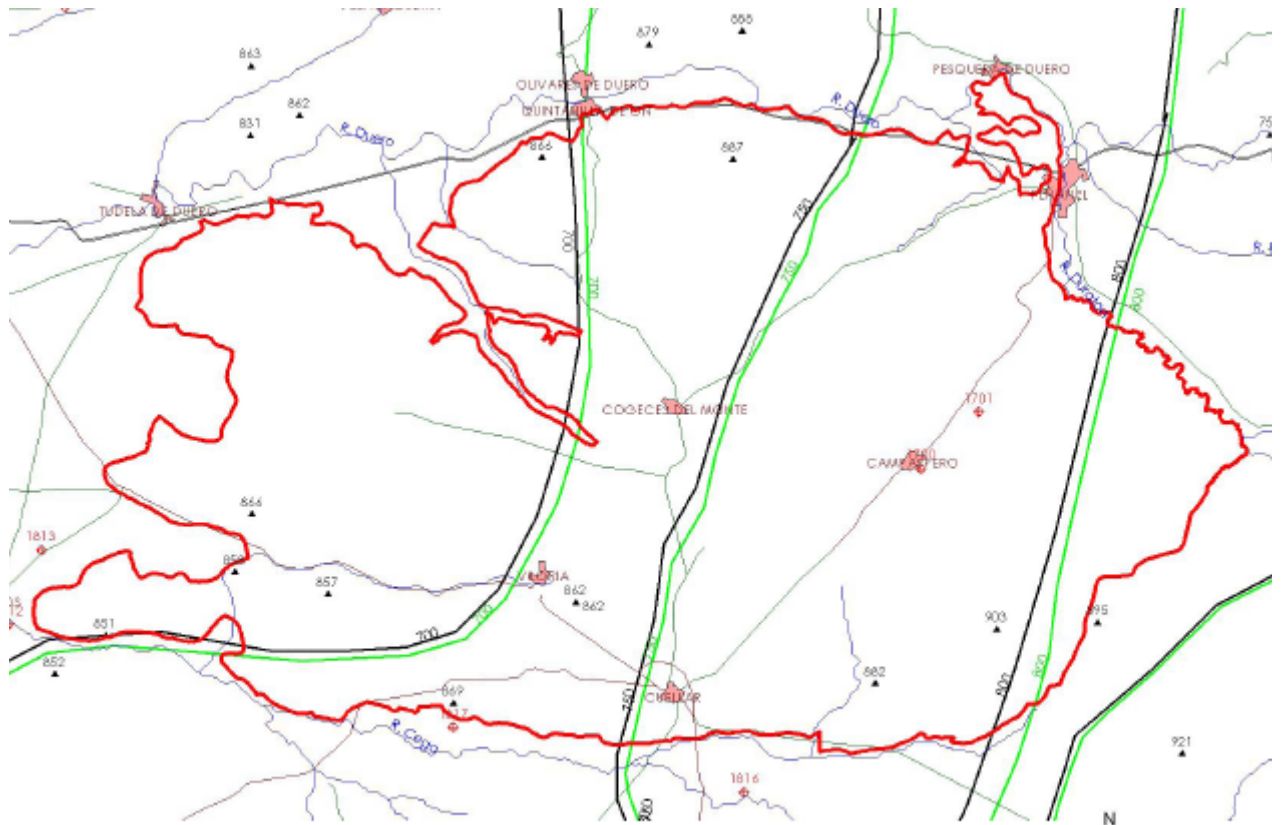
Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica	Observaciones
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango		
CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENISCAS, MARGAS Y CALIZAS	30,00			TERCIARIO	
MARGAS, LUTITAS, ARCILLAS Y CALIZAS	150,00			FACIES CUESTAS	
CALIZAS, DOLOMIAS Y MARGAS	530,00	20	60	CALIZAS DEL PÁRAMO	
ARENAS EÓLICAS: ARCOSAS	30,00			CUATERNARIO	
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	30,00			CUATERNARIO	

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: PIEZOMETRÍA

SENTIDO DEL FLUJO HACIA EL RÍO DUERO

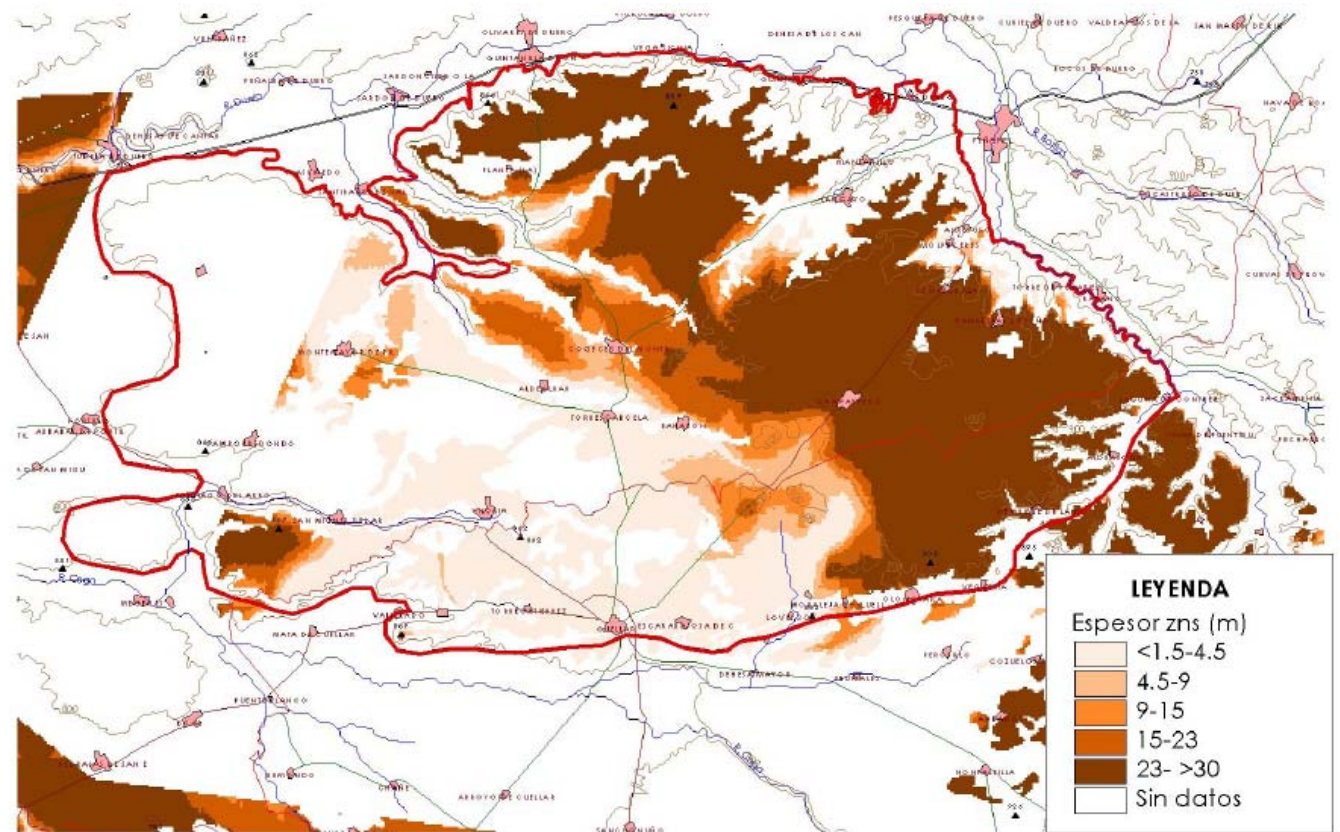


SENTIDO DEL FLUJO HACIA EL RÍO DUERO



MAPA 5.2.2: MAPA DE ISOPIEZAS RECIENTES DE ESTIAJE Y DE PERIODO HÚMEDO
22_043 PÁRAMO DE CUÉLLAR

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: ZONA NO SATURADA



LEYENDA

Esesor zns (m)

Lightest brown	<1.5-4.5
Light brown	4.5-9
Medium brown	9-15
Dark brown	15-23
Darkest brown	23- >30
White	Sin datos

MAPA 4.2: MAPA DE ESPESOR DE LA ZONA NO SATURADA
22_043 PÁRAMO DE CUÉLLAR

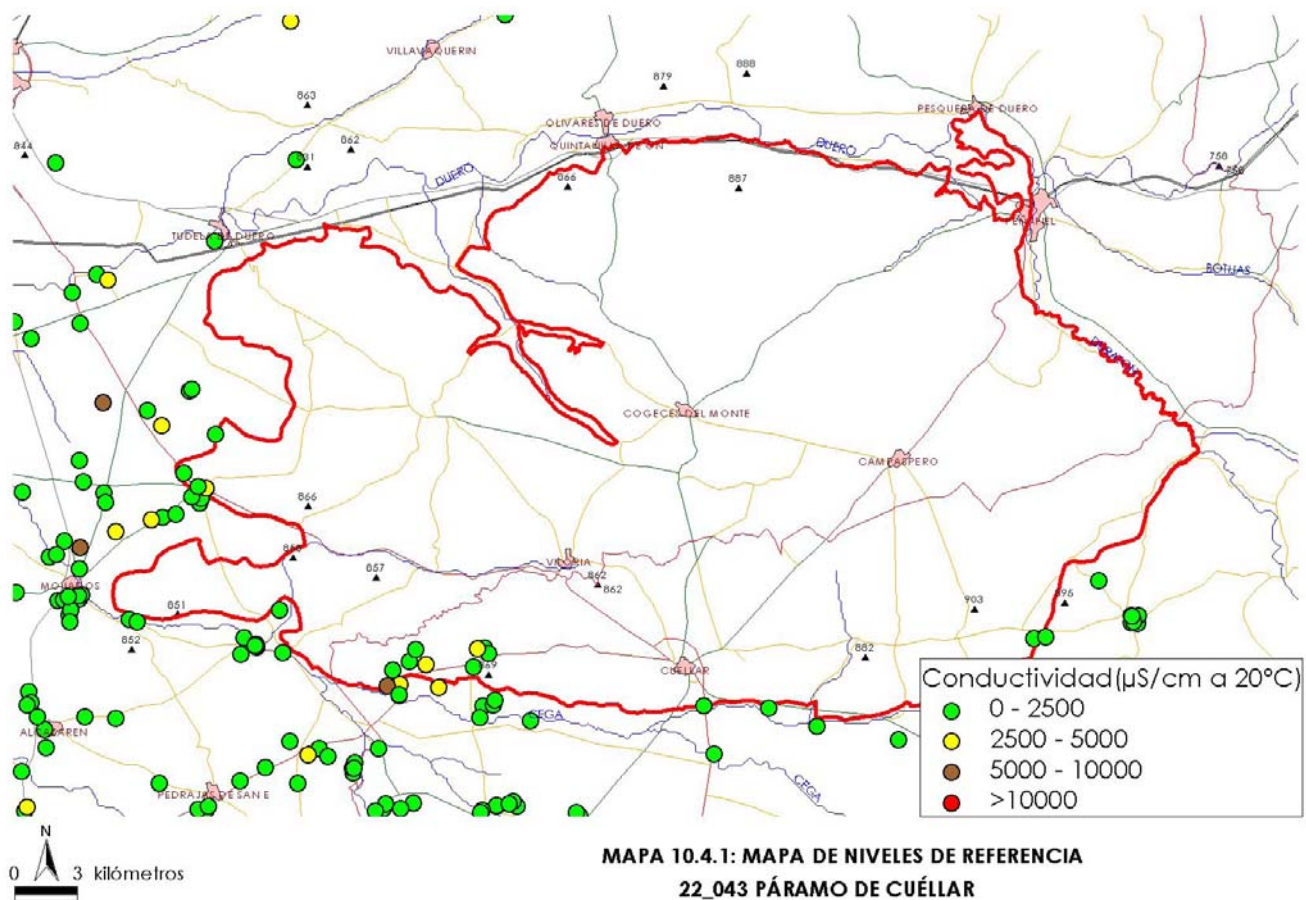
INFORMACIÓN ADICIONAL 5: CALIDAD QUÍMICA DE REFERENCIA

Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo	Observaciones
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90		
Temperatura (°C)	2/ 3	19,6	15,9	12,1	15,9	12,1	19,6	19,6	2.000/ 2.000	
pH (Ud. pH)	/								/	
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	2/ 3	2.190	1.644	561	2.180	561	2.190	2.190	2.000/ 2.000	
O2 disuelto (mg/L)	/								/	
DQO (mg O2/L)	/								/	
Dureza Total CO3Ca (mg/L)	/								/	
Alcalinidad CO3Ca (mg/L)	/								/	
Bicarbonatos CO3Ca (mg/L)	/								/	
Sodio (mg/L)	/								/	
Potasio (mg/L)	/								/	
Calcio (mg/L)	/								/	
Magnesio (mg/L)	/								/	
Nitrato (mg/L)	12/ 14	155,3	44,8	2,7	30,5	20,0	48,0	140,8	1.976/ 2.000	
Arsénico (mg/L)	/								/	
Cadmio (mg/L)	2/ 3	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2000/ 2000	
Plomo (mg/L)	/								/	
Mercurio (mg/L)	2/ 3	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	2.000/ 2.000	
Amonio total (mg NH4/L)	2/ 3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	2.000/ 2.000	
Cloruro (mg/L)	2/ 3	53,2	36,9	12,1	45,4	12,1	53,2	53,2	2.000/ 2.000	
Sulfato (mg/L)	10/ 12	1.956,0	385,8	3,0	40,5	12,0	789,0	1.031,0	1.974/ 2.000	
Nitritos	3/ 4	0,20000	0,09250	0,00000	0,08500	0,00000	0,20000	0,20000	1.978/ 2.000	

- Origen de la información:

Tratamiento estadístico realizado por el MMA. Base de datos de calidad del MMA 2008



DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.09 ADAJA-CEGA	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.045 LOS ARENALES
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Segovia, Valladolid y Ávila	<u>Municipios:</u> En total comprende 110 TM (60 en Segovia, 29 en Valladolid y 21 en Ávila)	
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: La masa presenta problemas de sobreexplotación, detectados ya en el Plan Hidrológico, con descenso importante de los niveles piezométricos y esta designada en riesgo (cuantitativo y químico) de no cumplir los objetivos medioambientales de la DMA. Además, presenta Zonas Vulnerables a la contaminación por nitratos, un número elevado de humedales y pertenece a uno de los SER más vulnerables ante las sequías.		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>	
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Mesozoico carbonatado, Terciario (mioceno) y cuaternario detríticos (Inf. Ad. 1)		

ACUÍFERO RECEPTOR: Cuaternario detrítico (aluvial + arenas eólicas)

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	Litología: Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas; arcosas Espesores: de 5 a 15 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 2)
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	

Parámetros hidráulicos

			mínimo	medio	máximo
▪ Porosidad:	Cuaternario:	Aluvial Arenas eólicas		Intergranular Intergranular	
▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día):		Aluvial (Muy alta) Arenas eólicas (Muy alta)		> 10 ² > 10 ²	
▪ Transmisividad (m ² /día):	(Inf. Ad. 3)	Aluvial	25		250
▪ Coeficiente almacenamiento		Aluvial		0,00150	
▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (periodo húmedo 2007)	(Inf. Ad. 4)		695,44		866,99
Oscilación estacional (m):					
▪ Espesor ZNS (m): (Oct 2006 - Mz 2007)	(Inf. Ad. 5)		9,19	38,60	73,51
▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año)					

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sur	c	n	m	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Este	a	e	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	a	s	p	

Observaciones:

Funcionamiento hidrogeológico: Recarga/descarga

Los niveles superiores del detrítico terciario se comportan como acuíferos libres que se recargan por infiltración directa del agua de lluvia y por retornos de riego. Estos niveles, a su vez, recargan mediante goteo el detrítico terciario semiconfinado a gran profundidad por capas de limos y arcillas. En la zona norte, los depósitos terciarios están parcialmente cubiertos por los arenales que, aunque constituyen un acuífero de poca entidad (no sobrepasa los 20 m de espesor), cumplen una importante función en la recarga del terciario, pues presentan una elevada capacidad de infiltración y almacenamiento, descargando mediante goteo sobre los niveles subyacentes del terciario. También son importantes las transferencias subterráneas procedentes del Mesozoico carbonatado en el borde noroeste y las procedentes del terciario detrítico de la masa de Cantimpalos, siguiendo las principales direcciones del flujo regional, S-N.

Las descargas se realizan hacia la red fluvial. Los acuíferos superficiales, más influenciados por la topografía, descargan hacia los ríos Cega, Eresma y Voltoya; y los niveles más profundos hacia el río Duero.

A escala regional, el conjunto funciona como un acuífero heterogéneo, multicapa, de flujo tridimensional. Los flujos trasversales son de dirección S-N, desde la cabecera de los ríos hacia el interior de la cuenca. Cerca del Sistema Central el flujo tiene una componente vertical descendente y constituye una importante zona de recarga de los acuíferos profundos, a diferencia, la zona del Duero, al norte de la masa de agua, la componente vertical se vuelve ascendente, constituyendo así su principal zona de descarga del sistema a la red de drenaje.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>	
Recursos hídricos naturales	Río 1	Río 2	Río 3	Escorrentía
Nombre (código):	Voltoya en Coca	Eresma en Olmedo	Pirón (Malucas)	Cega en Lastras Cuéllar
Ref. estación aforo:	2114	2048	Sin estación	2714

Capacidad embalse (hm ³)	-	-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	(Q) 0,817	(Q) 7,534		(Q) 1,035
- máxima	(Q) 1,88	(Q) 15,57		(Q) 1,37
- mínima	(Q) 0,03	(Q) 2,3		(Q) 0,7
Año o Periodo medida:	2002-2005	1978-2005		2004-2005
	Total Aportación natural media anual (A):			
	Total Caudal medio anual (Q):			

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: la utilización de los excedentes invernales del río Voltoya para la recarga del acuífero superficial cuaternario se realiza actualmente (desde el año 2002) en la cubeta de Santiuste. El caudal para recarga procedente del río Voltoya ronda los **0,5 m³/s**, con un periodo de concesión que se extiende desde el primero de noviembre al último día de abril, si bien esta concesión depende del carácter de cada año hidrológico (**Inf. Ad. 6**).

También se está realizando una experiencia piloto de recarga del acuífero superficial cuaternario con excedentes invernales de los ríos Pirón y Cega en el *paleocauce* detectado entre ambos ríos (**Inf. Ad. 6**). Actualmente existe una concesión para derivar agua del río Cega con destino a la recarga entre el 1 de enero y el 30 de abril de cada año, a razón de **1,37 m³/s**.

(2) Distribución media mensual: Q(m³/s)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río 1	0,10	0,22	1,32	1,76	1,38	1,98	1,79	1,07	0,20	0,01	0,00	0,00
Río 2	1,65	5,98	12,01	14,06	13,56	12,21	12,59	10,36	4,70	1,69	0,97	1,04
Río 3												
Río 4	0,56	0,71	1,05	1,73	1,14	3,02	2,40	1,12	0,36	0,15	0,11	0,14

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):	Coca	Arévalo	Navas de la Asunción	Navas de Oro
Municipios conectados:				
Población (hab):				
Tipo de tratamiento:	Más riguroso (N)	Secundario	Secundario	Secundario
Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (4):	479.000	1.820.200	922.075	347.275
¿Existe reutilización?	No	No	No	No
Referencia Concesión:				
Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año):				
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):	479.000	1.820.200	922.075	347.275

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: existe un importante potencial de aguas depuradas en la masa. En total hay 10 EDARs que generan un volumen anual aproximado de **9 hm³/año**. Por su mejor situación en la masa, a efectos de recarga, destacan las de Arévalo, Nava de la Asunción, Navas de Oro y Coca. Por su mejor grado de tratamiento destacan las EDARs de Coca (más riguroso: N) y con depuración secundaria: Arévalo, Nava de la Asunción, Navas de Oro, Olmedo, Iscar y Cuellar. Por el volumen generado destacan las de Arévalo, Iscar, Cuellar, Boecillo y Navas de la Asunción.

(4) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
EDAR 3												
EDAR 4												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos
Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):	Boecillo	
Origen del agua:		
Volumen desalado (hm ³ /año) (5):		
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):		
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input checked="" type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/>		
Comentario:		

(5) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos
Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga:** Ríos Voltoya, Eresma, Cega y Pirón; EDARs
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico Sin datos
- Agua del medio receptor:** Acuíferos de la MASb
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 7)

Cond. eléc. a 20° C (µS/cm):	2.180
Nitrato (mg/L):	30,5
Cloruro (mg/L):	45,4
Sulfato (mg/L):	40,5
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
 Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES
Superficial Balsas <input checked="" type="checkbox"/> Inundación <input type="checkbox"/> Zanjas <input checked="" type="checkbox"/> Canales <input checked="" type="checkbox"/> Cauces <input type="checkbox"/> Represas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	Profunda Sondeos <input type="checkbox"/> Pozos <input checked="" type="checkbox"/> Mixta: <input type="checkbox"/> ASR: <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	<p><u>Estudios previos de caudales</u> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>MAPA, 1999. "Estudio hidrogeológico complementario para la recarga artificial en la cubeta de Santiuste (Segovia)." Informe técnico no publicado. Secretaría Gral. de Desarrollo Rural-TRAGSATEC.</p> <p><u>Estudios previos del acuífero</u> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>IGME (1979). "Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Duero. Sistemas 8 y 12".</p> <p>IGME (1980). 2La explotación de los recursos hidráulicos en la zona comprendida entre los ríos Voltoya y Trabancos".</p> <p>IRYDA-ITGE (1990). "Proyecto de Asistencia Técnica para el Estudio Hidrogeológico de la Cubeta de Santiuste (Segovia)". Documento técnico no publicado.</p> <p>MAPA (1999). "Estudio hidrogeológico complementario para la recarga artificial en la cubeta de Santiuste (Segovia)." Informe técnico no publicado. Secretaría Gral. de Desarrollo Rural-TRAGSATEC.</p>

Otros estudios:

MOPTMA (1994). "Informe sobre la posibilidad de recarga artificial en la cubeta de Santiuste (Segovia)." No publicado disponible para consulta en la biblioteca del MARM

MAPA (2005). Asistencia técnica para el seguimiento y modelización de la recarga artificial en la cubeta de Santiuste de San Juan Bautista (Segovia). Dirección General de Desarrollo Rural-TRAGSATEC (no publicado).

Planta de recarga



Infraestructuras de transporte



MAPA (1999). "Proyecto de recarga del acuífero de la Cubeta de Santiuste de San Juan Bautista (Segovia)".

Resumen de los dispositivos de recarga

Cubeta de Santiuste

El Carracillo

7 años de operatividad

4 años de operatividad

27 km de canal

40,7 km de canal

5 balsas de infiltración

3 balsas de infiltración

3 humedales artificiales

1 humedal artificial

3 pozos de infiltración

1 bancos infiltrantes en lechos de ríos

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

-Seguimiento de la evolución y de la efectividad de las dos actuaciones de recarga en el acuífero superficial cuaternario de Los Arenales (Cubeta de Santiuste y El Carracillo) de manera que los resultados obtenidos permitan funcionar en el punto óptimo de recarga o tasa de infiltración más efectiva en las instalaciones existentes y diseñar nuevos dispositivos que puedan ser aplicados a escenarios análogos dentro de la masa o en el resto de la cuenca del Duero.

-Selección y caracterización geológica e hidrogeológica de detalle para éstos **nuevos emplazamientos de recarga** en la MASb y en el resto de la Cuenca del Duero

- Puesta a punto de la técnica y experiencias introduciendo las aguas depuradas en el agua de recarga.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

En vista de los resultados obtenidos durante los 7 y 4 años de funcionamiento de los dispositivos de recarga artificial de acuíferos de esta MASb (construidos por el Ministerio de medio ambiente (MAPA) y la Junta de Castilla y León en la Cubeta de Santiuste y en la comarca del Carracillo), se concluye que la zona es propicia para la recarga superficial, que los efectos resultan muy beneficiosos para la gestión hídrica del entorno (en particular para la actividad agrícola y la mejora de los ecosistemas) y que el método de recarga empleado es perfectamente viable; por lo que se considera muy recomendable iniciar los estudios necesarios para ampliar las áreas de recarga en la masa y extrapolar esta experiencia al resto de las masas de la cuenca con características geológicas e hidrogeológicas análogas.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

LOS ARENALES (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*

271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (a veces encostradas). (Terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos. (Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

260, Gravas, cantos, arenas y limos (a veces encostrados). (Abanicos asociados a terrazas indiferenciadas). *Plioceno-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

246, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

245, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*

240, Arenas blanquecinas, fluviales, con gravilla de cuarzo, y a veces, arenas eólicas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*

239, Arenas arcósicas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita a veces, arenas eólicas, intercaladas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*

238, Arenas arcósicas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Medio*

236, Arenas. (Dunas). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

234, Arcillas rojas. (Arcillas de descalcificación). *Turolinense-Holoceno*

228, Calizas (micriticas grises, con gasterópodos) y margocalizas. A techo, limos arenosos rojizos y costras calcáreas. CALIZAS DEL PÁRAMO SUPERIOR. *Vallesiense*

225, Margas y arcillas blanquecinas. *Vallesiense*

202, Fangos arcósicos rojizos, con cantos. FORMACIÓN O FACIES PEROMINGO. *Aragoniense-Vallesiense*

200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO. *Vallesiense*

199, Fangos areno-limosos, con niveles margosos y calizas. *Vallesiense*

196, Calizas, margas y dolomías, con sendomorfos de cristales diagenéticos de yesos. *Vallesiense*

195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*

194, Niveles yesíferos, yesoarenitas y fangos salinos. *Vallesiense*

193, Dolomías y margas dolomíticas, con macrolenticulas de yesos. *Vallesiense*

190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Aragoniense-Vallesiense*

185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Vallesiense*

183, Arcillas y margas grises, con intercalaciones de margocalizas (con ostracodos). FACIES CUESTAS. ARCILLO-MARGOSA. *Aragoniense*

169, Arenas y, a veces, cantos litoareníticos, con fangos. *Aragoniense*

168, Cantos litoareníticos (cuarcita, cuarzo, meta-arenisca), arenas y fangos. *Aragoniense*

167, Brechas, bloques y cantos litoareníticos, en matriz arcillosa roja. *Aragoniense*

157, Limos rojizos, con intercalaciones carbonatadas, areniscosas y conglomerados. UNIDAD DETRITICA DE ARANDA P.D. *Aragoniense*

148, Limos, arcillas y arenas ocre, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Aragoniense*

116, Arcosas fangosas rojizas y gris-verdosas. *Aragoniense*

115, Arenas, areniscas y niveles arcillosos. *Aragoniense*

114, Arcosas fangosas ocre y beige, ocasionalmente cementadas por carbonatos. Suelos calcimorfos y calizas palustres (FACIES PUENTE RUNEL). *Aragoniense*

111, Limos arenosos rojos, y canales conglomeráticos y arenosos, arcósicos (FACIES NOVALES). *Aragoniense*

110, Arenas arcósicas, con fangos y cantos. *Aragoniense*

109, Arenas arcósicas, con cantos y, a veces, lutitas grises, y paleosuelos (FACIES PEÑALBA). *Aragoniense*

108, Bloques y cantos gneísicos o plutónicos, con matriz y arenas arcósicas. (FACIES CALZADILLA). *Aragoniense*

104, Arenas arcósicas gruesas, a veces con cantos de cuarzo y cuarcitas (Paleocanales). *Aragoniense*

103, Areniscas calcáreas blancas. *Ramblense*

102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcósicas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Ramblense-Aragoniense*

101, Conglomerados y arcósicas, con matriz limosa, amarilla o blanca. (ARENISCAS DE GARCIBERNÁNDEZ). *Ramblense-Aragoniense*

100, Arenas arcósicas y fangos. (FACIES ARAUZO Y SAN PEDRO DEL ARROYO). *Ramblense-Aragoniense*

96, Calizas, margocalizas y margas. CALIZA DE LANGA. *Aragoniense*

92, Limos arcillas y arenas, con carbonatos y, a veces, conglomerados (incluyendo las FACIES ROJAS DE PERORRUBIO). *Ramblense-Aragoniense*

91, Arenas arcillas y conglomerados (cantos polimícticos). *Ramblense-Aragoniense*

90, Conglomerados de cantos (y a veces bloques) polimícticos, con arenas limos ocre y arcillas rojas. *Ramblense-Aragoniense*

81, Margas blancas y arcillas grises y, a veces calizas, dolomías y yesos. FACIES DUEÑAS. *Ramblense-Aragoniense*

79, Conglomerados de cantos calcáreos. Areniscas, intercaladas a veces. CONGLOMERADOS DE CUEVAS Y OTROS. *Ramblense-Aragoniense*

77, Conglomerados (calcáreos y/o polimícticos) con areniscas y arcillas rojas u ocre (Fm. ERMITA DE NAVAS, SERIE DEL TRIPERO y Fm. EL RAÍDO). *Oligoceno*

58, Areniscas calcáreas. *Ramblense*

57, Arcosas fangosas, rojizas y gris-verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcitas y costras calcáreas. FACIES VILLALBA DE ADAJA P.D. *Eoceno Superior-Ramblense*

45, Areniscas blanco-amarillentas, microconglomerados, limolitas y fangos arcósicos con cantos, en bancos potentes. "GRUPO SUPERIOR PALEÓGENO". *Eoceno Superior-Oligoceno*

20, Dolomías, dolomías brechoides y cavernosas, margas y calizas (Fm. Dolomías y margas de Valle de Tabladillo). *Campaniense-Maastrichtiense*

19, Dolomías tableadas. *Santoniense-Campaniense*

18, Dolomías masivas, calizas, margas, areniscas dolomíticas y a veces, arrecifes de rudistas (Dolomías de Montejo de la Vega). *Turoniense-Campaniense*

12, Dolomías tableadas o en bancos, margocalizas y margas (Dolomías tableadas de Caballar). *Turoniense-Coniacense*

10, Arenas, arcillas y gravas (Arenas y arcillas de Segovia). *Turoniense-Coniacense*

9, Arenas, areniscas (a veces con cemento dolomítico), margas y calizas con ostréidos (Calizas y margas de Carabias y de Castro de Fuentidueña). *Cretácico Superior*

7, Arenas y areniscas silíceas, gravas y conglomerados cuarcíticos, lutitas y arcillas. Arenas de Utrillas, Areniscas y conglomerados de Carabias). *Albiense-Turoniense*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: ACUÍFEROS CONTENIDOS EN LA MASb

Denominación	Litología	Extensión del afloramiento km ²	Geometría	Observaciones
Terciario detrítico c8	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular	
Terciario detrítico c10	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular	
Terciario detrítico c7	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular	
Terciario detrítico c4	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular	
Mesozoico c11	Carbonatado	0,0	Compleja	
Terciario detrítico c5	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular	
Terciario detrítico c3	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular	
Cuaternario aluvial	Detrítico aluvial	800,0	Lenticular	
Terciario detrítico c2	Detrítico no aluvial	530,0	Tabular	
Terciario detrítico c9	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular	
Arenas eólicas	Detrítico no aluvial	900,0	Compleja	

Fuente: Estudio de caracterización de la unidad hidrogeológica "Región de los Arenales" (02.17). (MMA, 2003)

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA TIPO

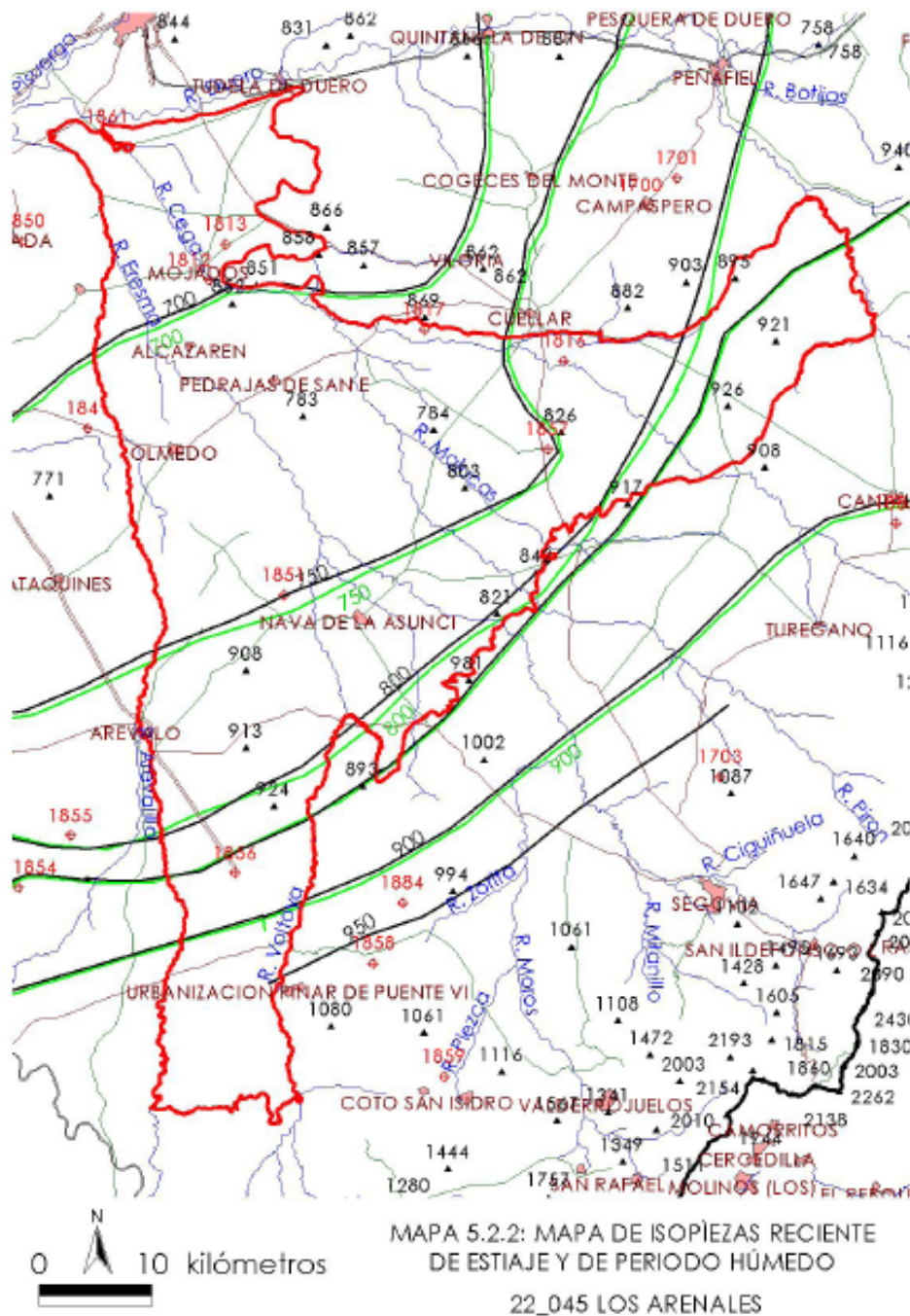
Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	450,00	500	1.000	TERCIARIO
MARGAS, LUTITAS, ARCILLAS Y CALIZAS	250,00			FACIES CUESTAS
CALIZAS, DOLOMIAS Y MARGAS	80,00			CALIZAS DEL PÁRAMO
ARENAS EÓLICAS: ARCOSAS	900,00	5	15	CUATERNARIO
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	800,00			CUATERNARIO

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: PARÁMETROS HIDRÁULICOS

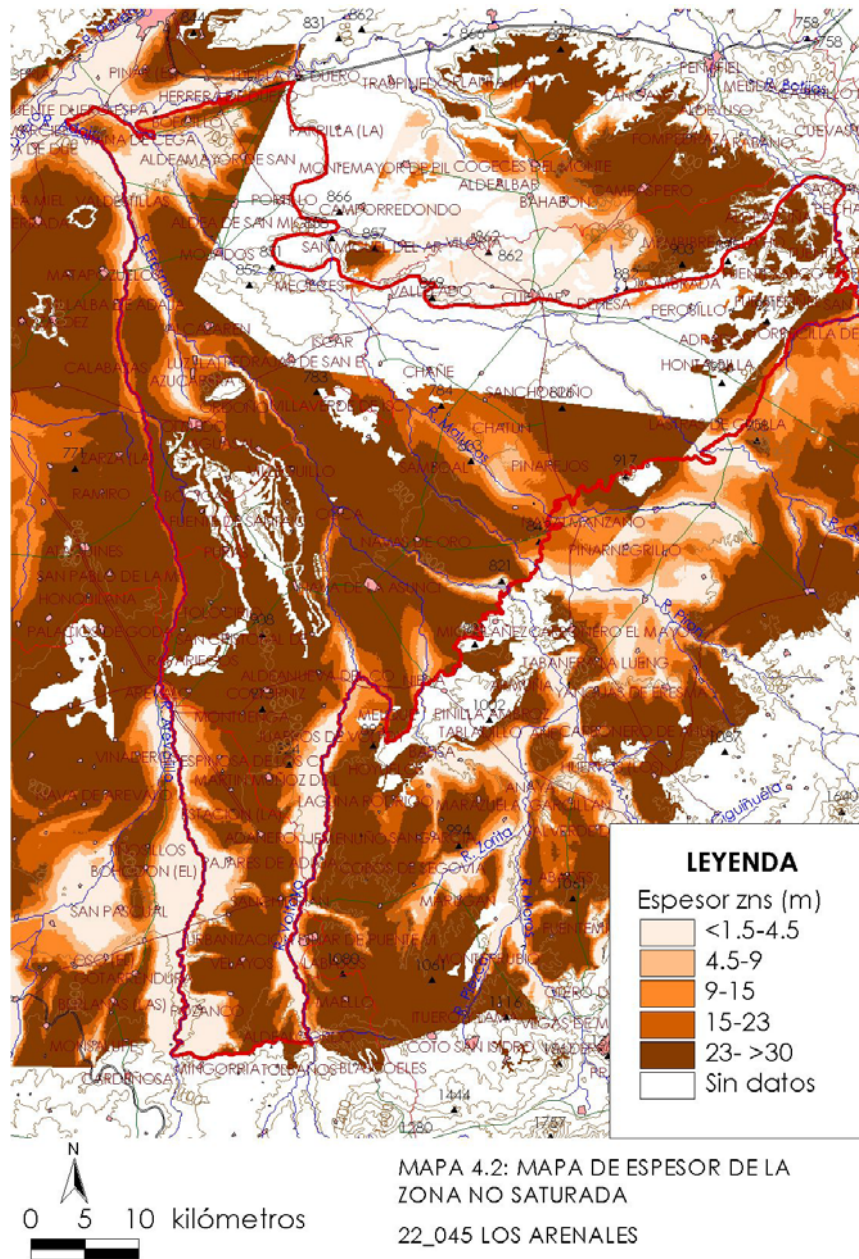
Porosidad, permeabilidad (m/día) y transmisividad (m²/día)

Acuífero	Régimen hidráulico	Porosidad	Permeabilidad	Transmisividad (rango de valores)		Método de determinación
				Valor menor en rango	Valor mayor en rango	
Terciario detrítico c8	Confinado	Intergranular	Alta: 10+2 a 10-1 m/día	0,5	75,0	Modelización
Terciario detrítico c10	Confinado	Intergranular	Alta: 10+2 a 10-1 m/día	0,5	1.500,0	Modelización
Terciario detrítico c7	Confinado	Intergranular	Alta: 10+2 a 10-1 m/día	0,5	90,0	Modelización
Terciario detrítico c4	Confinado	Intergranular	Alta: 10+2 a 10-1 m/día	1,0	51,0	Modelización
Mesozoico c11	Confinado	Karstificación	Media: 10-1 a 10-4 m/día	2,0	920,0	Modelización
Terciario detrítico c5	Confinado	Intergranular	Alta: 10+2 a 10-1 m/día	12,5	210,0	Modelización
Terciario detrítico c3	Confinado	Intergranular	Media: 10-1 a 10-4 m/día	0,2	22,0	Modelización
Cuaternario aluvial	Libre	Intergranular	Muy alta: > 10+2 m/día	25,0	250,0	Ensayos de permeabilidad
Terciario detrítico c2	Libre	Intergranular	Alta: 10+2 a 10-1 m/día	0,0	50,0	Modelización
Terciario detrítico c9	Confinado	Intergranular	Alta: 10+2 a 10-1 m/día	0,5	690,0	Modelización
Arenas eólicas	Libre	Intergranular	Muy alta: > 10+2 m/día			

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: PIEZOMETRÍA



INFORMACIÓN ADICIONAL 5: ZONA NO SATURADA



INFORMACIÓN ADICIONAL 6: ANTECEDENTES DE RECARGA EN LA MASb

- El documento "Identificación de acciones y programación de actividades de recarga artificial de acuíferos en las cuencas intercomunitarias" (DGOHCA, 2000) identifica 3 acciones de recarga en la U.H. Los Arenales:

U.H. 02.17 REGIÓN DE LOS ARENALES. Cubeta de Santiuste. Situada en esta MASb (022.045)

La Cubeta de Santiuste está constituida por un pequeño acuífero arenoso superficial de 29 km² de superficie y 20 m de espesor; sin embargo, sobre él se asienta una importante zona de cultivo cuyo riego con aguas subterráneas ha provocado un importante descenso de niveles piezométricos. El objetivo de esta acción de recarga es la recuperación de niveles del acuífero superficial y mantener la viabilidad de los riegos a partir de aguas subterráneas del acuífero superficial. Según lo recogido en el estudio de la Cubeta de Santiuste (MAPA-SCEA, 1990) se utilizarían para la recarga los excedentes invernales del Voltoya. El volumen recargable estimado es de 4,4 hm³ anuales, con un caudal medio de recarga de 240 L/s durante 7 meses. La recarga se efectuaría por infiltración desde obras de superficie (balsas y zanjas y adaptación del arroyo de la Ermita). Se considera necesaria una superficie de recarga de al menos 7.000 m². Probablemente las infraestructuras requeridas consistirán en un azud de toma en el Voltoya, red de conducciones hasta la zona de recarga y hasta las balsas y las infraestructuras específicas para la recarga (balsas, zanjas, etc).

UH. 02.17. REGIÓN DE LOS ARENALES. Comarca del Carracillo. Situada en esta MASb (022.045)

En la comarca del Carracillo se riegan con aguas subterráneas unas 2.600 hectáreas lo que ha provocado un importante descenso del nivel piezométrico, especialmente relevante en el acuífero arenoso superficial, de poco espesor (<30 m). El objetivo de esta acción es recargar el acuífero superficial de Los Arenales para paliar el descenso de niveles piezométricos. Se utilizarían los excedentes invernales no regulables del Cega y del Pirón, que se recargarían en el acuífero superficial en la zona del interfluvio Cega-Pirón, mediante balsas de infiltración y zanjas en los cauces.

En el estudio realizado por la Junta de Castilla-León (DCEA, 1993) se cifró el volumen recargable en 22 a 25 hm³/año y la inversión requerida para las obras en 2.000 a 2.600 millones, dependiendo de la alternativa elegida.

U.H. 02.17 REGIÓN DE LOS ARENALES. La Moraña. Situada en la MASb Medina del Campo (022.047)

En los últimos 30 años, la comarca de La Moraña, ha experimentado descensos acumulados del nivel piezométrico superiores a 20 m, alcanzando en alguna zona los 40 m. La recarga artificial se efectuaría mediante pozos de inyección en el acuífero terciario con el objetivo de compensar los efectos de la sobreexplotación local, y mantener los riegos con aguas subterráneas existentes.

En estudios anteriores se ha planteado utilizar para la recarga los excedentes invernales de los ríos Zapardiel, Trabancos y Guareña (IGME, 1982). El volumen recargable y las infraestructuras requeridas se determinarán en los estudios de viabilidad técnica y económica.

- A continuación se presenta un **resumen** que recoge la información más destacada de la **recarga artificial en la Cubeta de Santiuste**

CONTRIBUCIONES AL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUÍFERO DE LA CUBETA DE SANTIUSTE. (SEGOVIA). VII Simposio de Hidrogeología. AEH. Murcia (2001). Galán López, R.; Fernández Escalante, A.E., y Martínez Rubio, J.

Ante el impacto que supone la intensa utilización de las aguas subterráneas para la agricultura de regadío, la Dirección General de Desarrollo Rural del M.A.P.A. conjuntamente con la Consejería de Agricultura de la Comunidad Autónoma plantearon la recarga artificial superficial del acuífero de la cubeta de Santiuste de San Juan Bautista, con los excedentes hídricos derivados del río Voltoya durante la época invernal, como el método más aconsejable para minimizar las alteraciones medioambientales y salvaguardar la actividad socioeconómica de la zona. Para ello se realizó el siguiente **estudio hidrogeológico de detalle** para conocer bien la estructura del subsuelo y establecer el modelo de recarga.

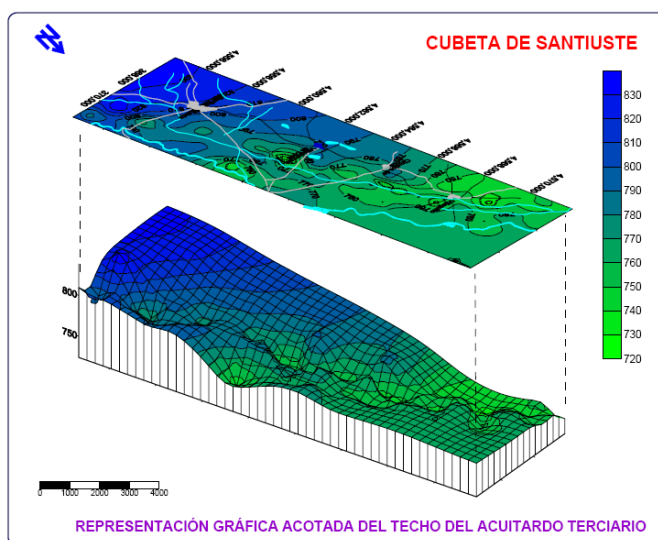
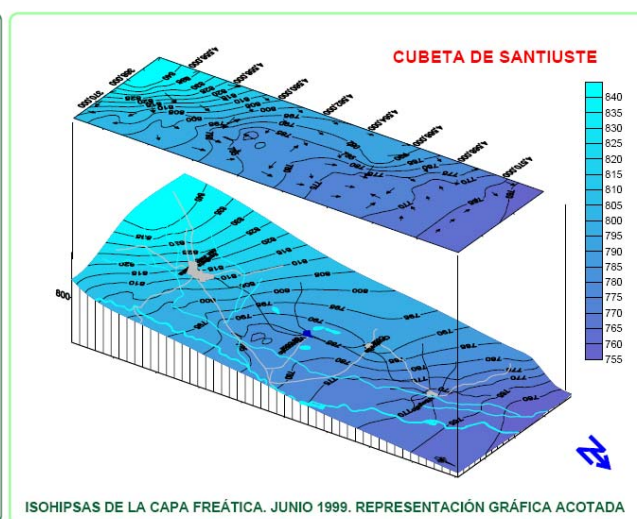
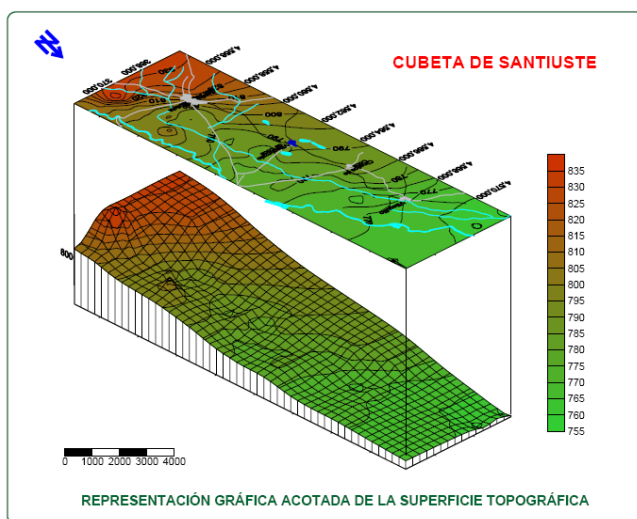
La zona de estudio se localiza en el sector oeste de la provincia de Segovia y sector sureste de la provincia de Valladolid, y engloba total o parcialmente los TM de Llano de Olmedo, Villeguillo, Ciruelo de Coca, Villagonzalo de Coca, Coca y Santiuste de San Juan Bautista. Hidrográficamente se encuentra en la margen izquierda de los ríos Voltoya y Eresma.

Tras una primera fase de revisión de los trabajos geológicos e hidrogeológicos más relevantes, en 1999 se actualizó el **balance hídrico** resultando un **déficit anual** para el año tipo medio es de **0,73 hm³/año**, volumen sustancialmente superior al estimado por el IRYDA en 1989, que era 0,3 hm³/año.

Hidrogeológicamente, el acuífero superficial cuaternario de la Cubeta de Santiuste se encuentra colgado respecto al nivel de saturación regional del acuífero terciario profundo, que funciona como un acuífero multicapa. El acuífero cuaternario es básicamente de regulación, y está constituido por terrazas aluviales, arcillas y arenas de llanura de inundación y arenas eólicas de la *Unidad Arévalo*. Los espesores de acuerdo con la campaña de prospección geofísica siguiente llegan a 57 m en aquellos casos en los que el basamento fluvial es arcillo-arenoso y ubicado en el depocentro de unas cubetas paleogeográficas del techo del acuífero terciario en el sector oeste, mientras que en el este los depocentros máximos son del orden de 25 m. La existencia de canales de arenas y gravas y de niveles de limos y arcillas confieren a este acuífero una cierta heterogeneidad y anisotropía, especialmente en el trazado del paleocauce principal identificado a lo largo de la cubeta.

Para profundizar en el **conocimiento tridimensional del acuífero superficial** y de su funcionamiento hidrogeológico se realizó una **campaña de prospección geofísica (SEVs)** complementaria a la realizada por el IRYDA en 1990 y se

reinterpretó ésta última. Con todos los datos se generaron modelos digitales del terreno (MDTs) de cuatro capas (de techo a muro): superficie topográfica (adquirida en el IGN, a escala 1:25.000 y mejorada con los datos del levantamiento topográfico de los sondeos); superficie piezométrica para la situación de junio de 1999; base del acuífero eólico cuaternario y base del acuífero eólico aluvial (coincidente con el techo del acuitardo terciario).



Se realizaron además **nuevos ensayos de bombeo** en pozos y ensayos en cinco zanjas de infiltración. Los parámetros hidrogeológicos resultantes fueron los siguientes:

PARÁMETRO HIDROGEOLÓGICO	IRYDA 1990	MAPA 1999	OBSERVACIONES
Transmisividad ($m^2/día$)	305-563	240-678	Coincidente con resultados del CEDEX, 1994.
Permeabilidad vertical (K_v) (m/día)		2.97-30.19	MOPU, 1990: 3 m/día SGOP, 1994: 6-10 m/día.
Permeabilidad horizontal (K_h) (m/día)	32 - 67	0.24-16.8	Valor medio de 41 m/día
Coefficiente de almacenamiento	0.15	0.11- 0.28	Valor promediado de 18.6%

El cálculo del volumen del acuífero cuaternario se ha realizado diferenciando el volumen de arenas eólicas y formaciones aluviales. Multiplicando cada volumen por un coeficiente de almacenamiento se obtiene una **capacidad del acuífero** para albergar unos **18 hm³** de **almacenamiento óptimo**. Estos resultados desglosados para la situación de 1999 son:

- Volumen total de litofacies comprendidas entre la superficie y el techo del acuitardo terciario: 467.250.000 m³.
- Volumen de agua almacenada en el espesor saturado de las arenas eólicas: 13.200.000 m³.
- Volumen de agua almacenada en el espesor saturado de las arenas arcillosas aluviales: 750.000 m³.

Del estudio hidroquímico se desprenden importantes deducciones, tales como un aumento de la concentración de sodio coincidiendo con las zonas más deprimidas del techo del acuitardo terciario, que tenía un destacado paleorelieve, la

presencia de lagunas salinas fosilizadas en las inmediaciones de Ciruelos de Coca con abundancia de minerales de la arcilla sódicos, la alta concentración de iones alcalinos e indicios de contaminación agrícola al sureste de Villeguillo, destacables valores de conductividad e indicios de contaminación en torno a la cacería de Santiuste, Ciruelos de Coca y noroeste de Villeguillo con concentración de contaminantes en una cubeta ubicada en sus inmediaciones coincidente con una de las anomalías subrayadas por el IRYDA en 1990, el carácter ganador del Voltoya, etc.

En cuanto a la recarga se refiere, se han estudiado las distintas alternativas existentes, deduciendo que la **recarga superficial mediante zanjas** (o *cajes*) con los **excedentes hídricos del Voltoya** es el método más apropiado.

En cuanto al **volumen a inyectar**, en una fase inicial y de acuerdo con los datos obtenidos para una situación piezométrica del verano de 1999, sería preciso aportar un volumen de recuperación de aproximadamente **4 hm³**. Posteriormente, y en el caso de que el ritmo de extracciones fuera similar al registrado en esta década, sería preciso aportar un volumen de recarga de al menos 0.8 hm³/año para un año tipo medio. La descripción detallada de estos dispositivos, geometría, obras transversales, sistemas de mantenimiento, estudio de caudales de avenida, programa de mantenimiento, etc. aparece en el "*Proyecto de recarga del acuífero de la Cubeta de Santiuste de San Juan Bautista (Segovia)*", MAPA, 1999.

En vista de las características hidrogeológicas de la zona de estudio, se concluye en que la zona es propicia para la recarga superficial, que el método es perfectamente viable y que las consecuencias resultarían beneficiosas en cuanto a productividad agrícola se refiere, así como en aceptación social.

PROPUESTAS PARA LA DETECCIÓN Y CORRECCIÓN DE IMPACTOS PRODUCIDOS POR PROCESOS COLMATANTES EN EL DISPOSITIVO DE RECARGA ARTIFICIAL DE LA CUBETA DE SANTIUSTE (SEGOVIA). *Boletín Geológico y Minero*, 120 (2): 7-16 ISSN: 0366-0176. Fdez. Escalante, E. *et al.*, 2009.

RESUMEN

Durante los seis años de operatividad de los dispositivos de recarga artificial de acuíferos construidos por el Ministerio de Agricultura (MAPA) y la Junta de Castilla y León (JCL) en dos sectores del acuífero de los Arenales: La Cubeta de Santiuste y comarca del Carracillo (Segovia), se ha llevado a cabo un seguimiento simultáneo a la recarga artificial, estudiando la efectividad, en cuanto al volumen de agua infiltrado, de los dispositivos (en especial balsas y canales). Este seguimiento ha permitido diseñar e implementar mejoras encaminadas a incrementar la tasa de infiltración, reducir la entrada de aire al acuífero y minimizar la colmatación en acuíferos arenosos, progresando hacia diseños de mayor eficiencia en el marco de la gestión hídrica para el regadío.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La mayor parte de las experiencias se han desarrollado en el dispositivo de recarga artificial de la Cubeta de Santiuste (Segovia), donde los autores llevan trabajando 10 años. La Cubeta de Santiuste cuenta con una superficie aproximada de 48 km² y se encuentra al oeste de la provincia de Segovia, en la margen izquierda de los ríos Voltoya y Eresma. El acuífero se caracteriza por poseer una formación arenosa cuaternaria, de hasta 55 metros de espesor (Unidad Arévalo), que rellena una cavidad compleja de un sustrato Terciario arcilloso (Facies Cuesta) o areno-arcilloso (Facies Puente Runel). Esta unidad da origen a la superficie morfológica de Coca-Arévalo, constituida por depósitos arenosos de origen fluvial, parcialmente recubierta por depósitos eólicos y áreas endorreicas, con varios sistemas lagunares ya fosilizados.

El **dispositivo de recarga artificial** está compuesto por **canales, balsas y pozos**, que se encargan de infiltrar los excedentes invernales derivados del río Voltoya. Comienza a partir de un pequeño **embalse** en el río Voltoya, desde donde parte una **tubería** enterrada de 10 km de longitud pendiente abajo, que termina en un **depósito** (cabecera del dispositivo) de 36 m³ en cuya entrada hay instalado un caudalímetro. El depósito vierte en una **balsa de decantación** de 14.322 m² de superficie, de la que parten los **dos canales** principales. El originario o "Caz Viejo", comenzó a funcionar en 2002 por el este de la Cubeta; y el "Caz Nuevo", operativo desde 2005, discurre semiparalelo al anterior y a su izquierda. ("caz" es un término agrícola empleado para este tipo de canales en la región). El trazado del "**Caz Viejo**" o **Canal Este** coincide en un 20% con el cauce del antiguo arroyo de la Ermita y salva 30 m de desnivel, con una pendiente media de 0,28% a través de 10.667 m. El canal tiene **54 dispositivos de parada** para incrementar la infiltración a través de una

superficie que ronda los 33.300 m², considerando la infiltración por el fondo y por las paredes. El “Caz Nuevo” o Canal Oeste tiene una longitud total de 17.293 m. Está ubicado en el sector de máximos espesores del acuífero, por lo que su superficie de infiltración efectiva es casi total. La superficie de infiltración, que era de unos 23.850 m², fue ampliada a 27.960 m², tras las obras de ampliación hacia el norte en Llano de Olmedo, llevadas a cabo por la JCyL y Tragsa en 2007.

El caudal procedente del río Voltoya ronda los 0,5 m³/s, con un periodo de concesión que se extiende desde el primero de noviembre al último día de abril, si bien esta concesión depende del carácter de cada año hidrológico.

La tabla 4 resume los datos de los 6 ciclos de recarga realizados. El estudio de la variación de agua almacenada en el acuífero se está realizando mediante el método WTF o *Water Table Fluctuation* (Schict & Walton, 1961), adaptado para acuíferos arenosos (Healy & Cook, 2002). Los resultados de aplicar el método WTF se encuentran en las columnas 8 y 9, donde aparece la diferencia volumétrica cuantificada en el acuífero inmediatamente antes del inicio y después del final de cada ciclo, así como el porcentaje que representa esta variación con respecto al caudal “vertido” a la balsa de decantación (la fracción restante retorna al sistema, se integra en la evapotranspiración, es derivada al río a través de los aliviaderos, percola al acuífero profundo, etc.).

Vol. infiltrado	P total ciclo (mm)	Fecha inicio ciclo	Fecha final ciclo	días efect.	Q deriv (hm ³)	Qm canal (l/s)	Vol. inf. Tot. (hm ³)	% vol inf/Q derivado	Oscilación media n.f. (m)
2002/03		05/12/2002	01/05/2003	148	3.5	278	1.30	37.14	2.3
2003/04		10/10/2003	01/04/2004	175	2.25	149	1.80	80.00	2.1
2004/05		01/10/2004	01/05/2005	212	1.26	68	0.97	76.98	n/a
2005/06	305,4	15/11/2005	01/04/2006	137	5.11	372	3.56	69.67	3.36
2006/07	331	01/10/2006	01/05/2007	212	12,68	692.37	12.19	96.13	3.57
2007/08	203,4	30/05/2008	06/06/2008	8	0,526	794	0.46	87.45*	n/a*

Tabla 4. Resumen de los seis ciclos de recarga artificial en la Cubeta de Santiuste. Datos y cálculos propios del proyecto de I+D+i DINA-MAR. El sexto ciclo fue precedido de un periodo de intensas precipitaciones, incluso simultáneas, lo que ha dificultado disociar cada fracción.

Table 4. Summary of the six cycles of artificial recharge in Santiuste Basin. Data from R&D DINA-MAR project. *The sixth stage was preceded by a intense rainfall period, even simultaneous, what has made difficult to dissociate precipitation and seepage.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Analizando los distintos impactos negativos que han sido detectados en las zonas piloto del acuífero de los Arenales durante los seis primeros años de operatividad, cabe destacar, como **impacto** más destacable, la **colmatación** de los dispositivos.

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

a) Mejoras en la caracterización hidrodinámica del acuífero

Con los datos recopilados se ha llevado a cabo una sectorización de la Cubeta en zonas de permeabilidad constatada (cuya ubicación y valores de la Kh se han integrado en la cartografía).

Los parámetros hidrogeológicos obtenidos en estudios previos distan de los obtenidos en situaciones bien controladas en hasta un triple en permeabilidad horizontal y doble en vertical. Este hecho podría acarrear serias consecuencias en dispositivos puntuales de infiltración o inyección, si bien no influye tanto en dispositivos lineales tipo canal, ya que aunque la tasa de infiltración sea inferior a lo esperado en un sector determinado, otros sectores compensan en la operatividad los “errores” en la fase de estudios y proyectos. Este hecho constituye una ventaja adicional de los dispositivos tipo canal frente a otros “puntuales”, como pozos o sondeos de inyección, que si su ubicación es incorrecta puede acarrear más problemas de gestión.

b) Estudios para reducir el efecto de la colmatación (clogging)

Dada la mejora de la tasa de infiltración y descenso de la colmatación mediante el pretratamiento de las aguas de recarga artificial, básicamente por filtrado, se ha propuesto un dispositivo genérico para reducir la colmatación consistente en la intercalación de tuberías filtrantes en zanjas rellenas de gravilla ubicadas en las zonas donde el canal atraviesa

pinares y zonas de paso.

c) Perfiles del canal a partir de la medición de la red de control de la piezometría y correlación con los datos de las campañas de aforos diferenciales

La prospección geofísica permitió conocer mejor la variación de los espesores del acuífero a lo largo del trazado del canal y los resultados de las campañas de aforos diferenciales permitieron conocer qué tramos del canal eran más efectivos y cuáles funcionaban como meras tuberías de conducción.

Una vez identificados los tramos "de infiltración inefectiva", las principales mejoras aplicadas han sido mejoras en el trazado del dispositivo (construcción de un canal complementario), en sus características constructivas (mayor profundidad y taludes más tendidos) y aspectos operativos (pretratamiento del agua de recarga artificial desde el principio de su vida útil) con objeto de retardar la aparición de procesos colmatantes en el nuevo canal. Se planificaron así mismo labores de limpieza y mantenimiento en ambos canales, especialmente en el canal "Este" (Viejo).

d) Influencia del periodo y caudal de recarga artificial en la tasa de infiltración y su manejo para aumentar la efectividad de los dispositivos

Tras constatarse el impacto negativo que provoca el aire que queda atrapado en los poros (durante un período variable), se está ensayando a disminuir el caudal de entrada al dispositivo durante los ciclos de helada. De este modo se favorece la desaireación durante los días con una tasa de infiltración menor a través del suelo congelado. Al mismo tiempo se minimiza la precipitación de carbonatos, de alto poder obstructor, en determinados sectores del acuífero, especialmente aquellos con ambientes reductores. La entrada de aire se puede reducir evitando el efecto *cascading* en los dispositivos de "parada" mediante la implantación de sistemas de vasos comunicantes por debajo de las "paradas" o la separación de la *parada* del suelo, en lugar de permitir que el agua represada salte por encima de ella.

e) Actuaciones en la morfología de los dispositivos y del medio receptor (balsas y canales)

Los caballones en el fondo de las balsas de infiltración han incrementado la tasa de infiltración en todos los ensayos realizados con respecto a los ensayos en balsas de fondo plano. La distancia entre las crestas que ha dado valores más altos ha sido en torno a 80 cm (han sido mayores que en las mediciones realizadas a 60 y 100 cm), alcanzando valores cercanos al doble.

- Finalmente se presenta un **resumen** que recoge la información básica inicial de la **recarga artificial en la Comarca de El Carracillo (Segovia)**

RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUIFERO DE LOS ARENALES EN LA COMARCA DE "EL CARRACILLO" (SEGOVIA). (1ª PARTE) SOPORTE FÍSICO

El objetivo que se persigue el trabajo es la definición del acuífero superficial, formado por arenas y arcosas pertenecientes al cuaternario. La zona de estudio tiene como límites el río Cega al norte y la ordenada UTM 4565000 coincide con el límite meridional. Los límites occidental y oriental vienen determinados por las abcisas UTM 374000 y 402000 respectivamente.

TRABAJOS DE DEFINICION DEL SOPORTE FISICO

Cartografía Geológica: se ha procedido sobre campo a la revisión de la cartografía provisional, centrándonos en las estructuras y afloramientos superficiales más significativos.

Trabajos de geofísica: con objeto de obtener el óptimo conocimiento de la geometría del conjunto de materiales detríticos cuaternarios que tapizan el sustrato terciario margo-arcilloso, se ha realizando un total de 607 sondeos eléctricos verticales (SEV) (figura 2) que se contrastaron con los datos obtenidos en 34 perforaciones.

Estratigrafía: la estratigrafía base de la zona de estudio responde a una secuencia de depósito eólica sobre un material anterior más o menos arcilloso y cementado que pertenece al terciario. Durante la investigación aparecieron depósitos de gravas medias-gruesas (que difícilmente se pueden explicar por depósitos eólicos) y estratificaciones cruzadas que hacen sospechar la existencia de mecanismos de depósitos fluviales lo que evidenciaría un desarrollo fluvial al margen de los cauces actuales. La aparición en varios de los sondeos perforados de niveles de arcilla marrón y verdosa y de niveles de arena por debajo de estos niveles de arcillas, evidenció su carácter fluvial y su pertenencia al cuaternario. Por tanto se

define un modelo conceptual sedimentario mixto: un desarrollo eólico regional y un desarrollo fluvial asociado al primero y de carácter lineal a partir de una zona concreta del área investigada y hacia occidente.

Paleogeomorfología: La investigación geofísica y las campañas de sondeos definen la existencia de un **profundo surco que atraviesa la zona de estudio en dirección aproximada Este-Oeste**, con una pendiente en su base hacia el Oeste (figura 3).

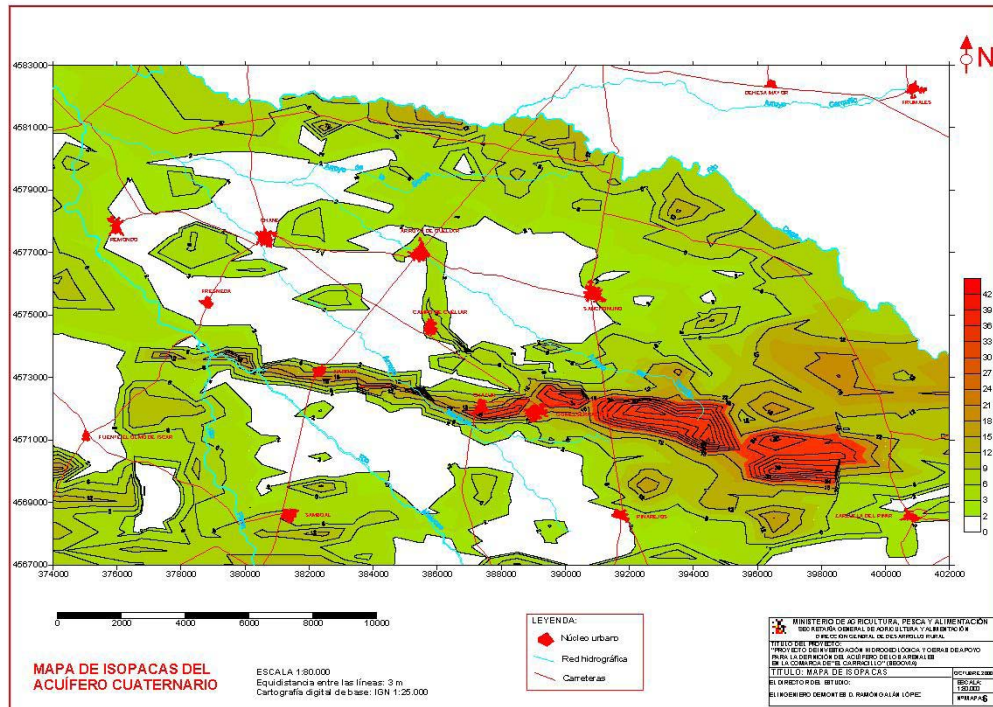


Figura 3

Este surco llega a presentar, sobre su eje, una profundidad de más de 40 m y según evoluciona hacia el Oeste, la profundidad disminuye y por tanto el espesor de arenas que la rellena.

DEFINICIÓN DEL SOPORTE FÍSICO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y CONCLUSIONES

La investigación geofísica ha mostrado la existencia de una estructura singular, con rumbo o dirección E-O, bajo el "tapiz" eólico superficial. Esta estructura, desarrollada sobre el antiguo relieve terciario, se puede definir como una **"paleoforma"** y consta de un amplio surco principal en cuyo centro existe un surco más restringido y profundo, excavado en el seno de los materiales terciarios. La geometría de esta paleoforma ha sido bien definida en toda la zona de estudio, observándose la mayor potencia y extensión lateral del conjunto arenoso, que rellena el surco, en el tercio oriental de la superficie investigada. Hacia el oeste, tanto la extensión lateral como la potencia de los depósitos arenosos disminuyen progresivamente casi desapareciendo en el límite occidental de la zona de estudio.

La potencia máxima de los depósitos arenosos llega a rebasar los 40 m en el tercio oriental, oscila entre 20-30 m en el tercio central y se reduce a solo 10-12 m en las proximidades del cauce del Pirón. La extensión lateral (anchura) de los depósitos, en el ámbito del surco restringido de la paleoforma, es superior a 1 km en el tercio oriental, se reduce a unos 500 m en el sector central y llega a ser de poco más de 250 m a la altura de la abcisa UTM 385500.

Fuera de los límites de la paleoforma, los espesores de arenas, de origen eólico, son de unos 3-4 metros de potencia salvo para la zona suroccidental, donde se llega a espesores de 6-12 m. La configuración geométrica de las distintas estructuras existentes en la zona de estudio tales como la paleoforma E-O y otras de menor importancia, se debe al juego combinado entre 3 familias de fracturas que han dado lugar a pequeños bloques levantados y hundidos, cuyo relleno, en los bloques hundidos, da los mayores espesores.

El **medio donde se va a producir la recarga** queda definido por tanto como un acuífero superficial formado por arenas de tamaño de grano medio y fino, de carácter relativamente isótropo desde el límite oriental de la zona de estudio hasta la abcisa UTM 390000. A partir de este punto, se considera al acuífero como anisótropo en la vertical, ajustándose a un modelo conceptual de dos capas permeables.

RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUIFERO DE LOS ARENALES EN LA COMARCA DE "EL CARRACILLO" (SEGOVIA).

(2º PARTE). HIDROLOGIA SUBTERRANEA

Esta parte se centra en la caracterización del medio hidrogeológico y especialmente en su capacidad en relación con la recarga artificial proyectada, con la herramienta de modelización matemática *Visual Modflow*.

PIEZOMETRÍA. EVOLUCIÓN ESTACIONAL.

La superficie piezométrica (figura 1) presenta dos direcciones principales de flujo; una dirección E-O a lo largo de la estructura "paleoforma" y una dirección SE-NO en la margen izquierda del río Cega y entorno del río Pirón. La diferenciación de dos direcciones en el flujo general es debido al afloramiento del sustrato impermeable en las áreas centrales, por lo que se desconectan ambas zonas.

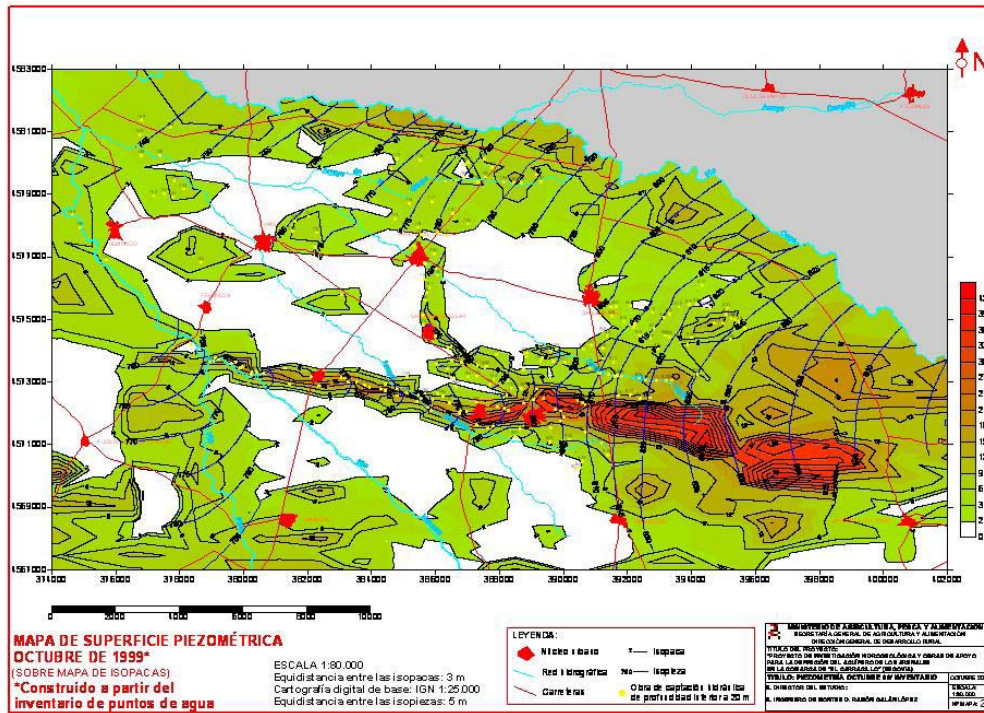


Figura 1

La figura 2 muestra el mapa de isopiezas de febrero de 2000, julio de 2000 y septiembre de 2000. Cabe destacar que las variaciones del nivel piezométrico están mucho más acentuadas en la zona de la *paleoforma* donde se encuentran las poblaciones de Narros de Cuellar y Chatún, fenómeno que se explica por la concentración de los bombeos en esta área.

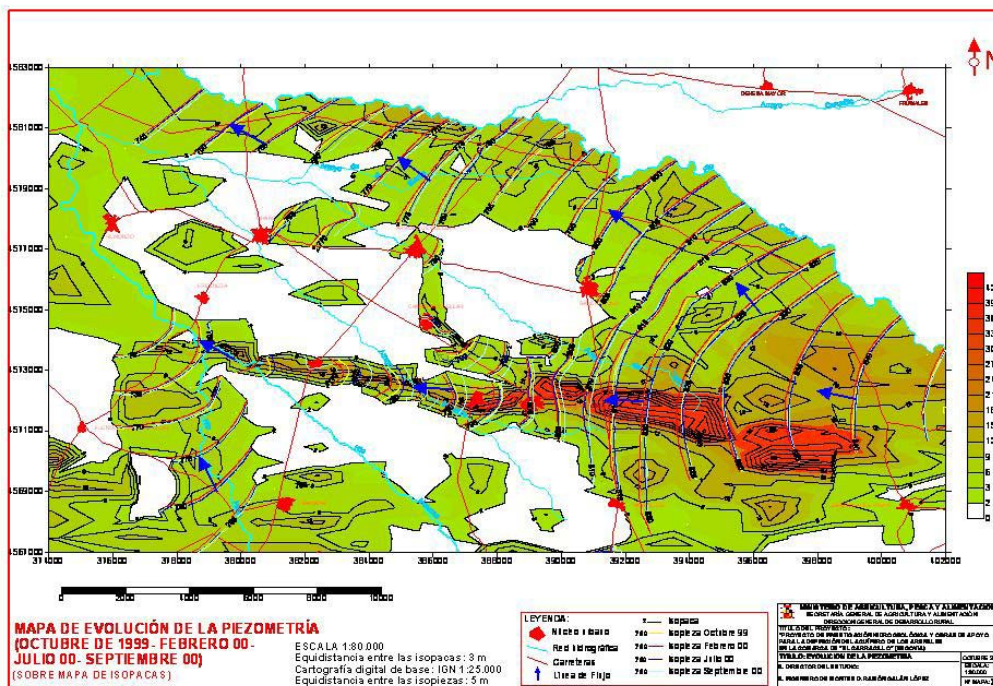


Figura 2

La figura muestra que en el mes de febrero cuando los niveles piezométricos están más altos. Lógicamente nos encontramos en la época invernal, donde las extracciones son prácticamente inexistentes y, aunque no ha llovido demasiado en este año hidrológico, el acuífero se ha recargado ligeramente. En el mes de septiembre de 2000 es cuando los niveles piezométricos están más bajos, coincidiendo con el final de la época de riego y con los meses más secos.

PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS

Para el cálculo de la permeabilidad se realizaron, en campo, ensayos de bombeo y, en laboratorio, ensayos granulométricos y ensayos de permeabilidad bajo carga constante.

La zona de almacén es la zona del acuífero de mayor espesor de arenas, llegándose a alcanzar los 40 metros de profundidad. La zona de transición se caracteriza por tener niveles de arcillas de escasa potencia entre las arenas conteniendo mayor cantidad de finos según nos alejamos del eje central. El canal ramificado, estructura secundaria que se dirige hacia el norte, se caracteriza por la presencia de niveles de gravas de poca potencia situados en la base, quedando niveles de arenas y limos en superficie. Según se avanza al norte, el espesor de las arenas decrece hasta desaparecer en Arroyo de Cuellar.

El paso de la zona de transición a la zona de comportamiento fluvial viene marcado por la aparición de materiales de mayor tamaño y de génesis diferente. Esta zona se comporta como un *paleocanal*, con presencia de arenas de grano medio y niveles arcillosos, correspondientes a la llanura de inundación, y con arena de grano grueso y gravas, en la parte de fondo. La permeabilidad en profundidad aumenta enormemente por la presencia de estas gravas y arenas gruesas.

En la parte final de este *paleocanal*, las gravas se sitúan a una profundidad de 6 m. Sumado a la ausencia de arcillas, los valores de permeabilidad resultantes son muy altos (65 m/d). Por esta zona discurre el río Pirón y, normalmente, como los niveles piezométricos se encuentran por debajo de los 7 m, el agua que viene del Pirón aprovecha la presencia de los niveles de gravas para ceder agua al acuífero. Las arenas existentes en el resto de la zona de estudio constituyen un manto eólico que la tapiza. Poseen una permeabilidad inferior debido a su menor tamaño de grano, su heterogeneidad y la presencia de materiales arcillosos que se encuentran a niveles superficiales.

Todos estos valores de permeabilidad se han representado en la figura 4, donde se aprecia la distribución de la permeabilidad en la comarca de El Carracillo.

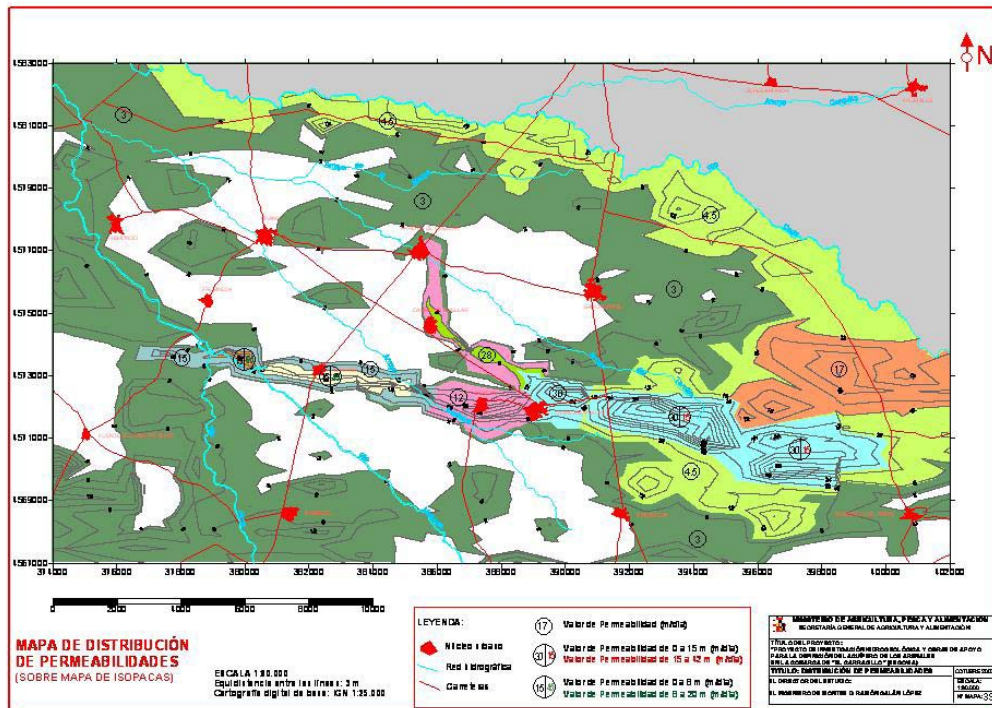


Figura 4

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Como resultado del análisis de los datos de las campañas foronómicas se puede destacar:

En lo que se refiere al río Cega, mientras que en los meses de noviembre de 1999 y marzo de 2000 su caudal va aumentando progresivamente, en julio de 2000 sucede al contrario. Sin más observaciones se podría concluir que en el primer caso el río es ganador, y en el segundo caso el río es perdedor. Sin embargo, la realidad es distinta. El río Cega está fuertemente encajado en el terreno y su lecho descansa en los materiales terciarios. En invierno el aumento de caudal

se explica en parte por las aportaciones subterráneas que recibe a través de los manantiales y rezumes difusos, lo que lleva a afirmar que el río es ganador. Sin embargo, topográficamente existe un impedimento real para que el río ceda agua al acuífero. En el caso de la época estival (campaña foronómica de julio de 2000), la disminución del caudal no es debida a la dinámica hidrogeológica sino a las extracciones directas que se realizan en el río.

En el río Pirón, entre las campañas de noviembre de 1999 y marzo de 2000 (en la campaña de julio de 2000 el río está seco), existe un fuerte descenso de caudal entre las estaciones de aforo E.A. 12 y E.A. 1., ubicadas a un lado y otro de la *paleoforma*. Como se ha explicado, esta zona de la *paleoforma* es altamente permeable y existe una clara conexión río-acuífero. Debido a que la cota del nivel piezométrico en el acuífero en esta área es algunos metros inferior a la cota topográfica del lecho del río, éste último cede agua al acuífero mientras que tiene caudal.

MODELO MATEMÁTICO DE FLUJO SUBTERRÁNEO

El objetivo final de la modelización es analizar la respuesta del acuífero ante las alternativas de recarga propuestas.

El modelo del acuífero de la comarca de El Carracillo se consideró calibrado cuando la situación piezométrica observada en febrero de 2000 (introducida en el modelo como valor inicial de potencial hidráulico para el día 1 de simulación) dio paso a la situación piezométrica observada a finales de septiembre, después de 210 días de simulación.

Considerando el modelo validado, los resultados que aporta, son los siguientes:

- El volumen de extracción real producida en el acuífero ha sido de 6.5 hm³ para el año modelizado.
- La porosidad eficaz media del acuífero es de un 15 %.

A partir de estos resultados, y de acuerdo con la superficie de regadío existente, podemos calcular que si se utiliza para fines de riego en la comarca un volumen total de agua aproximado de unos 10 hm³/año. Según esto, se extraería de la *paleoforma* cerca de un 70 % del volumen total de agua utilizado, siendo el 30 % restante agua procedente de la explotación del acuífero terciario y de bombeos directos de los ríos Cega y Pirón.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En la comarca de El Carracillo se realiza una explotación intensiva del acuífero cuaternario, constituido esencialmente por una formación arenosa que tapiza el paleorelieve terciario. Aunque la génesis de estos depósitos es mayoritariamente eólica, los estudios realizados han permitido localizar unas *paleoformas* en las que ha quedado evidenciada una antigua dinámica fluvial.

De los sectores definidos en función de los parámetros hidrogeológicos, tan solo son susceptibles de ser recargados aquellos en que existe un suficiente desarrollo del acuífero cuaternario, que constituyen unas *paleoformas* claramente definidas en el estudio del medio físico. Aunque en el resto de la zona estudiada existen otros sectores con un cierto desarrollo del manto eólico, éstos se encuentran prácticamente desconectados hidráulicamente por los afloramientos impermeables de las formaciones margosas del terciario infrayacente.

Respecto a las relaciones con la red fluvial, por ejemplo, el funcionamiento hidráulico de la *paleoforma*, en su cola, se encuentra condicionado por el caudal del río Pirón, el cual cede agua al acuífero cuaternario en la conexión entre ambos. El río Pirón aporta a la cola de la *paleoforma* un caudal del orden de 70 L/s en la época de estudio.

Se prevé que las actuaciones de recarga proyectadas tengan un claro efecto en la conservación de los humedales existentes y la posible recuperación de los degradados. Inherente a este efecto se encontraría la recuperación y conservación de hábitats específicos que se encontraban amenazados, e incluso perdidos, tanto para la flora como para la fauna.

La Comunidad de Regantes "El Carracillo" es la entidad que administra y gestiona los recursos hídricos de la Comarca de El Carracillo a raíz de la ejecución del proyecto de recarga artificial del acuífero del periodo Cuaternario

Datos técnicos de la recarga artificial de El Carracillo

El pilar fundamental del proyecto de recarga artificial del acuífero del Carracillo es un azud ubicado en el río Cega, conocido como **Salto de Abajo**, entre los términos de Aguilafuente y Lastras de Cuéllar. Con la finalidad de mejorar la capacidad y condiciones de riego en El Carracillo se reparó y acondicionó esta pequeña presa, desde donde parte una derivación compuesta de una tubería de una longitud de 19.264 mts. y un grosor que oscila entre los 900 y 1.200 mm. Esta canalización atraviesa el M.U.P. 48, en el Común Grande de las Pegueras, instalándose a lo largo de la misma 32 arquetas para controlar su presión y estado. El trasvase finalmente cuenta con cuatro salidas: el arroyo del Ternillo, el Arenero, la Laguna del Señor y el propio final de la tubería. Desde ellas el agua se reparte por arroyos y caceras que cruzan los términos de los municipios del norte de la comarca: Gomezserracín, Chatún, Campo de Cuéllar y Narros de Cuéllar, donde también se han construido retenciones fluviales y determinadas balsas de almacenamiento. Todo ello provoca una recarga artificial del acuífero subyacente de base arenosa de notable espesor.

La Comunidad de Regantes posee en la actualidad una autorización de la Confederación Hidrográfica del Duero para derivar agua del río Cega con destino a la recarga entre el **1 de enero y el 30 de abril** de cada año, a razón de **1,37 m3/sg.** (1.370 l/sg.), lo que supone un volumen anual máximo de **22,4 Hm3**, siempre y cuando el río posea en el lugar de la toma un caudal mínimo de 6.898 l/sg., con el objeto de garantizar el caudal ecológico y el destinado a aprovechamientos hidroeléctricos situados aguas abajo.

INFORMACIÓN ADICIONAL 7: CALIDAD QUÍMICA DE LA MASb

Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	237/ 633	108,0	15,5	9,1	15,2	14,0	16,6	18,2	1.978, 2.007
pH (Ud. pH)	/								/
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	337/ 889	12.397	973	3	625	360	1.234	2.110	1.978/ 2.007

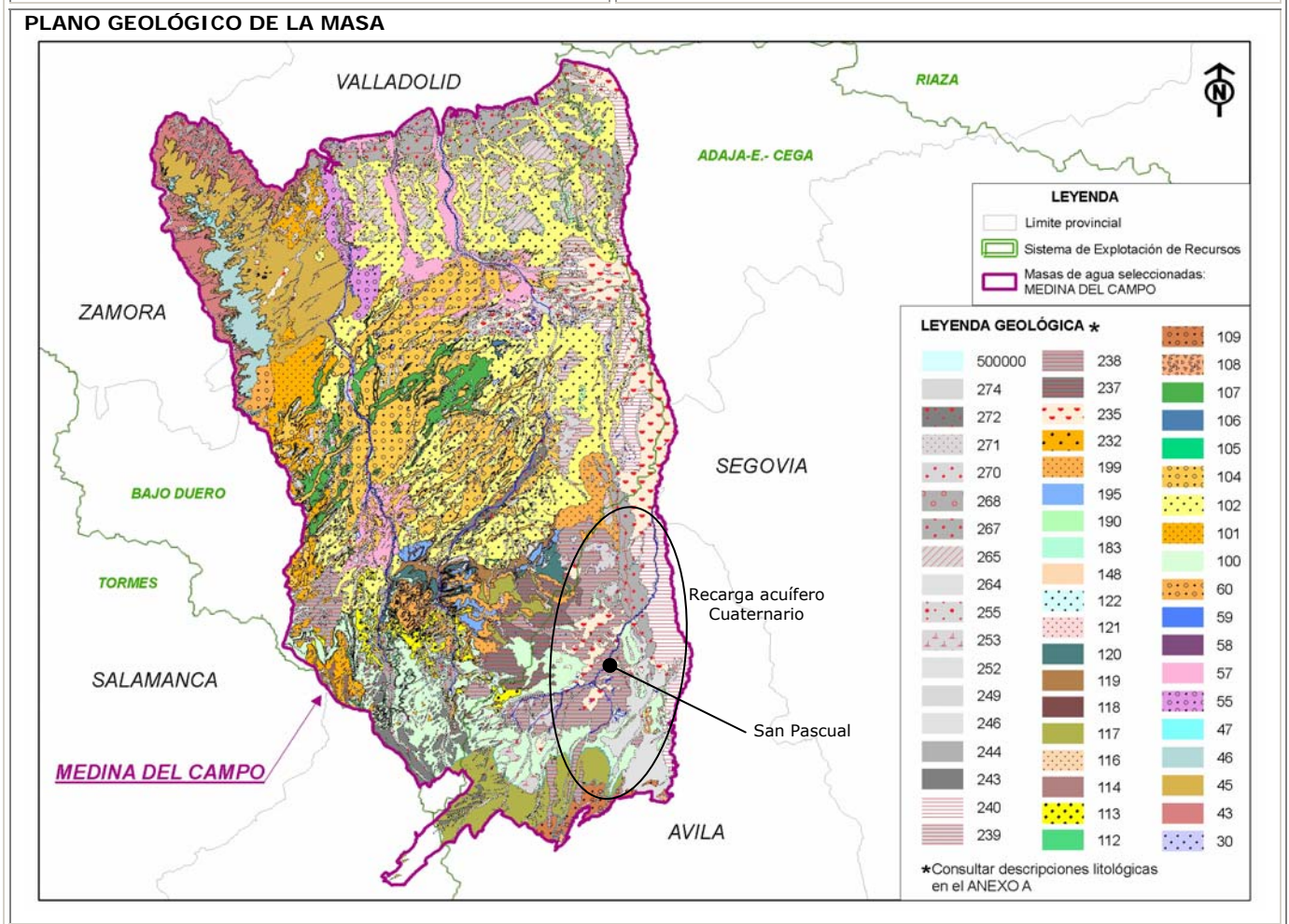
Nitrato (mg/L)	356/ 1.082	544,1	52,1	0,0	15,0	3,0	67,0	177,5	1.973/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	291/ 520	0,02500	0,00080	0,00000	0,00000	0,00000	0,00020	0,00090	2000/ 2007
Plomo (mg/L)	91/ 229	5,00000	0,19790	0,00000	0,00050	0,00000	0,00140	0,00510	1.973/ 2.007
Mercurio (mg/L)	291/ 520	0,87500	0,00200	0,00000	0,00010	0,00010	0,00050	0,00090	2.000/ 2.007
Amonio total (mg NH4/L)	338/ 635	5,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1.982/ 2.007
Cloruro (mg/L)	310/ 908	3.546,0	102,3	1,0	41,8	22,0	97,0	271,9	1.973/ 2.007
Sulfato (mg/L)	370/ 1.136	2.625,0	172,5	0,0	56,8	13,0	223,0	540,9	1.973/ 2.007
Hexaclorobenceno (HCB, Perclorobenceno)	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Hexaclorociclohexano (HCH) (suma isómeros)	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Isoproturón	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Metolacoloro	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Nitritos	323/ 1.014	35,91	0,40	0,00	0,03	0,00	0,16	0,42	1.975/ 2.007
gamma-Hexaclorociclohexano (Lindano, gamma-HCH)	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Simazina	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Trifluralina	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Z-clorfeninfos	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Alaclor	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Endosulfan I (alfa-endosulfan)	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Amonio (mg/l N)	34/ 326	14,00	0,56	0,00	0,09	0,05	0,32	1,58	2.000/ 2.007

Atrazina	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Clorpirifos	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Conductividad (a 25°C)	39/ 192	12.397	1.880	260	1.555	780	2.280	2.991	1.978/ 2.007
Conductividad de campo (medida in situ)	34/ 282	5.760	997	12	598	298	1.365	2.310	2.000/ 2.007
Diurón	2/ 20	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Endosulfán (suma isómeros alfa, beta y sulfato)	2/ 20	3,00000	0,15000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Amoniaco no ionizado	28/ 182	3,00000	0,44800	0,00000	0,42000	0,15000	0,61000	0,78000	1.978/ 2.001

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.09 ADAJA – CEGA (02.10 BAJO DUERO)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.047 MEDINA DEL CAMPO
--	--	--

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: CASTILLA-LEÓN	Municipios: La Masa en este Sistema de Explotación incluye 26 TM de (46 en Ávila, 2 en Segovia y 10 en Valladolid)
Provincias: Ávila, Segovia y Valladolid	



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN:
 Presenta la misma problemática que la masa 022.045 Los Arenales: problemas de sobreexplotación, detectados ya en el Plan Hidrológico, con descenso importante de los niveles piezométricos y esta designada en riesgo (cuantitativo y químico) de no cumplir los objetivos medioambientales de la DMA. Además, presenta ZVN, un número elevado de humedales y pertenece a uno de los SER más vulnerables ante las sequías.

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro	Mejora de impactos
Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>
Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input checked="" type="checkbox"/>	

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Terciario detrítico y Cuaternario (aluvial + eólico) (Inf. Ad. 1)

ACUÍFERO RECEPTOR: Cuaternario (aluvial + manto eólico)

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	Litología: Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas; arcosas. Espesores mínimos: 5 m (Inf. Ad. 2) Columna litoestratigráfica tipo: Cuaternario Margas Facies Cuestas Terciario detrítico
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) Cuaternario ▪ Transmisividad (m²/día) (Inf. Ad. 3) ▪ Coeficiente almacenamiento Arenas eólicas ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.) (Inf. Ad. 4) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) (Octubre 2006 - Marzo 2007) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	24,59	Intergranular Muy Alta: > 10 ² 0,00150 42,70	106,78

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sur	c	n	m	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Este	a	e	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	a	s	p	

Observaciones: Los niveles superiores del detrítico terciario se comportan como acuíferos libres. Se recargan por infiltración directa del agua de lluvia y los retornos de riego. Presentan una importante capacidad de almacenamiento y descargan mediante goteo sobre el detrítico terciario que se encuentra semiconfinado bajo capas de limos y arcillas, constituyendo así su principal entrada de agua.

La zona oriental de la masa de agua se encuentra parcialmente cubierta por los depósitos de arenas eólicas cuaternarias que, con una elevada capacidad de infiltración y almacenamiento, descargan sobre los niveles subyacentes del terciario. En concreto, la masa en este SER (02.09 Adaja-Cega) está casi totalmente recubierta por éstos depósitos eólicos y cuaternarios.

Las descargas se realizan hacia la red de drenaje superficial y los niveles más profundos hacia el cauce del río Duero.

A escala regional, el conjunto funciona como un acuífero heterogéneo multicapa. Los flujos transversales, de dirección S-N, van desde la cabecera de los ríos hacia el interior de la cuenca. Cerca del Sistema Central (en este SER 02.09 Adaja-Cega) el flujo tiene componente vertical descendente y constituye una importante zona de recarga de los acuíferos profundos. En la zona del Duero, al N de la masa (en el SER 02.10 Bajo Duero), la componente vertical se vuelve ascendente constituyendo así la principal zona de descarga del sistema a la red de drenaje.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input checked="" type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>	
Recursos hídricos naturales	Río 1	Río 2	Río 3	Escorrentía
Nombre (código):	Arevalillo en San Pascual	Adaja		
Ref. estación aforo:	Sin estación	Sin estación		
Capacidad embalse (hm ³)		-		
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)				
- máxima				
- mínima				

Año o Periodo medida:												
		Total Aportación natural media anual (A):										
		Total Caudal medio anual (Q):										
Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):												
<p><u>Comentario:</u> Evaluar los caudales excedentes invernales del río Adaja y de su afluente el río Arevalillo (en el entorno de San Pascual), para recargar el acuífero cuaternario, de forma análoga a la recarga del manto eólico en la masa 022.045 Los Arenales. Dado que en esta zona de la masa el flujo tiene componente vertical descendente y constituye una importante zona de recarga de los acuíferos profundos, la recarga del acuífero cuaternario contribuiría indirectamente a la recarga del acuífero terciario detrítico.</p>												
<i>(2) Distribución media mensual: $Q(m^3/s)$</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río 1	0,08	0,10	0,15	0,17	0,39	0,19	0,12	0,11	0,09	0,05	0,03	0,04
Río 2												
Río 3												
Escorrentía												
Comentario:												
Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1				EDAR 2							
Nombre (código):	Arévalo											
Municipios conectados:												
Población (hab):												
Tipo de tratamiento:	Secundario											
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	1.820.200											
¿Existe reutilización?	No											
Referencia Concesión:												
Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$):												
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):												
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/>												
<p><u>Comentario:</u> La masa en este SER (02.09 Adaja-Cega) sólo contiene la EDAR de Arévalo, cuyo efluente debidamente acondicionado podría utilizarse en la recarga del acuífero cuaternario.</p>												
<i>(4) Distribución media mensual (m^3)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
¿Disponibilidad estacional? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/>												
Comentario:												
Aguas desaladas	Desaladora 1				Desaladora 2							
Nombre (código):												
Origen del agua:												
Volumen desalado ($hm^3/año$) (5):												
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):												
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/>												
Comentario:												

(5) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Ríos Adaja y Arevalillo; EDAR Arévalo
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos Sin datos
- Agua del medio receptor: Acuíferos de la masa
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 3)
Cond. eléc. a 25° C (µS/cm): 560
Nitrato (mg/L): 28
Cloruro (mg/L): 49
Sulfato (mg/L): 27
Nitritos (mg/L): 0,05
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales <input type="checkbox"/>	
Balsas <input checked="" type="checkbox"/>	Sondeos <input type="checkbox"/>	Estudios previos del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>	
Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>	Otros estudios:	
Zanjas <input checked="" type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	Planta de recarga <input type="checkbox"/>	
Canales <input checked="" type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/>	
Cauces <input type="checkbox"/>		o Canal:	
Represas <input type="checkbox"/>		o Azud:	
Otros <input type="checkbox"/>		o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

Con la información disponible, parece posible plantear en esta parte de la masa (SER 02.09 Adaja-Cega) una actuación de recarga en el acuífero cuaternario con excedentes invernales del río Adaja y su afluente el Arevalillo, siendo el método adecuado un sistema combinado de zanjas, canales y balsas. Para determinar la ubicación exacta de la recarga se deberá efectuar un estudio hidrogeológico de detalle que incida particularmente en la **cuantificación de los caudales** y en la determinación de la **geometría del acuífero** en las inmediaciones de los puntos de toma del agua.

En relación con la alternativa de la EDAR de Arévalo, por su situación, puede emplearse también para recargar el acuífero cuaternario en las inmediaciones de la planta, previa adecuación final de su calidad para su introducción en el acuífero.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

En esta zona de la masa, los descensos cifrados desde el año 1972 al 2009 por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca. Octubre de 2009) en el intervalo de profundidades de 40 a 100 son de escasa entidad (de 0 a 5 m); mientras que en el rango de profundidades mayores de 200 m los niveles muestran un ascenso de al menos 10 m. Por tanto una actuación de recarga en este sector debe ir orientada a recargar el acuífero superficial. Las experiencias de recarga que se están realizando en el acuífero cuaternario en la comarca de El Carracillo (MASb 022.045 Los Arenales) avalan su estudio y aplicación en esta masa.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

MEDINA DEL CAMPO (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (a veces enconstradas). (terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos. (Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluval). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

249, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Plioceno-Holoceno*

246, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

244, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

243, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociado a terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

240, Arenas blanquecinas, fluviales, con gravilla de cuarzo, y a veces, arenas eólicas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*

239, Arenas arcósicas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita a veces, arenas eólicas, intercaladas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*

238, Arenas arcósicas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Medio*

237, Arenas arcósicas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita a veces con grandes bloques. (Superficies con depósitos) *Pleistoceno Inferior*

235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

232, Gravas cuarcíticas, y a veces bloques, en matriz arcillo-arenosa, encostramiento, a veces. (Raña). *Turolense-Plioceno*

199, Fangos arenos-limosos, con niveles margosos y calizas. *Vallesiense*

195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*

190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Aragoniense-Vallesiense*

183, Arcillas y margas grises, con intercalaciones de margocalizas (con ostracodos). FACIES CUESTAS. ARCILLO-MARGOSA. *Aragoniense*

148, Limos, arcillas y arenas ocre, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Aragoniense*

122, Arenas arcósicas blanquecinas, gruesas y cementadas. *Vallesiense*

121, Arenas arcósicas blanquecinas. *Vallesiense*

120, Fangos oscuros. *Vallesiense*

119, Fangos arcósicos y arcosas finas, ocre, frecuentemente con estratificación centi-decimétrica. *Aragoniense-Vallesiense*

118, Areniscas cementadas por carbonatos. *Vallesiense*

117, Arcosas blanco-rojizas, con cantos plutónicos y areniscas feldespáticas, cementadas por carbonatos (FACIES VILLAFLORES). *Aragoniense-Vallesiense*

116, Arcosas fangosas rojizas y gris-verdosas. *Aragoniense*

114, Arcosas fangosas ocre y beige, ocasionalmente cementadas por carbonatos. Suelos calcimorfos y calizas palustres (FACIES PUENTE RUNEL). *Aragoniense*

113, Fangos arcósicos y arenas limosas beige-rojizas, con cantos plutónicos y metamórficos dispersos. *Aragoniense*

112, Arcillas arenosas, rojizas y verdes. *Aragoniense*

109, Arenas arcósicas, con cantos y, a veces, lutitas grises, y paleosuelos (FACIES PEÑALBA). *Aragoniense*

108, Bloques y cantos gneísicos o plutónicos, con matriz y arenas arcósicas. (FACIES CALZADILLA). *Aragoniense*

107, Fangos arcósicos y arcosas, con predominio de tonos pardos y frecuentes niveles calcimorfos. *Aragoniense*

106, Costras calcáreas y niveles limos-arenosos, con abundantes nódulos calcáreos. *Aragoniense*

105, Niveles de arcosas cementadas. *Aragoniense*

104, Arenas arcósicas gruesas, a veces con cantos de cuarzo y cuarcitas (Paleocanales). *Aragoniense*

102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcosas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Ramblense-Aragoniense*

101, Conglomerados y arcosas, con matriz limosa, amarilla o blanca. (ARENISCAS DE GARCIBERNÁNDEZ). *Ramblense-Aragoniense*

100, Arenas arcósicas y fangos. (FACIES ARAUZO Y SAN PEDRO DEL ARROYO). *Ramblense-Aragoniense*

60, Gravas de cuarcitas y lítica, con matriz arcillo-arenosa roja y alteración infrayacente. SUPERFICIE DE GUAREÑA. *Eoceno Superior-Ramblense*

59, Costras calcáreas. *Ramblense*

58, Areniscas calcáreas. *Ramblense*

57, Arcosas fangosas, rojizas y gris-verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcitas y costras calcáreas.

FACIES VILLALBA DE ADAJA P.D. *Eoceno Superior-Ramblense*

55, Conglomerados (a veces brechas) cuarcitas y limos rojos. A veces arenas amarillentas y niveles de cantos o conglomerados. SERIES ROJAS (CONGL. DE BELVER, FACIES ASPARIEGOS, FACIES ROJA DE TORO). *Eoceno Superior-Ramblense*

47, Calizas detriticas y areniscas calcáreas. CALIZAS DE VALDEFINJAS. *Oligoceno*

46, Conglomerados y areniscas compactadas, margas blanquecinas. *Oligoceno*

45, Areniscas blanco-amarillentas, microconglomerados, limolitas y fangos arcósicos con cantos, en bancos potentes. "GRUPO SUPERIOR PALEÓGENO". *Eoceno Superior-Oligoceno*

43, Areniscas, conglomerados y limos en bancos delgados. "GRUPO INFERIOR PALEÓGENO". *Eoceno Medio-Oligoceno*

30, Areniscas, microconglomerados y conglomerados, con cemento silíceo, arenas y arcillas. Suelos lateríticos (F. SIDEROLITICAS; F. TORNEROS). *Cretácico-Mioceno Inferior*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: ACUÍFEROS CONTENIDOS EN LA MASA

Se diferencian distintos tramos del terciario detrítico según la profundidad a la que se encuentran. El terciario detrítico c5 es el que aflora.

Naturaleza del acuífero o acuíferos contenidos en la masa:

Denominación	Litología	Extensión del afloramiento km ²	Geometría
Mesozoico c11	Carbonatado	0,0	Tabular
Terciario detrítico c5	Detrítico no aluvial	2.300,0	Tabular
Terciario detrítico c7	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular
Terciario detrítico c8	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular
Terciario detrítico c9	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular
Terciario detrítico c10	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular
Cuaternario aluvial	Detrítico aluvial	1.100,0	Lenticular
Arenas eólicas	Detrítico no aluvial	160,0	Compleja

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: ESPESORES

Acuífero	Rango espesor (m)	
	Valor menor en rango	Valor mayor en rango
Arenas eólicas	1	5
Cuaternario aluvial		
Terciario detrítico c5	0	10
Terciario detrítico c7	0	30
Terciario detrítico c8	0	38
Terciario detrítico c9	0	180
Terciario detrítico c10	0	800
Mesozoico c11	0	220

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Porosidad, permeabilidad (m/día) y transmisividad (m²/día)

Acuífero	Régimen hidráulico	Porosidad	Permeabilidad	Transmisividad (rango de valores)	
				Valor menor en rango	Valor mayor en rango
Mesozoico c11	Confinado	Karstificación	Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ m/día	2,0	440,0
Terciario detrítico c5	Libre	Intergranular	Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ m/día	0,0	0,0
Terciario detrítico c7	Confinado	Intergranular	Alta: 10 ⁺² a 10 ⁻¹ m/día	1,0	90,0
Terciario detrítico c8	Confinado	Intergranular	Alta: 10 ⁺² a 10 ⁻¹ m/día	3,0	114,0
Terciario detrítico c9	Confinado	Intergranular	Alta: 10 ⁺² a 10 ⁻¹ m/día	0,1	540,0
Terciario detrítico c10	Confinado	Intergranular	Alta: 10 ⁺² a 10 ⁻¹ m/día	1,0	2.400,0
Cuaternario aluvial	Libre	Intergranular	Muy alta: > 10 ⁺² m/día		
Arenas eólicas	Libre	Intergranular	Muy alta: > 10 ⁺² m/día	25,0	250,0

INFORMACIÓN ADICIONAL 5: CALIDAD QUÍMICA DE LA MASb
Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	79/ 468	26,4	16,0	8,0	15,6	14,5	17,1	18,7	1.999/ 2.007
pH (Ud. pH)	/								/
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	145/ 958	4.051	643	107	560	365	720	1.009	1.975/ 2.007
Nitrato (mg/L)	194/ 1.488	295,8	34,1	0,0	28,0	5,0	54,0	80,0	1.974/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	78/ 211	0,01300	0,00060	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00090	2.000/ 2.007
Plomo (mg/L)	37/ 145	0,04300	0,00220	0,00000	0,00000	0,00000	0,00080	0,00700	2.001/ 2.007
Mercurio (mg/L)	78/ 211	0,00390	0,00020	0,00000	0,00010	0,00000	0,00010	0,00090	2.000/ 2.007
Amonio total (mg NH4/L)	143/ 570	10,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1.982/ 2.007
Cloruro (mg/L)	151/ 1.028	2.092,0	71,9	2,0	49,0	29,1	76,0	120,8	1.971/ 2.007
Sulfato (mg/L)	212/ 1.552	523,0	55,4	0,0	27,0	13,7	60,0	148,0	1.971/ 2.007
Hexaclorociclohexano (HCH) (suma isómeros)	3/ 28	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
op'-DDT	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.006/ 2.006
op'-DDE	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.006/ 2.006
Nitritos	177/ 1.417	20,93	0,39	0,00	0,05	0,00	0,11	0,65	1.974/ 2.007
METRIBUZINA	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.006/ 2.006
Metoxicloro	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.006/ 2.006
Metolacloro	4/ 29	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
METIL- AZINFOS	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.006/ 2.006

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.09 ADAJA-CEGA (02.08 RIAZA)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.055 CANTIMPALOS																																																												
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA																																																														
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Segovia y Ávila	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 75 TM (4 en Ávila y 71 en Segovia)																																																													
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA																																																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">LEYENDA</td> </tr> <tr> <td style="width:33%;"> Límite provincial</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td> Sistema de Explotación de Recursos</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td> Masas de agua seleccionadas: CANTIMPALOS</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">LEYENDA GEOLÓGICA *</td> </tr> <tr> <td style="width:33%;"> 500000</td> <td style="width:33%;"> 170</td> <td style="width:33%;"> 77</td> </tr> <tr> <td> 270</td> <td> 169</td> <td> 30</td> </tr> <tr> <td> 268</td> <td> 168</td> <td> 20</td> </tr> <tr> <td> 267</td> <td> 114</td> <td> 19</td> </tr> <tr> <td> 265</td> <td> 111</td> <td> 18</td> </tr> <tr> <td> 264</td> <td> 110</td> <td> 17</td> </tr> <tr> <td> 253</td> <td> 109</td> <td> 16</td> </tr> <tr> <td> 252</td> <td> 108</td> <td> 13</td> </tr> <tr> <td> 246</td> <td> 100</td> <td> 12</td> </tr> <tr> <td> 242</td> <td> 96</td> <td> 11</td> </tr> <tr> <td> 240</td> <td> 93</td> <td> 10</td> </tr> <tr> <td> 236</td> <td> 92</td> <td></td> </tr> <tr> <td> 235</td> <td> 91</td> <td></td> </tr> <tr> <td> 232</td> <td> 90</td> <td></td> </tr> <tr> <td> 202</td> <td> 79</td> <td></td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">*Consultar descripciones litológicas en el ANEXO A</p>			LEYENDA			Límite provincial			Sistema de Explotación de Recursos			Masas de agua seleccionadas: CANTIMPALOS			LEYENDA GEOLÓGICA *			500000	170	77	270	169	30	268	168	20	267	114	19	265	111	18	264	110	17	253	109	16	252	108	13	246	100	12	242	96	11	240	93	10	236	92		235	91		232	90		202	79	
LEYENDA																																																														
Límite provincial																																																														
Sistema de Explotación de Recursos																																																														
Masas de agua seleccionadas: CANTIMPALOS																																																														
LEYENDA GEOLÓGICA *																																																														
500000	170	77																																																												
270	169	30																																																												
268	168	20																																																												
267	114	19																																																												
265	111	18																																																												
264	110	17																																																												
253	109	16																																																												
252	108	13																																																												
246	100	12																																																												
242	96	11																																																												
240	93	10																																																												
236	92																																																													
235	91																																																													
232	90																																																													
202	79																																																													
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN:																																																														
<p>El sector septentrional de esta masa formaba parte de la UH 07 Los Arenales, que presenta problemas de sobreexplotación detectados en el Plan Hidrológico, aunque actualmente la masa sólo está designada en riesgo químico difuso (no cuantitativo) de no cumplir los objetivos medioambientales de la DMA. Además, presenta un número elevado de humedales y pertenece a uno de los SER más vulnerables ante las sequías.</p>																																																														
FINALIDAD DE LA RECARGA																																																														
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input checked="" type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>																																																													
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>																																																												
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Mesozoico carbonatado, Terciario (mioceno) y cuaternario detríticos																																																														

ACUÍFERO RECEPTOR: Cuaternario detrítico (aluvial + arenas eólicas)

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Conglomerados, gravas arenas, limos y arcillas; arcosas Espesores: Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m): (en dunas y manto eólico, cod mapa: 235 y 236) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Intergranular Muy alta: > 10 ²	
		Entre 9 y 15	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Sur	c	n	m	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sureste	a	e	bp	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Noreste	a	s	bp	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	a	s	p	

Observaciones:

La masa se corresponde con una fosa tectónica compleja, paralela a las sierras de Guadarrama y Somosierra, que se encuentra rellena de sedimentos terciarios y cuaternarios. El zócalo hercínico se encuentra cubierto de materiales detríticos y carbonatados correspondientes al Cretácico que, a modo de tegumento, alcanzan espesores entre 60 y 100 m. El conjunto del Terciario puede alcanzar hasta 400 o 500 m de potencia. Los depósitos cuaternarios aluviales están constituidos por conglomerados, gravas, arenas, arcillas y limos, asociados fundamentalmente a los ríos Voltoya, Moros, Eresma, Piron y Cega. El resto de los sedimentos cuaternarios están formados por glaciares, coluviones, conos de deyección y arenas eólicas, éstas al norte de la masa. Aunque acuífero de poca entidad, las arenas eólicas cumplen una importante función en la recarga del terciario, pues presentan una elevada capacidad de infiltración y almacenamiento, descargando mediante goteo sobre los niveles subyacentes del terciario detrítico.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input checked="" type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>	
Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1	Río 2	Río 3
Nombre (código):		Pirón en Monzonillo	Cega en Aº Turégano	Voltoya en Juaros
Ref. estación aforo:		2057 Villovela de Pirón	Sin estación	
Capacidad embalse (hm ³)		-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)		(Q) 1,292		
- máxima		(Q) 2,86		
- mínima		(Q) 0,29		
Año o Periodo medida:		1972-2005		
		Total Aportación natural media anual (A): Total Caudal medio anual (Q):		
Disponibilidad hídrica estimada (D _{he}):				

Comentario: El agua de recarga en esta parte de MASb podría ser derivada del río Pirón a la altura de Monzonillo (la estación de aforo más cercana, 2057 Villovela de Pirón, se sitúa aguas arriba) o mejor del río Cega en la confluencia con el arroyo vertiente de Turégano, para la recarga del acuífero cuaternario. Otra opción cercana a las arcosas sería el río Voltoya.

(2) Distribución media mensual: $Q(m^3/s)$

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1												
Río 1	0,29	0,82	1,49	2,32	2,59	2,03	2,34	2,11	1,00	0,26	0,16	0,17
Río 2 1												
Escorrentía												

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2
Nombre (código):	Carbonero el mayor	Turégano
Municipios conectados:		
Población (hab):		
Tipo de tratamiento:	Secundario	Sin especificar
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	1.019.312	319.876
¿Existe reutilización?	No	No
Referencia Concesión:		
Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$):		
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):	1.019.312	319.876

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: de las 4 EDARs situadas en esta parte de la MASb, las 2 más cercanas al área potencial de recarga son Turégano y Carboneros el Mayor. Ésta última presenta mejores características en cuanto a volumen y calidad del efluente pero se sitúa un poco más alejada.

(4) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):		
Origen del agua:		
Volumen desalado ($hm^3/año$) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Ríos Pirón y Cega (y Voltoya); EDARs
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos

- Agua del medio receptor: Acuíferos de la MASb
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 3)

Cond. eléc. a 20° C (µS/cm):	370
Nitrato (mg/L):	14,5
Cloruro (mg/L):	17,8
Sulfato (mg/L):	11

- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
 Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales <input type="checkbox"/>
Balsas <input checked="" type="checkbox"/>	Sondeos <input checked="" type="checkbox"/>	Estudios previos del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>
Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>	Otros estudios:
Zanjas <input checked="" type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	Planta de recarga <input type="checkbox"/>
Canales <input checked="" type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/>
Cauces <input type="checkbox"/>		o Canal: <input type="checkbox"/>
Represas <input type="checkbox"/>		o Azud: <input type="checkbox"/>
Otros <input type="checkbox"/>		o Otros: <input type="checkbox"/>
		Otras infraestructuras:

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

Las alternativas planteadas en cuanto al origen del agua de recarga (ríos y EDARs) requieren realizar un estudio específico de los caudales disponibles y su calidad físico-química-bacteriológica; así como la selección de los emplazamientos más favorables en función de la geometría detallada del acuífero en esta parte de la MASb a determinar mediante técnicas hidrogeológicas adecuadas (sondeos de reconocimiento, prospección geofísica, campañas de piezometría y calidad, ensayos de bombeo...). En principio puede planearse una recarga superficial en el acuífero cuaternario (que alimenta por goteo el terciario profundo regional), similar a la existente en Los Arenales; o recargar directamente el terciario profundo mediante sondeos de inyección.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Dados los resultados positivos que se están obteniendo con las experiencias de recarga artificial en curso en la cercana MASb 022.045 Los Arenales, se considera factible extender esta operación al manto eólico en la MASb 022.055 Cantimpalos en aquellos lugares donde se compruebe que el espesor de acuífero tenga entidad suficiente, con objeto de mejorar la calidad del agua y de los humedales asociados (Lagunas de Cantalejo). No obstante, desde el punto de vista del descenso piezométrico esta actuación no se considera prioritaria pues, de acuerdo con los datos aportados por la Confederación Hidrográfica del Duero para el periodo 1972-2009 (Jornadas Internacionales: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca, octubre 2009), no se observan descensos significativos en la masa en ninguno de los intervalos de profundidades considerados (de 40 a 100 m y mayores a 200 m), salvo puntualmente en el extremo suroccidental de la masa, en Juaros de Voltoya con un descenso de 0 a 5 m en los niveles superficiales del acuífero.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

CANTIMPALOS (LEYENDA GEOLÓGICA)

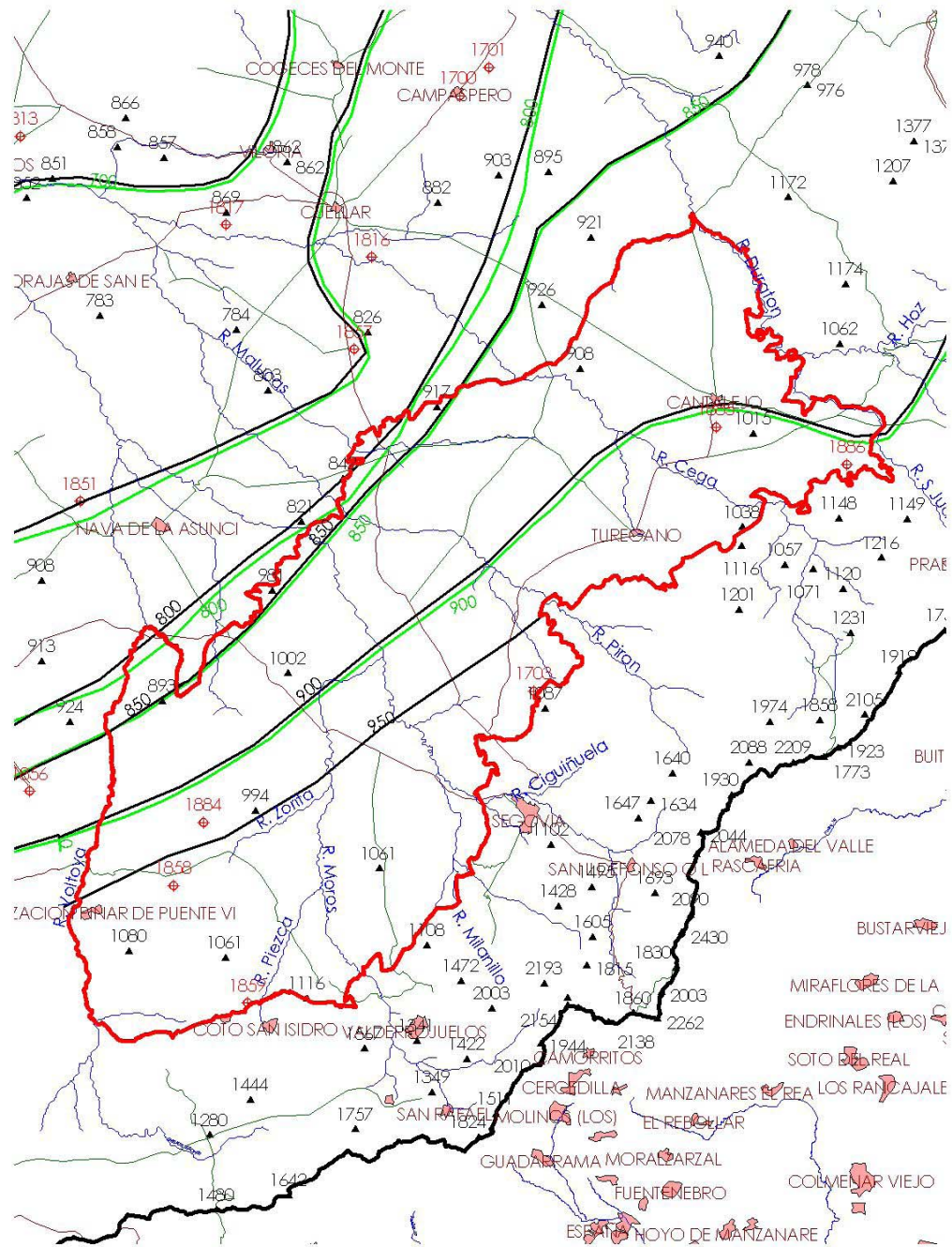
- 500000, Masas de agua
- 270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*
- 268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (a veces encostradas). (Terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*
- 267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*
- 265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*
- 264, Gravas, cantos, arenas y limos.(Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleist Med-Holoceno*
- 252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*
- 246, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*
- 240, Arenas blanquecinas, fluviales, con gravilla de cuarzo, y a veces, arenas eólicas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*
- 236, Arenas. (Dunas).** *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico).** *Pleistoceno Inferior-Holoceno*
- 232, Gravas cuarcíticas, y a veces bloques, en matriz arcillo-arenosa, encostramiento, a veces. (Raña). *Turoliense-Plioceno*
- 202, Fangos arcósicos rojizos, con cantos. FORMACIÓN O FACIES PEROMINGO. *Aragoniense-Vallesiense*
- 170, Limos y arenas litoareníticos. *Aragoniense*
- 169, Arenas y, a veces, cantos litoareníticos, con fangos. *Aragoniense*
- 168, Cantos litoareníticos (cuarcita, cuarzo, meta-arenisca), arenas y fangos. *Aragoniense*
- 114, Arcosas fangosas ocre y beige, ocasionalmente cementadas por carbonatos. Suelos calcimorfos y calizas palustres (FACIES PUENTE RUNEL). *Aragoniense*
- 111, Limos arenosos rojos, y canales conglomeráticos y arenosos, arcósicos (FACIES NOVALES). *Aragoniense*
- 110, Arenas arcósicas, con fangos y cantos. *Aragoniense*
- 109, Arenas arcósicas, con cantos y, a veces, lutitas grises, y paleosuelos (FACIES PEÑALBA). *Aragoniense*
- 108, Bloques y cantos gneisicos o plutónicos, con matriz y arenas arcósicas. (FACIES CALZADILLA). *Aragoniense*
- 100, Arenas arcósicas y fangos. (FACIES ARAUZO Y SAN PEDRO DEL ARROYO). *Rambliense-Aragoniense*
- 96, Calizas, margocalizas y margas. CALIZA DE LANGA. *Aragoniense*
- 93, Areniscas y conglomerados silíceos. *Aragoniense*
- 92, Limos arcillas y arenas, con carbonatos y, a veces, conglomerados (incluyendo las FACIES ROJAS DE PERORRUBIO). *Rambliense-Aragoniense*
- 91, Arenas arcillas y conglomerados (cantos polimícticos). *Rambliense-Aragoniense*
- 90, Conglomerados de cantos (y a veces bloques) polimícticos, con arenas limos ocre y arcillas rojas. *Rambliense-Aragoniense*
- 79, Conglomerados de cantos calcáreos. Areniscas, intercaladas a veces. CONGLOMERADOS DE CUEVAS Y OTROS. *Rambliense-Aragoniense*
- 77, Conglomerados (calcáreos y/o polimícticos) con areniscas y arcillas rojas u ocre (Fm. ERMITA DE NAVAS, SERIE DEL TRIPERO y Fm. EL RAÍDO). *Oligoceno*
- 30, Areniscas, microconglomerados y conglomerados, con cemento silíceo, arenas y arcillas. Suelos lateríticos (F. SIDEROLITICAS; F. TORNEROS). *Cretácico Inferior-Eoceno Inferior*
- 20, Dolomías, dolomías brechoides y cavernosas, margas y calizas (Fm. Dolomías y margas de Valle de Tabladillo). *Campaniense-Maastrichtiense*
- 19, Dolomías tableadas. *Santoniense- Campaniense*
- 18, Dolomías masivas, calizas, margas, areniscas dolomíticas y a veces, arrecifes de rudistas (Dolomías de Montejo de la Vega). *Turoniense-Campaniense*
- 17, Areniscas dolomíticas (Hontoria), a veces con rudistas (Ituero y Lama). *Coniaciense-Santoniense*
- 16, Margas y calizas margosas blanco-amarillentas. *Coniaciense*
- 13, Dolomías rojas a veces tableadas y arcillas. *Turoniense-Coniaciense*
- 12, Dolomías tableadas o en bancos, margocalizas y margas (Dolomías tableadas de Caballar). *Turoniense-Coniaciense*
- 11, Arenas, gravas, areniscas con cemento silíceo y arcillas. *Turoniense*
- 10, Arenas, arcillas y gravas (Arenas y arcillas de Segovia). *Turoniense-Coniaciense*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA TIPO

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
GRANITOIDES, LEUCOGRA NITOS Y ORTOGNEISSES	130,00			PALEOZOICO INDIFERENCIADO
CALIZAS, DOLOMÍAS Y MARGAS	35,00	60	100	CRETACICO SUPERIOR
ARENAS Y GRAVAS	9,00			CRETÁCICO SUPERIOR-PALEOCENO
CONGLOMERADOS, ARENAS Y LIMOS	1.300,00	400	500	TERCIARIO
ARENAS EÓLICAS: ARCOSAS	130,00			CUATERNARIO
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	310,00			CUATERNARIO

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA

Isopezas año 2007. Sentido de flujo hacia el noroeste



MAPA 5.2.2: MAPA DE ISOPIEZAS RECIENTE DE ESTIAJE Y DE PERIODO HÚMEDO
22_055 CANTIMPALOS

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: CALIDAD QUÍMICA
Niveles de referencia:

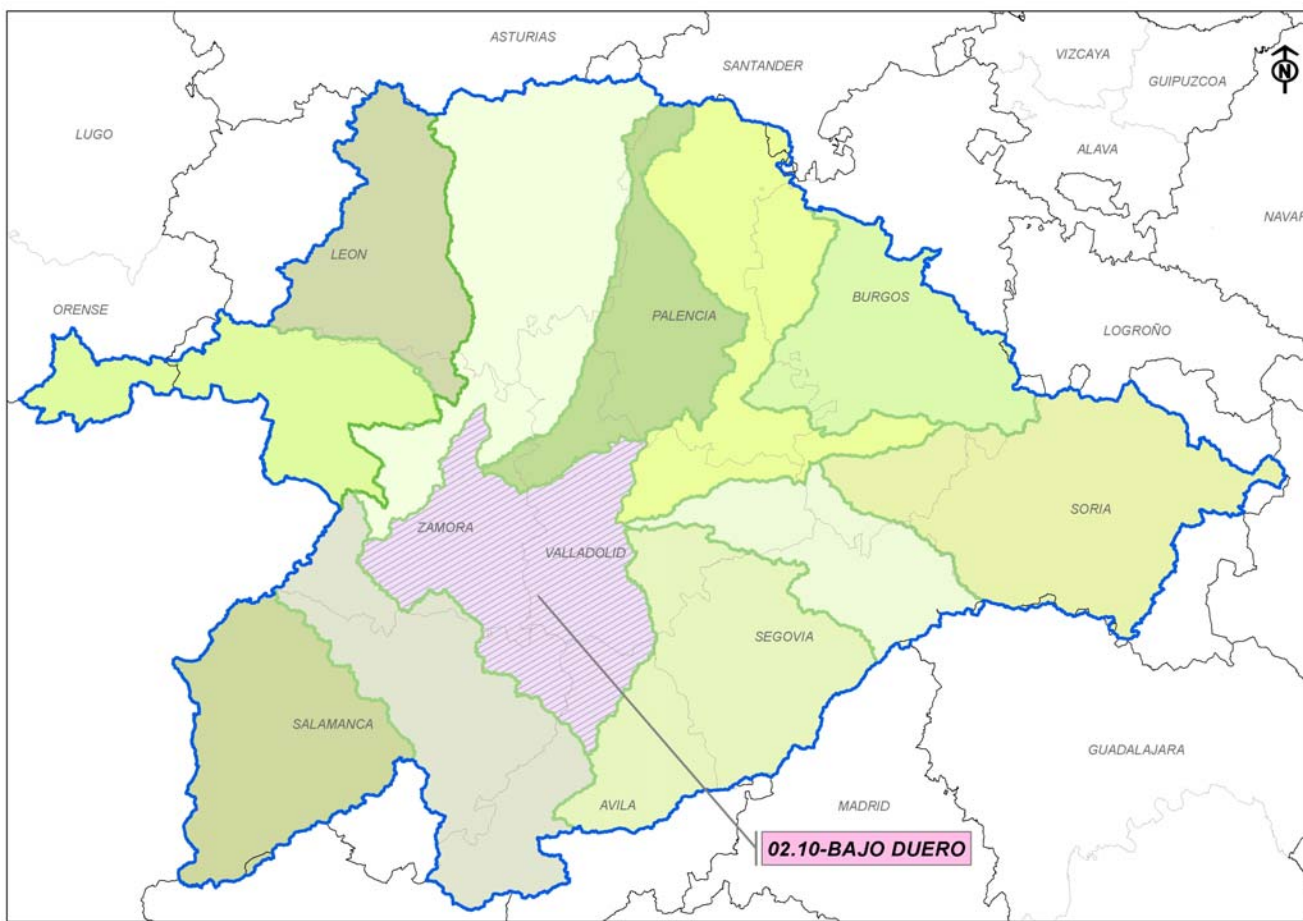
Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	56/ 275	21,1	14,4	9,3	14,2	13,2	15,2	16,6	2.000/ 2.007
pH (Ud. pH)	/								/
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	66/ 331	2.450	474	112	370	229	546	1.082	1.982/ 2.007
Nitrato (mg/L)	66/ 481	491,8	61,3	0,0	14,5	1,0	72,0	168,0	1.974/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	48/ 116	0,00700	0,00020	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00090	2000/ 2007
Plomo (mg/L)	14/ 74	0,02700	0,00090	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00130	2.001/ 2.007
Mercurio (mg/L)	48/ 116	0,00190	0,00020	0,00000	0,00000	0,00000	0,00010	0,00050	2.000/ 2.007
Amonio total (mg NH4/L)	68/ 170	19,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	1.982/ 2.007
Cloruro (mg/L)	63/ 407	571,9	35,3	3,1	17,8	9,6	31,0	83,0	1.974/ 2.007
Sulfato (mg/L)	68/ 500	987,5	33,8	0,0	11,0	4,2	30,1	77,0	1.977/ 2.007

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA **021 - DUERO**

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
02.10 BAJO DUERO

ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER	POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA Y LEÓN.	Nº de Municipios: 214 (Ref.1)
<u>Provincias:</u> Zamora, Valladolid, Ávila y Salamanca	Nº de habitantes: 191.038 (padrón 2006) (Ref.2)

PLANO DE SITUACIÓN DEL SER



MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS

- 022.31 Villafáfila - 022.32 Páramo de los Torozos - 022.47 Medina del Campo - 022.48 Tierra del vino

DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input checked="" type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>
Recursos hídricos naturales (hm³/año)	Demandas (hm³/año)		
Aportación natural media anual del SER (1): 284	Urbana: 8,67 (superf.) 7,987 subt. estimada (Ref.3)	Agrícola: 514,08 (337,2 subt + 176,88 superf)	
Recursos regulados superficialmente:	Ganadera:	Industrial:	
Recursos hídricos subterráneos regulados (bombeos):	Otras:		
Total recursos regulados:	Total demandas:	530,737	

<u>Fuente de los datos:</u> SIMPA, periodo 1940/41-2005/06 del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008)				<u>Fuente de los datos:</u> Atención de las demandas: Balances en los sistemas de explotación (situación actual), del Esquema Provisional de Temas Importantes (2008); excepto Ref. 2							
Balance del SER: Déficit (D) <input checked="" type="checkbox"/> Excedentes (E) <input type="checkbox"/> En equilibrio <input type="checkbox"/> Desconocido <input type="checkbox"/>				hm ³ /año:				hm ³ /año:			
¿Existen recursos naturales disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
<u>Comentario:</u> En el PHD (1998) los recursos totales se evaluaron en 572 hm ³ /año con una asignación y reserva de recursos para el horizonte 2002 de 662 hm ³ /año para el total de usos (riego, abastecimiento urbano e industrial), ya en claro déficit. Los datos del EPTI presentan unas cifras aún más bajas de recursos con un déficit a nivel de SER que debe ser evaluado.											
(1) Ref. estación aforo: 2054		Nombre: Río Duero en Villamarciel					Capacidad embalse (hm ³): -				
Año: 2005-2006		Aportación anual (hm ³): 1.935									
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
70	161	163	211	140	488	283	132	91	69	62	65
(1) Ref. estación aforo: 2062		Nombre: Río Duero en Toro					Capacidad embalse (hm ³): -				
Año: 2005-2006		Aportación anual (hm ³): 1.967									
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
80	177	172	225	146	541	304	108	59	41	46	67
Infraestructura de almacenamiento: Embalses del SER											
Nombre del embalse	Capacidad (hm ³)	Ref. estación aforo	Periodo medida	Volumen regulado medio	Aportación hídrica natural (hm ³ /año)						
					máxima	media	mínima				
Saucelle	181,40	2004	En frontera con Portugal								
Aldeavila	114,90										
Villalcampo	66,0	2002	1949-2006		18.991,9	8.040,6	2.822,6				
Castro	27,20	2003	1952-2006		19.079,9	8.125,3	2.822,6				
Río Lobos	12,8	2048	Fuera servicio								
San José	6,0	2007	Fuera servicio								
San Román	1,5	2006	Fuera servicio								
Depuración											
EDAR total del SER: 8	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (Ref.4)		¿Existe reutilización?		Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año)				
	3	Sin especificar	2.385.420		No/desconocido						
	3	Secundario	4.410.632		No/desconocido						
	2	Más riguroso (N)	13.565.280		No/desconocido						
ETAP total del SER:											
Disponibilidad hídrica estimada: del orden de 13,5 hm ³ /año											

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No A estudiar Sin datos Condicionado

Comentario: Del volumen total depurado estimado en el SER (unos 20 hm³/año), el más apropiado para la recarga sería el tratamiento más riguroso (N) que se evalúa del orden de 13,5 hm³/año.

Desalación

Nº Desaladoras:

T.M.: Zamora

Capacidad de desalación (m³/día):

del municipio: 400

Volumen desalado (m³/año):

Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No A estudiar Sin datos Condicionado

Comentario:

TOTAL RECURSOS HÍDRICOS POTENCIALMENTE DISPONIBLES EN EL SER: (Naturales + Depurados + Desalados)

Comentario:

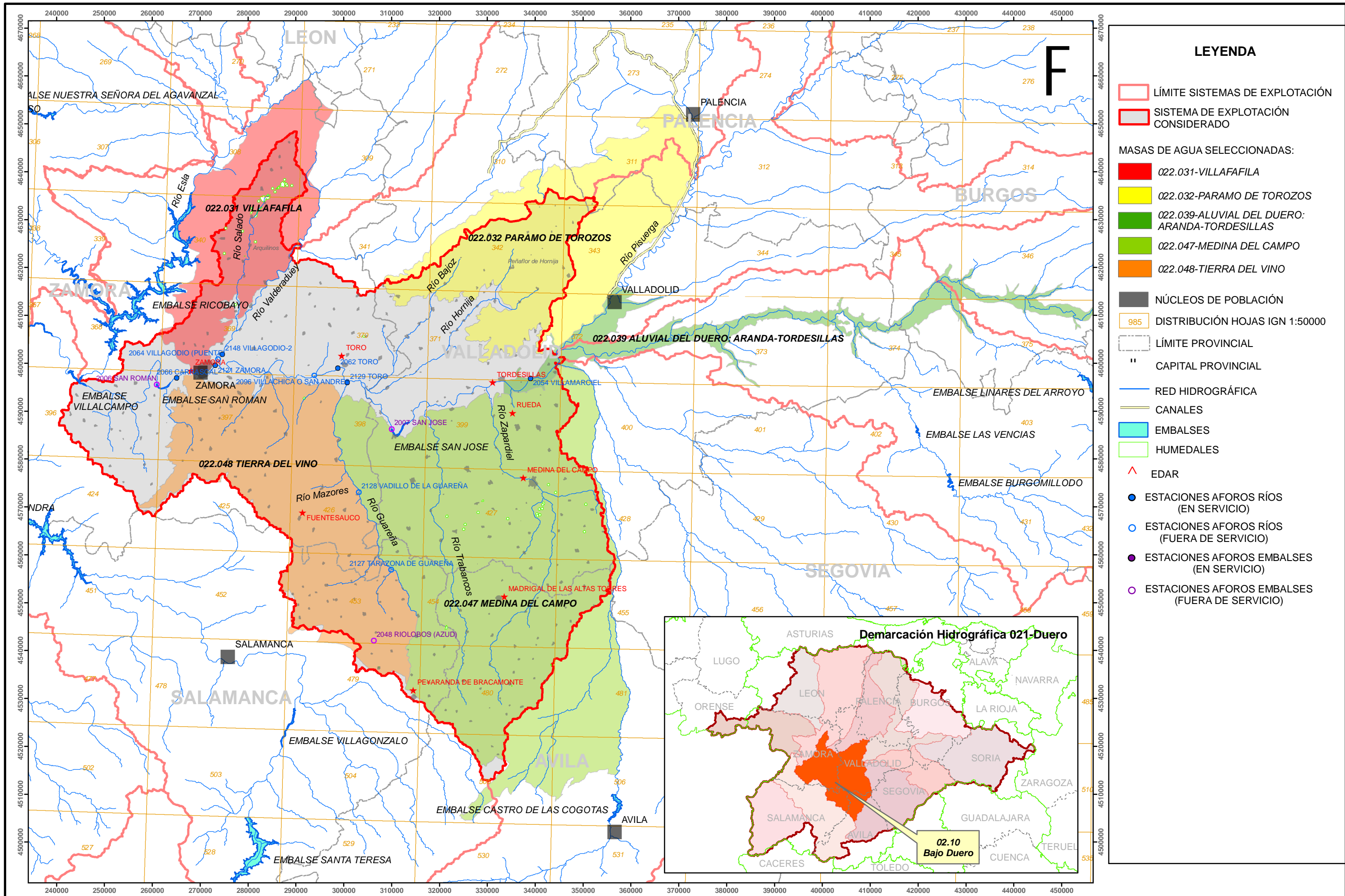
INDICE DE REFERENCIAS

(Ref.1) El número de municipios se ha obtenido por la intersección de shapes, y se corresponde con aquellos municipios cuyo centroide se encuentre dentro del límite del SER.

(Ref.2) Dato procedente del documento: Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero. Estudio General de la Demarcación. Tomo 2. Anexo de Actualización. (CHD, 2007).

(Ref.3) La demanda urbana atendida con aguas subterráneas se ha estimado, a falta de información, restando a la población del SER la abastecida con aguas superficiales y aplicando luego una dotación media de 175 L/hab/día.

(Ref.4) El volumen depurado se ha estimado mediante la aproximación: 1 h-e = 1.5 h; después se ha aplicado una dotación media de 175 L/hab/día para los 365 días.



DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.10 BAJO DUERO (Y 02.03 ELSA-VALDERADUEY)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.031 VILLAFÁFILA
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Zamora y Valladolid	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 38 TM de Zamora	
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: Esta masa se ha seleccionado por pertenecer a un Sistema de Explotación de Recursos muy vulnerable a las sequías (según el Índice Estandarizado de Precipitación) y por presentar un número elevado de humedales relacionados con las aguas subterráneas. Además se encuentra en riesgo químico difuso de no alcanzar los objetivos medioambientales de la DMA en el 2015.		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input checked="" type="checkbox"/> Sobreexplotación <input type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>	
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Carbonatado cretácico y Terciario detrítico		

ACUÍFERO RECEPTOR: terciario detrítico

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Conglomerados, arcillas, areniscas, margas y calizas Espesores: 188 a 680 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) Media-Alta ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.) (Inf. Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) (Inf. Ad. 3) (Octubre 2006 - Marzo 2007) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	 	 	
	10 ⁻⁴	Intergranular 10 ⁻¹	10 ²
	1,3		390
	19,50	13,66	5,73

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	e	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp) (2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s) (3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Sureste	a	s	p	
Noreste	a	e	p	
Noroeste	a	s/e	p	
Suroeste	c	n	m	

Observaciones:

La descarga de la masa se realiza hacia la red fluvial, principalmente hacia la subcuenca del río salado, por extracciones de bombeo y hacia las lagunas de Villafáfila. Estas lagunas se comportan en años secos como sistemas endorreicos recibiendo aportes de los flujos regionales profundos.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>	
Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1	Canal 1	Escorrentía
Nombre (código):		Salado en Arquillinos		del Aº afluente al río Salado
Ref. estación aforo:		Sin estación		
Capacidad embalse (hm ³)		-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)				
	- máxima			
	- mínima			
Año o Periodo medida:				
	Total Aportación natural media anual (A):			
	Total Caudal medio anual (Q):			

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: Evaluar los caudales invernales del río Salado en la proximidades del núcleo de Arquillinos para recargar el acuífero detrítico profundo. En esta zona la recarga ya no tiene un efecto directo sobre las lagunas de Villafáfila (en el área de influencia próxima a las lagunas, presumiblemente, no se localizan caudales potencialmente disponibles para la recarga) pero aguas abajo de esta zona en el sentido del flujo, comienzan a concentrarse las captaciones de aguas subterráneas. Evaluar también la escorrentía del arroyo al río salado.

<i>(2) Distribución media mensual: A(m³) ó Q(m³/s)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1												
Río 1												
Canal 1												
Esorrentía												
Comentario:												
Aguas depuradas (EDAR)						EDAR 1			EDAR 2			
Nombre (código):												
Municipios conectados:												
Población (hab):												
Tipo de tratamiento:												
Volumen depurado (V _d) (m³/año) (4):												
¿Existe reutilización?												
Referencia Concesión:												
Volumen reutilizado (V _r) (m³/año):												
Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):												
¿Existen recursos depurados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/> <u>Comentario:</u> No hay ninguna EDAR en esta parte de la masa perteneciente al SER 02.10 Bajo Duero.												
<i>(4) Distribución media mensual (m³)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
¿Disponibilidad estacional? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> Comentario:												
Aguas desaladas				Desaladora 1					Desaladora 2			
Nombre (código):												
Origen del agua:												
Volumen desalado (hm³/año) (5):												
Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):												
¿Existen recursos desalados disponibles? Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/> Comentario:												
<i>(5) Distribución media mensual (m³)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												
¿Disponibilidad estacional? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> Comentario:												

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Río Salado en Arquillinos
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos
- Agua del medio receptor: Acuífero terciario detrítico
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 4)
 - Cond. eléc. a 20° C (µS/cm): 926
 - Nitrato (mg/L): 34
 - Cloruro (mg/L): 126,3
 - Sulfato (mg/L): 57
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
 - Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales	<input type="checkbox"/>
Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos	Estudios previos del acuífero	<input type="checkbox"/>
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos	Otros estudios:	
Zanjas	<input type="checkbox"/>	Planta de recarga	<input type="checkbox"/>
Canales	<input type="checkbox"/> Mixta:	Infraestructuras de transporte	<input type="checkbox"/>
Cauces	<input type="checkbox"/>	o Canal:	
Represas	<input type="checkbox"/> ASR:	o Azud:	
Otros	<input type="checkbox"/>	o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

El sistema de recarga adecuado a los materiales detríticos terciarios serían sondeos de inyección, aunque no es posible realizar una propuesta determinada de recarga. Sobre todo se requiere el estudio de los caudales potencialmente disponibles en el río Salado mediante la realización de campañas de aforos directos de octubre a junio y la caracterización hidrogeológica de las zonas colindantes mediante sondeos de investigación que identifiquen la profundidad de los niveles a recargar.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Por la situación de los recursos potencialmente disponibles (río Salado en Arquillinos) no es factible efectuar una recarga que favorezca el funcionamiento de los humedales pero ésta sería beneficiosa para el conjunto del acuífero y de las captaciones para abastecimiento que se sitúan aguas abajo.

En esta zona de la masa, los descensos cifrados desde el año 1972 al 2009 por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca (España). 20 a 23 de octubre de 2009) en el intervalo de profundidades de 40 a 100 no son tan importantes (de 0 a 10 m) como en el rango de profundidades mayores de 200 m donde el descenso alcanza los 30 a 35 m; por lo que la actuación de recarga que pueda iniciarse debería ir orientada a alcanzar tales profundidades.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

VILLAFÁFILA (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

269, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (a veces enconstradas). (terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos.(Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

249, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Plioceno-Holoceno*

246, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

245, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas bajas). *Pleistoceno Superior*

242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

232, Gravas cuarcíticas, y a veces bloques, en matriz arcillo-arenosa, encostramiento, a veces. (Raña). *Tuoliense-Plioceno*

148, Limos, arcillas y arenas ocreas, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Aragoniense*

147, Arcillas, limos, arenas y conglomerados. FACIES TIERRA DE CAMPOS "MARGINAL". *Aragoniense*

55, Conglomerados (a veces brechas) cuarcitas y limos rojos. A veces arenas amarillentas y niveles de cantos o conglomerados. SERIES ROJAS (CONGL. DE BELVER, FACIES ASPARIEGOS, FACIES ROJA DE TORO). *Eoceno Superior-Ramblense*

54, Arenas arcósicas y areniscas amarillentas, con niveles de cantos o conglomeráticos. ARENAS Y ARENISCAS DE BELVER. *Eoceno Superior-Ramblense*

36, Limos y areniscas, amarillentas y ocreas con niveles conglomeráticos. A veces, microconglomerados, arenas y lutitas areniscas arcósicas blancas. ARENISCAS DE CABRERIZOS. *Eoceno Medio-Oligoceno*

34, Calizas. CALIZAS DE CUBILLOS. *Eoceno Medio*

33, Limolitas y margas blanquecinas, arenas laminadas, verdosas a veces. MARGAS DE SANZOLES. *Eoceno Inferior-Medio*

30, Areniscas, microconglomerados y conglomerados, con cemento silíceo, arenas y arcillas. Suelos lateríticos (F. SIDEROLITICAS; F. TORNEROS). *Cretácico-Eoceno Inferior*

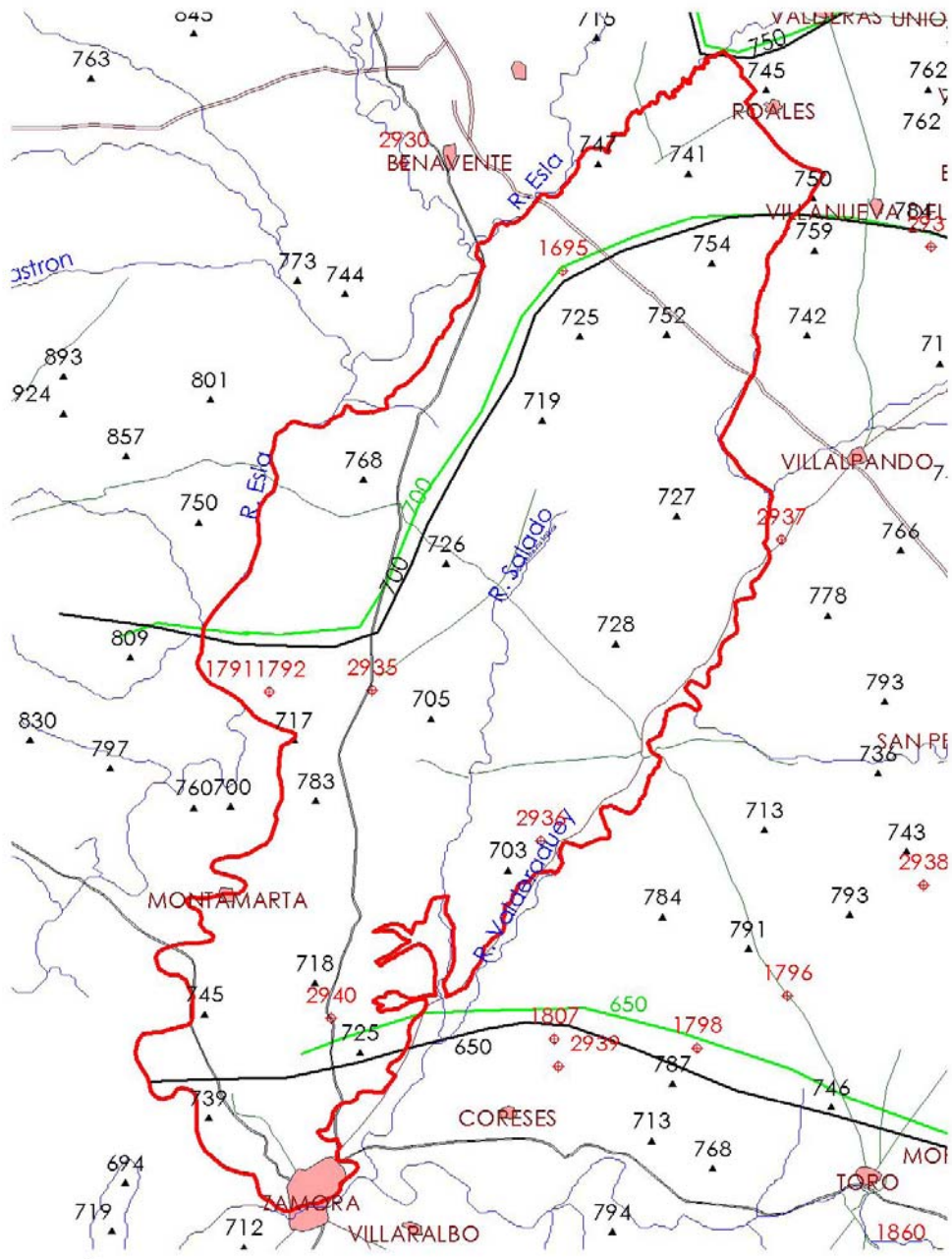
28, Areniscas y conglomerados rojos silíceos. *Cretácico-Eoceno Inferior*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO

Columna litológica tipo:

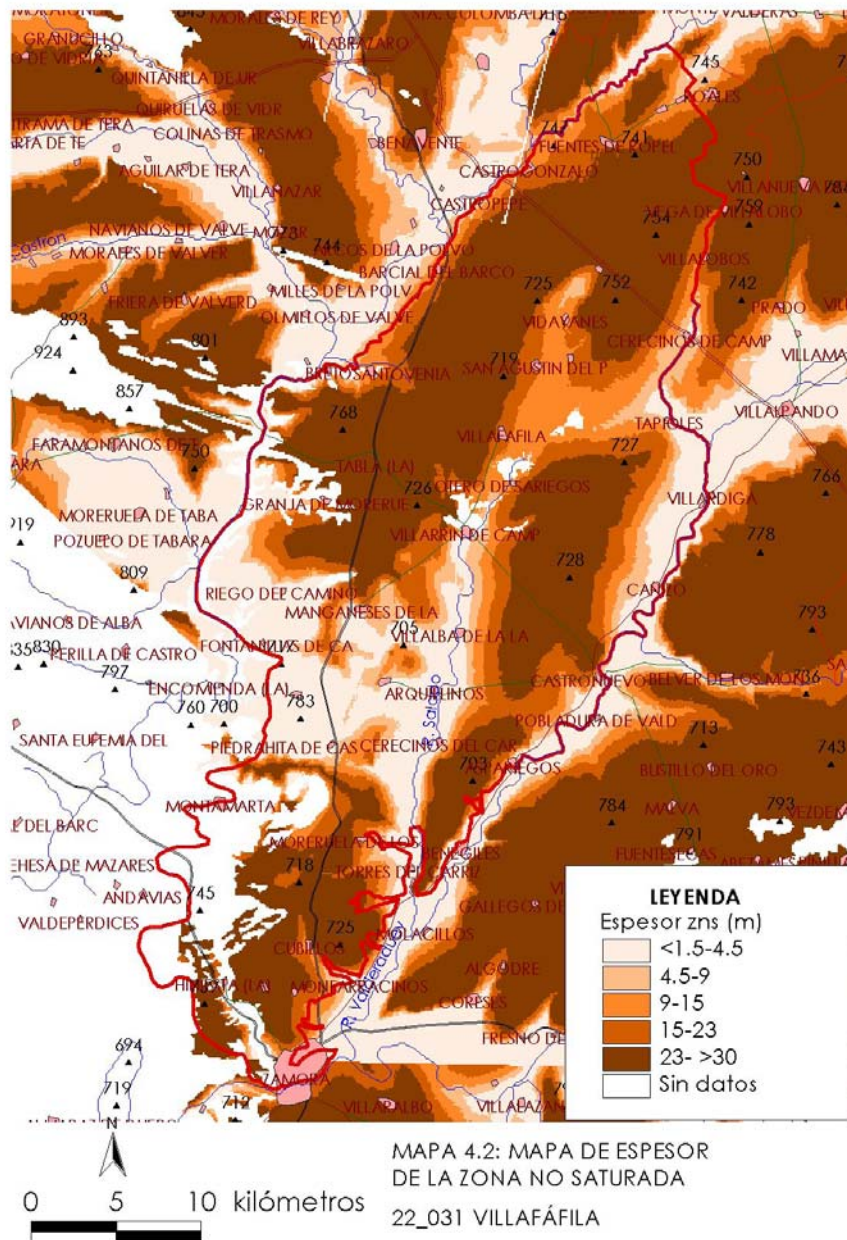
Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
CUARCITA ARMORICANA, ARENISCAS Y PIZARRAS	8,00			PALEOZOICO INDIFERENCIADO
CONGLOMERADOS, ARENAS Y LIMOS	95,00		40	CRETÁCICO SUPERIOR-PALEOCENO
CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENISCAS, MARGAS Y CALIZAS	680,00			TERCIARIO INDIFERENCIADO
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	170,00			CUATERNARIO

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA



MAPA 5.2.2: MAPA DE ISOPÍEZAS RECIENTE DE ESTIAJE Y DE PERIODO HÚMIDO
22_031 VILLAFÍLA

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: ZONA NO SATURADA



INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CALIDAD QUÍMICA DE LA MASA

Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	13/ 105	22,3	15,7	8,2	15,6	14,8	16,6	17,5	2.000/ 2.007
pH (Ud. pH)	/								/
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	32/ 372	6.030	1.146	165	926	574	1.195	2.761	1.971/ 2.004

Nitrato (mg/L)	45/ 745	287,5	47,5	0,0	34,0	20,4	56,0	100,0	1.976/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	9/ 74	0,01300	0,00120	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Plomo (mg/L)	9/ 74	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Mercurio (mg/L)	9/ 74	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Amonio total (mg NH4/L)	25/ 274	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1.982/ 2.007
Cloruro (mg/L)	42/ 452	1.943,0	171,7	6,0	126,3	73,4	166,0	425,0	1.971/ 2.007
Sulfato (mg/L)	70/ 793	795,0	159,2	1,1	57,0	18,4	201,0	636,0	1.971/ 2.007
Nitritos	46/ 700	2,94000	0,21620	0,00000	0,06000	0,00000	0,17000	0,49000	1.975/ 2.007
Hexaclorobenceno (HCB, Perclorobenceno)	1/ 8	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.006
Hexaclorociclohexano (HCH) (suma isómeros)	1/ 8	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.006
Simazina	1/ 8	9,00000	1,12500	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	9,00000	2.001/ 2.006

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.10 BAJO DUERO (02.04 CARRIÓN, 02.05 PISUERGA)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.032 PÁRAMO DE LOS TOROZOS
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Valladolid y Palencia	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 39 TM (1 en Palencia y 38 en Valladolid)	
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN:		
La Unidad Hidrogeológica 07 Páramo de los Torozos, que se corresponde con la actual Masa de Agua Subterránea, figura en el Plan Hidrológico con problemas de sobreexplotación; además se encuentra en uno de los SER de la cuenca más vulnerables a las sequías.		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>	
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Terciario detrítico, Calizas del Páramo y Cuaternario aluvial		

ACUÍFERO RECEPTOR 1: Terciario detrítico

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Margas, arenas arcósicas, arcillas, calizas y yesos. Espesores: de 600 a 1.000 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

ACUÍFERO RECEPTOR 2: Calizas del Páramo

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Calizas, dolomías y margas. Espesores: de 6 a 19 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

ACUÍFERO RECEPTOR 3: Cuaternario aluvial

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: Arcillas, arenas y gravas. Espesores: Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad: Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario aluvial ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día): Calizas del Páramo Terciario detrítico Cuaternario aluvial ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Karstificación Intergranular Intergranular Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ Muy alta: > 10 ²	

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp) (2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s) (3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Sur	a	s	p	
Este	a	s	p	
Oeste	a	s	p	

Observaciones: la masa constituye una extensa plataforma elevada, apenas ligeramente inclinada hacia el suroeste. Queda definida por los materiales de la facies Calizas inferiores del Páramo (calizas, dolomías y margas con niveles arcillosos), de edad Mioceno superior. Los espesores registrados son de unos 6-8 m, con máximos de 15 m con una disposición de los estratos horizontal. Inmediatamente debajo se emplazan las Facies de las Cuestas (margas, calizas, dolomías, arcillas y yesos) y subyacentes facies detríticas (areniscas y arcillas), términos equivalentes a la facies de Tierra de Campos del Mioceno medio y superior.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1	Río 2	Escorrentía
Nombre (código):		Hornija	Bajóz	
Ref. estación aforo:				
Capacidad embalse (hm ³)		-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)				
- máxima				
- mínima				
Año o Periodo medida:				
		Total Aportación natural media anual (A):		
		Total Caudal medio anual (Q):		

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: evaluar los caudales invernales en la cabecera de los ríos Hornija (en Peñafior de Hornija y Wamba) y Bajoz (en La Santa Espina) para infiltrarlos en el acuífero detrítico terciario confinado (MASb 022.067).

(2) Distribución media mensual: A(m³) ó Q(m³/s)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1												
Río 1												
Río 2												
Escorrentía												

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2
Nombre (código):		
Municipios conectados:		
Población (hab):		
Tipo de tratamiento:		
Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (4):		
¿Existe reutilización?		
Referencia Concesión:		
Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año):		
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):		

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: la MASb dentro de este SER (10 Bajo Duero) no presenta ninguna EDAR, por tanto no hay recursos depurados susceptibles de ser empleados en operaciones de recarga.

(4) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):		
Origen del agua:		
Volumen desalado (hm ³ /año) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Cabecera de los ríos Hornija y Bajóz
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos
- Agua del medio receptor: Acuífero terciario detrítico
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 3)

Cond. eléc. a 25° C (µS/cm):	155
Nitrato (mg/L):	40
Cloruro (mg/L):	29
Sulfato (mg/L):	539
Nitritos (mg/L):	0,05
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales	<input type="checkbox"/>
Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos	Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/>
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos	Otros estudios:	
Zanjas	<input type="checkbox"/>	Planta de recarga	<input type="checkbox"/>
Canales	<input type="checkbox"/> Mixta:	Infraestructuras de transporte	<input type="checkbox"/>
Cauces	<input type="checkbox"/>	o Canal:	
Represas	<input type="checkbox"/> ASR:	o Azud:	
Otros	<input type="checkbox"/>	o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

El sistema de recarga adecuado a los materiales detríticos terciarios serían sondeos de inyección, aunque no se dispone de información suficiente para realizar una propuesta determinada de recarga. Sobre todo se requiere el estudio de los caudales potencialmente disponibles en los ríos Hornija y Bajóz (realización de campañas de aforos directos de octubre a junio) y la caracterización hidrogeológica de las zonas colindantes mediante sondeos de investigación que determine la viabilidad técnica de esta actuación.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Dada la disposición estructural de la masa (estratos horizontales de calizas formado una plataforma elevada sobre un fondo impermeable) y la situación de los posibles recursos hídricos naturales disponibles para la recarga (arroyos que drenan dicha plataforma), no resulta viable plantear esta operación de recarga artificial en las calizas del Páramo.

Aunque no se dispone de información suficiente sobre el agua de recarga, sí se considera factible iniciar los estudios previos de viabilidad acerca de las posibles alternativas de recarga para invertir la tendencia al descenso de los niveles piezométricos, sobre todo en esta parte de la MASb donde los descensos piezométricos cifrados por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca (España). 20 a 23 de octubre de 2009) en el rango de profundidades mayor de 200 m, llegan a ser de 25 a 30 m (desde el año 1972 hasta el 2009).

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

PÁRAMO DE LOS TOROZOS (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (a veces encostradas). (terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos.(Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

260, Gravas, cantos, arenas y limos. (a veces encostrados). (Abanicos asociados a terrazas indiferenciadas). *Plioceno-Holoceno*

255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

251, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Superior*

250, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (frecuentemente, encostrados). (Coluviones). *Pleistoceno Medio*

249, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Plioceno-Holoceno*

248, Arenas, limos, bloques, arcillas. (Deslizamientos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

244, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

228, Calizas (micriticas grises, con gasterópodos) y margocalizas. A techo, limos arenosos rojizos y costras calcáreas. CALIZAS DEL PÁRAMO SUPERIOR. *Vallesiense*

225, Margas y arcillas blanquecinas. *Vallesiense*

201, Margas y margocalizas blancas o grises, y arcillas. *Vallesiense*

200, Calizas grises (a veces con gasterópodos) y margas minoritarias, a techo, a veces, karstificación y niveles de costras. CALIZAS DEL PÁRAMO INTERMEDIO. *Vallesiense*

196, Calizas, margas y dolomías, con sendomorfos de cristales diagenéticos de yesos. *Vallesiense*

195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*

194, Niveles yesíferos, yesoarenitas y fangos salinos. *Vallesiense*

190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Aragoniense-Vallesiense*

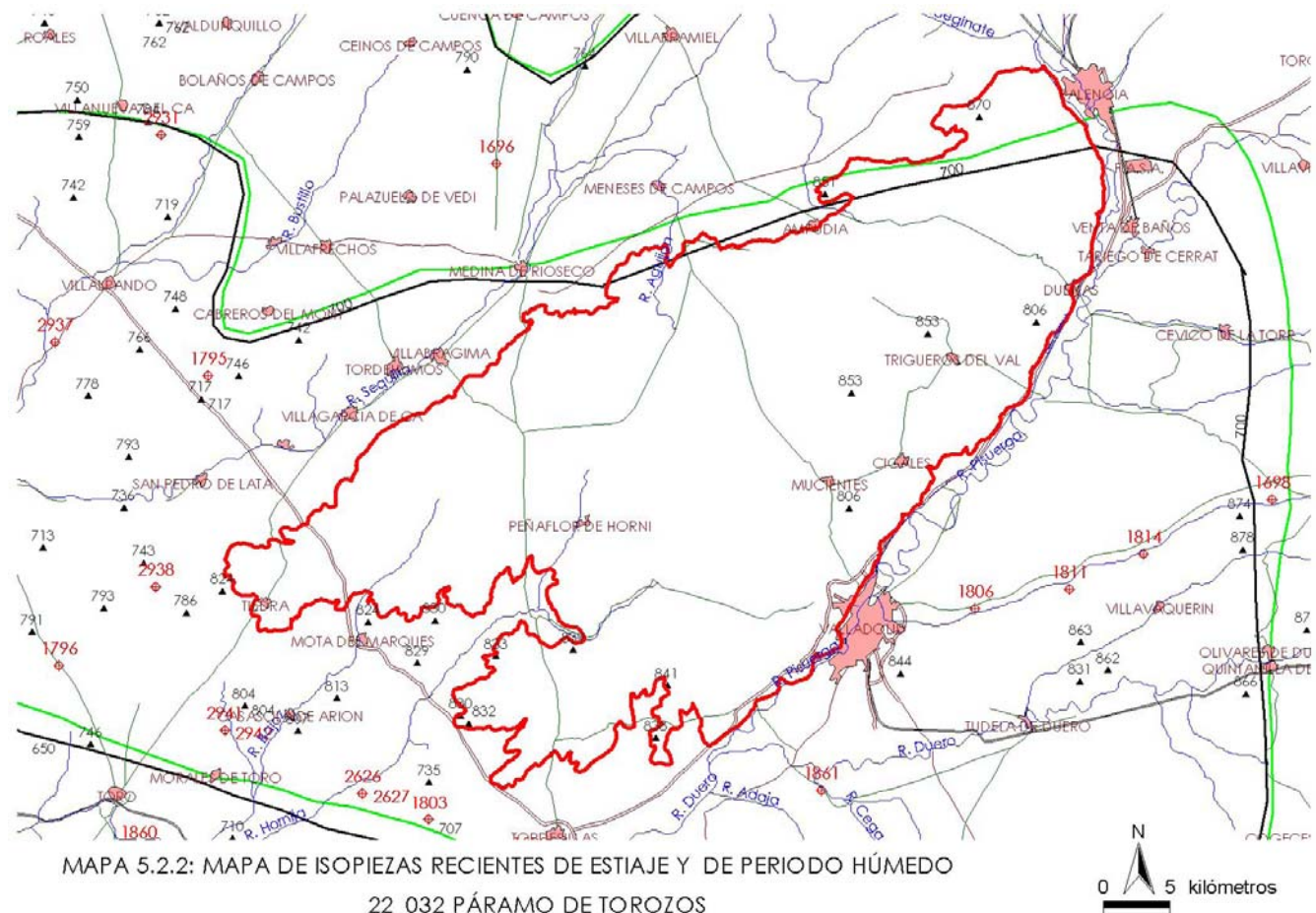
186, Arcillas y margas gris-negras, carbonatadas, ricas en gast. y carac. con intercalaciones de calizas, costras y arenas. FACIES ZARATÁN. *Aragoniense*

- 185, Margas y yesos, con intercalaciones de arcillas, margocalizas y, a veces, dolomías. FACIES CUESTAS "MARGO-YESIFERAS". *Vallesiense*
- 184, Limos y fangos ocre, a veces con cristales de yeso dispersos. *Aragoniense-Vallesiense*
- 183, Arcillas y margas grises, con intercalaciones de margocalizas (con ostracodos). FACIES CUESTAS. ARCILLO-MARGOSA. *Aragoniense*
- 181, Arcillas limolíticas grises, con intercalaciones de fangos ocre y, a veces, calizas arenosas, arenas y yesos. *Aragoniense*
- 155, Facies "marmorizadas" (paleosuelo). PSEUDOGLEY. *Aragoniense*
- 152, Suelos calciformos, costras calcáreas. *Aragoniense*
- 151, Arenas y gravas de costras calcáreas. (Paleocanales). *Aragoniense*
- 149, Paleocanales de arenas, soldados, con intercalaciones de fangos ocre.FACIES CABEZÓN. *Aragoniense*
- 148, Limos, arcillas y arenas ocre, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Aragoniense*
- 102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcósas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Ramblense-Aragoniense*
- 101, Conglomerados y arcósas, con matriz limosa, amarilla o blanca. (ARENISCAS DE GARCIBERNÁNDEZ). *Ramblense-Aragoniense*
- 81, Margas blancas y arcillas grises y, a veces calizas, dolomias y yesos. FACIES DUEÑAS. *Ramblense-Aragoniense*
- 80, Fangos ocre, con intercalaciones de arcillas grises. *Ramblense-Aragoniense*

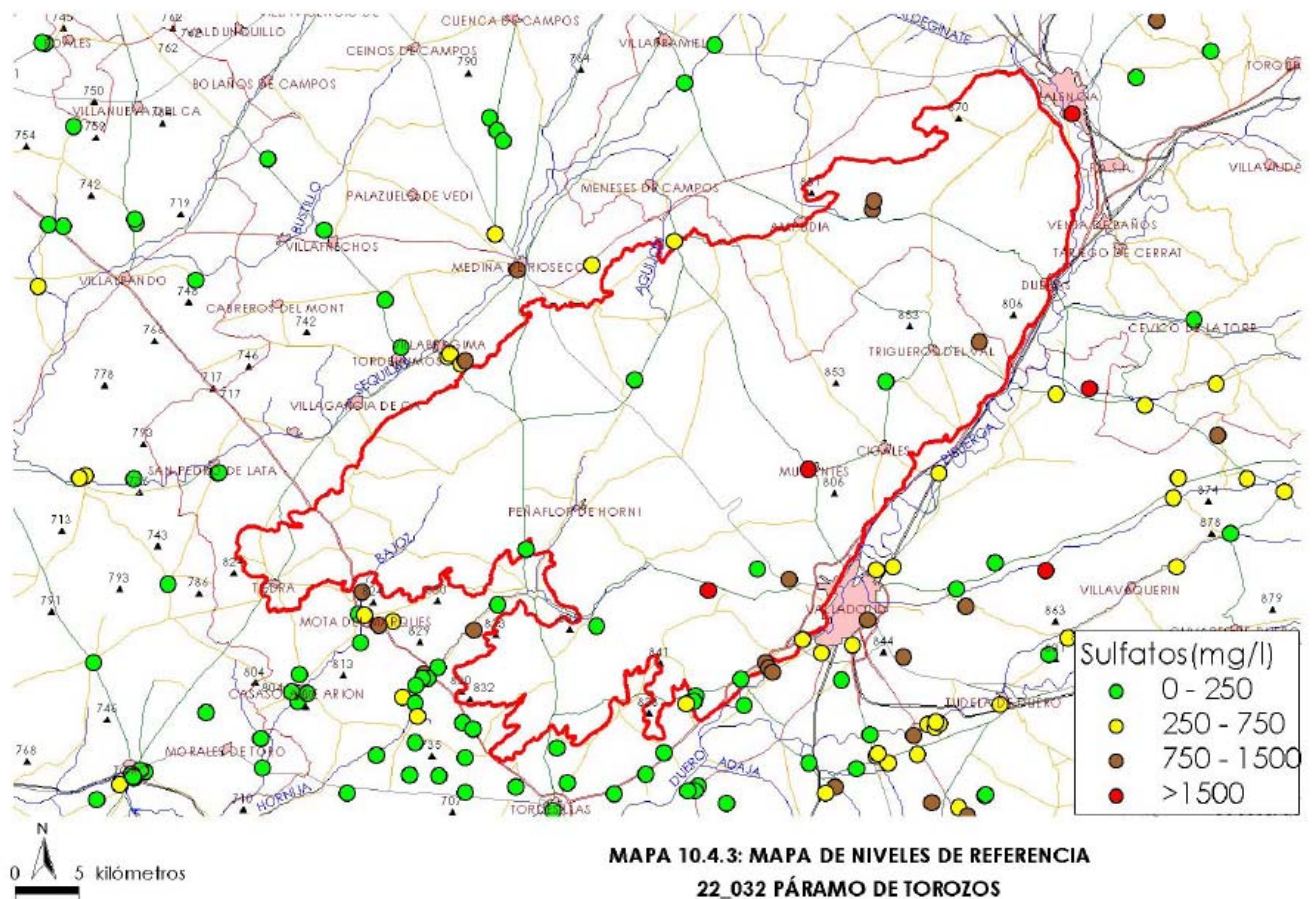
INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENISCAS, MARGAS Y CALIZAS	150,00			TERCIARIO INDIFERENCIADO
MARGAS, LUTITAS, ARCILLAS Y CALIZAS	350,00			FACIES CUESTAS
CALIZAS, DOLOMIAS Y MARGAS	900,00	6	15	CALIZAS DEL PÁRAMO
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	56,00			CUATERNARIO

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA



INFORMACIÓN ADICIONAL 3: CALIDAD QUÍMICA



Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	3/ 3	14,2	11,8	9,1	12,1	9,1	14,2	14,2	2.007/ 2.007
Nitrato (mg/L)	12/ 13	102,0	53,1	18,0	40,0	30,0	86,0	91,8	1.975/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	/								/
Plomo (mg/L)	/								/
Mercurio (mg/L)	/								/
Amonio total (mg NH4/L)	3/ 3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	2.007/ 2.007
Cloruro (mg/L)	3/ 3	53,0	36,9	28,8	29,0	28,8	53,0	53,0	2.007/ 2.007
Sulfato (mg/L)	15/ 16	2.107,0	786,2	11,0	539,0	94,2	1.467,0	2.107,0	1.975/ 2.007
Conductividad (a 25°C)	2/ 3	677	329	155	155	155	677	677	1.975/ 1.979
Nitritos	6/ 6	6,00000	1,05000	0,00000	0,05000	0,05000	0,15000	6,00000	1.978/ 2.007
Amoniaco no ionizado	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1.989/ 1.989
Conductividad de campo (medida in situ)	3/ 3	859	717	529	762	529	859	859	2.007/ 2.007

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.10 BAJO DUERO (02.09 ADAJA – CEGA)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.047 MEDINA DEL CAMPO
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Ávila, Salamanca, Valladolid, Zamora y Segovia	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 94 TM (39 en Ávila, 1 en Segovia, 38 en Valladolid, 11 en Salamanca y 5 en Zamora)	
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: Presenta la misma problemática que la masa 022.045 Los Arenales: problemas de sobreexplotación, detectados ya en el Plan Hidrológico, con descenso importante de los niveles piezométricos y esta designada en riesgo (cuantitativo y químico) de no cumplir los objetivos medioambientales de la DMA. Además, presenta ZVN, un número elevado de humedales y pertenece a uno de los SER más vulnerables ante las sequías.		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>	
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Terciario detrítico y Cuaternario (aluvial + eólico) (Inf. Ad. 1)		

ACUÍFERO RECEPTOR 1: Terciario detrítico

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	Litología: Conglomerados, margas, gravas, arenas y arcillas. Espesores máximos: 1.000 m (Inf. Ad. 2) Columna litoestratigráfica tipo: Cuaternario Margas Facies Cuestas Terciario detrítico
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	
Semiconfinado	<input checked="" type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	

ACUÍFERO RECEPTOR 2: Cuaternario (aluvial + manto eólico)

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	Litología: Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas; arcosas. Espesores mínimos: 5 m (Inf. Ad. 2) Columna litoestratigráfica tipo: Cuaternario Margas Facies Cuestas Terciario detrítico
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) Cuaternario Terciario libre (c5) Terciario confinado ▪ Transmisividad (m²/día) (Inf. Ad. 3) ▪ Coeficiente almacenamiento Arenas eólicas ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.) (Inf. Ad. 4) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) (Octubre 2006 - Marzo 2007) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 		Intergranular Muy Alta: > 10 ² Media: 10 ⁻⁴ a 10 ⁻¹ Alta: 10 ⁻¹ a 10 ² 0,00150	
	24,59	42,70	106,78

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp) (2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s) (3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Sur	c	n	m	
Este	a	e	p	
Oeste	a	s	p	

Observaciones: Los niveles superiores del detrítico terciario se comportan como acuíferos libres. Se recargan por infiltración directa del agua de lluvia y los retornos de riego. Presentan una importante capacidad de almacenamiento y descargan mediante goteo sobre el detrítico terciario que se encuentra semiconfinado bajo capas de limos y arcillas, constituyendo así su principal entrada de agua.

La zona oriental de la masa de agua se encuentra parcialmente cubierta por los depósitos de arenas eólicas cuaternarias que, con una elevada capacidad de infiltración y almacenamiento, descargan sobre los niveles subyacentes del terciario.

Las descargas se realizan hacia la red de drenaje superficial y los niveles más profundos hacia el cauce del río Duero. Actualmente no todos los ríos reciben aportes de los acuíferos, los ríos Guadaña, Trabancos y Zapardiel se encuentran desconectados de los niveles piezométricos y actúan como perdedores, recargando el acuífero terciario.

Son importantes dentro de la masa de agua las extracciones de bombeo para riego y abastecimiento que afectan a los niveles más superficiales.

A escala regional, el conjunto funciona como un acuífero heterogéneo multicapa. Los flujos transversales, de dirección S-N, van desde la cabecera de los ríos hacia el interior de la cuenca. Cerca del Sistema Central el flujo tiene componente vertical descendente y constituye una importante zona de recarga de los acuíferos profundos. En la zona del Duero, al N de la masa, la componente vertical se vuelve ascendente constituyendo así la principal zona de descarga del sistema a la red de drenaje.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales	Río 1	Río 2	Río 3	Escorrentía
Nombre (código):	Guareña en Tarazona de Guareña	Trabancos	Zapardiel (y Aº afluente)	
Ref. estación aforo:	2127	Sin estación	Sin estación	
Capacidad embalse (hm³)		-	-	
Aportación hídrica (A) (hm³/año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m³/s)	(Q) 0,125			
- máxima	(Q) 0,4			
- mínima	(Q) 0,02			
Año o Periodo medida:	1976-1991			
Total Aportación natural media anual (A):				
Total Caudal medio anual (Q):				

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: Evaluar los caudales del río Zapardiel entre Madrigal de las Altas Torres y Medina del Campo para recargar el acuífero cuaternario, de forma análoga a la recarga del manto eólico en la masa de Los Arenales; y evaluar los caudales en los ríos Trabancos y Guareña para la recarga de acuífero terciario detrítico, en los niveles más superficiales que son los soportan las importantes extracciones para riego y abastecimiento de la zona.

(2) Distribución media mensual: Q(m³/s)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río 1	0,08	0,10	0,15	0,17	0,39	0,19	0,12	0,11	0,09	0,05	0,03	0,04
Río 2												
Río 3												
Escorrentía												

Comentario:

Agua depurada (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):	Peñaranda de Bracamonte	Madrigal de las Altas Torres	Medina del Campo	Rueda
Municipios conectados:				
Población (hab):		-	-	
Tipo de tratamiento:	Secundario	Sin especificar	Más riguroso (N)	Sin especificar
Volumen depurado (V _d) (m³/año) (4):	958.000	354.460	4.330.160	373.620
¿Existe reutilización?	No	No	No	No
Referencia Concesión:				
Volumen reutilizado (V _r) (m³/año):				
Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):	958.000	354.460	4.330.160	373.620

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: La masa en este SER (02.10 Bajo Duero) presenta un importante potencial de aguas depuradas. En total hay 4 EDARs que generan un volumen anual aproximado de 6 hm³/año. Tanto por el grado de tratamiento y volumen, como por su situación dentro de la masa, destaca la **EDAR de Medina del Campo** con un volumen anual de efluente de **4 hm³/año**, que adecuadamente acondicionado, podría utilizarse en la recarga del acuífero cuaternario.

(4) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												
EDAR 3												
EDAR 4												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):		
Origen del agua:		
Volumen desalado (hm³/año) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m³)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Ríos Guareña, Trabancos y Zapardiel; EDAR Medina
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos Sin datos
- Agua del medio receptor: Acuíferos de la masa
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 3)
Cond. eléc. a 25° C (µS/cm): 560
Nitrato (mg/L): 28
Cloruro (mg/L): 49
Sulfato (mg/L): 27
Nitritos (mg/L): 0,05
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA	ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES
Superficial	Estudios previos de caudales <input type="checkbox"/>
Profunda	Estudios previos del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>
Balsas <input checked="" type="checkbox"/>	Otros estudios:
Inundación <input type="checkbox"/>	Planta de recarga <input type="checkbox"/>
Zanjas <input checked="" type="checkbox"/>	Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/>
Canales <input checked="" type="checkbox"/>	
Cauces <input type="checkbox"/>	
Represas <input type="checkbox"/>	
Mixta: <input type="checkbox"/>	
ASR: <input type="checkbox"/>	

Otros <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	o Canal:
	<input type="checkbox"/>	o Azud:
	<input type="checkbox"/>	o Otros:
		Otras infraestructuras:

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

Con la información analizada, parece posible plantear en esta parte de la masa (SER 02.10 Bajo Duero) dos actuaciones de recarga:

- a) Recarga del acuífero cuaternario con excedentes invernales del río Zapardiel, siendo el método adecuado un sistema combinado de zanjas, canales y balsas.
- b) Recarga de los niveles más superficiales del acuífero detrítico terciario mediante sondeos de inyección (de profundidades entre 40 y 100 m) con agua excedente de los ríos Guareña y Trabancos.

aunque las distintas alternativas, tanto del sistema de recarga como de su ubicación exacta, dependerán del estudio hidrogeológico concreto que se inicie para determinar la viabilidad técnica de las mismas, y en particular de la **cuantificación de los caudales** y del conocimiento de la **geometría detallada del acuífero** en las inmediaciones de los puntos de toma del agua.

En relación con la alternativa de la EDAR de Medina del Campo, por su situación, puede emplearse para la recarga del acuífero cuaternario (como actuación individual o complementando el caudal del río Zapardiel), previa adecuación final de su calidad para su introducción en el acuífero.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

En esta zona de la masa, los descensos cifrados desde el año 1972 al 2009 por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca. Octubre de 2009) en el intervalo de profundidades de 40 a 100 son variables, desde 5 hasta 35 m según las zonas (p.e. se observa un acusado descenso en Medina del Campo y en el centro de la masa); mientras que en el rango de profundidades mayores de 200 m el descenso alcanza los 30 a 35 m sólo al norte de la masa, mostrando al sur incluso ascenso.

Por tanto, dado que la recarga del acuífero cuaternario ya se está realizando con buenos resultados en la masa de Los Arenales (comarca del Carracillo) y que los niveles acuíferos terciarios más explotados son los más superficiales (tal como corroboran los mapas de isodescensos de la confederación, se considera viable iniciar los estudios y actuaciones necesarias para realizar las dos alternativas de recarga artificial planteadas en esta masa en los sectores indicados, a modo orientativo, en el plano geológico (inmediaciones de Medina, centro y este de la masa).

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

MEDINA DEL CAMPO (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

274, Arenas, cantos y gravas. (Barra). *Holoceno*

272, Arcillas, limos, arenas y gravas. (depósitos de meandros). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

271, Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. (Fondos de valle). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (a veces enconstradas). (terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos.(Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

- 249, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Plioceno-Holoceno*
- 246, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis). *Pleistoceno Superior-Holoceno*
- 244, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*
- 243, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociado a terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*
- 240, Arenas blanquecinas, fluviales, con gravilla de cuarzo, y a veces, arenas eólicas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*
- 239, Arenas arcósicas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita a veces, arenas eólicas, intercaladas. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Superior*
- 238, Arenas arcósicas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Medio*
- 237, Arenas arcósicas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita a veces con grandes bloques. (Superficies con depósitos) *Pleistoceno Inferior*
- 235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*
- 232, Gravas cuarcíticas, y a veces bloques, en matriz arcillo-arenosa, encostramiento, a veces. (Raña). *Turolense-Plioceno*
- 199, Fangos areno-limosos, con niveles margosos y calizas. *Vallesiense*
- 195, Calizas (con moldes de raíces y gasterópodos) y/o dolomías, con intercalaciones margosas. CALIZAS "INTRACUESTAS" Y CALIZAS DE AREVALO. *Vallesiense*
- 190, Margas blanquecinas, con intercalaciones de margocalizas, dolomías y localmente yesos y arcillas. FACIES CUESTAS "MARGO CALCAREAS". *Aragoniense-Vallesiense*
- 183, Arcillas y margas grises, con intercalaciones de margocalizas (con ostracodos). FACIES CUESTAS. ARCILLO-MARGOSA. *Aragoniense*
- 148, Limos, arcillas y arenas ocre, con intercalaciones de paleocanales y suelos calcimorfos. FACIES TIERRA DE CAMPOS P.D. *Aragoniense*
- 122, Arenas arcósicas blanquecinas, gruesas y cementadas. *Vallesiense*
- 121, Arenas arcósicas blanquecinas. *Vallesiense*
- 120, Fangos oscuros. *Vallesiense*
- 119, Fangos arcósicos y arcosas finas, ocre, frecuentemente con estratificación centi-decimétrica. *Aragoniense-Vallesiense*
- 118, Areniscas cementadas por carbonatos. *Vallesiense*
- 117, Arcosas blanco-rojizas, con cantos plutónicos y areniscas feldespáticas, cementadas por carbonatos (FACIES VILLAFLO). *Aragoniense-Vallesiense*
- 116, Arcosas fangosas rojizas y gris-verdosas. *Aragoniense*
- 114, Arcosas fangosas ocre y beige, ocasionalmente cementadas por carbonatos. Suelos calcimorfos y calizas palustres (FACIES PUENTE RUNEL). *Aragoniense*
- 113, Fangos arcósicos y arenas limosas beige-rojizas, con cantos plutónicos y metamórficos dispersos. *Aragoniense*
- 112, Arcillas arenosas, rojizas y verdes. *Aragoniense*
- 109, Arenas arcósicas, con cantos y, a veces, lutitas grises, y paleosuelos (FACIES PEÑALBA). *Aragoniense*
- 108, Bloques y cantos gneísicos o plutónicos, con matriz y arenas arcósicas. (FACIES CALZADILLA). *Aragoniense*
- 107, Fangos arcósicos y arcosas, con predominio de tonos pardos y frecuentes niveles calcimorfos. *Aragoniense*
- 106, Costras calcáreas y niveles limos-arenosos, con abundantes nódulos calcáreos. *Aragoniense*
- 105, Niveles de arcosas cementadas. *Aragoniense*
- 104, Arenas arcósicas gruesas, a veces con cantos de cuarzo y cuarcitas (Paleocanales). *Aragoniense*
- 102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcósicas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Ramblense-Aragoniense*
- 101, Conglomerados y arcósicas, con matriz limosa, amarilla o blanca. (ARENISCAS DE GARCIBERNÁNDEZ). *Ramblense-Aragoniense*
- 100, Arenas arcósicas y fangos. (FACIES ARAUZO Y SAN PEDRO DEL ARROYO). *Ramblense-Aragoniense*
- 60, Gravas de cuarcitas y lidita, con matriz arcillo-arenosa roja y alteración infrayacente. SUPERFICIE DE GUAREÑA. *Eoceno Superior-Ramblense*
- 59, Costras calcáreas. *Ramblense*
- 58, Areniscas calcáreas. *Ramblense*
- 57, Arcosas fangosas, rojizas y gris-verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcitas y costras calcáreas. FACIES VILLALBA DE ADAJA P.D. *Eoceno Superior-Ramblense*
- 55, Conglomerados (a veces brechas) cuarcitas y limos rojos. A veces arenas amarillentas y niveles de cantos o conglomerados. SERIES ROJAS (CONGL. DE BELVER, FACIES ASPARIEGOS, FACIES ROJA DE TORO). *Eoceno Superior-Ramblense*
- 47, Calizas detriticas y areniscas calcáreas. CALIZAS DE VALDEFINJAS. *Oligoceno*
- 46, Conglomerados y areniscas compactadas, margas blanquecinas. *Oligoceno*
- 45, Areniscas blanco-amarillentas, microconglomerados, limolitas y fangos arcósicos con cantos, en bancos potentes. "GRUPO SUPERIOR PALEÓGENO". *Eoceno Superior-Oligoceno*
- 43, Areniscas, conglomerados y limos en bancos delgados. "GRUPO INFERIOR PALEÓGENO". *Eoceno Medio-Oligoceno*
- 30, Areniscas, microconglomerados y conglomerados, con cemento silíceo, arenas y arcillas. Suelos lateríticos (F. SIDEROLITICAS; F. TORNEROS). *Cretácico-Mioceno Inferior*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: ACUÍFEROS CONTENIDOS EN LA MASA^b

Se diferencian distintos tramos del terciario detrítico según la profundidad a la que se encuentran. El terciario detrítico c5 es el que aflora.

Naturaleza del acuífero o acuíferos contenidos en la masa:

Denominación	Litología	Extensión del afloramiento km ²	Geometría
Mesozoico c11	Carbonatado	0,0	Tabular
Terciario detrítico c5	Detrítico no aluvial	2.300,0	Tabular
Terciario detrítico c7	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular
Terciario detrítico c8	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular
Terciario detrítico c9	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular
Terciario detrítico c10	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular
Cuaternario aluvial	Detrítico aluvial	1.100,0	Lenticular
Arenas eólicas	Detrítico no aluvial	160,0	Compleja

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: ESPESORES

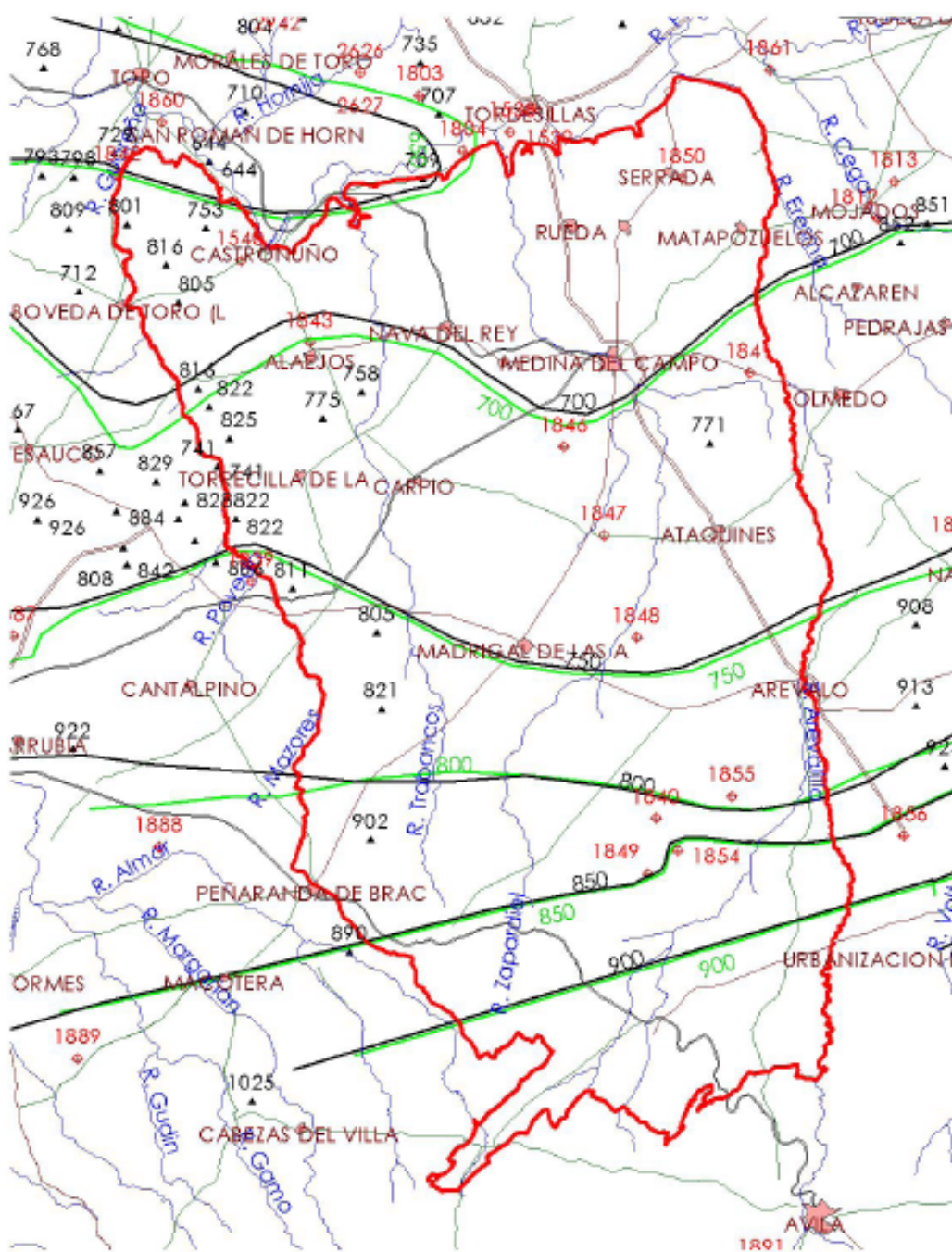
Acuífero	Rango espesor (m)	
	Valor menor en rango	Valor mayor en rango
Arenas eólicas	1	5
Cuaternario aluvial		
Terciario detrítico c5	0	10
Terciario detrítico c7	0	30
Terciario detrítico c8	0	38
Terciario detrítico c9	0	180
Terciario detrítico c10	0	800
Mesozoico c11	0	220

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Porosidad, permeabilidad (m/día) y transmisividad (m²/día)

Acuífero	Régimen hidráulico	Porosidad	Permeabilidad	Transmisividad (rango de valores)	
				Valor menor en rango	Valor mayor en rango
Mesozoico c11	Confinado	Karstificación	Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ m/día	2,0	440,0
Terciario detrítico c5	Libre	Intergranular	Media: 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴ m/día	0,0	0,0
Terciario detrítico c7	Confinado	Intergranular	Alta: 10 ⁺² a 10 ⁻¹ m/día	1,0	90,0
Terciario detrítico c8	Confinado	Intergranular	Alta: 10 ⁺² a 10 ⁻¹ m/día	3,0	114,0
Terciario detrítico c9	Confinado	Intergranular	Alta: 10 ⁺² a 10 ⁻¹ m/día	0,1	540,0
Terciario detrítico c10	Confinado	Intergranular	Alta: 10 ⁺² a 10 ⁻¹ m/día	1,0	2.400,0
Cuaternario aluvial	Libre	Intergranular	Muy alta: > 10 ⁺² m/día		
Arenas eólicas	Libre	Intergranular	Muy alta: > 10 ⁺² m/día	25,0	250,0

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: PIEZOMETRÍA



MAPA 5.2.2: MAPA DE ISOPIEZAS RECIENTE DE ESTIAJE Y DE PERIODO HÚMEDO
22_047 MEDINA DEL CAMPO

INFORMACIÓN ADICIONAL 5: CALIDAD QUÍMICA DE LA MASb
Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	79/ 468	26,4	16,0	8,0	15,6	14,5	17,1	18,7	1.999/ 2.007
pH (Ud. pH)	/								/
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	145/ 958	4.051	643	107	560	365	720	1.009	1.975/ 2.007
Nitrato (mg/L)	194/ 1.488	295,8	34,1	0,0	28,0	5,0	54,0	80,0	1.974/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	78/ 211	0,01300	0,00060	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00090	2.000/ 2.007
Plomo (mg/L)	37/ 145	0,04300	0,00220	0,00000	0,00000	0,00000	0,00080	0,00700	2.001/ 2.007
Mercurio (mg/L)	78/ 211	0,00390	0,00020	0,00000	0,00010	0,00000	0,00010	0,00090	2.000/ 2.007
Amonio total (mg NH4/L)	143/ 570	10,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1.982/ 2.007
Cloruro (mg/L)	151/ 1.028	2.092,0	71,9	2,0	49,0	29,1	76,0	120,8	1.971/ 2.007
Sulfato (mg/L)	212/ 1.552	523,0	55,4	0,0	27,0	13,7	60,0	148,0	1.971/ 2.007
Hexaclorociclohexano (HCH) (suma isómeros)	3/ 28	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
op'-DDT	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.006/ 2.006
op'-DDE	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.006/ 2.006
Nitritos	177/ 1.417	20,93	0,39	0,00	0,05	0,00	0,11	0,65	1.974/ 2.007
METRIBUZINA	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.006/ 2.006
Metoxicloro	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.006/ 2.006
Metolacloro	4/ 29	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
METIL- AZINFOS	1/ 1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.006/ 2.006

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 021 - DUERO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 02.10 BAJO DUERO	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 022.048 TIERRA DEL VINO
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> CASTILLA-LEÓN <u>Provincias:</u> Salamanca, Valladolid y Zamora	<u>Municipios:</u> La Masa en este Sistema de Explotación incluye 69 TM (25 en Salamanca, 1 en Valladolid y 43 en Zamora)	
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: <p>La masa presenta problemas de sobreexplotación, detectados ya en el Plan Hidrológico y actualmente está designada en riesgo (cuantitativo y químico) de no cumplir los objetivos medioambientales de la DMA. Además pertenece al Sistema de Explotación de Recursos más vulnerable a las sequías según el índice estandarizado de precipitación (SPI).</p>		
FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input checked="" type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>	
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Terciario detrítico y Cuaternario (aluvial + eólico) (Inf. Ad. 1)		

ACUÍFERO RECEPTOR: Terciario detrítico

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input checked="" type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>

Litologías
Litología: Conglomerados, arcillas, areniscas, margas y calizas
Espesores máximos: 580 m (Inf. Ad. 2)
Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 3)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) ▪ Transmisividad (m²/día) <ul style="list-style-type: none"> Terciario detrítico c8 (libre) Terciario detrítico c9 (confinado) Terciario detrítico c10 (confinado) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.) (Inf. Ad. 4) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) (Oct 2006-Mz 2007) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	 3 0,1 1	Intergranular Alta: 10 ⁻¹ a 10 ² 33	 135 300 1.305 6

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	s	p	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sur	a	e	p	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Este	a	s	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	c	n	m	

Observaciones: Los niveles superiores del detrítico terciario se comportan como acuíferos libres que se recargan por la infiltración directa del agua de lluvia y los retornos de riego. Estos niveles superficiales presentan una importante capacidad de almacenamiento y descargan mediante goteo sobre el detrítico terciario que se encuentra semiconfinado bajo capas de limos y arcillas. Otra entrada de agua al sistema corresponde a las trasferencias laterales subterráneas procedentes del terciario de la región del Tormes con la que se encuentra hidrológicamente conectado.

Se ha detectado una divisoria de aguas subterráneas entre la cuenca del río Tormes y del río Duero, al sur de la masa de agua. Esta divisoria solo afecta a los niveles más superficiales permitiendo la circulación de los flujos regionales profundos de dirección SO-NE.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/>	Depuración <input checked="" type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>
Recursos hídricos naturales	Río 1	Río 2	Canal 1
Nombre (código):	Mazores en Tarazona de Guareña	Guareña en Vadillo de la Guareña	
Ref. estación aforo:	2127	2128	
Capacidad embalse (hm ³)			
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2)	(Q) 0,125	(Q) 0,427	
ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)			
- máxima	(Q) 0,4	(Q) 0,77	
- mínima	(Q) 0,02	(Q) 0,04	
Año o Periodo medida:	1976-1991	1976-1991	

	Total Aportación natural media anual (A):
	Total Caudal medio anual (Q):

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: evaluar los caudales invernales en los ríos Mazores y Guareña para la recarga de acuífero terciario detrítico, en los niveles más superficiales (c8 y c9).

(2) Distribución media mensual: $Q(m^3/s)$

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río 1	0,08	0,10	0,15	0,17	0,39	0,19	0,12	0,11	0,09	0,05	0,03	0,04
Río 2	0,23	0,41	0,55	0,63	0,84	0,59	0,59	0,49	0,35	0,15	0,03	0,05
Canal 1												
Escorren.												

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2
Nombre (código):	Fuentesauco	
Municipios conectados:		
Población (hab):		
Tipo de tratamiento:	Secundario	
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	1.057.632	
¿Existe reutilización?	No	
Referencia Concesión:		
Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$):		
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):		

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario: únicamente se encuentra en la masa la EDAR de Fuentesauco que dispone de un volumen anual estimado de **1 hm³/año**, que adecuado previamente podría utilizarse para la recarga del acuífero detrítico terciario.

(4) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EDAR 1												
EDAR 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

Aguas desaladas	Desaladora 1	Desaladora 2
Nombre (código):		
Origen del agua:		
Volumen desalado ($hm^3/año$) (5):		

Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No estudiar sin datos condicionado

Comentario:

(5) Distribución media mensual (m^3)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Desalad. 1												
Desalad. 2												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: Ríos Guareña y Mazores; EDAR Fuentesauco
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Sin datos Sin datos

- Agua del medio receptor: Acuíferos de la masa
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico: Valores de la mediana (Inf. Ad. 5)
 - Cond. eléc. a 25° C (µS/cm): 516
 - Nitrato (mg/L): 20
 - Cloruro (mg/L): 23,2
 - Sulfato (mg/L): 21,5
 - Nitritos (mg/L): 0,05

- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
 Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES	
Superficial	Profunda	Estudios previos de caudales	<input type="checkbox"/>
Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos	Estudios previos del acuífero	<input type="checkbox"/>
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos	Otros estudios:	
Zanjas	<input type="checkbox"/> Mixta:	Planta de recarga	<input type="checkbox"/>
Canales	<input type="checkbox"/>	Infraestructuras de transporte	<input type="checkbox"/>
Cauces	<input type="checkbox"/> ASR:	o Canal:	
Represas	<input type="checkbox"/>	o Azud:	
Otros	<input type="checkbox"/>	o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

No se dispone de información suficiente para realizar una propuesta determinada de recarga. Las distintas posibilidades según la cuantificación de caudales en los ríos Mazores y Guareña (y en la EDAR) y la selección de emplazamientos deberán determinarse con un **estudio hidrogeológico concreto** que determine la viabilidad técnica de esta actuación en la zona entre Cantalpino y Fuentesauco.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

En esta masa, los descensos cifrados desde el año 1972 al 2009 por la Confederación Hidrográfica del Duero (Jornadas Internacionales sobre: La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos. Palma de Mallorca. Octubre de 2009) en el rango de profundidades de 40 a 100 son variables: los mayores (20 a 30 m) se localizan al sur de la masa (Cantalpino) y decrecen hacia el norte, estando en el entrono de Fuentesauco sobre los 10 - 15 m. Por tanto se considera necesario iniciar los estudios para realizar la recarga artificial sobre los niveles superiores del acuífero terciario detrítico en el sector indicado, a modo orientativo, en el plano geológico.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

ANEXO A

TIERRA DEL VINO (LEYENDA GEOLÓGICA)

500000, Masas de agua

270, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno*

268, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas (a veces encostradas). (Terrazas medias). *Pleistoceno Medio-Superior*

267, Gravas, cantos, arenas y a veces arcillas. (Terrazas altas). *Pleistoceno Inferior-Medio*

265, Poblaciones Romanas y castros. (Materiales antrópicos). *Holoceno*

264, Gravas, cantos, arenas y limos.(Abanicos). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

255, Cantos, arenas, limos. (Aluvial-coluvial). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

253, Limos y arcillas oscuras (a veces, con cantos y arenas y/o costras salinas). (Fondos endorreicos). *Pleistoceno Medio-Holoceno*

252, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (Coluviones). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

249, Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas. (a veces, encostrados). (Coluviones). *Plioceno-Holoceno*

242, Cantos, gravas, arenas, limos, arcillas y a veces bloques. (Glacis asociados a terrazas indiferenciadas). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

238, Arenas arcósicas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Medio*

237, Arenas arcósicas, arcillas y limos con cantos de cuarzo y cuarcita a veces con grandes bloques. (Superficies con depósitos). *Pleistoceno Inferior*

236, Arenas. (Dunas). *Pleistoceno Superior-Holoceno*

235, Arenas, limos (loess). (Manto eólico). *Pleistoceno Inferior-Holoceno*

107, Fangos arcósicos y arcosas, con predominio de tonos pardos y frecuentes niveles calcimorfos. *Aragoniense*

104, Arenas arcósicas gruesas, a veces con cantos de cuarzo y cuarcitas (Paleocanales). *Aragoniense*

102, Fangos arcósicos y arcosas gris-verdes o rojizas, con niveles de arcosas gruesas y/o gravas cuarcíticas y suelos calcimorfos (F. PEDRAJA DEL PORTILLO) y arcósicas, a veces fangosas gris-verdes o naranja, con gravas. (F. AMATOS). *Ramblense-Aragoniense*

101, Conglomerados y arcósicas, con matriz limosa, amarilla o blanca. (ARENISCAS DE GARCIBERNÁNDEZ). *Ramblense-Aragoniense*

100, Arenas arcósicas y fangos. (FACIES ARAUZO Y SAN PEDRO DEL ARROYO). *Ramblense-Aragoniense*

99, Areniscas y fangos, con cemento carbonatado. *Ramblense*

60, Gravas de cuarcitas y lidita, con matriz arcillo-arenosa roja y alteración infrayacente. SUPERFICIE DE GUAREÑA. *Eoceno Superior-Ramblense*

55, Conglomerados (a veces brechas) cuarcitas y limos rojos. A veces arenas amarillentas y niveles de cantos o conglomerados. SERIES ROJAS (CONGL. DE BELVER, FACIES ASPARIEGOS, FACIES ROJA DE TORO). *Eoceno Superior-Ramblense*

51, Arenas arcósicas, con gravas y fangos minoritarios. Color blanco - amarillo - verdoso. FACIES CARRASCAL P.D. *Oligoceno-Ramblense*

47, Calizas detríticas y areniscas calcáreas. CALIZAS DE VALDEFINJAS. *Oligoceno*

46, Conglomerados y areniscas compactadas, margas blanquecinas. *Oligoceno*

45, Areniscas blanco-amarillentas, microconglomerados, limolitas y fangos arcósicos con cantos, en bancos potentes. "GRUPO SUPERIOR PALEÓGENO". *Eoceno Superior-Oligoceno*

44, Costras ferruginosas. *Eoceno Superior-Oligoceno*

43, Areniscas, conglomerados y limos en bancos delgados. "GRUPO INFERIOR PALEÓGENO". *Eoceno Medio-Oligoceno*

42, Areniscas y lutitas rojas, con conglomerados minoritarios. ARENISCAS DE ALDEARRUBIA. *Eoceno Superior-Oligoceno*

41, Silcretas sobre conglomerados y lutitas. Intercalaciones en Areniscas de Cabrerizos. *Oligoceno*

39, Costras carbonatadas sobre lutitas. *Oligoceno*

38, Costras carbonatadas sobre areniscas y conglomerados. *Eoceno Superior-Oligoceno*

36, Limos y areniscas, amarillentas y ocres con niveles conglomeráticos. A veces, microconglomerados, arenas y lutitas areniscas arcóscas blancas. ARENISCAS DE CABRERIZOS. *Eoceno Medio-Oligoceno*

35, Areniscas y lutitas ocres, con bioturbación y cementación carbonatada. *Eoceno Medio-Oligoceno*

33, Limolitas y margas blanquecinas, arenas laminadas, verdosas a veces. MARGAS DE SANZOLES. *Eoceno Inferior-Medio*

32, Costras carbonatadas. *Eoceno Medio*

31, Conglomerados, arenas y arcillas arcóscas o subarcóscas, con encostramientos carbonatados a techo. *Eoceno Medio*

30, Areniscas, microconglomerados y conglomerados, con cemento silíceo, arenas y arcillas. Suelos lateríticos (F. SIDEROLITICAS; F. TORNEROS). *Cretácico Inferior-Eoceno Inferior*

28, Areniscas y conglomerados rojos silíceos. *Cretácico Inferior-Eoceno Inferior*

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: ACUÍFEROS CONTENIDOS EN LA MASA

Naturaleza del acuífero o acuíferos contenidos en la masa:

Denominación	Litología	Extensión del afloramiento km ²	Geometría
Terciario detrítico c10	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular
Arenas eólicas	Detrítico no aluvial	150,0	Compleja
Cuaternario aluvial	Detrítico aluvial	220,0	Lenticular
Terciario detrítico c8	Detrítico no aluvial	1.240,0	Tabular
Terciario detrítico c9	Detrítico no aluvial	0,0	Tabular

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: ESPEORES

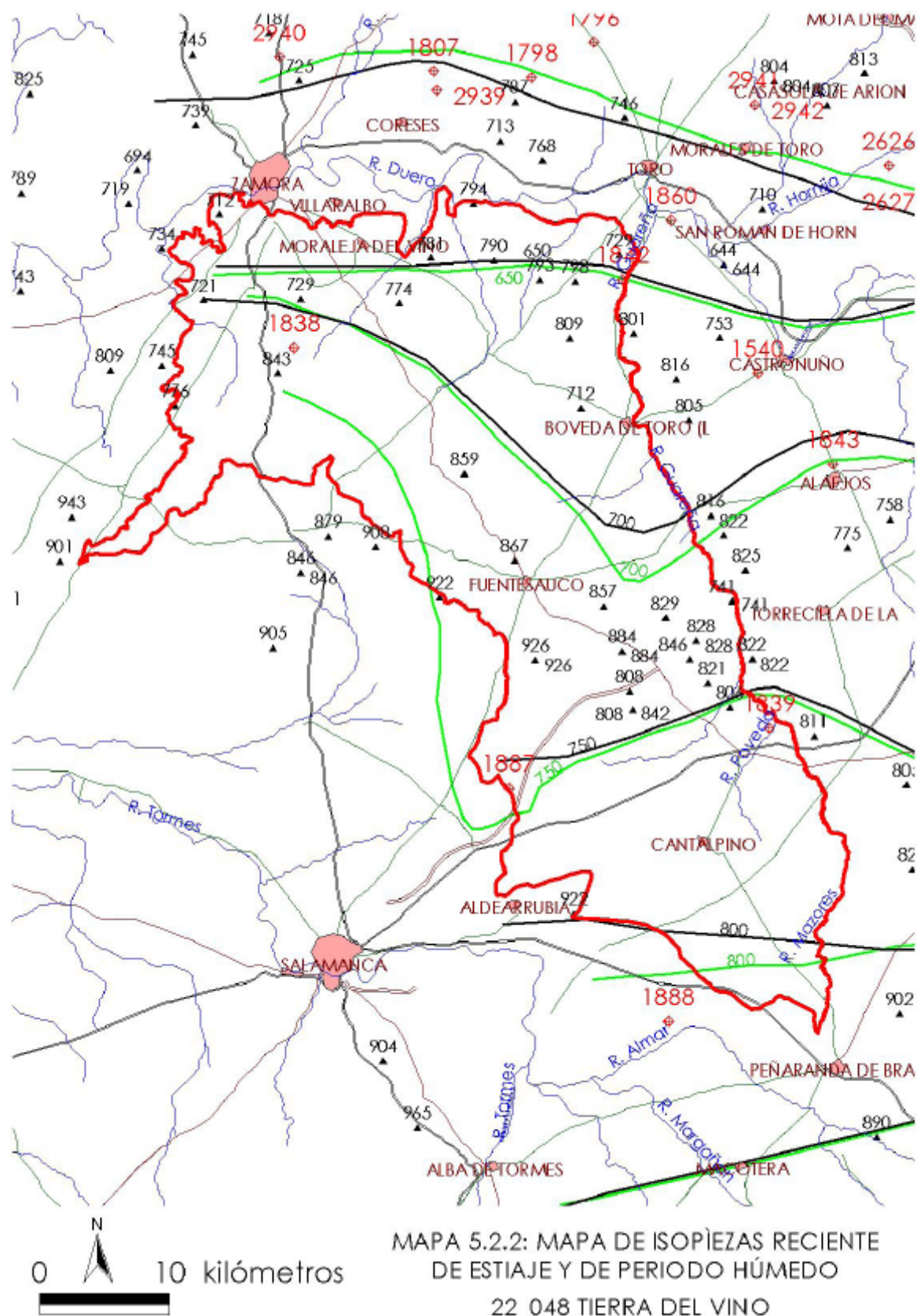
Acuífero	Rango espesor (m)	
	Valor menor en rango	Valor mayor en rango
Arenas eólicas		
Cuaternario aluvial		
Terciario detrítico c8	0	45
Terciario detrítico c9	0	100
Terciario detrítico c10	0	435

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO

Columna litológica tipo:

Litología	Extensión Afloramiento km ²	Rango de espesor (m)		Edad geológica
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENISCAS, MARGAS Y CALIZAS	1.240,00			TERCIARIO INDIFERENCIADO
ARENAS EÓLICAS: ARCOSAS	150,00			CUATERNARIO
CONGLOMERADOS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	220,00			CUATERNARIO
CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y LUTITAS	30,00			CRETÁCICO SUPERIOR-PALEOCENO

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: PIEZOMETRÍA



MAPA 5.2.2: MAPA DE ISOPIEZAS RECIENTE DE ESTIAJE Y DE PERIODO HÚMEDO
22_048 TIERRA DEL VINO

INFORMACIÓN ADICIONAL 5: CALIDAD QUÍMICA DE LA MASH
Niveles de referencia:

Parámetro	Nº estaciones / Nºmuestras	Valor del parámetro							Periodo
		máximo	medio	mínimo	mediana	Perc. 25	Perc. 75	Perc. 90	
Temperatura (°C)	9/ 71	20,5	16,1	11,5	16,5	13,9	17,7	18,7	2.000/ 2.007
pH (Ud. pH)	/								/
Conductividad eléctrica a 20° C (µS/cm)	14/ 126	1.340	532	151	516	375	657	860	1.971/ 2.007
Nitrato (mg/L)	17/ 235	120,0	40,2	0,0	20,0	4,0	68,0	120,0	1.979/ 2.007
Arsénico (mg/L)	/								/
Cadmio (mg/L)	3/ 30	0,01600	0,00100	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2001/ 2007
Plomo (mg/L)	3/ 30	0,01400	0,00110	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Mercurio (mg/L)	3/ 30	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Amonio total (mg NH4/L)	12/ 82	1,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1.982/ 2.007
Cloruro (mg/L)	17/ 166	284,5	48,9	7,0	23,2	19,0	49,9	128,0	1.971/ 2.007
Sulfato (mg/L)	23/ 248	189,9	43,7	0,0	21,5	8,0	93,0	97,0	1.971/ 2.007
Trifluralina	1/ 10	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Hexaclorociclohexano (HCH) (suma isómeros)	1/ 10	9,00000	2,10000	0,00000	1,00000	0,00000	2,00000	4,00000	2.001/ 2.007
Isoproturón	1/ 10	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2.001/ 2.007
Metolaclo	1/ 10	19,35	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00	13,00	2.001/ 2.007
Nitritos	17/ 228	2,08900	0,10200	0,00000	0,05000	0,00000	0,16000	0,16000	1.979/ 2.007