

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 6.- Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir



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 6.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL
GUADALQUIVIR

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 6.- Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir**, 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:

Ángel Díaz Pérez

Sergio Martos Rosillo

Raquel Morales García

Fernando Ruiz Bermudo

Comité de Expertos de la Demarcación:

Miguel Martín Machuca

Carlos Mediavilla Laso

Juan Carlos Rubio Campos

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 6.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR

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	5
1.2.2.- B) Análisis crítico de la situación: Juicio de expertos.....	17
1.2.3.- C) Diagnóstico y Selección final.....	24
2.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL	25
2.1.- Metodología de trabajo	25
2.2.- Análisis de la viabilidad técnica de la recarga: Catálogo de actuaciones	26
2.2.1.- A) Descripción de los Sistemas de Explotación de Recursos (SER)	26
2.2.2.- B) Masas seleccionadas y Sistemas de Explotación de Recursos (SER) implicados	32
2.2.3.- C) Catálogo de actuaciones de recarga	34
Ficha 1.- SER 1 Guadamar (MASb 05.49 Niebla-Posadas).....	35
Ficha 2.- SER 4 Abastecimiento a Jaén (MASb 05.70 Gracia Ventisquero)....	51
Ficha 3.- SER 5 Hoya de Guadix (MASb 05.12 Guadix-Marquesado)	69
Ficha 4.- SER 6 Alto Genil (MASb 05.32 Depresión de Granada, 05.28 Montes Orientales. Sector Norte)	89
Ficha 5.- SER 7 Regulación General (MASb 05.04 Huéscar-Puebla de Don Fadrique, 05.06 Orce-María-Cullar, 05.09 Baza-Caniles, 05.19 Mancha Real-Pegalajar, 05.23 Úbeda, 05.24, Bailén-Guarromán-Linares, 05.41 Guadahortuna-Larva, 05.43 Sierra y Mioceno de Estepa, 05.46 Aluvial del Guadalquivir-Sevilla, 05.47 Sevilla-Carmona, 05.49 Niebla-Posadas, 05.52 Lebrija, 05.73 Aluvial del Guadalquivir (Sevilla))	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Antecedentes en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir	5
Figura 2.- Tipología de las MASb en riesgo en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.....	6

Figura 3.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Masas en Riesgo Cuantitativo en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir	7
Figura 4.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Zonas Vulnerables a los Nitratos en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.....	8
Figura 5.- Evolución del Índice SPI de la precipitación anual en la Demarcación del Guadalquivir (1942/43 – 1994/95)	10
Figura 6.- Evolución del Índice IEA de la aportación anual en la Demarcación del Guadalquivir (1942/43 – 1996/97)	10
Figura 7.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Sequías en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir	11
Figura 8.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Humedales en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir	14
Figura 9.- Selección preliminar de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.....	16
Figura 10.- Selección final de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir	24
Figura 11.- Sistemas de Explotación de Recursos definidos en el Plan Hidrológico del Guadalquivir (arriba) y límites actuales (abajo)	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Clasificación de los Sistemas de Explotación de Recursos (SER) de la Demarcación del Guadalquivir en función de los Índices Estandarizados de Precipitación (SPI) y de Aportación (SAI)	9
Tabla 2.- Síntesis de resultados de la relación zona húmeda-acuífero en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.....	12
Tabla 3.- Selección preliminar de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir	15
Tabla 4.- Relación de Temas Importantes identificados en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir	17
Tabla 5.- Selección preliminar y actuaciones posibles de acuerdo con el juicio experto	18
Tabla 6.- Selección final de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir	24
Tabla 7.- Adscripción de las MASb seleccionadas a los actuales SER de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir	32

ÍNDICE DE MAPAS

- Demarcación Hidrográfica 051 – Guadalquivir. Sistemas de explotación de recursos con masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 1 (código: EG08_051_DEM).....	33
- SER 1 Guadiamar. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_051S1_MAP)	37

- SER 4 Abastecimiento de Jaén. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_051S4_MAP) 53
- SER 5 Hoya de Guadix. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_051S5_MAP) 71
- SER 6 Alto Genil. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_051S6_MAP) 91
- SER 7 Regulación general. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_051S7_MAP)119
- SER 7 Regulación general. Ampliación 1. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_051S7_MAP).....120
- SER 7 Regulación general. Ampliación 2. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_051S7_MAP).....189

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 (RAA), 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 de 9 Informes 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 BÁSICOS 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 contempladas 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 Guadalquivir 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

- **Criterio Antecedentes**

El vigente Plan Hidrológico de Cuenca, propone en el documento "Plan Hidrológico del Guadalquivir – Normas (Julio, 1995)", la declaración de acuífero sobreexplotado o en riesgo de estarlo en 12 Unidades Hidrogeológicas (artículo 62), y prevé para el horizonte 2002, el desarrollo de estudios y, en su caso, la ejecución de las obras que permitan la recarga artificial de acuíferos en 5 Unidades Hidrogeológicas (artículo 64).

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 6 Unidades Hidrogeológicas.

En total resultan seleccionadas por este criterio 17 Unidades Hidrogeológicas que afectan a 17 de las actuales Masas de Agua Subterránea (figura 1).

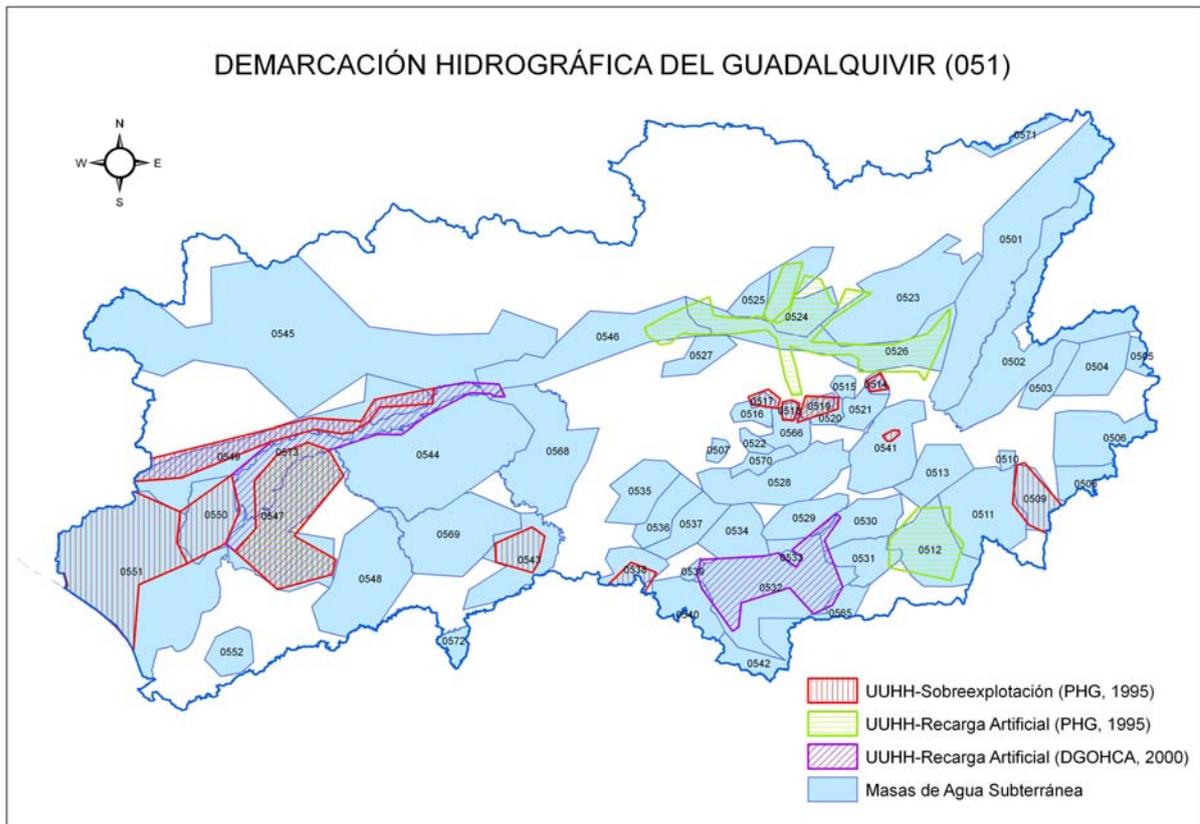


Figura 1.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Antecedentes en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

o **Criterio Masas en Riesgo Cuantitativo**

De las 60 MASb delimitadas en la Demarcación del Guadalquivir, 40 están en designadas en riesgo de no alcanzar los objetivos medioambientales 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 40 masas en riesgo, 19 presentan riesgo químico, 16 riesgo cuantitativo y 5 riesgo químico y cuantitativo; en consecuencia, el número de masas en riesgo cuantitativo a considerar en esta selección asciende a 21.

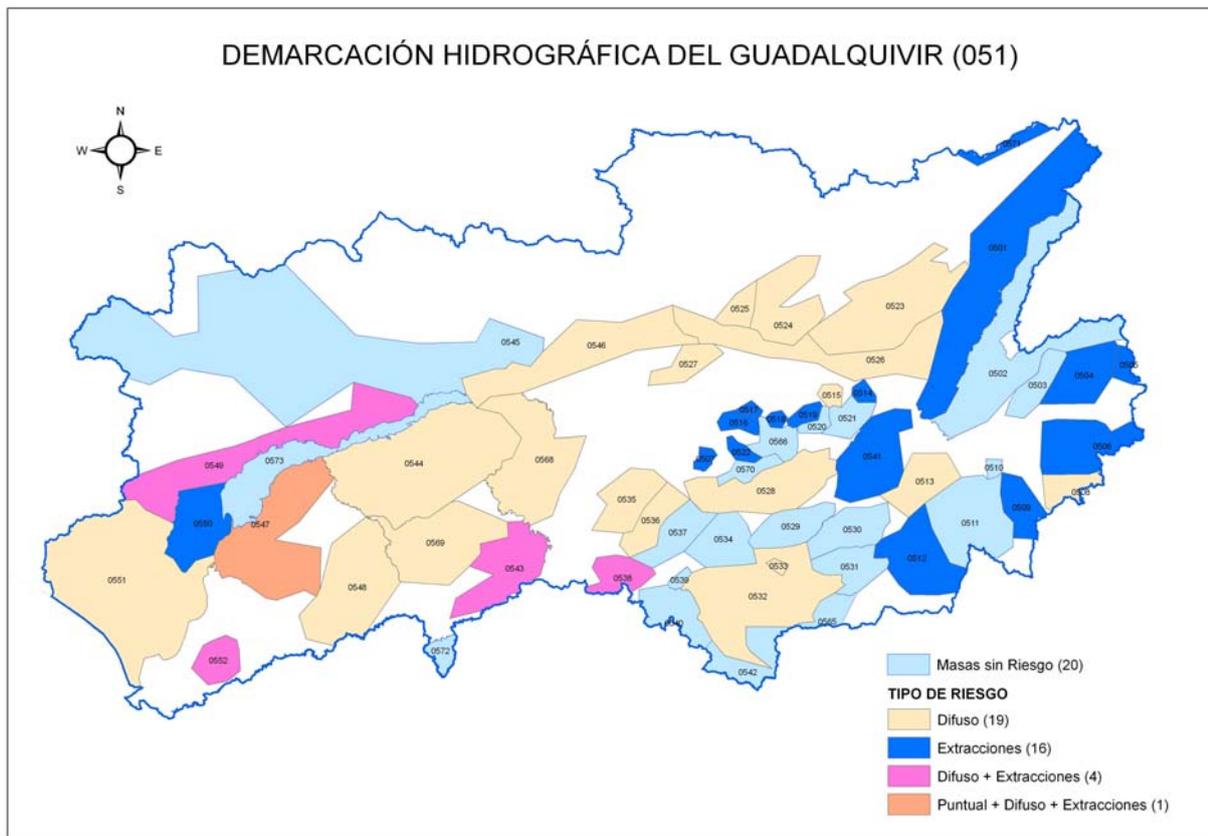


Figura 2.- Tipología de las MASb en riesgo en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

Al incorporar el registro de captaciones de 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 de las masas en riesgo cuantitativo designadas en la Demarcación: 21 (tabla 3).

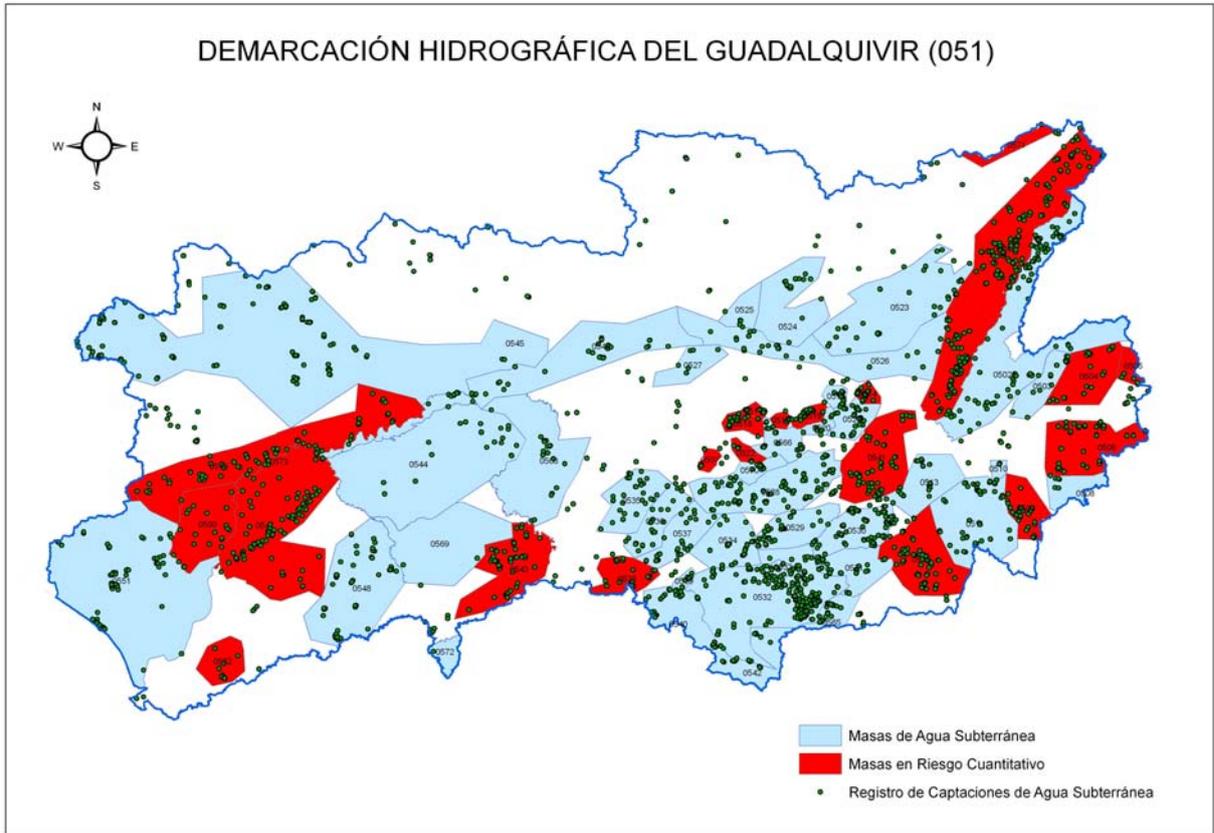


Figura 3.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Masas en Riesgo Cuantitativo en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

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

En la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir existen designadas extensas zonas vulnerables a la contaminación por nitratos, localizadas fundamentalmente en el eje del río Guadalquivir desde Córdoba hasta su desembocadura. Al superponer las zonas vulnerables a las masas en riesgo cuantitativo (figura 4) se observa una coincidencia de ambas en todas las situadas en el sector occidental (05.43 Sierra y Mioceno de Estepa, 05.47 Sevilla-Carmona, 05.49 Niebla-Posadas, 05.50 Aljarafe y 05.52 Lebrija) mientras que las masas en riesgo cuantitativo orientales apenas se ven afectadas (05.71 Campos de Montiel).

Aplicando estrictamente este criterio de selección, de las 21 masas en riesgo cuantitativo, sólo en las 6 masas citadas se han designado zonas vulnerables. No obstante, dada la gran superficie afectada por nitratos en otras masas, se han incluido en la selección otras 6 (05.26 Aluvial del Guadalquivir (Córdoba-Jaén), 05.32 Depresión de Granada, 05.44 Altiplanos de Écija, 05.46 Aluvial del Guadalquivir – Sevilla, 05.51 Almonte- Marismas del Guadalquivir, 05.73 Aluvial del Guadalquivir (Sevilla)), resultando finalmente 12 las MASb seleccionadas.

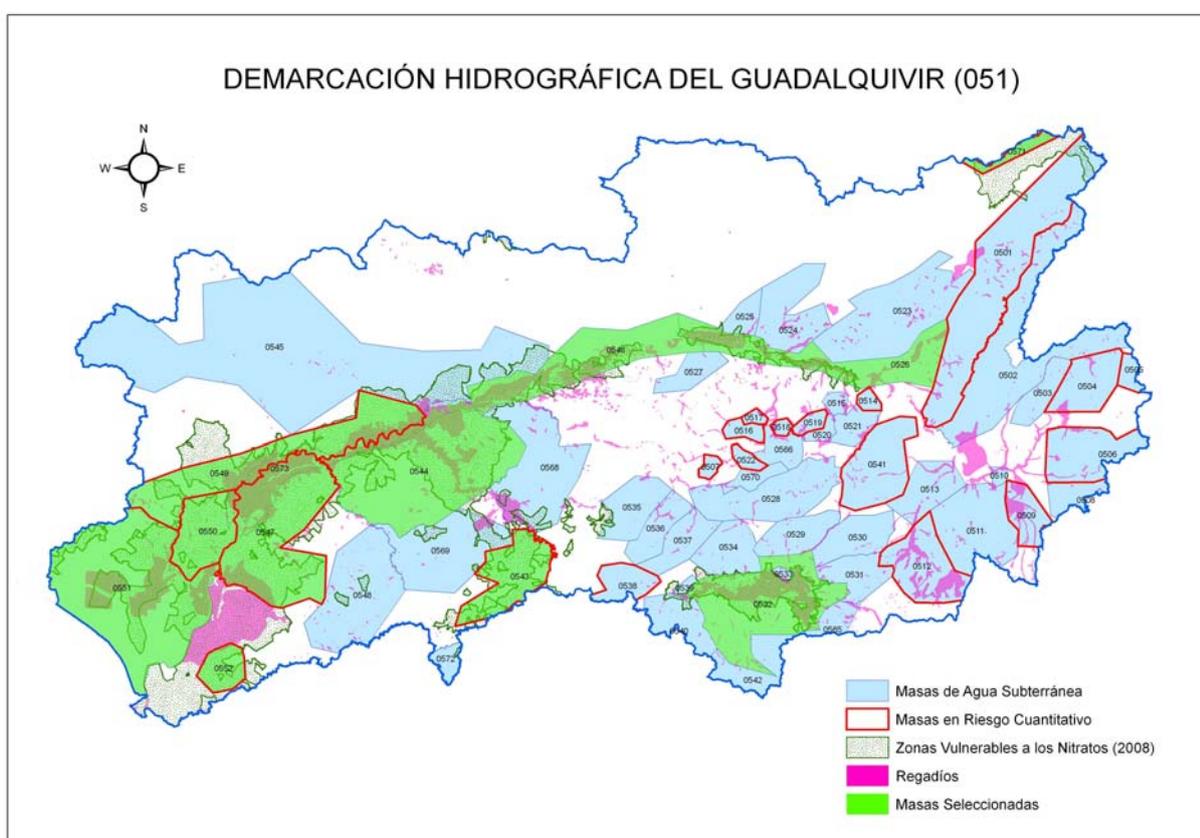


Figura 4.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Zonas Vulnerables a los Nitratos en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

○ **Criterio Sequías**

De acuerdo con la caracterización meteorológica de las sequías, realizada a través del Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) (figura 5), y la caracterización hidrológica de las sequías, representada por el Índice de Aportación Estandarizado (SAI) (figura 6), analizadas en el "Plan Especial de Actuación en Situación de Alerta y Eventual Sequía" (PES) de la Demarcación del Guadalquivir; 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 Guadalquivir en función de los Índices Estandarizados de Precipitación (SPI) y de Aportación (SAI)

SER	nº años SPI (-)	nº años secos (SAI <-0,5)
<i>Serie</i>	<i>1942/43 – 1995/96</i>	<i>1942/43 – 96/97</i>
<i>Duración</i>	<i>55</i>	<i>56</i>
Salado de Morón	27	19
Campaña sevillana	27	23
Alto Genil	29	19
Jaén	31	24
Hoya de Guadix	28	20
Alto Guadiana	31	21
Rumblar	27	21
Guadalmellato	29	21
Bembezar-Retortillo	30	22
Huesna	27	22
Viar	29	20
Sevilla	29	23
Almonte-Marismas	28	22
Regulación General	30	23
CUENCA GUADALQUIVIR	34 <i>(Periodo 42/43 – 04/05)</i>	22

Así, atendiendo al número de años con SPI negativo y IEA <-0,5, el SER más vulnerable a las sequías en la Cuenca del Guadalquivir es Jaén (051.05) que incluye íntegramente 11 MASb y 4 más de forma parcial:

Masas incluidas

- 05.14 Bedmar-Jódar
- 05.15 Torres-Jimena
- 05.16 Jabalcuz
- 05.17 Jaén
- 05.18 San Cristóbal
- 05.19 Mancha Real-Pegalajar
- 05.20 Almadén
- 05.21 Sierra Mágina
- 05.22 Mentidero Montesinos
- 05.27 Porcuna
- 05.66 Grajales-Pandera-Carchel

Masas incluidas parcialmente

- 05.07 Ahillo-Caracolera
- 05.28 Montes Orientales. Sector Norte
- 05.41 Guadahortuna-Larva
- 05.70 Gracia-Ventisquero

Por tanto, las MASb seleccionadas por este criterio son 15 en total (figura 7).

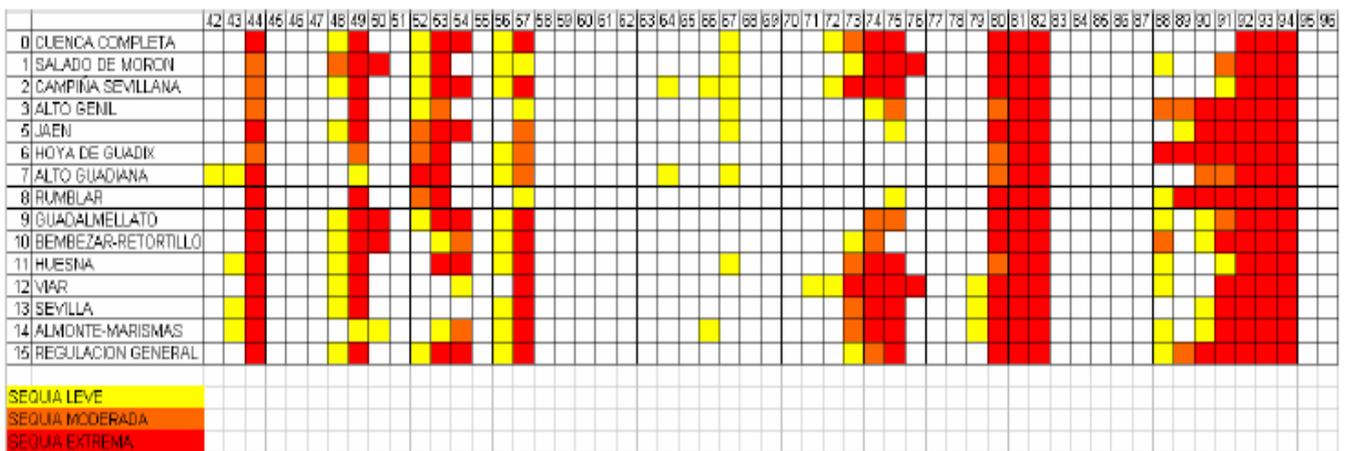


Figura 5.- Evolución del Índice SPI de la precipitación anual en la Demarcación del Guadalquivir (1942/43 – 1994/95)

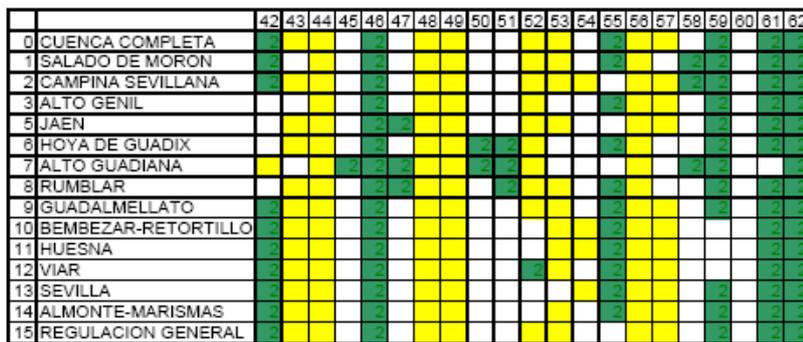


Figura 6.- Evolución del Índice IEA de la aportación anual en la Demarcación del Guadalquivir (1942/43 – 1996/97)

	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
0 CUENCA COMPLETA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1 SALADO DE MORON	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2 CAMPINA SEVILLANA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3 ALTO GENIL	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5 JAEN	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6 HOYA DE GUADIX	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7 ALTO GUADIANA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8 RUMBLAR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9 GUADALMELLATO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10 BEMBEZAR-RETORTILLO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11 HUESNA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12 VIAR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13 SEVILLA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14 ALMONTE-MARISMAS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15 REGULACION GENERAL	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
0 CUENCA COMPLETA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1 SALADO DE MORON	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2 CAMPINA SEVILLANA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3 ALTO GENIL	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5 JAEN	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6 HOYA DE GUADIX	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7 ALTO GUADIANA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8 RUMBLAR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9 GUADALMELLATO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10 BEMBEZAR-RETORTILLO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11 HUESNA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12 VIAR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13 SEVILLA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14 ALMONTE-MARISMAS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15 REGULACION GENERAL	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

SPI < -0,5 - AÑO SECO
 SPI > 0,5 - AÑO HUMEDO

Figura 6 (continuación).- Evolución del Índice IEA de la aportación anual en la Demarcación del Guadalquivir (1942/43 – 1996/97)

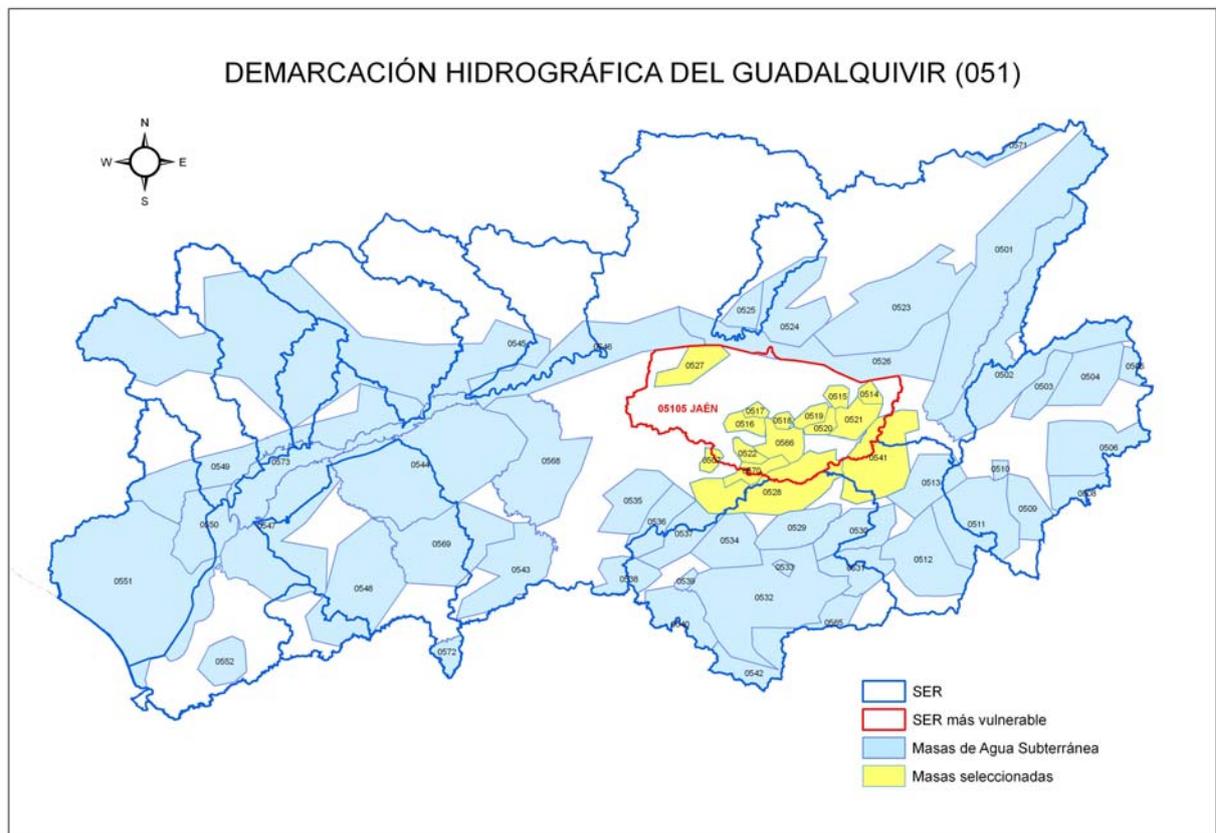


Figura 7- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Sequías en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

○ **Criterio Humedales**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Actividad 4 de la EG (tabla 2), del total de 302 humedales identificados y estudiados en la Demarcación del Guadalquivir, 172 se encuentran relacionados con las aguas subterráneas.

Tabla 2.- Síntesis de resultados de la relación zona húmeda-acuífero en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

CÓDIGO	NOMBRE DE LA MASA	Nº TOTAL HUMEDALES ESTUDIADOS	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
050.001	SIERRA DE CAZORLA	4	0
050.002	QUESADA-CASTRIL	10	4
050.003	DUDA-LA SAGRA	1	0
050.004	HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE	0	0
050.005	LA ZARZA	0	0
050.006	ORCE-MARÍA-CULLAR	1	1
050.007	AHILLO-CARACOLERA	1	1
050.008	SIERRA DE LAS ESTANCIAS	0	0
050.009	BAZA-CANILES	1	1
050.010	JABALCÓN	1	1
050.011	SIERRA DE BAZA	1	1
050.012	GUADIX-MARQUESADO	3	1
050.013	EL MENCAL	0	0
050.014	BEDMAR-JÓDAR	2	1
050.015	TORRES-JIMENA	0	0
050.016	JABALCUZ	0	0
050.017	JAÉN	0	0
050.018	SAN CRISTOBAL	0	0
050.019	MANCHA REAL-PEGALAJAR	0	0
050.020	ALMADÉN	0	0
050.021	SIERRA MÁGINA	0	0
050.022	MENTIDERO-MONTESINOS	0	0
050.023	ÚBEDA	2	0
050.024	BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES	5	2
050.025	RUMBLAR	2	0
050.026	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (CÓRDOBA-JAÉN)	7	0
050.027	PORCUNA	0	0
050.028	MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE	1	1
050.029	SIERRA DE COLOMERA	4	3
050.030	SIERRA ARANA	1	1
050.031	LA PEZA	4	2
050.032	DEPRESIÓN DE GRANADA	8	2
050.033	SIERRA ELVIRA	0	0
050.034	MADRID-PARAPANDA	0	0
050.035	CABRA-GAENA	2	2
050.036	RUTE-HORCONERA	1	0
050.037	ALBAYATE-CHANZAS	1	0
050.038	EL PEDROSO-ARCAS	1	0
050.039	HACHO DE LOJA	1	0
050.040	SIERRA GORDA-ZAFARRAYA	2	2

CÓDIGO	NOMBRE DE LA MASA	Nº TOTAL HUMEDALES ESTUDIADOS	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
050.041	GUADAHORTUNA-LARVA	0	0
050.042	TEJEDA-ALMIJARA-LAS GUAJARAS	2	2
050.043	SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA	4	1
050.044	ALTIPLANOS DE ÉCIJA	41	29
050.045	SIERRA MORENA	23	5
050.046	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA	9	1
050.047	SEVILLA-CARMONA	2	1
050.048	ARAHAL-CORONIL-MORÓN-PUEBLA DE CAZALLA	5	2
050.049	GERENA-POSADAS	3	1
050.050	ALJARAFE	4	2
050.051	ALMONTE-MARISMAS DEL GUADALQUIVIR	105	103
050.052	LEBRIJA	13	2
050.065	SIERRA DE PADUL	1	0
050.066	GRAJALES-PANDERO-CARCHEL	0	0
050.068	PUENTE GENIL-LA RAMBLA-MONTILLA	11	6
050.069	OSUNA-LA LANTEJUELA	12	12
050.070	GRACIA-VENTISQUERO	0	0
050.071	CAMPO DE MONTIEL	0	0
TOTAL		302	172

Nota: Se consideran humedales sin relación humedal-acuífero los clasificados como tipo H o I, o los que siendo tipo G no presentan relación con la MASb o no se ha podido determinar.

Las 6 masas sombreadas en la tabla 2 son las que presentan el mayor número de humedales relacionados con acuíferos (más de 3) de la Demarcación.

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 mejora con la recarga (debido al predominio del flujo vertical). De las 6 masas con mayor número de humedales relacionados con acuíferos, 2 no presentan alguno de los tipos favorables. Por tanto, resultan seleccionadas por este criterio las 4 masas indicadas en la figura 8.

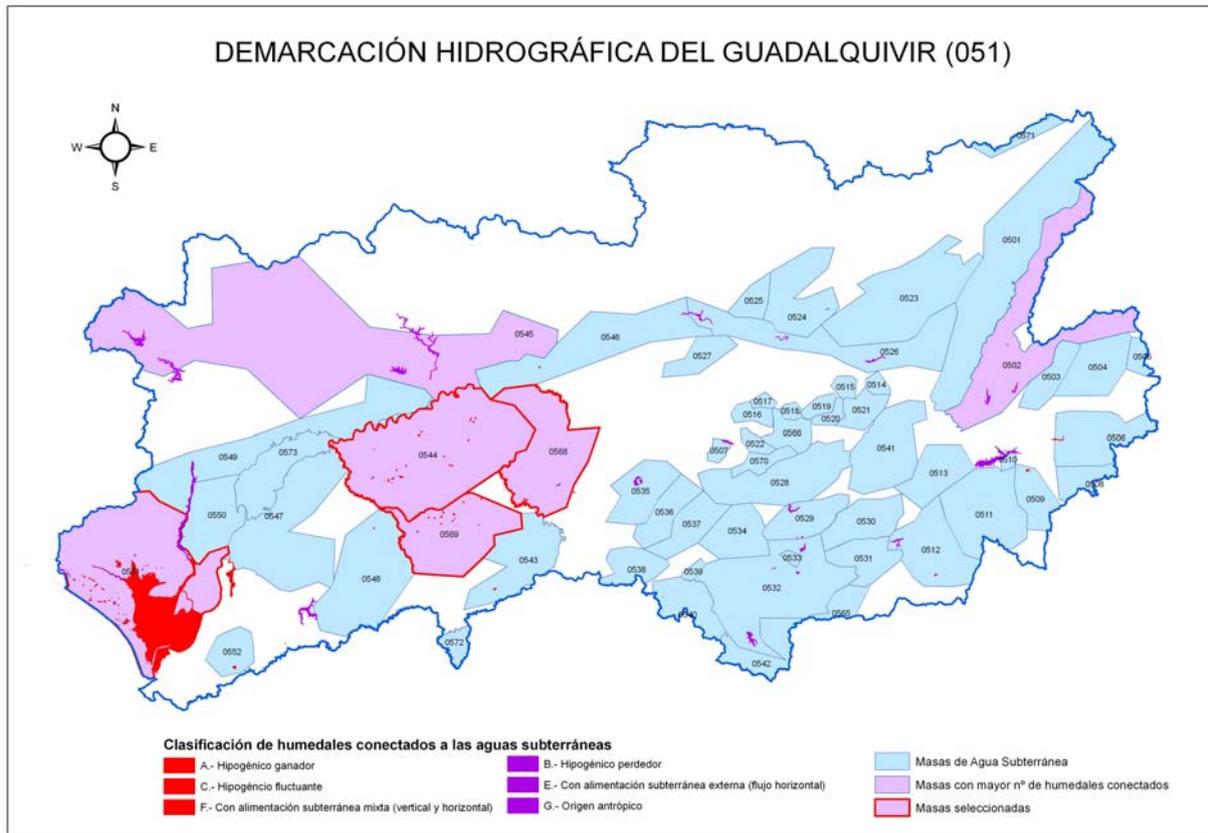


Figura 8.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Humedales en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

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

El resultado de la aplicación sucesiva de los criterios de selección en la demarcación del Guadalquivir se resume en la siguiente tabla, siendo el número de masas seleccionadas preliminarmente de 37 del total de 60 (figura 9).

Tabla 3.- Selección preliminar de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

COD	NOMBRE DE LA MASA	Antecedentes			Masas Riesgo-C	ZVN	Sequías	Humedal	Prioridad
		Sobrex	RAA	UUHH					
05.01	SIERRA DE CAZORLA				X _e				5
05.02	QUESADA-CASTRIL								
05.03	DUDA-LA SAGRA								
05.04	HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE				X _e				5
05.05	LA ZARZA				X _e				5
05.06	ORCE-MARIA-CULLAR				X _e				5
05.07	AHILLO-CARACOLERA				X _e		X _p		4
05.08	SIERRA DE LAS ESTANCIAS								
05.09	BAZA-CANILES	X			X _e				4
05.10	JABALCÓN								
05.11	SIERRA DE BAZA								
05.12	GUADIX-MARQUESADO		X		X _e				4
05.13	EL MENCAL								
05.14	BEDMAR-JÓDAR	X		X	X _e		X		2
05.15	TORRES-JIMENA						X		5
05.16	JABALCUZ				X _e		X		4
05.17	JAÉN	X			X _e		X		3
05.18	SAN CRISTOBAL	X			X _e		X		3
05.19	MANCHA REAL-PEGALAJAR	X	X	X	X _e		X		1
05.20	ALMADÉN						X		5
05.21	SIERRA MÁGINA						X		5
05.22	MENTIDERO-MONTESINOS				X _e		X		4
05.23	ÚBEDA								
05.24	BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES	X							5
05.25	RUMBLAR								
05.26	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (CÓRDOBA-JAÉN)	X				X			4
05.27	PORCUNA						X		5
05.28	MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE						X _p		5
05.29	SIERRA DE COLOMERA								
05.30	SIERRA ARANA								
05.31	LA PEZA								
05.32	DEPRESIÓN DE GRANADA			X		X			4
05.33	SIERRA ELVIRA								
05.34	MADRID-PARAPANDA								
05.35	CABRA-GAENA								
05.36	RUTE-HORCONERA								
05.37	ALBAYATE-CHANZAS								
05.38	EL PEDROSO-ARCAS	X			X				4
05.39	HACHO DE LOJA								
05.40	SIERRA GORDA-ZAFARRAYA								
05.41	GUADAHORTUNA-LARVA	X			X _e		X _p		3
05.42	TEJEDA-ALMIJARA-LAS GUAJARAS								
05.43	SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA	X			X	X			3
05.44	ALTIPLANOS DE ÉCIJA					X		X	4

COD	NOMBRE DE LA MASA	Antecedentes			Masas Riesgo-C	ZVN	Sequías	Humedal	Prioridad
		Sobrex	RAA	UUHH					
05.45	SIERRA MORENA								
05.46	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA					X			5
05.47	SEVILLA-CARMONA	X	X	X	X	X			1
05.48	ARAHAL-CORONIL-MORÓN-PUEBLA DE CAZALLA								
05.49	NIEBLA-POSADAS	X		X	X	X			2
05.50	ALJARAFAE	X			X _e	X			3
05.51	ALMONTE-MARISMAS DEL GUADALQUIVIR	X				X		X	3
05.52	LEBRIJA				X	X			4
05.65	SIERRA DE PADUL								
05.66	GRAJALES-PANDERA-CARCHEL						X		5
05.68	PUENTE GENIL-LA RAMBLA-MONTILLA							X	5
05.69	OSUNA-LA LENTEJUELA							X	5
05.70	GRACIA-VENTISQUERO						X _p		5
05.71	CAMPOS DE MONTIEL				X _e	X			4
05.72	SIERRA DE CAÑETE								
05.73	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (SEVILLA)			X		X			4
	SUBTOTAL	17			21	12	15	4	
	TOTAL				37				

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.

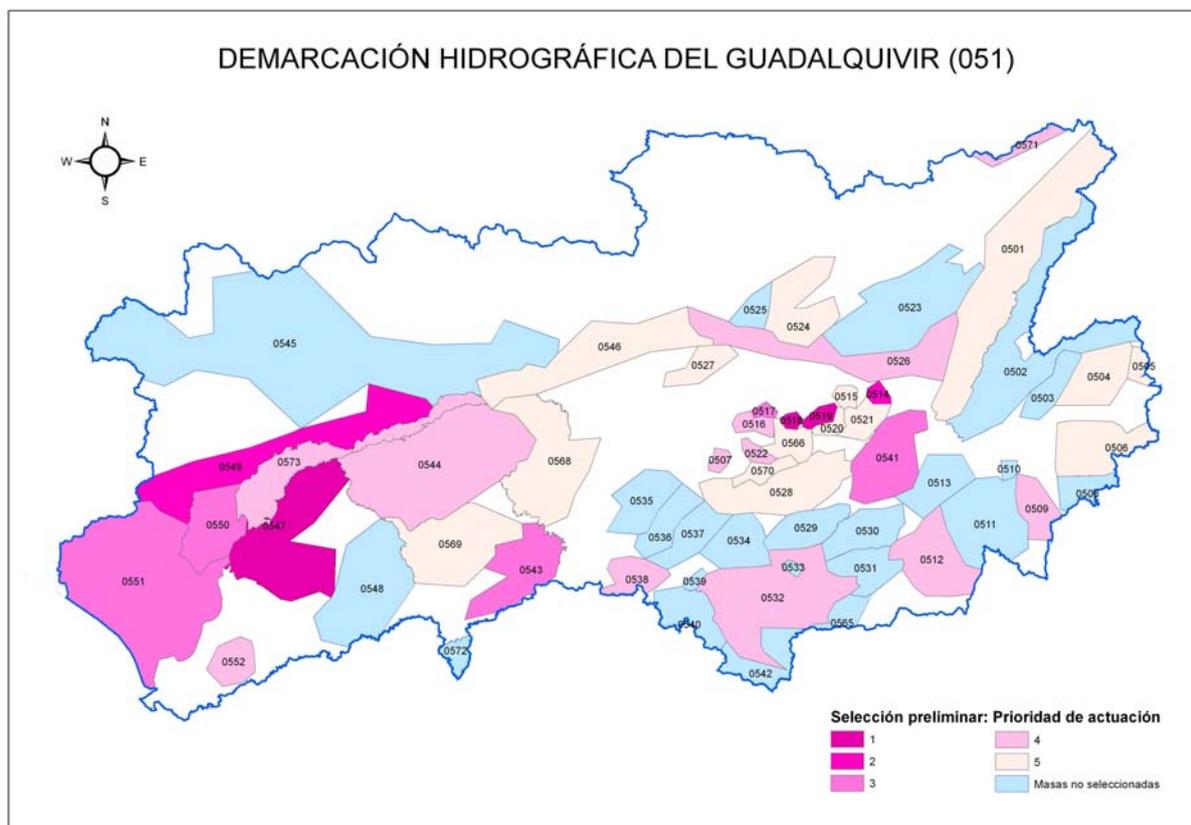


Figura 9.- Selección preliminar de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

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 Guadalquivir (tabla 4), en materia de aguas subterráneas los problemas generales identificados son, en orden de prioridad, la explotación sostenible de las aguas subterráneas (Tema Importante 10), la contaminación por nitratos (Tema Importante 11) y el abastecimiento urbano con aguas subterráneas (Tema Importante 18).

Tabla 4.- Relación de Temas Importantes identificados en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

Ponderación (%)	25	25	15	15	20	
Descripción	Afección medioambiental	Afección socioeconómica	Extensión territorial	Tendencia futura	Percepción social	Valoración
17 Incremento de la presión del riego en la cuenca	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	84
1 Contaminación de aguas superficiales de origen urbano	Alto	Medio	Alto	Medio	Alto	80,5
16 Sequías	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto	80
6 Alteración del regimen fluvial. Caudales ecológicos. Ríos regulados	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	79
3 Contaminación por nitrógeno de aguas superficiales	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	79
10 Explotación intensiva de masas de agua subterránea	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio	74,5
11 Aguas subterráneas contaminación difusa	Medio	Medio	Alto	Alto	Medio	74
7 Problemas en el suministro de agua potable a poblaciones	Medio	Medio	Baja	Baja	Medio	74
9 Disponibilidad del recurso para regadíos	Bajo	Alto	Alto	Alto	Medio	74
19 Contaminación en el río Guadaira	Critico	Medio	Bajo	Bajo	Alto	72
5 Contaminación difusa agraria: Fitosanitarios	Alto	Alto	Medio	Bajo	Medio	70,5
2 Contaminación de origen industrial - Sustancias peligrosas	Alto	Alto	Medio	Bajo	Medio	70,5
8 Dificultades para el desarrollo de los usos industriales y otros usos estratégicos	Bajo	Alto	Alto	Medio	Medio	69,5
4 Incremento de los procesos erosivos por la actividad agraria	Bajo	Alto	Alto	Medio	Medio	69,5
22 El río Guadamar y su cuenca	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Alto	67
15 Avenidas e inundaciones	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Alto	66
18 Abastecimientos urbanos de aguas subterráneas	Medio	Medio	Alto	Medio	Bajo	63,5
14 La transformación de la marisma de Doñana	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Alto	62
21 Contaminación en el río Ojailen	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Medio	61
12 Usos del agua en el estuario del Guadalquivir	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Medio	56
20 Contaminación en el río Guadiel	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	54,5
13 Las alteraciones morfológicas en el estuario del Guadalquivir	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	51
23 Redes de control de calidad						
24 Situación de los derechos del agua						
25 Necesidad de un Sistema de Sensibilización Ciudadana						

En este contexto, y desde el punto de vista de la planificación hidrológica, la recarga artificial en la Demarcación del Guadalquivir debe plantearse como una herramienta eficaz a introducir en la gestión de acuíferos para paliar problemas de explotación intensiva de las aguas subterráneas. Así, la recarga artificial de acuíferos tendría como objetivo la mejora de

la garantía de suministro en el abastecimiento urbano y el mantenimiento del caudal ambiental en los ríos de especial interés.

Por tanto, después de analizar las posibles alternativas de recarga en las MASb de la Demarcación y aplicando el juicio experto al conjunto de propuestas, parece posible plantear actuaciones de recarga en 17 MASb.

Tabla 5.- Selección preliminar y actuaciones posibles de acuerdo con el juicio experto

SELECCIÓN PRELIMINAR			ACTUACIONES POSIBLES		
COD	NOMBRE DE LA MASA	Prioridad	COD	NOMBRE DE LA MASA	Prioridad
05.01	SIERRA DE CAZORLA	5			
05.04	HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE	5	05.04	HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE	1
05.05	LA ZARZA	5			
05.06	ORCE-MARIA-CULLAR	5	05.06	ORCE-MARIA-CULLAR	3
05.07	AHILLO-CARACOLERA	4			
05.09	BAZA-CANILES	4	05.09	BAZA-CANILES	1
05.12	GUADIX-MARQUESADO	4	05.12	GUADIX-MARQUESADO	1
05.14	BEDMAR-JÓDAR	2			
05.15	TORRES-JIMENA	5			
05.16	JABALCUZ	4			
05.17	JAÉN	3			
05.18	SAN CRISTOBAL	3			
05.19	MANCHA REAL-PEGALAJAR	1	05.19	MANCHA REAL-PEGALAJAR	1
05.20	ALMADÉN	5			
05.21	SIERRA MÁGINA	5			
05.22	MENTIDERO-MONTESINOS	4			
			05.23	ÚBEDA	2
05.24	BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES	5	05.24	BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES	5
05.26	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (CÓRDOBA-JAÉN)	4			
05.27	PORCUNA	5			
05.28	MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE	5	05.28	MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE	5
05.32	DEPRESIÓN DE GRANADA	4	05.32	DEPRESIÓN DE GRANADA	2
05.38	EL PEDROSO-ARCAS	4			
05.41	GUADAHORTUNA-LARVA	3	05.41	GUADAHORTUNA-LARVA	3
05.43	SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA	3	05.43	SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA	3
05.44	ALTIPLANOS DE ÉCIJA	4			
05.46	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA	5	05.46	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA	3
05.47	SEVILLA-CARMONA	1	05.47	SEVILLA-CARMONA	1
05.49	NIEBLA-POSADAS	2	05.49	NIEBLA-POSADAS	1
05.50	ALJARAFE	3			
05.51	ALMONTE-MARISMAS DEL GUADALQUIVIR	3			
05.52	LEBRIJA	4	05.52	LEBRIJA	3
05.66	GRAJALES-PANDERA-CARCHEL	5			
05.68	PUENTE GENIL-LA RAMBLA-MONTILLA	5			
05.69	OSUNA-LA LENTEJUELA	5			
05.70	GRACIA-VENTISQUERO	5	05.70	GRACIA-VENTISQUERO	3
05.71	CAMPOS DE MONTIEL	4			
05.73	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (SEVILLA)	4	05.73	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (SEVILLA)	2
TOTAL : 37 MASb			TOTAL: 17 MASb		

A continuación se presenta una síntesis de las circunstancias que motivan esta nueva propuesta:

05.04.- Huéscar – Puebla de Don Fabrique.- El embalse de San Clemente, situado en la vecina MASb 05.03 Duda – La Sagra, presenta pérdidas importantes (200 L/s de caudal medio mínimo) que se incorporan aguas abajo al río Guardal. Se propone el enlace directo del río en la zona ganadora del cauce con el Canal de San Clemente mediante aproximadamente unos 4 km de tubería o bien en la realización de uno o dos sondeos junto al canal y el aporte del agua al mismo. Se propone la recarga en el acuífero mixto carbonático-detrítico mediante sondeos de inyección. Esta recarga tendría como objetivo la mejora del abastecimiento urbano y de la disponibilidad de agua para riego de la masa y del caudal ambiental de los manantiales de Parpacén y Fuencaliente. Así mismo, esta actuación repercute indirectamente en la **MASb 05.05 La Zarza**, mejorando el caudal ambiental del manantial de Bugéjar, puesto que con la recarga en la MASb 05.04 Huéscar-Puebla de Don Fabrique se libera parte de la explotación de este acuífero

05.06.- Orce – María – Cúllar.- La importante presión existente para regadío en el borde Norte de la Sierra de Orce se podría paliar también con agua procedente del Canal de San Clemente. Así, las pérdidas del embalse de San Clemente también se podrían utilizar en este acuífero. Se deberán elevar hasta el Canal y continuar, cuando este termina, hasta los emplazamientos donde se realicen los sondeos de recarga.

05.09.- Baza – Caniles.- Existen recursos hídricos superficiales procedente de los ríos Valcabra, Galopón y Gállego que atraviesan la MASb hasta desembocar en el Guadiana Menor o río de Baza. Existe un estudio previo sobre los caudales de escorrentía superficial para recargar el acuífero mioplógeno por lo que se plantearía la recarga artificial para mejorar los caudales ambientales.

05.12.- Guadix – Marquesado.- La puesta en marcha de varias termosolares en la comarca está suponiendo un importante incremento de la explotación en una zona muy concreta del acuífero. Los estudios previos plantean la posibilidad de que podrían producirse afecciones a los usuarios próximos y al abastecimiento de Guadix, por lo que será conveniente que en este sector se realice una operación de recarga artificial. Existen excedentes invernales procedentes de la vertiente sur de Sierra Nevada que terminan recargándose de forma natural en el acuífero, pero que podrían recargarse, con un coste reducido, en la zona donde se ubican las termosolares para compensar los descensos de niveles.

05.19.- Mancha Real – Pegalajar.- Existe una experiencia de recarga previa en el acuífero Mioceno de Mancha Real, por tanto la viabilidad para iniciar actuaciones de recarga artificial de acuíferos está comprobada, quedando pendiente la fuente de recarga con agua del sistema Quiebrajano-Víboras a través del canal previsto de construcción que supondría un enlace con el canal ya existente del Sistema Quiebrajano-Víboras con su extensión hacia el Este, cruzando el río Guadalbullón.

05.23.- Úbeda.- Aunque no ha sido seleccionada preliminarmente, esta masa presenta un alto potencial para la recarga lo cual supondría una mejora de la disponibilidad hídrica para el regadío del olivar y el abastecimiento urbano. El agua de recarga podría derivarse de los excedentes invernales de los ríos Guadalquivir y/o Guadalimar. Para ello, se requeriría construir una planta para eliminar finos, conducciones y sondeos de recarga. Hay un estudio previo que demuestra la viabilidad de la recarga y el nuevo modelo de flujo realizado por el IGME permitirá simular la respuesta del acuífero ante estas actuaciones.

05.24.- Bailén – Guarromán – Linares.- La fuente de agua para la recarga sería el embalse del Rumberal. No existe infraestructura para las operaciones de recarga, sin embargo los síntomas de explotación intensiva son evidente en la MASb y se requiere de este tipo de actuaciones.

05.28.- Montes Orientales. Sector norte.- Se considera una actuación importante para la mejora de la garantía en el abastecimiento de Alcalá La Real. La situación es la siguiente: Alcalá se abastece del acuífero de Los Llanos de Alcalá (de buena calidad) y del acuífero Frailes – Montillana (de menor calidad). El ayuntamiento tiene una concesión para extraer 50 L/s de Frailes Montillana y extrae 30 L/s, por lo que se propone extraer los 20 L/s restantes y recargarlos en los Llanos de Alcalá en la época invernal. Existe una experiencia previa de recarga con un excelente resultado.

05.32.- Depresión de Granada.- Existe un estudio previo en el borde sur, aguas arriba de los sondeos de abastecimiento a la capital, en el que se plantea la recarga mediante sondeos de inyección, con el agua de recarga procedente de los excedentes de los ríos Monachil y Dilar.

05.41.- Guadahortuna – Larva.- El sector Larva se podría recargar con agua procedente del río Guadiana Menor, aguas abajo del embalse del Negrátin, por medio de una conducción a realizar. El sector Cabra está más sobreexplotado y tiene una solución más difícil aunque se puede plantear con los mismos recursos. No obstante, es preciso analizar la calidad química a utilizar en la recarga y de contener una salinidad superior a la admitida para su uso en abastecimiento urbano proceder a su depuración.

05.43.- Sierra y Mioceno de Estepa.- La próxima conexión del sistema de abastecimiento en el alta de la comarca de Estepa con el embalse del Retortillo permitirá disponer de recursos hídricos superficiales para la comarca con los que realizar operaciones de recarga artificial y una gestión que contemple el uso conjunto del agua subterránea y la superficial. Estas operaciones permitirán dar al sistema de abastecimiento una mayor garantía a la vez que recuperar las afecciones a los principales manantiales de la masa. Se requerirá conectar los depósitos reguladores con nuevos sondeos de recarga.

05-46- Aluvial del Guadalquivir (Sevilla).- Como infraestructuras existen el Canal del Guadalmellato y el Canal de las Vegas Bajas, sectores 5 y 6, desde donde podrían captarse las aguas de recarga. Existen también grandes balsas de regulación superficial de riego, de 2 hm³, que podrían utilizarse también para la recarga del acuífero para ayudar a satisfacer la demanda de la campaña de riego (anual ya que el problema del aluvial es que hay que jugar con el tiempo de permanencia en el acuífero antes de ser drenado por el propio cauce del río Guadalquivir), por lo que se plantea el estudio de recarga artificial de acuíferos y uso conjunto. En los años noventa se hicieron para la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir dos experiencias de recarga artificial mediante canales de infiltración junto a los canales del Bajo Guadalquivir.

Otra opción sería el recrecimiento del embalse de La Breña II: la cola y cerrada del embalse quedarían en o muy próximos a los afloramientos de mioceno lo cual provocaría una recarga directa al acuífero; en caso de que no llegara el agua, quedaría a poca distancia por lo que se podría hacer llegar mediante una conducción directa a los afloramientos.

05.47.- Sevilla – Carmona.- Existe una declaración de sobreexplotación local y sería interesante plantear una recarga artificial de acuíferos para la mejora del abastecimiento urbano en periodos de sequía. En su momento se contemplaron 2 zonas de recarga:

- Zona del Viso de Alcor: recarga de las calcarenitas con excedentes del embalse del Huesna. En la actualidad este embalse, en principio, no presenta excedentes por lo que se descartaría esta fuente.
- Zona al SE de Dos Hermanas: recarga con aguas del Canal del Bajo Guadalquivir. Existe una experiencia previa que resultó positiva, por lo que esta zona se selecciona para el estudio de actuaciones de recarga artificial.

05.49.- Niebla-Posadas.- Se plantean dos posibilidades a tener en cuenta respecto a la posible disponibilidad hídrica:

- Recarga del acuífero mioceno con excedentes invernales procedentes de los embalses que regulan afluentes de la margen derecha del río Guadalquivir. En concreto se propone esta actuación desde el embalse del río Agrio. Además podría plantearse para los embalses situados más próximos de los afloramientos del acuífero, el recrecimiento de su presa de manera que se provocara la recarga directa al acuífero o hacer llegar el agua mediante conducciones de pequeña longitud, como se plantea en el caso del embalse de la Breña II (en la MASb 05-46- Aluvial del Guadalquivir (Sevilla)).
- Recarga de la escorrentía superficial no regulada procedente del paleozoico: se trata de una actuación ya recomendada en estudios previos, que evalúan de forma preliminar los caudales disponibles en diversos sectores del acuífero.

05.52.- Lebrija.- Existen posibilidades de recarga con aguas del Canal del Bajo Guadalquivir (al final de la conducción, antes de verter a la marisma). En los años noventa el Servicio Geológico de Obras Públicas realizó una experiencia de recarga artificial mediante pozos de recarga.

05.70.- Gracia – Ventisquero.- se plantea la posibilidad de recarga artificial con excedentes del río Víboras, en su cabecera, para la mejora del abastecimiento urbano y del caudal ambiental del manantial Nacimiento de San Juan. La experiencia de recarga ya está realizada y contrastada su viabilidad. De esta forma se evitará la salinización de éstas aguas a su llegada al embalse del Víboras.

05.73.- Aluvial del Guadalquivir – Sevilla.- En los meses de invierno, cuando la demanda agrícola es mínima, se generan unos excedentes hídricos susceptibles de ser regulados mediante el empleo de técnicas de recarga artificial localizada en la terraza media del río Guadalquivir. La existencia de los canales principales del Valle Inferior y del Bajo Guadalquivir permitiría el transporte de agua hasta los puntos más favorables para la realización de la misma.

Además de las actuaciones posibles contempladas en estas 17 masas, pueden citarse otras que, bien por tener una problemática ciertamente compleja (MASb 05.51 Almonte-Marismas del Guadalquivir) o bien por ser dependientes de la creación de infraestructuras que actualmente no se encuentran en fase de próxima ejecución (MASb 05.13 El Mencal, 05.14 Bédmar-Jódar, 05.15 Torres-Jimena, 05.18 San Cristóbal ó 05.45 Sierra Morena), quedarían fuera del alcance de este proyecto aunque no de su análisis en futuros proyectos de recarga artificial.

En la MASb 05.51 Almonte- Marismas del Guadalquivir, podría ser recomendable una recarga artificial de la cabecera del acuífero Almonte-Marismas, en sectores muy sobreexplotados, con aguas de buena calidad (Sistema Chanza-Piedras p.e.) y suministrar agua para el riego, de la superficie que desde un punto de vista social pueda ser compatible con la conservación de Doñana, a partir del bombeo del acuífero Ayamonte-Huelva del Sistema Chanza-Piedras. Este planteamiento general tiene un juego de alternativas a estudiar con más detalle como puede ser la mezcla de calidades, combinar los recursos regulados desde una o dos administraciones hidráulicas, prioridades socio-medioambientales de Doñana, etc.

En las MASb 05.14 Bédmar-Jódar, 05.15 Torres-Jimena y 05.18 San Cristóbal todas las posibilidades de recarga artificial pasarían por la construcción del Canal de Víboras-Quebrajano, al este del río Guadalbullón; y en la MASb 05.13 El Mencal las actuaciones posibles de recarga dependerían, básicamente, del trazado del Canal de Francisco Abellán.

Las Calizas Cámbricas, que forman parte de los materiales acuíferos de la MASb 05.45 Sierra Morena, se extienden a lo largo de toda la Sierra Norte de Huelva, Sevilla y Córdoba y de ellas dependen importantes abastecimientos como son los núcleos urbanos de Constantina, Alanís o Aracena. En la actualidad, está prevista la creación de infraestructura de transporte para el abastecimiento de numerosos pueblos de esta Sierra, a partir de los recursos regulados de los embalses de El Pintado (Sierra de Sevilla), Aracena (Sierra de Hueva) y alguno de los de la Sierra de Córdoba. Desde el IGME se está proponiendo la localización de emplazamientos singulares dentro de los acuíferos carbonáticos, a lo largo de la traza de estas nuevas conducciones de abastecimiento, con la intención de integrar ambos sistemas de abastecimiento y garantizar así el suministro a la población. En este marco de regulación y gestión de recursos hídricos, se integraría la recarga artificial de las calizas cámbricas con los excedentes superficiales regulados a través de la nueva conducción.

1.2.3.- C) Diagnóstico y Selección final

En consecuencia con todo lo expuesto y teniendo en cuenta los principales temas importantes identificados en el ETI de la Demarcación, se recomienda iniciar los estudios y trabajos necesarios para acometer actuaciones de recarga artificial de acuíferos en las 17 MASb siguientes (figura 10).

Tabla 6.- Selección final de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

COD	NOMBRE DE LA MASA
05.04	HUÉSCAR-PUEBLA DE DON FADRIQUE
05.06	ORCE-MARIA-CULLAR
05.09	BAZA-CANILES
05.12	GUADIX-MARQUESADO
05.19	MANCHA REAL-PEGALAJAR
05.23	ÚBEDA
05.24	BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES
05.28	MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE
05.32	DEPRESIÓN DE GRANADA
05.41	GUADAHORTUNA-LARVA
05.43	SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA
05.46	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA
05.47	SEVILLA-CARMONA
05.49	NIEBLA-POSADAS
05.52	LEBRIJA
05.70	GRACIA-VENTISQUERO
05.73	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (SEVILLA)

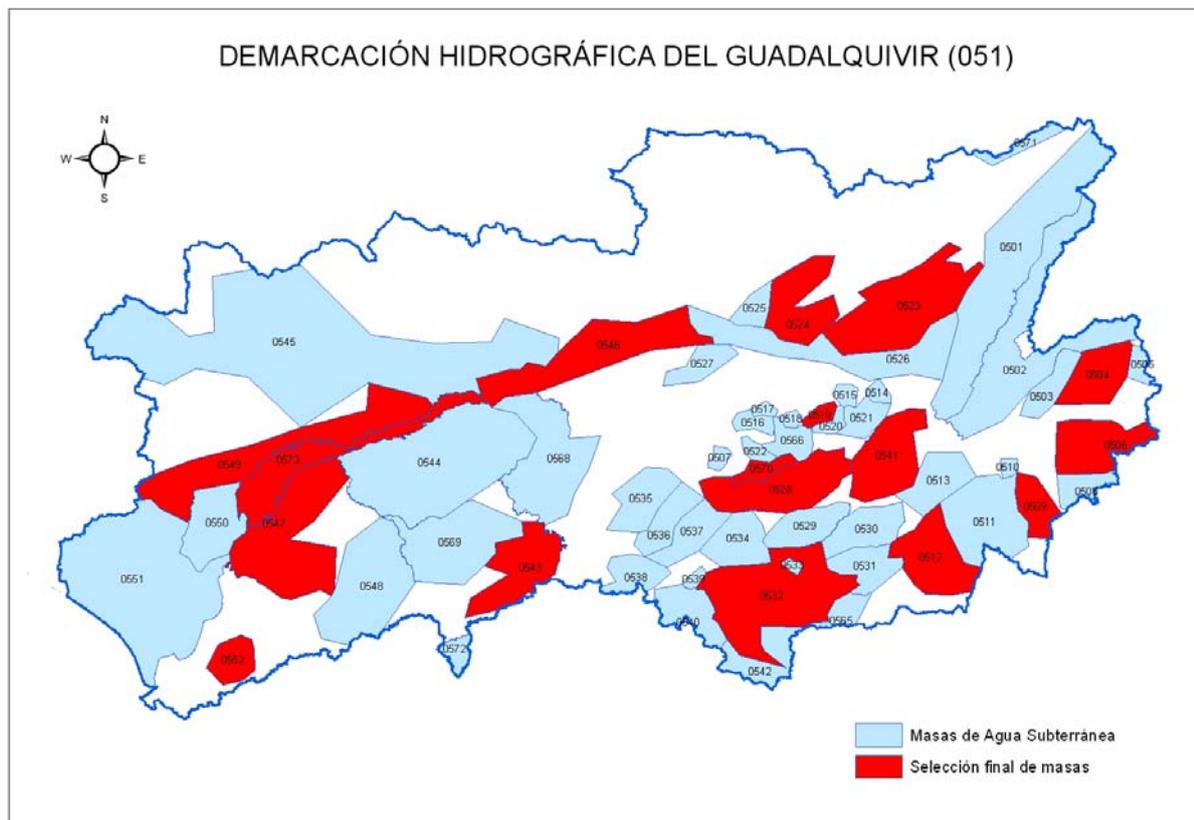


Figura 10.- Selección final de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

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 (SER) 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 Guadalquivir 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 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 SER 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)

Los límites de los SER de la Demarcación han ido variando ligeramente desde su definición en el Plan Hidrológico, donde se describen 15. En la actualidad, con motivo de la redacción del nuevo Plan Hidrológico de la Demarcación, se ha procedido a la redefinición de estos SER, quedando los 7 sistemas de explotación que se describen a continuación y que serán los utilizados en este trabajo (figura 11).

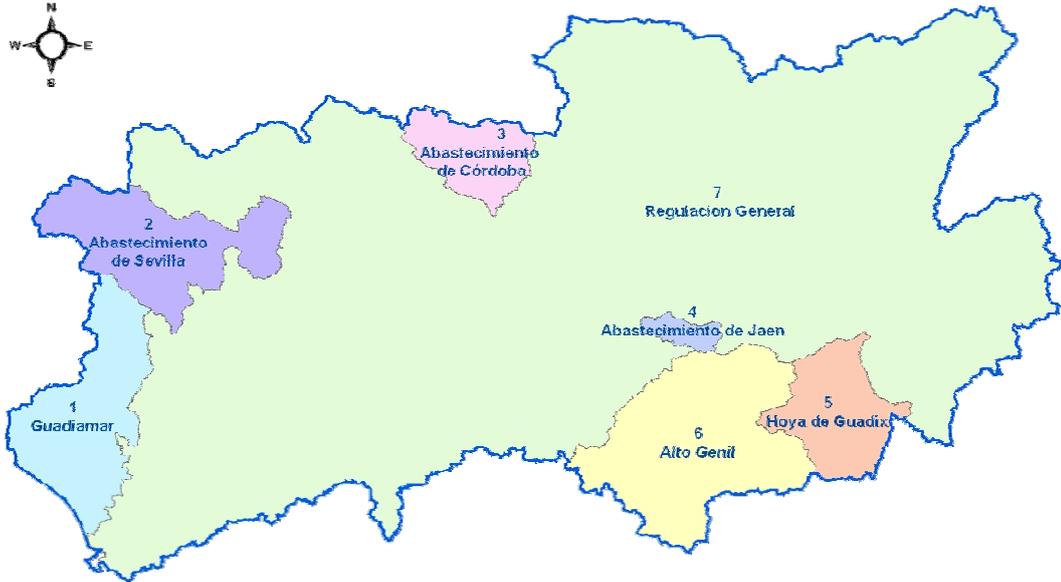
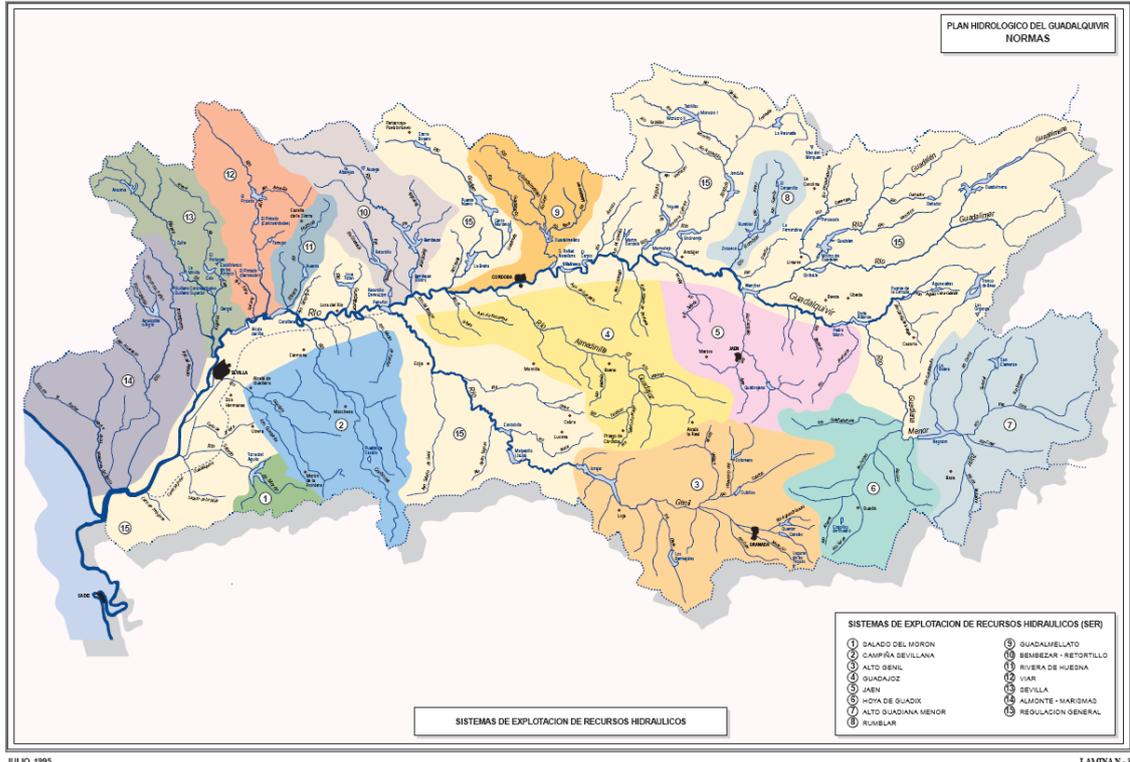


Figura 11.- Sistemas de Explotación de Recursos definidos en el Plan Hidrológico del Guadalquivir (arriba) y límites actuales (abajo)

- **SE1 - Guadimar.** Lo integran todas las masas de aguas que drenan al río Guadimar y al Arroyo de las Marismas hasta su confluencia con el río Guadalquivir. Sus principales demandas son el regadío y el uso industrial para producción de energía eléctrica. El Parque Nacional de Doñana representa un importante condicionante medioambiental en la explotación de los recursos. El río Agrio está regulado por el embalse del mismo nombre.

- **SE2 - Abastecimiento de Sevilla**. Lo integran todas las masas de agua que drenan al río Rivera de Huelva hasta el embalse del Gergal, el río Viar entre los embalses del Pintado y Los Melonares, el río Rivera de Huesna hasta el embalse de Huesna. Su principal demanda es el abastecimiento de Sevilla y la zona occidental de su provincia (Abastecimiento del Área Metropolitana de Sevilla, Mancomunidad del Aljarafe y Consorcio del Huesna). El río Rivera de Huelva esta regulado por los embalses de Aracena, Zufre, Minilla, Gergal y Cala, este último de la empresa hidroeléctrica de Endesa, el río Viar por el embalse de Melonares y el río Rivera del Huesna por el embalse del Huesna.
- **SE3 - Abastecimiento de Córdoba**. Lo integran todas las masas de agua que drenan al río Guadalquivir hasta el embalse del Guadalquivir. Su principal demanda es el Abastecimiento a Córdoba y su entorno. El río Guadalquivir está regulado por el embalse del mismo nombre y el abastecimiento tiene una toma complementaria en el embalse de San Rafael de Navallana (Sistema de Regulación General).
- **SE4 - Abastecimiento de Jaén**. Lo integran todas las masas de agua que drenan al río Quiebrajano hasta su confluencia con el río Guadajoz y al río Víboras hasta el embalse del mismo nombre. Su principal demanda es el Abastecimiento del Consorcio Quiebrajano-Víboras. Las tomas del abastecimiento son: Embalse del Quiebrajano, Manantiales del Mingo, Sondeo de La Merced, Sondeos propios del Ayuntamiento de Jaén, la Fuentes de Martos y el Embalse del Víboras.
- **SE5 - Hoya de Guadix**. Lo integran todas las masas de agua que drenan a los ríos Fardes y Guadahortuna hasta su confluencia con el río Guadiana Menor. Las principales demandas del Sistema son el abastecimiento a la población y los riegos, destacando el abastecimiento de Guadix. El río Fardes esta regulado en cabecera por el embalse de Francisco Abellán que mejora de los riegos tradicionales y es reserva para el abastecimiento de los núcleos de la zona.
- **SE6 - Alto Genil**. Lo constituyen el conjunto de masas de agua que drenan hacia el embalse de Iznájar, con sus infraestructuras y demandas asociadas. En él se han distinguido tres subsistemas por su relativa independencia en la explotación de los recursos:

- *Subsistema Quentar-Canales:*

Masas de agua: todas las que drenan al río Genil hasta su confluencia con el río Cubillas.
Demandas: Abastecimiento de Granada y riegos de la Vega con toma directa en el río Genil.

Infraestructuras principales de regulación: Embalse de Quentar, Embalse de Canales y sondeos de apoyo al abastecimiento de Granada.

- *Subsistemas de Cubillas-Colomera:*

Masas de agua: todas las que drenan al río Cubillas hasta su confluencia con el río Genil.

Demandas: Abastecimiento del Consorcio de la Vega y riegos de la Vega con toma directa en los ríos Cubillas y Colomera, Canal Cubillas-Colomera y Canal de Deifontes.

Infraestructuras principales de regulación: Embalse de Cubillas, Embalse de Colomera, el canal Cubillas-Colomera y los manantiales de Deifontes.

- *Subsistema Bermejales:*

Masas de agua: todas las que drenan al río Bermejales hasta su confluencia con el río Alhama de Granada.

Demandas: abastecimientos con aguas del embalse de los Bermejales, Zona Regable del Cacín, riegos de Huétor-Tajar, Turro y Villanueva.

Infraestructuras principales de regulación: Embalse de los Bermejales.

- **SE7 - Regulación General.** Es el sistema más amplio de la cuenca y en él se integran todas las masas de aguas no contempladas en el resto de los Sistemas definidos, así como sus demandas e infraestructuras asociadas. Se han distinguido en él ocho subsistemas por su relativa independencia en la explotación de los recursos.

- *Subsistema 7.1. Regulación General:*

Masas de agua: todas las correspondientes a los embalses de regulación que se relacionan a continuación y las situadas aguas debajo de los mismos hasta la desembocadura del río Guadalquivir hasta el Océano Atlántico.

Demandas: los abastecimiento de la Zona Sur de Córdoba, Plan Écija, Linares, La Carolina y Vilches, Palma del Río, Hornachuelos y todos los riegos e industrias con toma en la masas de agua superficial que integran el Subsistema. Se hace una reserva en el embalse del Portillo para el abastecimiento a Baza y otras poblaciones y en el embalse de San clemente para el abastecimiento a Huescar y otras poblaciones.

Infraestructuras principales de regulación: Embalse del Tranco de Beas, Embalse de La Bolera, Embalse del Portillo, Embalse de San Clemente, Embalse del Negratín, Embalse de Guadalmena, Embalse de Giribaile, Embalse de Guadalén, Embalse de La Fernandina, Embalse del Rumblar, Embalse del Yeguas, Embalse del Arenoso, Embalse de San Rafael de Navallana, Embalse de Vadomojón, Embalse de Bémbezar, Embalse de Retortillo, Embalse Iznájar, Embalse de José Torán y el embalse de la Puebla.

Son de destacar por su importancia en la disponibilidad de recursos las elevaciones de aguas del río Guadalquivir a los embalses de El Arenoso, San Rafael de Navallana y La Breña.

El Abastecimiento de Córdoba Sur posee además los manantiales de la Hoz y Fuente Alhama y Linares el Azud de río Grande.

- *Subsistema 7.2. Dañador:*

Masas de agua: todas las que drenan al embalse del Dañador.

Demandas: Abastecimiento del Condado de Jaén.

Infraestructuras principales de regulación: Embalse del Dañador y toma complementaria del embalse de Guadalmena (Subsistema de Regulación General).

- *Subsistema 7.3. Aguascebas:*

Masas de agua: todas las que drenan al embalse del Aguascebas.

Demandas: Abastecimiento de la Loma de Úbeda.

Infraestructuras principales de regulación: Embalse de Aguascebas, toma complementaria en el río Guadalquivir (Subsistema de Regulación General) y sondeos cabecera del Aguascebas.

- *Subsistema 7.4. Fresneda:*

Masas de agua: todas las que drenan al Azud de los Mirones aguas abajo del embalse del Fresneda.

Demandas: Abastecimiento de poblaciones del Campo de Montiel y Zona Regable de los Mirones.

Infraestructuras principales de regulación: Embalse de Fresneda y tomas complementarias de los distintos Ayuntamientos (Cuenca del Guadiana).

- *Subsistema 7.5. Martín Gonzalo:*

Masas de agua: todas las que drenan al embalse de Martín Gonzalo.

Demandas: Abastecimiento Zona Oriental de Córdoba.

Infraestructuras principales de regulación: Embalse de Martín Gonzalo.

- *Subsistema 7.6. Jándula-Montoro:*

Masas de agua: todas las que drenan al embalse de Jándula exceptuando las integradas en el Subsistema del Fresneda.

Demandas: Abastecimiento a Puertollano y su Comarca, Complejo Industrial de Puertollano e Industria Energética.

Infraestructuras principales de regulación: Embalse de Montoro, embalse del Jándula. La explotación dentro del subsistema del embalse del Jándula se realiza mediante bombeo al embalse de Montoro, el resto de sus recursos se aplican al Subsistema de Regulación General.

- *Subsistema 7.7. Sierra Boyera:*

Masas de agua: todas las que drenan al embalse de Sierra Boyera.

Demandas: Abastecimiento Zona Norte de Córdoba y Zona Regable de Sierra Boyera.

Infraestructuras principales de regulación: Embalse de Sierra Boyera.

- *Subsistema 7.8. Viar:*

Masas de agua: todas las que drenan al embalse del Pintado.

Demandas: Zona Regable del Viar.

Infraestructuras principales de regulación: Embalse del Pintado. La elevación de aguas del río Guadalquivir permite intercambiar recursos con el Subsistema de Regulación General y la Zona Regable tendrá un régimen de dotaciones semejantes en cada año hidrológico al del Subsistema de Regulación General.

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

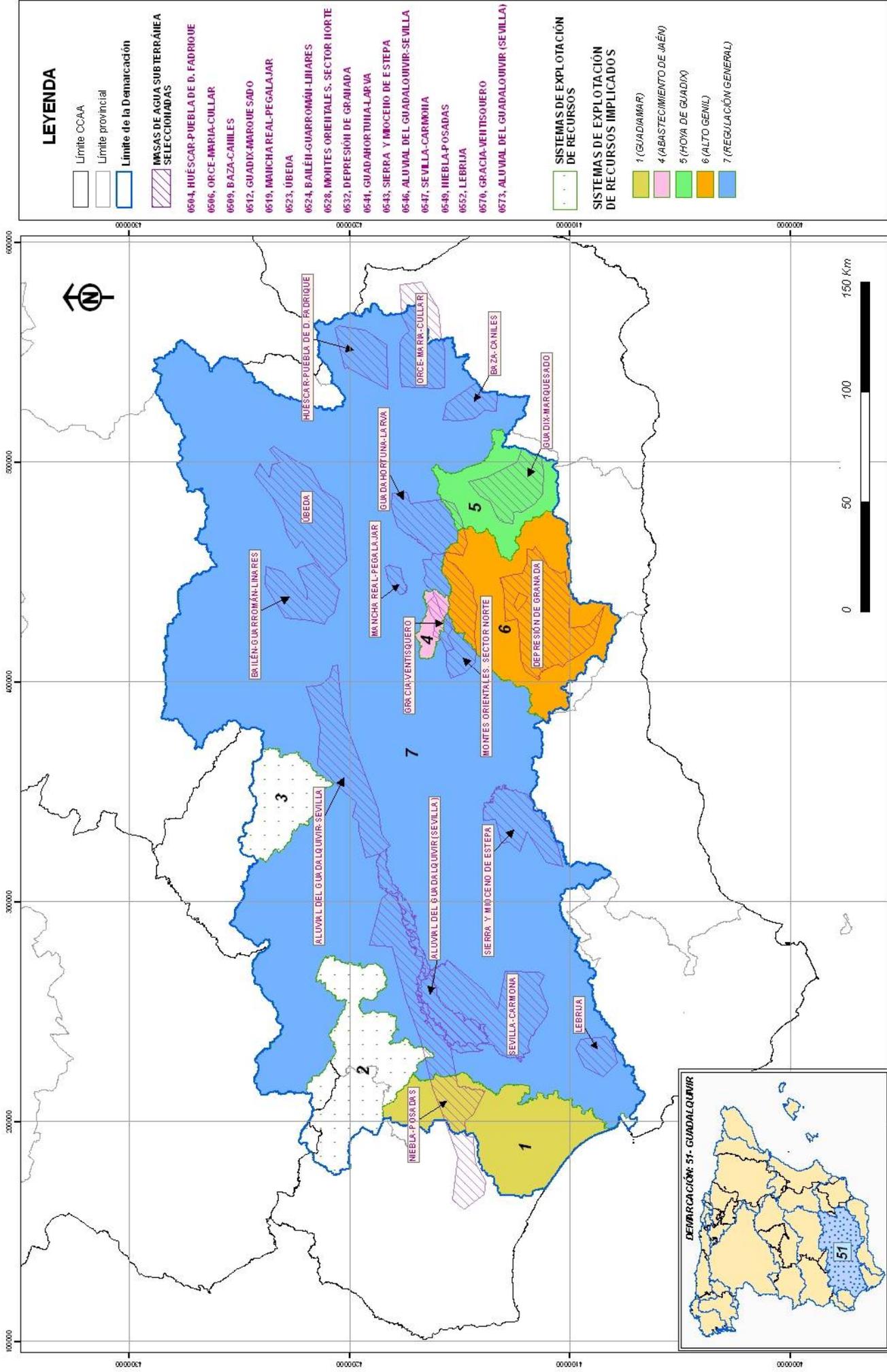
De acuerdo con la distribución de las masas seleccionadas en cada sistema de explotación (MAPA 1), y teniendo en cuenta su adscripción a los mismos (tabla 7), en este apartado los sistemas de explotación a considerar son los siguientes:

- SER 1 GUADIAMAR
- SER 4 ABASTECIMIENTO A JAÉN
- SER 5 HOYA DE GUADIX
- SER 6 ALTO GENIL
- SER 7 REGULACION GENERAL

Tabla 7.- Adscripción de las MASb seleccionadas a los actuales SER de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

COD	NOMBRE DE LA MASA	Sistema de Explotación
05.04	HUÉSCAR-PUEBLA DE DON FADRIQUE	7
05.06	ORCE-MARIA-CULLAR	7
05.09	BAZA-CANILES	7
05.12	GUADIX-MARQUESADO	5
05.19	MANCHA REAL-PEGALAJAR	7
05.23	ÚBEDA	7
05.24	BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES	7
05.28	MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE	6,7
05.32	DEPRESIÓN DE GRANADA	6
05.41	GUADAHORTUNA-LARVA	5,7
05.43	SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA	7
05.46	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA	7
05.47	SEVILLA-CARMONA	7
05.49	NIEBLA-POSADAS	1,7
05.52	LEBRIJA	7
05.70	GRACIA-VENTISQUERO	4
05.73	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (SEVILLA)	7

Cabe indicar que la MASb 05.28 Montes Orientales-Sector Norte sólo va a ser tratada en el Sistema 6 (Alto Genil) dado que las actuaciones de recarga propuestas no contemplan ninguna recarga en el Sistema 7 (Regulación General). De mismo modo, la MASb 05.41 Guadahortuna-Larva únicamente se contempla en el Sistema 7 (Regulación General), dada la escasa extensión de la misma, a efectos de recarga, en el Sistema 5 (Hoya de Guadix).



LEYENDA

- Límite CCAA
- Límite provincial
- Límite de la Demarcación

MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA SELECCIONADAS

- 0504, HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE
- 0506, ORCE-MARIA-CULLAR
- 0609, BAZA-CANIILES
- 0512, GUADIX-MARQUESADO
- 0519, MANCHA REAL-PEGALAJAR
- 0523, ÚBEDA
- 0524, BAILÉN-GUARROMÁN-LIJARES
- 0528, MONTES ORIENTALES S. SECTOR NORTE
- 0532, DEPRESIÓN DE GRANADA
- 0541, GUADARORTUJAL-LARVA
- 0543, SIERRA Y MOCOENO DE ESTEPA
- 0546, ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA
- 0547, SEVILLA-CARMOÑA
- 0549, NIEBLA-POSADAS
- 0552, LEBRUA
- 0570, GRACIA-VENTISQUERO
- 0573, ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (SEVILLA)

SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS IMPLICADOS

- 1 (GUADALQUIVIR)
- 4 (ABASTECIMIENTO DE MÉRIDA)
- 5 (HOYA DE GUADIX)
- 6 (ALTO GENIL)
- 7 (REGULACIÓN GENERAL)

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 - GUADALQUIVIR
SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA SELECCIONADAS PARA RECARGA
MAPA1 (CÓDIGO: EG08_051_DEM)

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

FEBRERO 2010

2.2.3.- C) Catálogo de actuaciones de recarga

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

FICHA 1.- SER 1 GUADAMAR:

MASb 05.49 Niebla-Posada

FICHA 2.- SER 4 ABASTECIMIENTO A JAÉN:

MASb 05.70 Gracia Ventisquero

FICHA 3.- SER 5 HOYA DE GUADIX :

MASb 05.12 Guadix-Marquesado

FICHA 4.- SER 6 ALTO GENIL:

MASb 05.28 Montes Orientales. Sector Norte

MASb 05.32 Depresión de Granada

FICHA 5.- SER 7 REGULACION GENERAL:

MASb 05.04 Huéscar-Puebla de Don Fadrique

MASb 05.06 Orce-María-Cúllar

MASb 05.09 Baza-Caniles

MASb 05.19 Mancha Real-Pegalajar

MASb 05.23 Úbeda

MASb 05.24 Bailén-Guarromán-Linares

MASb 05.41 Guadahortuna-Larva

MASb 05.43 Sierra y Mioceno de Estepa

MASb 05.46 Aluvial del Guadalquivir-Medio

MASb 05.47 Sevilla-Carmona

MASb 05.49 Niebla-Posadas

MASb 05.52 Lebrija

MASb 05.73 Aluvial del Guadalquivir (Sevilla)

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051- GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.S1 GUADIAMAR		
ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA Provincias: Huelva y Sevilla		POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER Nº de Municipios: 29 (Ref.1) Nº de habitantes: 23.526 hab.	
PLANO DE SITUACIÓN DEL SER			
MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS - 05.49 Niebla-Posadas			
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):		Urbana: 4,92 hm³/año	Agrícola: 140,3 hm³/año
Recursos regulados superficialmente:		Ganadera:	Industrial: 0,3 hm³/año
Recursos hídricos subterráneos regulados (bombeos):		Otras: Energía 3,8 hm³/año	
Total recursos regulados:		Total demandas: 149 hm³/año	
Fuente de los datos:		<u>Fuente de los datos:</u> Borrador de PH	
Balance del SER: Déficit (D) <input type="checkbox"/>		Excedentes (E) <input type="checkbox"/>	En equilibrio <input type="checkbox"/>
hm³/año:		hm³/año:	Desconocido <input type="checkbox"/>

¿Existen recursos naturales disponibles? Sí No A estudiar Sin datos Condicionado

Comentario:

(7) Ref. estación aforo: 5076 Nombre: **Río Guadiamar en Aznalcázar** Capacidad embalse (hm³):

Año: 2005-2006 Aportación anual (hm³): **58,75**

Distribución mensual (hm³):

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
0,00	0,00	0,00	14,00	8,29	29,04	3,61	1,16	0,02	0,00	0,00	0,00

(7) Ref. estación aforo: 5151 Nombre: **Arroyo Partido en Puente del Ajoli** Capacidad embalse (hm³):

Año: 1988-1989 Aportación anual (hm³): **4,541**

Distribución mensual (hm³):

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
0,035	2,246	0,162	0,400	0,069	0,318	1,191	0,034	0,00	0,00	0,00	0,086

(7) Ref. estación aforo: 5150 Nombre: **Arroyo Rocina en El Rocío** Capacidad embalse (hm³):

Año: 1987-1988 Aportación anual (hm³): **27,33**

Distribución mensual (hm³):

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
0,06	0,54	15,15	7,71	2,73	0,45	0,21	0,30	0,16	0,03	0,00	0,00

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
Agrio	20	5058	1992-2006		140,7	61,6	6,3
Pantano Nuevo							
Pantano Viejo							

Depuración

EDAR total del SER: 9	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (Ref. 2)	¿Existe reutilización?	Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año)
	1	Sin especificar	923.129	No	
	4	Secundario	3.216.293	No	
	4	Más riguroso (N)	9.564.480	No	

ETAP total del SER:

Disponibilidad hídrica estimada: del orden de **14 hm³/año**

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No A estudiar Sin datos Condicionado

Comentario: existe un importante potencial de efluente con un tratamiento avanzado aunque también se trata de un SER con un elevado valor ambiental, por lo que una recarga con aguas depuradas requerirá un análisis detallado.

Desalación

Nº Desaladoras:	Capacidad de desalación (m ³ /año):	Volumen desalado (m ³ /año):
T.M.:	del municipio:	

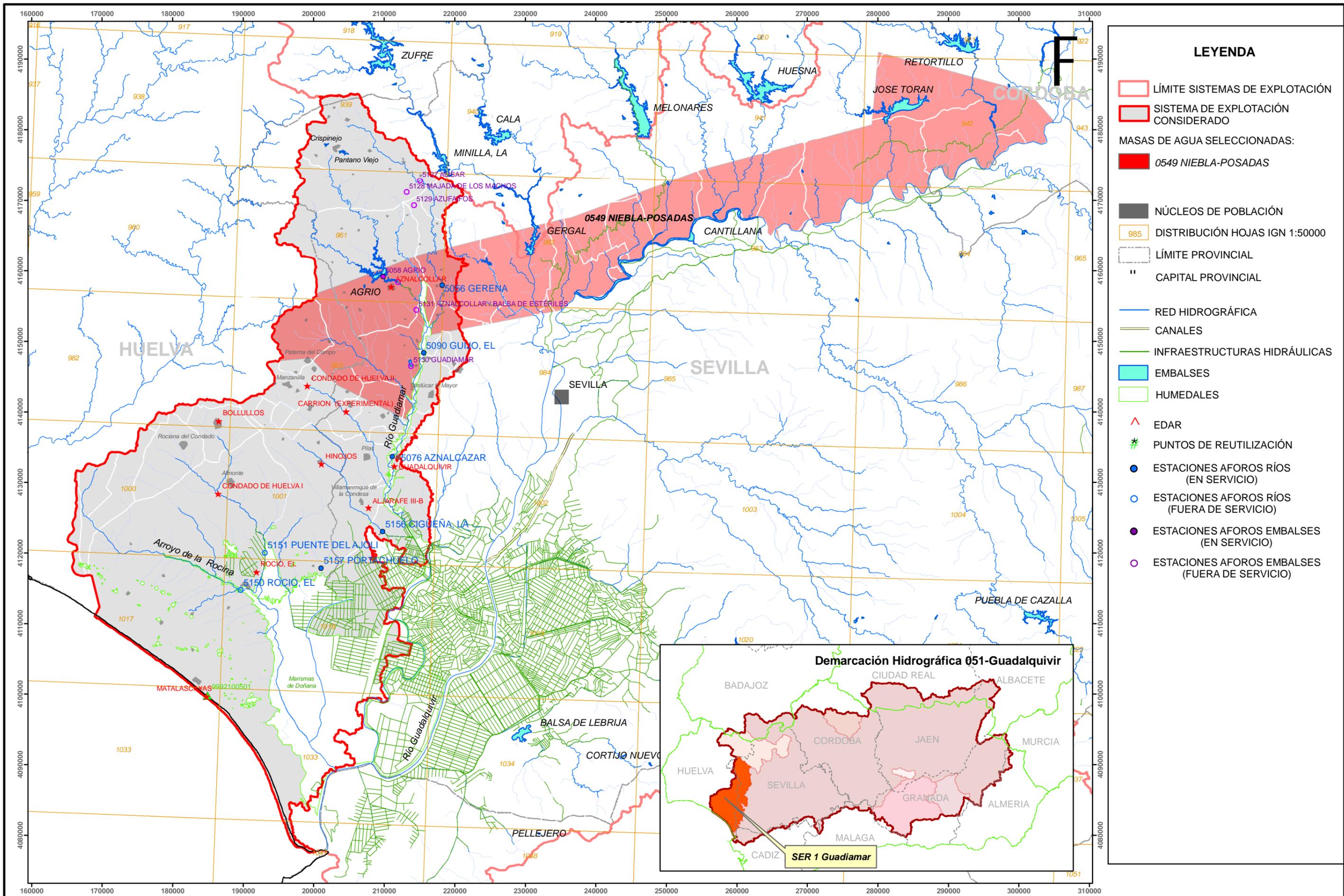
Disponibilidad hídrica estimada (m³/año):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No A estudiar Sin datos Condicionado

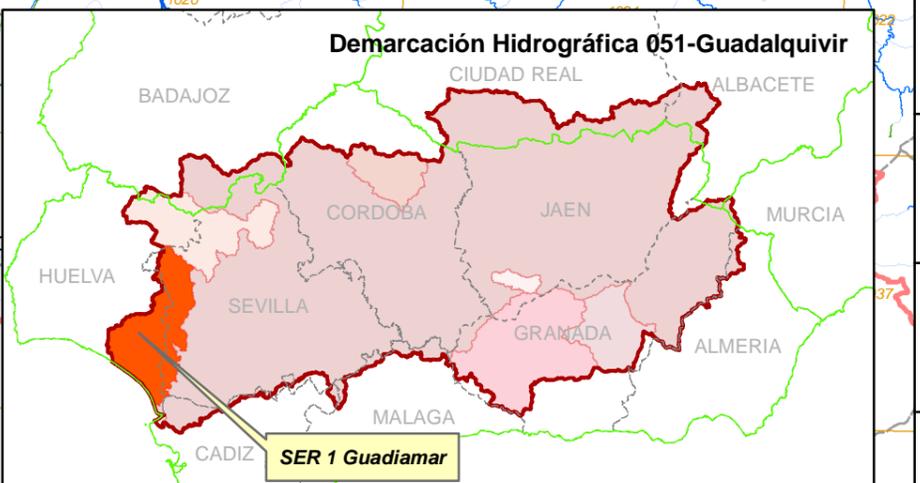
Comentario:

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

Comentario:



- ### LEYENDA
- LÍMITE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN
 - SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADO
 - MASAS DE AGUA SELECCIONADAS:
 - 0549 NIEBLA-POSADAS
 - NÚCLEOS DE POBLACIÓN
 - 985 DISTRIBUCIÓN HOJAS IGN 1:50000
 - LÍMITE PROVINCIAL
 - CAPITAL PROVINCIAL
 - RED HIDROGRÁFICA
 - CANALES
 - INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS
 - EMBALSES
 - HUMEDALES
 - ^ EDAR
 - # PUNTOS DE REUTILIZACIÓN
 - ESTACIONES AFOROS RÍOS (EN SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS RÍOS (FUERA DE SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS EMBALSES (EN SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS EMBALSES (FUERA DE SERVICIO)

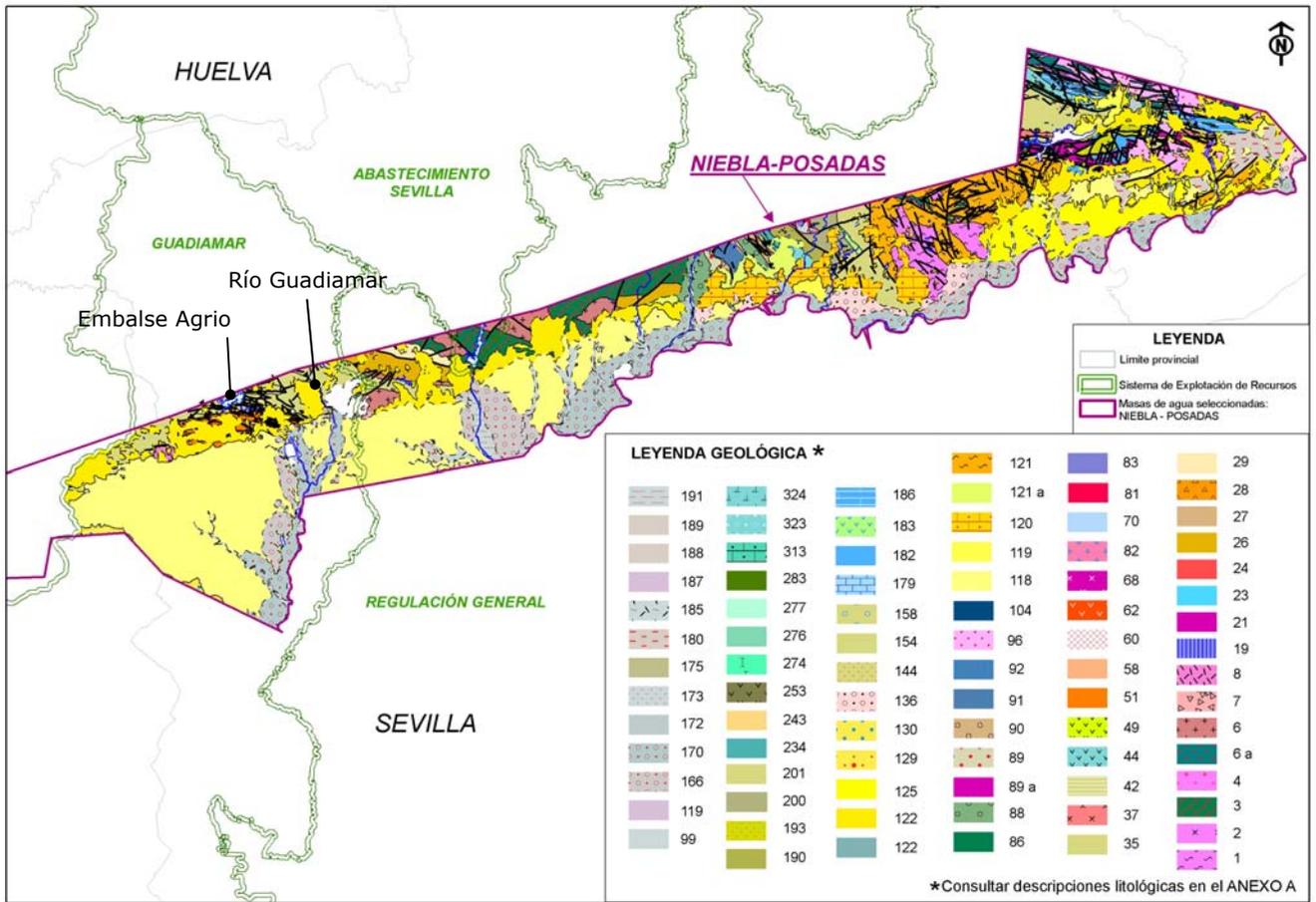


DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.S1 GUADIAMAR (05.S7 REGULACIÓN GENERAL)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.49 NIEBLA-POSADAS
---	--	--

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA	Municipios: Alcalá del Río, Alcolea del Río, Algaba (La), Aznalcóllar, Beas, Bonares, Brenes, Burguillos, Cantillana, Castilleja del Campo, Castillo Blanco de los Arroyos, Escacena del Campo, Gerena, Guillena, Huévar, Hornachuelos, Lora del Río, Manzanilla, Niebla, Olivares, Palma del Río, Paterna del Campo, Peñaflor, La Palma del Condado, Palma del Río, Puebla de los Infantes (La), Villalba del Alcor, Villanueva del Río y Minas, San Juan del Puerto, Sanlúcar la Mayor, Trigueros, Villarrasa, Villaverde del Río.
Provincias: Huelva, Sevilla y Córdoba	

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



La descripción litológica de la leyenda se adjunta en Información Adicional 0

PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: Existen antecedentes que recomiendan la recarga artificial en esta masa (PHG, 1995; DGOHCA, 2000), la demanda para abastecimiento es alta y existen problemas de sobreexplotación, estando designada en riesgo cuantitativo de acuerdo con las especificaciones de la DMA. Los acuíferos que componen esta MASb presentan un elevado valor estratégico tanto para abastecimiento urbano como para fines agrícolas por lo que su gestión debe incorporar actuaciones de recarga que incrementen los recursos disponibles en el SER.

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: **Acuífero Mioceno de base (Código leyenda mapa geológico: 122)**

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero						Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>	Litología: Areniscas fosilíferas, arenas, conglomerados, brechas calcáreas Espesores: 10-80 m (In.Ad.1) Columna litoestratigráfica tipo: (In.Ad.1)
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"/>	

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) 	10 10 ⁻⁵	5x10 ⁻³	500 10 ⁻² 68,7

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	c	n	bp	(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	bp	
Este	c	n	bp	
Oeste	-	-	-	

Observaciones:

Se trata de una estructura monoclinial típica de fondo de saco; el acuífero se presenta en forma de prisma que se acuña progresivamente hacia el SE bajo las margas azules del Tortoniense. En general la geometría es sencilla pero localmente condicionada por la morfología del substrato y la tectónica regional, lo cual determina que tradicionalmente se hayan diferenciado 5 sectores de distinto comportamiento hidráulico (actualmente el sector Niebla-Gerena quedaría incluido en su mayor parte en la Cuenca Atlántica Andaluza). El límite oeste coincide con el límite de la cuenca. En este SER, se presentan los sectores acuíferos de Niebla-Gerena y de Gerena-Cantillana. (In. Ad. 3).

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales	Embalse	Río	Escorrentía no regulada
Nombre (código):	Agrio	Guadiamar	Procedente del paleozoico
Ref. estación aforo:	5058	5056	
Capacidad embalse (hm ³)	20	-	-
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	(A) 61,6	(Q) 0,731	Sin datos
- máxima	(A) 140,7	(Q) 1,5	
- mínima	(A) 6,3	(Q) 0,03	
Año o Periodo medida:	1992-2006	1982-2005	
	Total Aportación natural media anual (A): 61,6 Total Caudal medio anual (Q): 0,731		

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: de los 20 hm³ disponibles del embalse del río Agrio se podrían detraer caudales del río a su paso por los afloramientos de mioceno o, si la distancia es pequeña, derivar el agua directamente desde la cerrada y hacerla llegar mediante una conducción directa a los afloramientos. Esta opción también resulta adecuada para el río Guadiamar a su paso por dichos afloramientos.

Respecto a la escorrentía superficial no regulada, existen estudios previos que recomiendan esta actuación en otros sectores del acuífero (Siete Arroyos...), por lo que podría plantearse aquí también aunque posiblemente la creación de infraestructura de recarga para este caso sea más compleja que las opciones del embalse Agrio y río Guadiamar.

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

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Agrio (Q)	1,6	5,2	16,3	16,9	8,7	5,2	1,9	1,5	0,7	0,6	0,7	0,9
Guadiamar (Q)	0,27	1,66	2,52	1,46	1,62	1,28	0,53	0,53	0,07	0,00	0,01	0,02
Escorr. no reg.												

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3
Nombre (código):	Aznalcóllar (1410130001010)		
Municipios conectados:			
Población (hab):		-	
Tipo de tratamiento:	Sin especificar		
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	923.129		
¿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: La única EDAR adecuada para la recarga, por su ubicación en la MASb, es la de Aznalcóllar, aunque no se conoce el tratamiento de la planta (en algunos registros el municipio aparece sin depuradora), y es probable que no resulte adecuado.

(4) Distribución media mensual (m^3)

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

¿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												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

▪ **Agua de recarga:**

- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos)

No se dispone de análisis del agua del embalse del río Agrio ni del Guadiamar. Tampoco del efluente de la EDAR.

▪ **Agua del medio receptor**

- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos)

La calidad del agua en el sector del acuífero es adecuada.

▪ **Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor** (prevista)

Buena Regular Media Sin datos

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 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

No se dispone de información suficiente para detallar una propuesta de recarga pues deben estudiarse las distintas opciones (embalse del Agrio, toma Río Guadiamar, agua EDAR y escorrentía no regulada). En cualquier caso, el sistema adecuado de recarga sería de tipo superficial (balsas, canales,...) en los afloramientos libres y mediante sondeos en la parte confinada del acuífero, alternativas que dependerán del **estudio hidrogeológico concreto** que se inicie para determinar la viabilidad técnica de la recarga.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica: con la información disponible, y teniendo en cuenta el valor estratégico de la recarga en esta masa, se considera factible iniciar los estudios previos de viabilidad de las distintas alternativas de recarga encontradas según el agua de origen.
- Económica: Sin datos.
- Legal o administrativa: la alternativa de recarga con aguas depuradas requiere una mayor dificultad desde el punto de vista administrativo.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

Índice de Referencias

(Ref.1) El número de municipios se ha obtenido por la intersección de la shape de términos municipales, seleccionando aquellos municipios cuyo centroide se encuentre dentro del límite del SER.

(Ref.2) 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.

INFORMACIÓN ADICIONAL 0. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE LA LEYENDA DEL PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA

NIEBLA-POSADAS (LEYENDA GEOLÓGICA)

- 324, Pizarras, areniscas, capas de carbón. Cuenca de Benajarafé
- 323, Conglomerados
- 313, Calizas biodetríticas
- 283, Lutitas grises con nódulos carbonatados y areniscas limoarcillosas carbonatadas
- 277, Ampelitas, lutitas negras carbonosas, lúditas y cineritas
- 276, Lutitas grises, areniscas y pizarras negras con nódulos volcánoclasticos
- 274, Cuarzitas
- 253, Vulcanitas básicas
- 243, Pizarras, grauvacas y conglomerados. U. Terena inferior
- 234, Esquistos con metavulcanitas. Fm. Cubito
- 201, Metaarcosas y micaesquistos con intercalaciones de metavulcanitas ácidas y básicas. S.Hueznar
- 200, Esquistos y micaesquistos grises y violáceos. Serie del Hueznar
- 193, Pizarras verdes y violáceas con niveles arenosos bioturbados a techo
- 191, Llanura de inundación
- 190, Areniscas feldespáticas y pizarras. Alternancia de Cumbres
- 189, Cono de deyección
- 188, Glacis indiferenciados
- 187, Abanicos aluviales indiferenciados
- 186, Calizas y dolomías masivas
- 185, Coluviales y aluviales indiferenciados
- 183, Vulcanitas básicas
- 182, Calizas y lutitas carbonatadas
- 180, Suelos vérticos
- 179, Calizas, dolomías, pizarras
- 175, Materiales antrópicos
- 173, Canal fluvial abandonado
- 172, Abanicos aluviales de 6ª generación
- 170, Terraza baja
- 166, Terraza media
- 158, Conglomerados, arcosas masivas. Fm Torrearboles Basal
- 154, Arcosas, pizarras, areniscas. Fm Torrearboles
- 144, Tobas, metavulcanitas ácidas, aglomerados volcánoclasticos y calizas. Porfiroides de Bodonal
- 136, Arcillas rojas, arenas y conglomerados. Abanicos aluviales
- 130, Areniscas calcáreas, arenas, limos amarillos y margas. Litoral
- 129, Gravas, arenas y limos. Localmente margas. Abanicos deltaicos
- 125, Gravas, arenas y limos. Localmente margas. Abanicos deltaicos
- 122, Neises con intercalaciones de metavulcanitas. Gneises de José Torán
- 122, Calcarenitas, calizas de algas y brechas, arenas y limos amarillos. Plataforma
- 121, Migmatitas neises y esquistos biotíticos
- 121a, Conglomerados. Facies fluviales
- 120, Conglomerados y calcarenitas. Plataforma con influencia deltaica
- 119, Areniscas, arenas y limos amarillos. Frente deltaico
- 118, Margas azules y blancas. Localmente limos, arenas, diatomitas y silex. Cuenca
- 104, Anfibolitas
- 99, Gravas, arenas, limos y arcillas. Aluvial
- 96, Esquistos, cuarzitas negras, gneises y migmatitas. Fm. Montemolín
- 93, Diques de cuarzo
- 92, Calizas claras
- 91, Lutitas grises, margas policolores y capas de carbonato
- 90, Conglomerados, areniscas y lutitas rojas
- 89a, Diques de Pórfidos Rioliticos
- 89, Areniscas, lutitas carbonatadas y carbonatos nodulizados versicolores
- 88, Conglomerados, areniscas y lutitas rojas
- 86, Diques de diabasas
- 83, Leucogranitos cordieríticos
- 82, Monzogranitos biotíticos
- 81, Granitos biotíticos
- 70, Alternancia de pizarras y limolitas. Pizarras negras con nódulos (Niveles de Goniátidos y Posidonias) -Pizarras inferiores
- 68, Gabros
- 62, Vulcanitas ácidas (riolitas y dacitas)
- 60, Stockwork y zona de alteración intensa. Sulfuros masivos
- 58, Pizarras negras y vinosas con radiolaritas policolores, jaspes y epiclastitas
- 51, Vulcanitas ácidas (riolitas y dacitas) y Serie epiclástica de composición ácida
- 49, Andesitas
- 44, Vulcanitas básicas (basaltos)
- 42, Pizarras negras, limolitas, cuarzitas blancas, lenticulas de carbonato y piritita
- 37, Granito biotítico de grano grueso tectonizado. El Garrotal
- 35, Alternancia de pizarras, limolitas, metareniscas y cuarzitas
- 29, Alternancia de pizarras negras, areniscas y grauvacas
- 28, Cuarzitas laminadas claras
- 27, Esquistos y micaesquistos grafitosos con cuarzos acintados, cuarzitas negras y boudines de granitoides
- 26, Esquistos negros, cuarzitas y metagrauvacas
- 24, Diques de Cuarzo
- 23, Diques de diabasas
- 21, Diques de pórfidos graníticos trondhjemiticos
- 19, Diques de Microdiorita
- 8, Granodiorita Biotítico-Hornbléndica.
- 7, Zona de mezcla de magmas
- 6, Granito-Monzogranito-Granodiorita, granitoides de tendencia trondhjemitica
- 6a, Metabasitas y/o anfibolitas
- 4, Granodiorita. Macizo de Vallehermoso
- 3, Rocas Básicas (Gabros, Dioritas, Cuarzodioritas)
- 2, Leucogranitos cordieríticos
- 1, Granodiorita neisificada. Macizo de Lora del Río

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA TIPO Y DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA**Columna litológica tipo:**

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
Pizarras, esquistos, calizas, dolomías, conglomerados, filitas, rocas intrusivas	424,14			Paleozoico (Cámbrico inferior- Pérmico)
Areniscas calcáreas, gravas, biomicritas arenosas, conglomerados, calizas.	552,16			Mioceno Transgresivo
Margas azules			150	Mioceno (Tortonense)
Limos arenosos y margas de colores amarillentos		20	80	Mioceno Regresivo
Arenas, arenas con gravas arenas limosas y localmente alguna intercalación de láminas arcillo-limosas	87,85			Pliocuatrnario
Gravas, arenas y areniscas	131,94			Cuatrnario

Descripción geológica:

La masa de agua subterránea 05.49 Niebla-Posadas se extiende a lo largo del borde meridional de la Meseta, por tanto, se encuentra en el contacto entre los materiales paleozoicos y los de la depresión del Guadalquivir, del Neógeno y Cuaternario. Se extiende como una franja de unos 10-15 km de ancho desde Mesas del Guadalora hasta Gibraleón. La superficie de la poligonal supera los 1500 km².

Hay que distinguir dos zonas, la compuesta por materiales paleozoicos y la compuesta por materiales más recientes. Los primeros configuran el sustrato impermeable del acuífero y están afectados por la enorme deformación sufrida durante el hercínico.

Los más recientes, que componen la serie neógena, dentro de los que se encuentra el acuífero, apenas se encuentran deformados, y presentan suaves buzamientos hacia el sur. El acuífero está compartimentado debido a una serie de fallas de orientación norte-sur y NNE-SSO.

El relieve en la masa de agua está caracterizado por una topografía de pendiente variable. Las máximas elevaciones, cercanas a los 900 m, se localizan al norte, en el contacto con los relieves de Sierra Morena, aunque la altitud media de este contacto se sitúa entre los 100 y 300 m. El borde meridional se sitúa entre los 100 m, al este y los 20 m hacia el oeste del límite situado en el cauce del Guadalquivir.

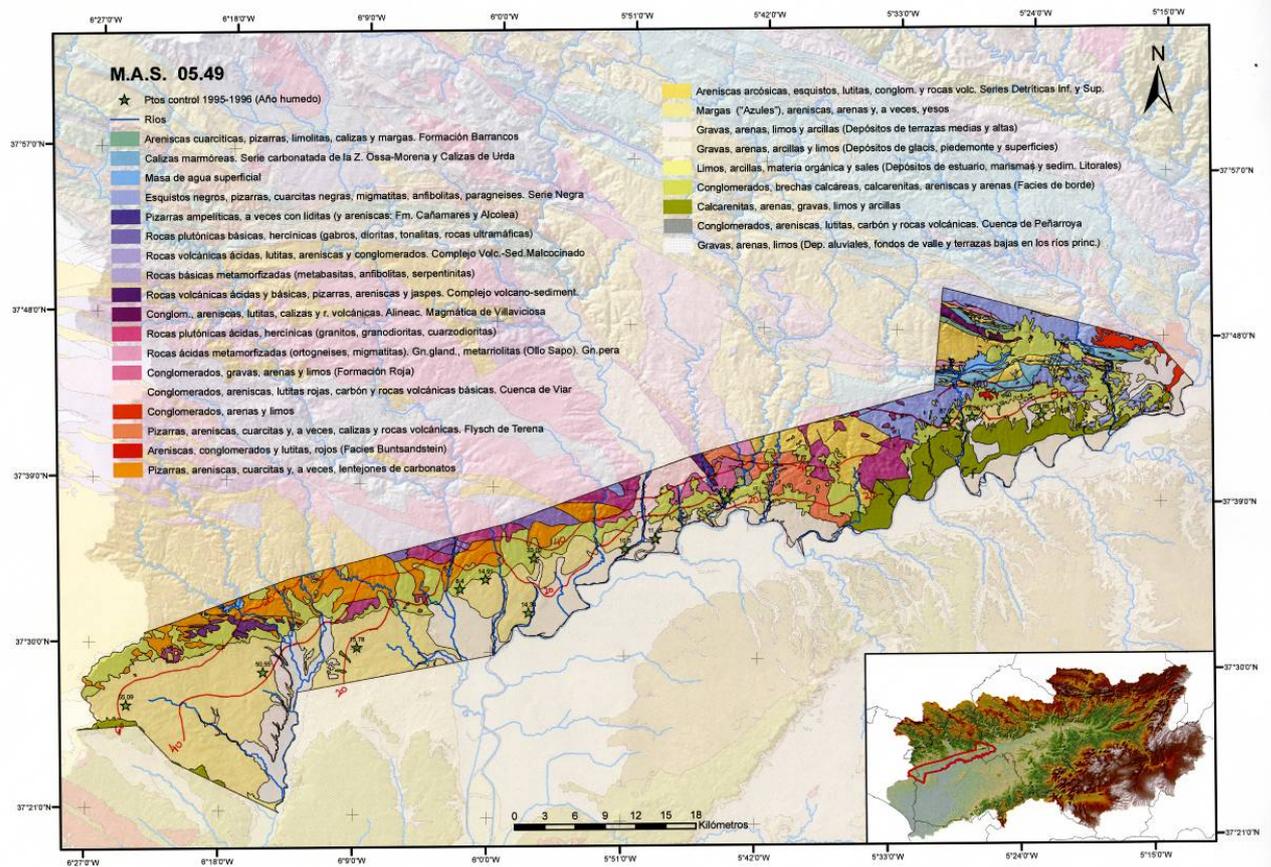
Origen de la información: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 2. PIEZOMETRÍA

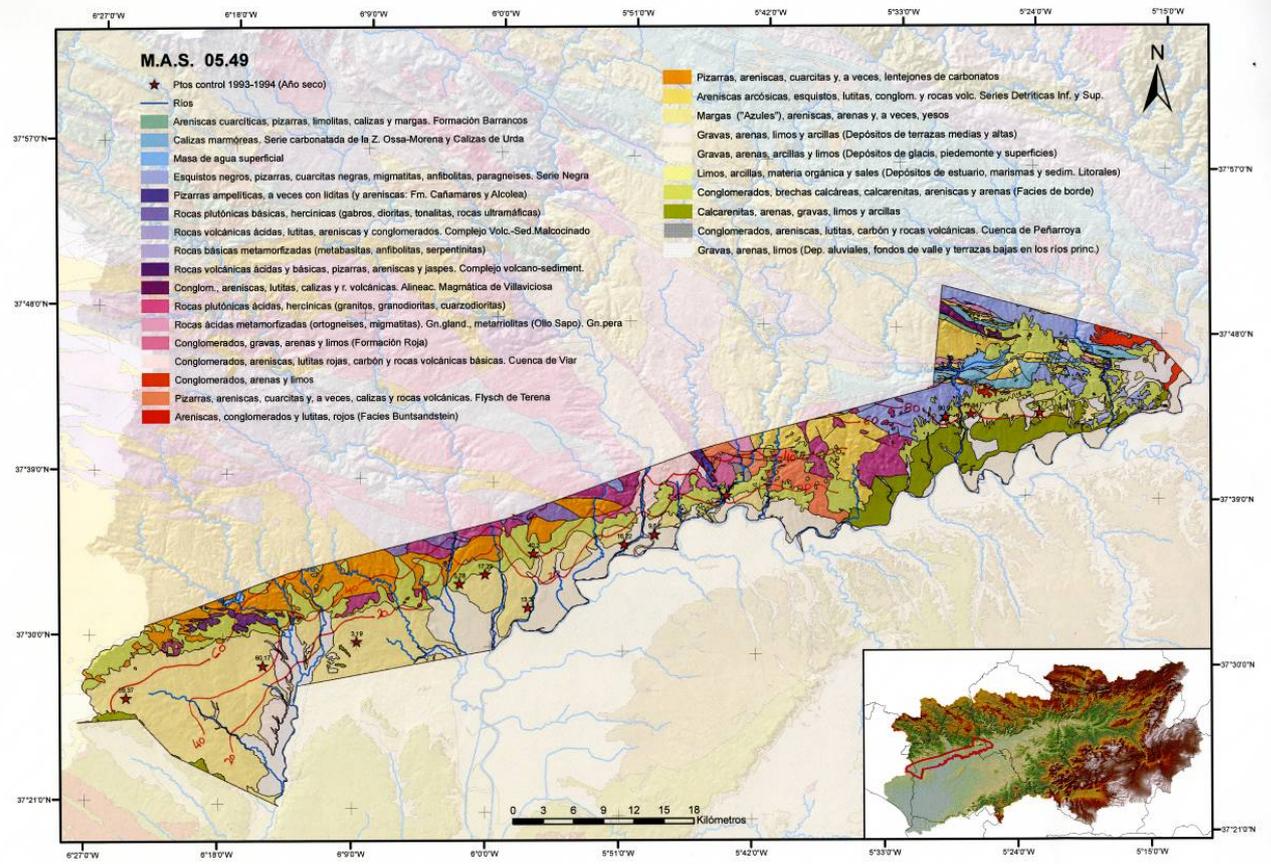
Isopiezas	Año	Nº de puntos	Nivel piezométrico (m.s.n.m.)		Diferencia (máx-min) (m)	Rango de oscilación estacional (m)	Sentido de flujo	Gradiente ⁽¹⁾
			máx.	min.				
De referencia								
Actuales estiaje	2006/2007	1	20,40	20,08	0,32	De -0,65 a 1,5	(*)	(*)
Actuales per. húmedo	2006/2007	5	31,13	12,24	18,89		(*)	(*)
De año seco	1993/1994	14	92,20	-24,00	116,20	De -5,69 a 31,04	Sureste	0,0064
De año húmedo	1995/1996	14	87,42	0,64	86,78	De -8,34 a 14,12	Sureste	0,0064

(1) Gradiente medio en el sentido del flujo principal. (*) No se disponen de suficientes piezómetros para su determinación

Isopiezas año húmedo (1995-1996)

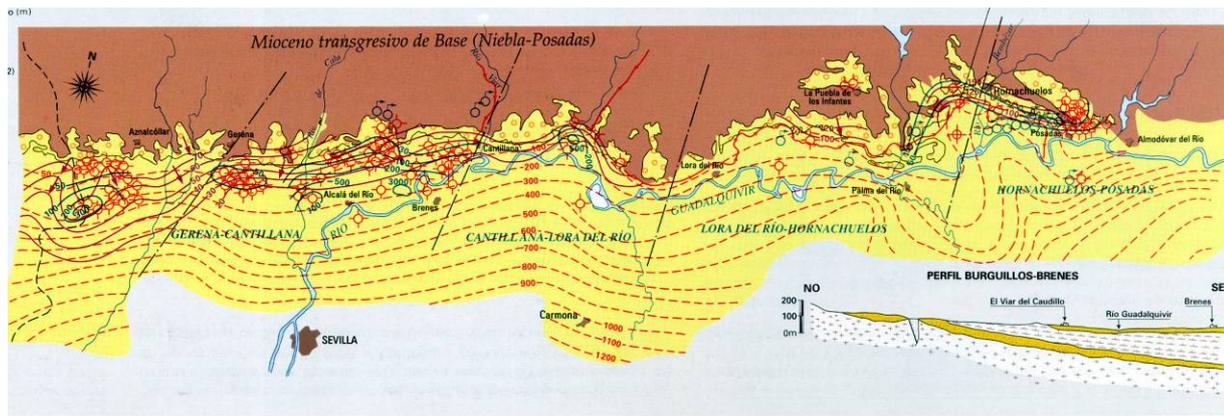


Isopiezas año seco (1993-1994)



Origen de la información: Caracterización adicional

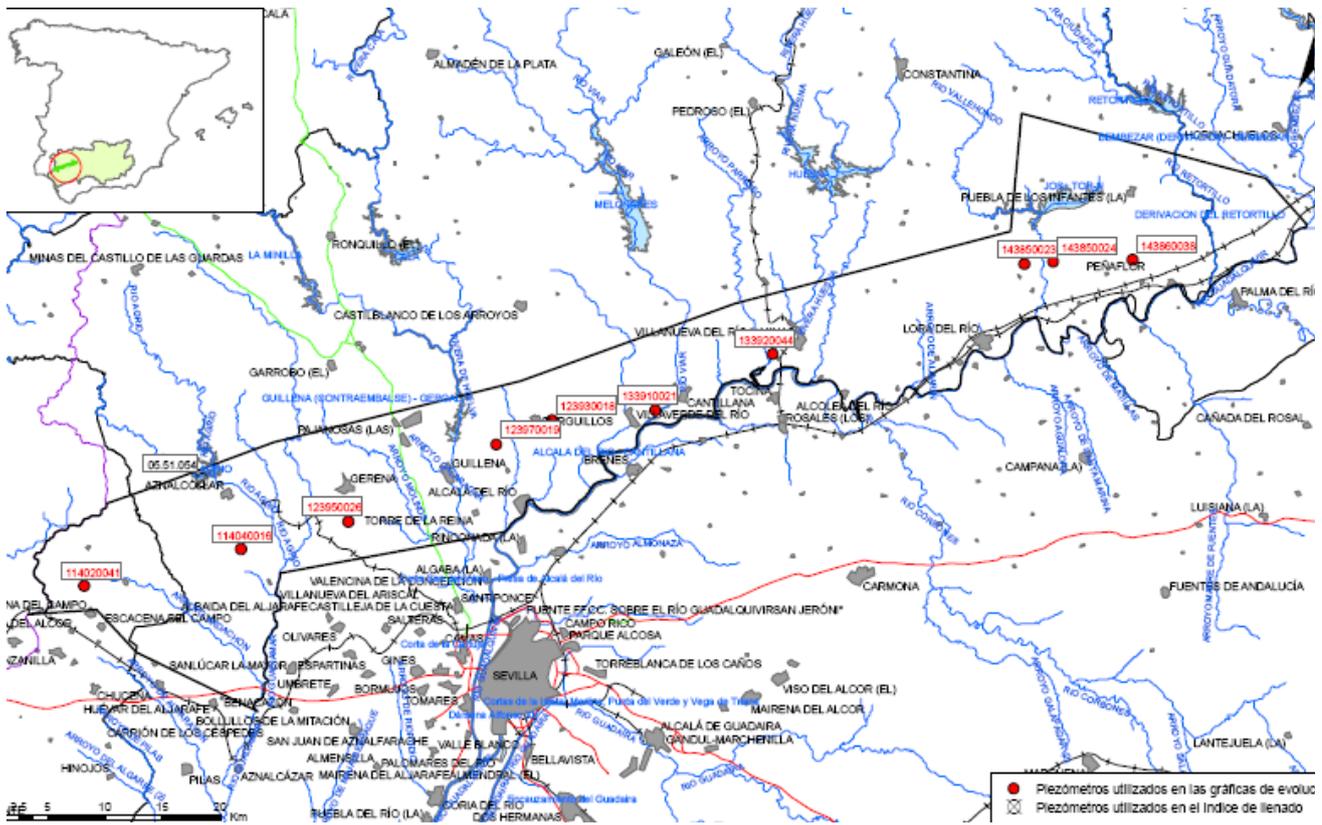
Isopiezas del acuífero Niebla-Posadas



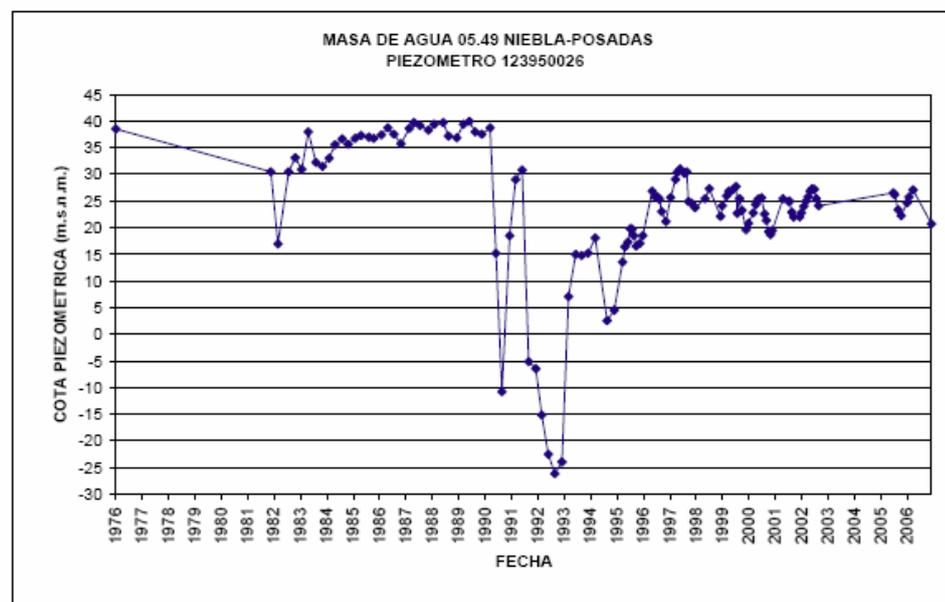
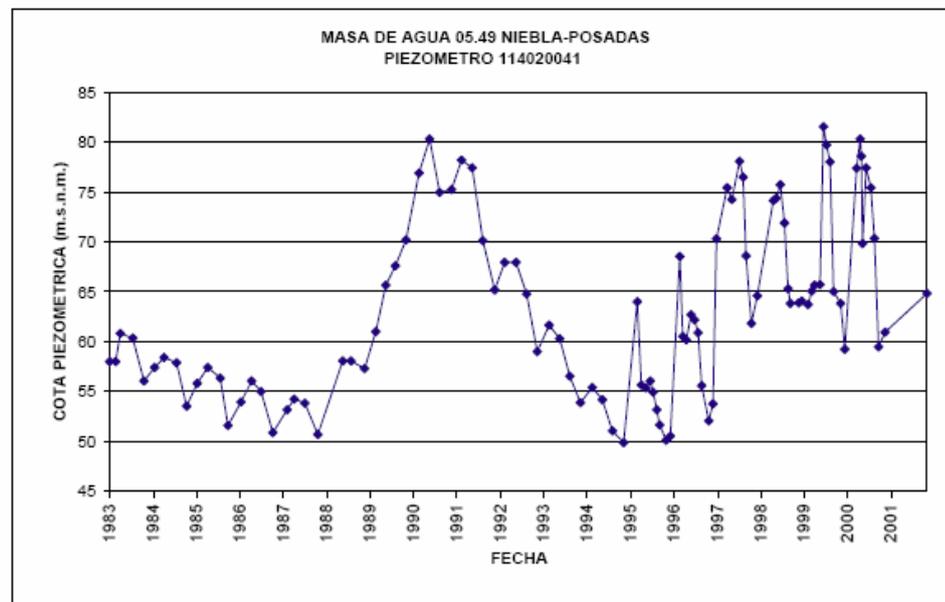
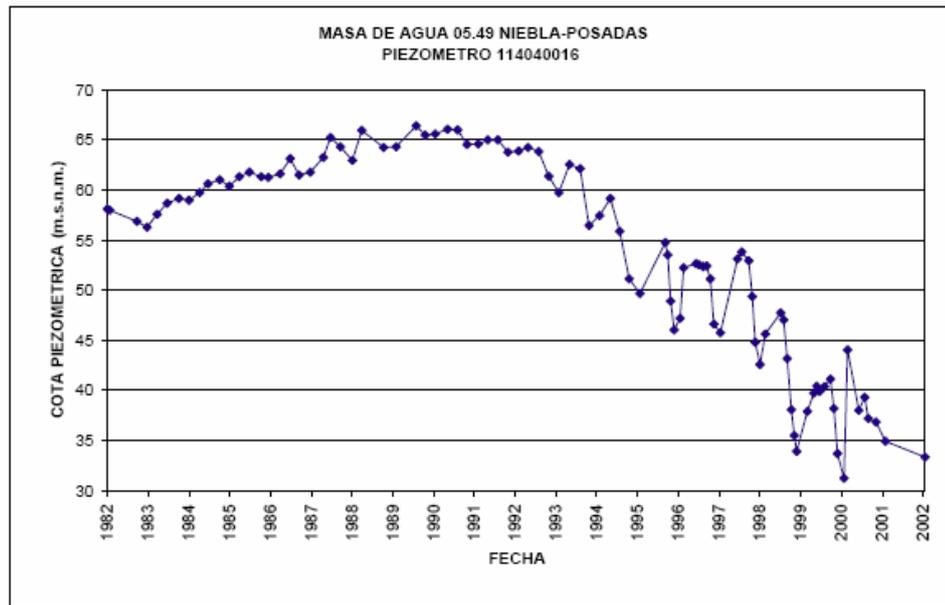
Origen de la información: Atlas Hidrogeológico de Andalucía, 1998

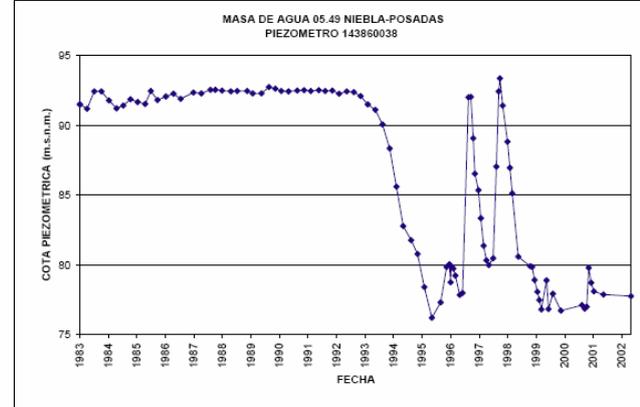
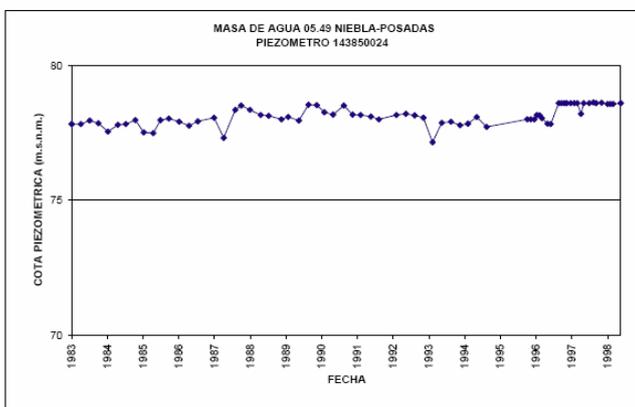
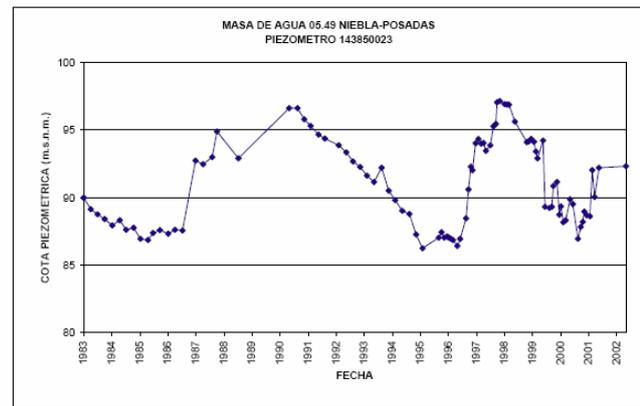
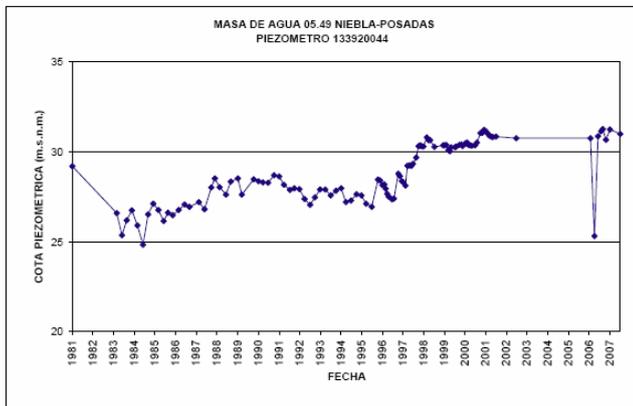
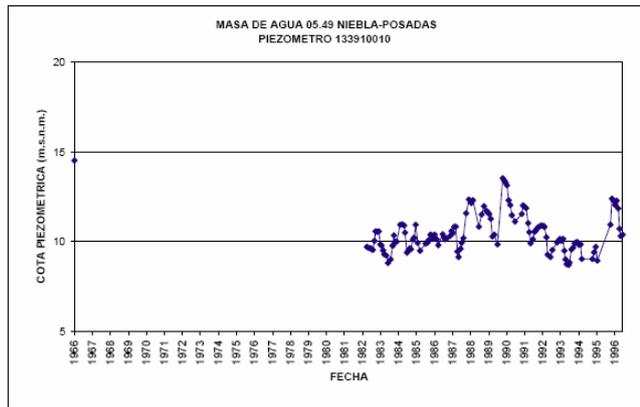
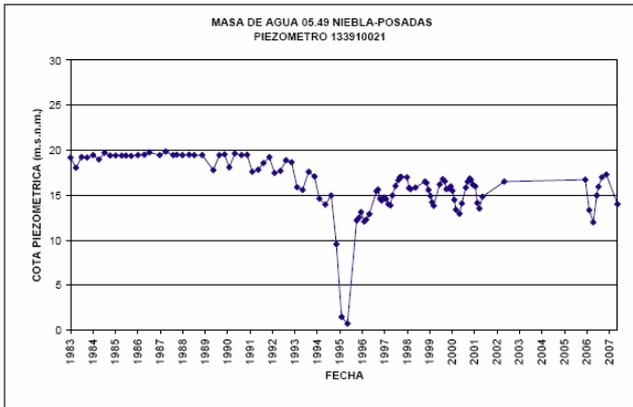
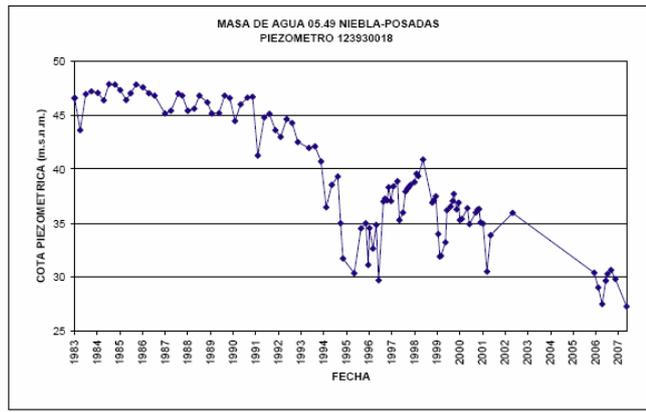
EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

Situación de los piezómetros en la MASb



Gráficos de evolución piezométrica





Origen de la información: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Los acuíferos están constituidos fundamentalmente por materiales detríticos con porosidad primaria cuya potencia varía desde 10-15 m en Niebla, hasta 80-100 m en su límite más oriental, aunque la potencia depende de las deformaciones que haya sufrido el zócalo. El acuífero se hunde progresivamente en dirección sur, con pendientes suaves (2-6 %), hasta alcanzar la línea de flexión del zócalo a distancias comprendidas entre 5-6 km en los extremos y 9 km en el centro. El sustrato impermeable está constituido por materiales paleozóicos del borde meridional de la Meseta. Al sur, sobre los afloramientos permeables, se sitúan las margas azules tortonienses que confinan el acuífero.

Se distinguen cinco subunidades hidrogeológicas:

- Niebla-Gerena: El acuífero está constituido fundamentalmente por arenas. Se extiende desde los afloramientos situados al oeste de Gibraleón hasta el límite de las provincias del Huelva y Sevilla.
- Gerena-Cantillana: Los materiales acuíferos son conglomerados y calizas detríticas sobre las que se apoyan niveles de arenas y areniscas de facies más carbonatadas hacia el este.
- Cantillana-Lora del Río: Predominan los conglomerados sobre los que descansan arenas fosilíferas y areniscas con niveles arcillosos. Su potencia es de 90-100 m en Villanueva del Río y Minas, disminuyendo hacia el oeste, hasta los 30-40 m en Cantillana.
- Lora del Río-Hornachuelos: el acuífero está constituido por conglomerados de base y calizas detríticas que se hacen arcillosas hacia techo. La potencia es de 20 a 70 m, condicionada por la morfología del Paleozoico sobre el que descansa.
- Puebla de los Infantes: Se sitúa al norte y está desconectada del resto. Tiene una superficie de 29 km² y está constituida por calizas con intercalaciones de pizarras del Cámbrico inferior y sedimentos carbonatados y arenosos miocenos, ambos estrechamente relacionados hidráulicamente.

Las entradas se producen por infiltración del agua de lluvia caída sobre la unidad y por infiltración de agua procedente de la escorrentía de los relieves próximos de Sierra Morena. La importancia de los retornos de riego varía mucho en cada subunidad. Aparentemente los ríos que atraviesan los acuíferos en sentido norte-sur no recargan el acuífero, aunque aún no se conoce con detalle este extremo, por falta de aforos diferenciales. Las salidas se producen por bombeos en la zona confinada, y a través de pequeños manantiales situados en el contacto entre los materiales acuíferos y los impermeables del techo, margas tortonienses, en las zonas libres. La importancia de estos manantiales está directamente relacionada con las extracciones, puesto que se llegan a secar en las zonas donde la extracción es relevante. El sentido general del flujo es norte-sur, aunque localmente en cada subunidad toma direcciones distintas

Origen de la información: Caracterización adicional

DEMARCACIÓN
HIDROGRÁFICA
051- GUADALQUIVIR

**SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
05.S4 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE JAÉN**

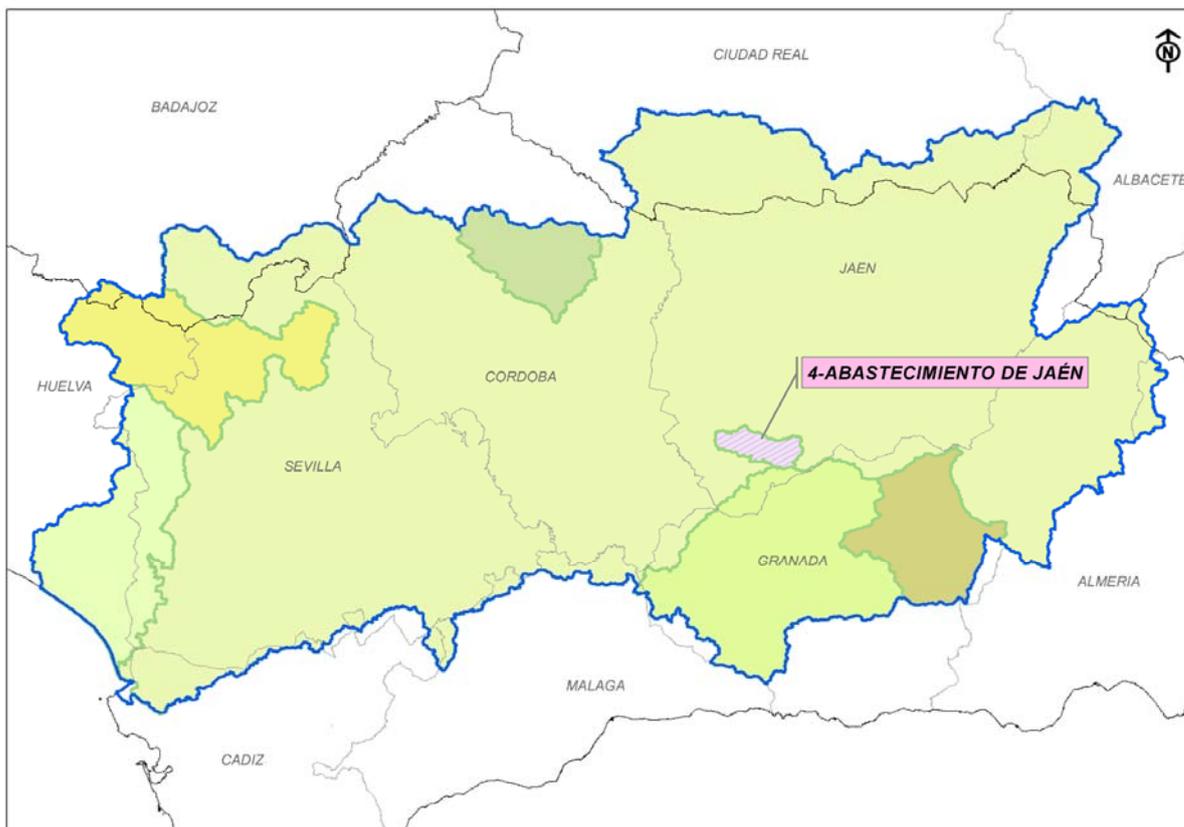
ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER

Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA
Provincias: Jaén

POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER

Nº de Municipios: 4 (Campillo de Arenas, Fuensanta de Martos, Martos y Valdepeñas de Jaén)
Nº de habitantes: 211.316

PLANO DE SITUACIÓN DEL SER



MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS

- 05.70 Gracia-Ventisquero

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):

Urbana: 25,1 hm³/año

Agrícola: 4 hm³/año

Recursos regulados superficialmente:

Ganadera:

Industrial: 0,2 hm³/año

Recursos hídricos subterráneos regulados (bombeos):

Otras:

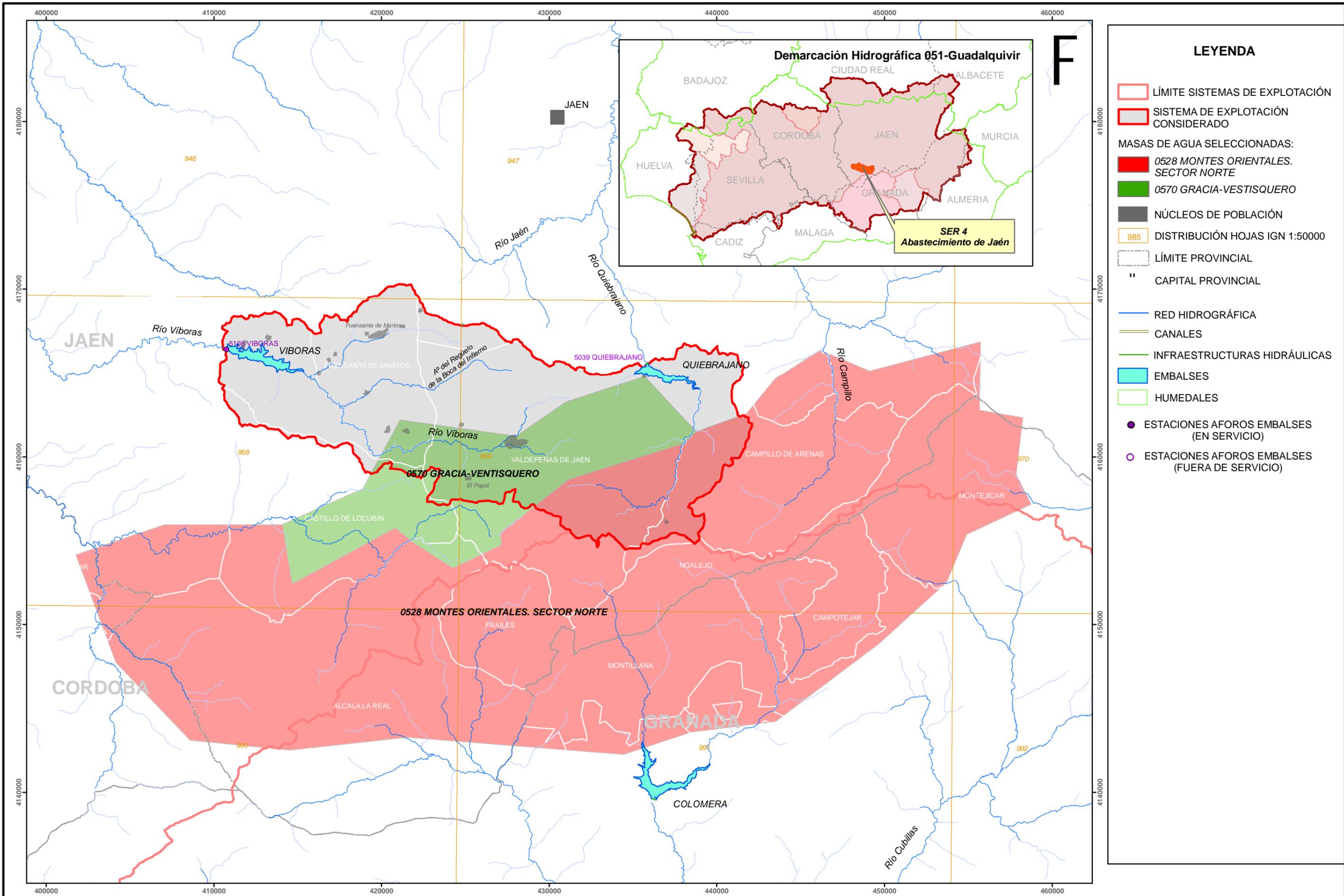
Total recursos regulados:

Total demandas: 29,28 hm³/año

Fuente de los datos:

Fuente de los datos: Borrador PH

Balance del SER: Déficit (D) <input 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 type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
Comentario:											
(1) Ref. estación aforo: 5108		Nombre: Embalse de Víboras			Capacidad embalse (hm ³): 19						
Año: 2005-2006		Aportación anual (hm ³): 1,129									
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
0,126	0,068	0,142	0,023	0,013	0,013	0,000	0,000	0,126	0,294	0,109	0,215
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				
Quebrajano	32	5039	1976-2006	10,7	32,5	10,7	1,6				
Víboras	19	5108	2004-2006	1,3		1,3					
Depuración											
EDAR total del SER: 0	Nº según tipo de tratamiento			Volumen depurado (V _d) (m ³ /año)	¿Existe reutilización?	Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año)					
	Primario										
	Secundario										
	Terciario										
	Complementario										
ETAP total del SER:											
Disponibilidad hídrica estimada:		0									
¿Existen recursos depurados 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: No hay ninguna EDAR incluida en el SER, las más cercanas estarían asociadas a los municipios de Campillo de Arenas y Los Villares.											
Desalación											
Nº Desaladoras: T.M.:		Capacidad de desalación (m ³ /año): del municipio:			Volumen desalado (m ³ /año):						
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:											



LEYENDA

- LÍMITE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN
- SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADO
- MASAS DE AGUA SELECCIONADAS:
- 0528 MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE
- 0570 GRACIA-VESTISQUERO
- NÚCLEOS DE POBLACIÓN
- 985 DISTRIBUCIÓN HOJAS IGN 1:50000
- LÍMITE PROVINCIAL
- CAPITAL PROVINCIAL
- RED HIDROGRÁFICA
- CANALES
- INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS
- EMBALSES
- HUMEDALES
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (FUERA DE SERVICIO)

DEMARCACIÓN
HIDROGRÁFICA
051
GUADALQUIVIR

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE
RECURSOS
05.S4 ABASTECIMIENTO DE JAÉN

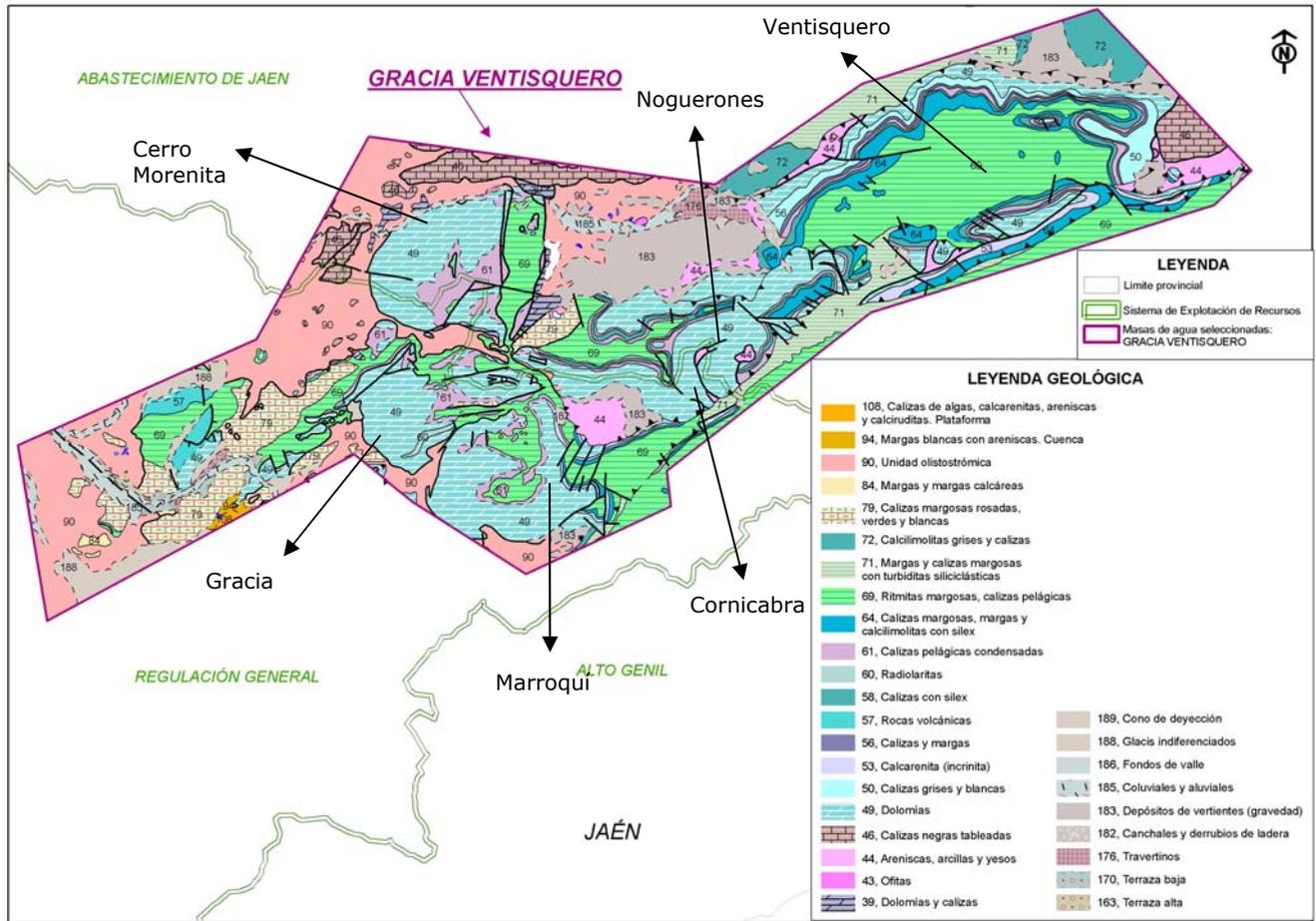
**MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA
05.70 GRACIA VENTISQUERO**

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA
Provincias: Jaén

Municipios: Castillo de Locubín, Valdepeñas de Jaén,
Martos, Fuensanta de Martos, Alcalá la Real

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Mediante las operaciones de recarga artificial se incrementará la garantía del sistema de abastecimiento asociado a los embalses del Quiebrajano y del Víboras, así como la calidad del agua suministrada, además, se reducirán las afecciones a los manantiales asociados a la MAS, en especial al manantial del Nacimiento del Río San Juan.

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro

Abastecimiento urbano Riego

Mejora de impactos

Calidad Sobreexplotación Intrusión

Mejora ecosistemas

Riberas Manantiales Humedales

Mejora sequía

Otras

ACUÍFEROS IMPLICADOS:

Acuífero de Gracia-Morenita

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías	
Detrítico	<input type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>	Litología: Calizas y dolomías Espesores: 150-300 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	

Parámetros hidráulicos

	Mínimo	medio	máximo
▪ Porosidad		0,05	
▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día)	1,5		7,5
▪ Transmisividad (m ² /día)	100		1.500
▪ Coeficiente almacenamiento		4 x 10 ⁻⁵	
▪ 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	c	n	m	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sur	a	¿	m	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Este	c	n	m	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	c	n	m	

Observaciones: Descripción hidrogeológica (Inf. Ad. 3)

Los materiales permeables que conforman el acuífero de Gracia – Morenita son las calizas y dolomías jurásicas (Formación Gavilán, y en menor medida las calizas nodulosas de la Formación Ammonítico Rosso Superior) que se presentan formando estructuras sinclinales con flancos invertidos (los materiales margosos cretácicos se encuentran bajo los paquetes de carbonatos jurásicos aflorando en las zonas más elevadas). El resto de afloramientos corresponden a materiales margocalcáreos cretácicos y a materiales triásicos superpuestos tectónicamente a la serie jurásica, ambos de baja permeabilidad.

Todos los límites son cerrados por contacto con los materiales triásicos, a excepción del suroriental en el que existe continuidad con los carbonatos jurásicos del Acuífero Frailes-Boleta con el que podría existir intercambio hídrico. El sustrato impermeable está constituido por los materiales margo-arcillosos triásicos.

Como consecuencia de su estructura geológica, en profundidad se encuentran los flancos normales de los sinclinales tumbados, conectados entre sí, conformando un importante reservorio de aguas subterráneas al aparecer saturados en gran parte de su extensión, especialmente el flanco normal y la charnela del sinclinal de la Morenita, que está saturado en su totalidad. Del estudio de la geometría del acuífero se deduce que gran parte de su zona saturada se encuentra en situación de confinamiento, ya sea debido a la superposición tectónica de los materiales triásicos o, en mayor medida, a la de las margas cretácicas suprayacentes.

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):		Río Víboras		
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}):		4 a 5 hm ³ /año										
<u>Comentario:</u> La procedencia del agua de recarga será de la cabecera del río Víboras, del arroyo del Papel, donde el IGME estimó unos excedentes invernales de 4 a 5 hm ³ /año.												
<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												
Escorrentía												
Comentario:												
Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1		EDAR 2		EDAR 3		EDAR 4					
Nombre (código):												
Municipios conectados:												
Población (hab):												
Tipo de tratamiento:	Primario		Secundario		Terciario		Complementario					
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 type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/>												
Comentario:												
<i>(4) Distribución media mensual (m³)</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"/>												
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:

- Parámetros: físico, químico y bacteriológico

Existe información sobre las características hidroquímicas del agua de recarga (Río Víboras) (Inf. Ad. 4)

▪ Agua del medio receptor:

- Parámetros: físico, químico y bacteriológico

Las aguas del acuífero presentan facies sulfatadas cálcicas (Nacimiento del Río San Juan (1839/8/3)), bicarbonatadas-sulfatadas cálcicas (sondeos Víboras II y IV (1839/4/22 y 1839/4/31)) y bicarbonatadas cálcicas (sondeos Víboras V y VI (1839/4/32 y 1839/4/33)). Además, se observa una evolución del agua del acuífero desde facies bicarbonatadas hacia sulfatadas (hacia el norte) que es función del tiempo de residencia del agua en el acuífero. Existe información concreta sobre las características hidroquímicas del agua del medio receptor (Inf. Ad. 4).

▪ 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 checked="" type="checkbox"/>	IGME-Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía (2000). Mejora del conocimiento del acuífero Gracia-Morenita para la evaluación de las posibilidades de recarga artificial como apoyo a los abastecimientos públicos.
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:	(Inf. Ad. 5)

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

(Inf. Ad. 5)

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

El informe "Mejora del conocimiento del acuífero Gracia-Morenita para la evaluación de las posibilidades de recarga artificial como apoyo a los abastecimientos públicos", realizado por el IGME en el año 2000 para la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, estudia la posibilidad de realizar, en el acuífero de Gracia-Morenita, operaciones de recarga artificial mediante sondeos utilizando, como agua de recarga, los excedentes invernales del río Víboras antes de que esta escorrentía se salinice aguas abajo en la cerrada del embalse del Víboras. El trabajo concluye con una propuesta de recarga de 50 L/s, durante 6 meses al año, para extraer posteriormente un caudal de 100 L/s durante los meses de estiaje.

La viabilidad técnica y económica de las operaciones de recarga ha sido valorada positivamente en el citado informe, que incluye, además, un modelo de flujo en el que se estudian varias alternativas de inyección/extracción y dispone de una valoración económica de las operaciones de recarga; quedando por tanto justificado el inicio de las actuaciones de recarga en esta masa. Se adjunta un resumen de la experiencia de recarga realizada en la Información Adicional 5.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Columna litológica tipo:

Triásico: Está formado por arcillas multicolores con predominancia del rojo y el verde típicas de las facies Keuper, con intercalaciones de limos, areniscas, yesos y rocas carbonatadas. La potencia es superior a los 300 metros. Pueden aparecer englobando bloques de calizas y dolomías de facies Muschelkalk, ofitas y yesos con una potencia de hasta 150 m.

Jurásico: La serie de materiales de edad jurásico presentes en esta unidad es la siguiente:

Comienza con unos niveles de carnioles sobre los que se disponen paquetes de dolomías y calizas de color gris o gris oscuro y aspecto masivo, aunque a veces aparecen estratificadas en gruesos bancos (Formación Gavilán). Esta formación presenta espesores entre 100 m en el sector de Cerro Marroquí, 200 m en el de Cornicabra-Noguerones y 250 m en el sector de Ventisquero y se dispone sobre materiales triásicos de facies Keuper o Muschelkalk con un contacto fuertemente tectonizado. En cuanto a su edad, el muro de la formación no se ha podido datar, aunque se atribuye regionalmente al Hettangiense. La serie continúa con una formación compuesta esencialmente por calizas, calizas con sílex y calizas margosas (Formación Veleta). Su espesor es muy reducido, alcanzando un máximo de 55 m en Noguerones y de 15 en el Ventisquero donde, además, se observa un cambio lateral de facies con la formación Ammonítico Rosso Superior. No aparece en las Sierras de Morenita y Marroquí. Abarca desde el Bajociense hasta el Bajociense superior. A techo se sitúa la Formación Ammonítico Rosso Superior, su potencia se encuentra en torno a los 40 metros en el sector de Gracia-Morenita, 30 metros en La Cornicabra y 60 m en el Ventisquero. Consiste en calizas nodulosas de color gris hacia la base y rojas en el resto de la formación. Localmente son margosas con estratos de espesores comprendidos entre 0,3 y 3,5 metros. Los estratos presentan en su techo hardgrounds incipientes y pueden aparecer espeleotemas intercalados con brechas de colapso. Su edad es Bajociense superior-Berriasiense.

Cretácico: Consiste en una alternancia monótona de calizas margosas y margas en bancos de 20 a 40 cm de potencia y color gris oscuro en las que son frecuentes las estructuras slumps y pliegues intraformacionales (Formación Carretero). Al oeste de la Morenita y al sur del Marroquí abundan las calizas margosas y margas de color muy oscuro o negras que presentan un cierto contenido en materia orgánica. La potencia oscila entre 600 m en la parte occidental de la unidad y 900 m en la oriental. Se le atribuye un edad Berriasiense superior-Barremiense. A techo se sitúa la Formación Carbonero que aflora con poca extensión en una estrecha franja al sur de las sierras de Cornicabra y Ventisquero, y está constituida por una serie de carácter turbidítico con un tramo inferior de 18 m de margas azules con intercalaciones de conglomerados y calcarenitas sobre el que se disponen 40 m de arcillas pizarrosas, margas arcillosas, arcillas negras y radiolaritas. Por último, encontramos un tramo superior de 85 m de potencia formado por una alternancia de margas y areniscas, localmente conglomerados. Aunque carece de fósiles, se le asigna una edad Aptense superior-Albense. El Cretácico culmina con la conocida Formación Capas Rojas que aflora principalmente al noreste de Castillo de Locubín donde se superpone a la Formación Carretero y al suroeste de Valdepeñas de Jaén. En su parte superior se encuentra solapada por materiales triásicos que la cabalgan, de modo que no es observable su techo. La litología es muy homogénea y consiste en calizas margosas y margas de color rojo o blanco, estratificadas en bancos de entre 20 y 40 cm con una potencia total del orden de 200 a 600 metros. Se le atribuye una edad Senonense-Eoceno medio.

Cuaternario:

Travertinos: En el Río Grande, al norte de la Sierra de la Morenita aparece un afloramiento de travertino con entidad cartográfica, del que no existen estudios específicos.

Aluviales y terrazas fluviales: Los depósitos aluviales aparecen ligados a los ríos Grande y San Juan; en este último se han descrito también dos terrazas, la más alta se sitúa a unos 20-25 metros de cota y la más baja a unos 10 metros. Las litologías consisten en gravas, arenas y limos, y las potencias no suelen superar los 10 metros. En el Río Grande, los sondeos Víboras III (1839/4/30) y IV (1839/4/31) realizados por el IGME al norte de la Sierra de la Morenita, situados en terrazas aluviales a unos 5 metros de cota sobre el cauce, cortaron 19 y 13 metros respectivamente, de conglomerados, limos y arcillas.

Glacis y derrubios de ladera: Tienen muy escasa representación en el área de estudio, aparecen preferentemente en la zona sur, al pie de los relieves fuertes, y consisten en conglomerados y gravas con matriz limo-arcillosa de escaso espesor.

Descripción geológica:

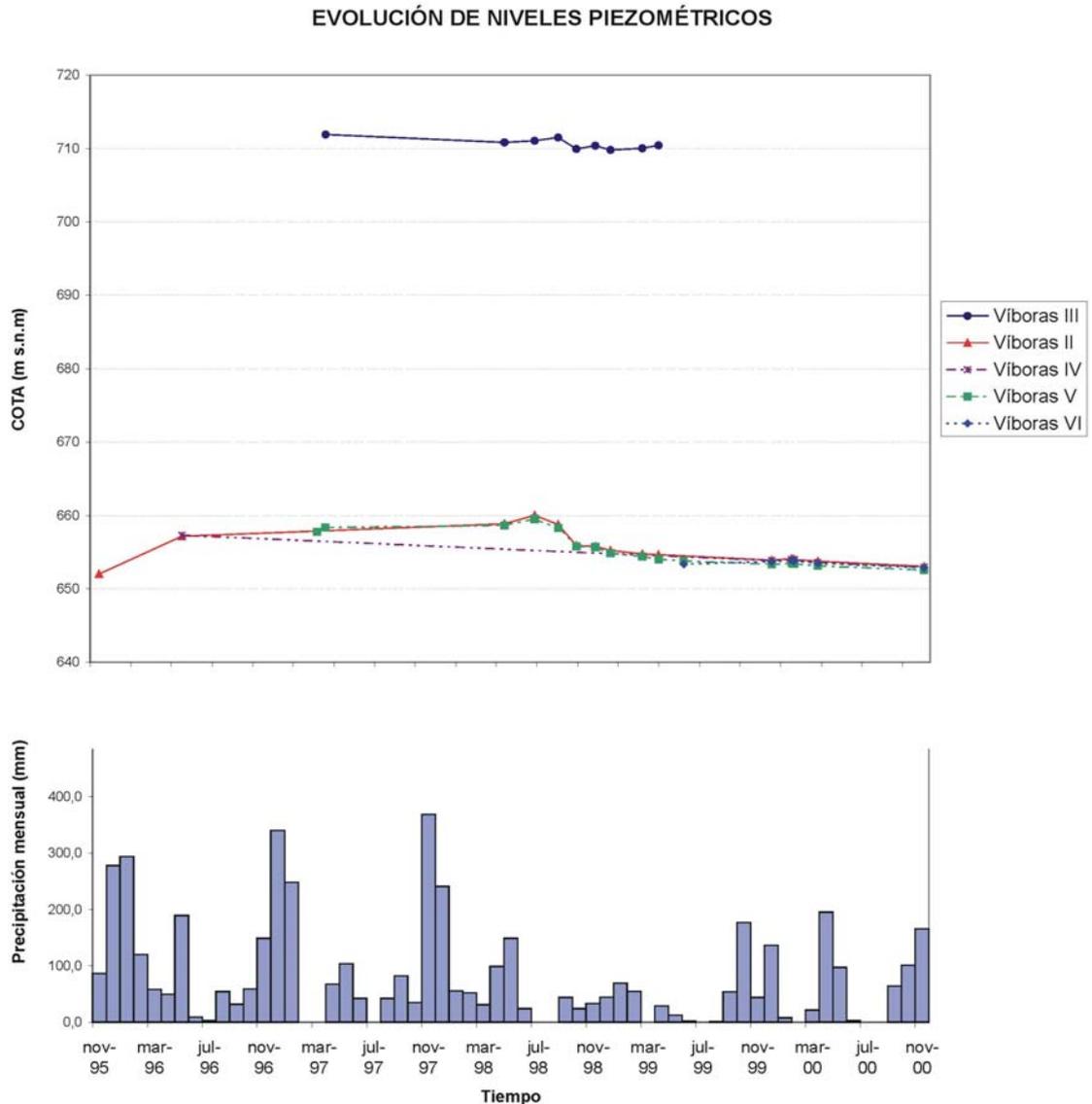
La estructura general de la zona corresponde a un apilamiento de grandes láminas tectónicas siendo la superposición de unidades más significativa la de la denominada Unidad de Ventisquero sobre las Unidades Intermedias. Las superficies de cabalgamiento son de muy bajo ángulo y coinciden generalmente con la discontinuidad mecánica del límite Trías-Lías.

Este episodio de deformación principal, que tuvo lugar durante el Oligoceno superior-Mioceno inferior, generó pliegues de amplitud hectométrica y vergencia noroeste que presentan una dirección media N60-70E. Dichos pliegues suelen alternar anticlinales apretados y sinclinales abiertos, y en ciertas unidades se tienen flancos inversos kilométricos. La inversión más importante afecta al sector del Cerro Marroquí-Cerro Morenita, existiendo otras de envergadura inferior en las alineaciones de Cornicabra y Ventisquero. Posteriormente, durante el Tortonense, tienen lugar retrocabalgamientos hacia el sureste con desplazamientos de mucha menor entidad y según superficies de fuerte buzamiento. Son característicos en el límite meridional de las alineaciones de Cornicabra y Ventisquero, en las que aparecen superpuestos materiales jurásicos a la serie cretácica. Estas superficies funcionan en etapas posteriores en sentido normal. Contemporáneos con los retrocabalgamientos se producen pliegues suaves de gran radio y discordancias que afectan a los materiales neógenos. A partir del Tortonense superior comienza una etapa extensiva que da fallas normales con direcciones dominantes noroeste-sureste y nornordeste-sursureste.

En la unidad de Gracia-Morenita, los cerros de la Morenita, Gracia y el Marroquí presentan estructuras sinclinales con flancos invertidos que, en el caso del Cerro Marroquí, tienen longitudes del orden de 3 km. Tanto el Cerro Marroquí como el de Gracia forman una estructura de sinclinal tumbado con la charnela situada al sur, de manera que la mayor parte de los afloramientos que se observan están invertidos, los materiales margosos cretácicos se encuentran bajo los paquetes de carbonatos jurásicos aflorando en las zonas más elevadas. En el Cerro de la Morenita, ocurre otro tanto, si bien, en este caso la charnela se encuentra al norte, bajo los materiales triásicos a lo largo del Río Grande sin llegar a aflorar, prácticamente todos los afloramientos carbonatados presentan inversión, llegando a aflorar el Cretácico en los puntos culminantes.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA



Fuente: Normas de Explotación, 2001.

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Los materiales permeables que conforman el acuífero de Gracia – Morenita son las calizas y dolomías jurásicas (Formación Gavilán, y en menor medida las calizas nodulosas de la Formación Ammonítico Rosso Superior) que en conjunto presentan espesores comprendidos entre 140 y 290 metros. La superficie de afloramientos permeables es de 19,1 km² mientras que el acuífero ocupa una extensión total aproximada de 28 km². El resto de afloramientos corresponden a materiales margocalcáreos cretácicos y a materiales triásicos superpuestos tectónicamente a la serie jurásica, ambos de baja permeabilidad.

Todos los límites son cerrados por contacto con los materiales triásicos, a excepción del suroriental en el que existe continuidad con los carbonatos jurásicos del Acuífero Frailes-Boleta con el que podría existir intercambio hídrico. El sustrato impermeable está constituido por los materiales margo-arcillosos triásicos.

La descarga se realiza exclusivamente a través del nacimiento del Río San Juan (1839/8/3) a cota 645 m s.n.m.. Esta surgencia tiene un caudal medio de 290 L/s.

Como consecuencia de su estructura geológica, en profundidad se encuentran los flancos normales de los sinclinales tumbados, conectados entre sí, conformando un importante reservorio de aguas subterráneas al aparecer saturados en gran parte de su extensión, especialmente el flanco normal y la charnela del sinclinal de la Morenita, que está saturado en su totalidad. Del estudio de la geometría del acuífero se deduce que gran parte de su zona saturada se encuentra en situación de confinamiento, ya sea debido a la superposición tectónica de los materiales triásicos o, en mayor medida, a la de las margas cretácicas suprayacentes.

Los parámetros hidráulicos de que se dispone son los obtenidos en diversos ensayos de bombeo realizados en el acuífero Gracia-Morenita y que corresponden a los ensayos de bombeo realizados en los sondeos Víboras II al VI (1839/4/22, 1839/4/30, 1839/4/31, 1839/4/32 y 1839/4/33). Los valores de la transmisividad calculados en los diversos ensayos de bombeos, quedaron comprendidos entre 100 y 1500 m²/d, si bien pueden asignarse valores de T en torno a 300 m²/d a los carbonatos en la zona confinada del acuífero y a 1500 m²/d en la zona libre; la k aparente es del orden de 1,5 m/d y 6-7,5 m/d respectivamente. El coeficiente de almacenamiento hallado se encuentra en torno a 3,2-4,2 x 10⁻⁵ en la zona confinada y 1,5 x 10⁻² en la zona libre.

En cuanto a las aguas de este acuífero presentan facies sulfatadas cálcicas (Nacimiento del Río San Juan (1839/8/3)), bicarbonatadas-sulfatadas cálcicas (sondeos Víboras II y IV (1839/4/22 y 1839/4/31)) y bicarbonatadas cálcicas (sondeos Víboras V y VI (1839/4/32 y 1839/4/33)). Además, se observa una evolución del agua del acuífero desde facies bicarbonatadas hacia sulfatadas (hacia el norte) que es función del tiempo de residencia del agua en el acuífero.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA DE RECARGA



**Instituto Tecnológico
GeoMinero de España**

De Laboratorio AGS6S, a División de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Bono de envío nº 98/355
 Referencia de Laboratorio Nº 1
 Referencia de envío (Ident. de la muestra) GRANADA-1
 Fecha de entrega al Laboratorio 17 02 98

Nº DE REGISTRO		Fecha de toma		Fecha de análisis		Prof. Toma		Nº Muestra		Min. inicio prueba	
1	9	13	07	16	10						
M.T.	D.C.O.	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca		
	12		210	128	0	12	5	29	1105		
33	34	37	38	42	43	47	48	51	52	54	55
58	59	63	64	67	68	72					
K	pH	Conductividad 20°C (1)	RS 110°C	NO ₂	NH ₄	P.O ₄	SO ₂	Temp. en campo	F ₂		
	76	642		0	0	0	31				
73	78	77	79	80	85	86	91	92	95	96	99
100	102	104	107	108	109						

B	F	Li	Br	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cr
111	115	116	119	120	123	124	127	128	131
132	135	136	139	140	143	144	147	148	151
Ni	Cd	As	Sb	Se	Al	CN	Detergentes	Hg	
152	155	156	160	161	164	165	168	169	172
173	176	177	180	181	184	185	188		

Fenoles	H.A.P.	Pesticidas total	Radioactividad ALFA (2)	Radioactividad BETA (2)
190	194	195	200	201
207	208	212	213	216
217	221	222	225	
Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	MANT.
226 227	228	233	234 235	236
241	Elemento 3	Elemento 4		256
242 243	244	249	250 251	252
257				

El jefe de Laboratorio:	RECIBIDO D.A.S.	Vº Bº	Recibido Gabinete Informática

INDICACIONES

- Cualquier modificación en los datos de base, comunicarlo en ficha de punto de agua
- Se indicará si hay datos en la 2ª parte de la ficha con 3 ó N
- El punto decimal está representado por (.,). Las demás determinaciones serán redondeadas a número entero, ajustándose a la última casilla de la derecha de cada campo.
- Las determinaciones serán expresadas en mg/l, excepto: (1) en µS/cm (2) en pCa
- Eventualmente, el contenido específico de cada plaguicida será expresado en OBSERVACIONES.
- H.A.P. = Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
- Prof. Toma
- Profundidad de la toma de muestras en metros

OBSERVACIONES: EL PASEL II
S. SUSPENSIONE 69 Y 70
PERTENECEN AL ENVIO GRANADA-5
Nº. SICOP: 96043

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL ACUÍFERO RECEPTOR

	Máximo	Mínimo	Medio
Cl	52	1	7
SO ₄	400	7	182
HCO ₃	960	89	199
NO ₃	220	2	9
Na	19	1	4
Mg	44	6	22
Ca	170	37	106
pH	8,4	7,0	7,8
Cond. (µmhos/cm)	1405	236	604

Fuente: Normas de Explotación, 2001.

INFORMACIÓN ADICIONAL 5: RESUMEN DE LA EXPERIENCIA DE RECARGA REALIZADA

Entre los años 1995 y 2000 se llevó a cabo una investigación en la cabecera del río Víboras con el objetivo de resolver los problemas de abastecimiento a los núcleos de población incluidos en la Comarca de Martos. El suministro conjunto se realizaba desde derivaciones en el cauce del río Víboras, complementado con algunas captaciones menores en cada término municipal. En estos estudios se estimó un déficit en el abastecimiento a la Comarca de Martos, centrado exclusivamente en años secos, que se cifró en un máximo de 80 L/s. Por otra parte, también se detectaron problemas en el abastecimiento en momentos de fuertes lluvias debido a la turbidez en las aguas captadas en las derivaciones del Río Víboras, y en la calidad del agua por la existencia de vertidos de aguas residuales procedentes de Valdepeñas de Jaén.

Los trabajos culminaron con la ejecución de seis sondeos en el sector septentrional del acuífero Gracia-Morenita, próximos a la toma principal de las captaciones en el río Víboras denominadas Fuentes de Martos (sondeos Víboras I al VI). Dos de los sondeos construidos quedaron instalados como sondeos de explotación y otros dos se acondicionaron para permitir la inyección de caudales en operaciones de recarga artificial. La infraestructura creada, es capaz de cubrir, en caso de emergencia, la totalidad del abastecimiento a la Comarca de Martos.

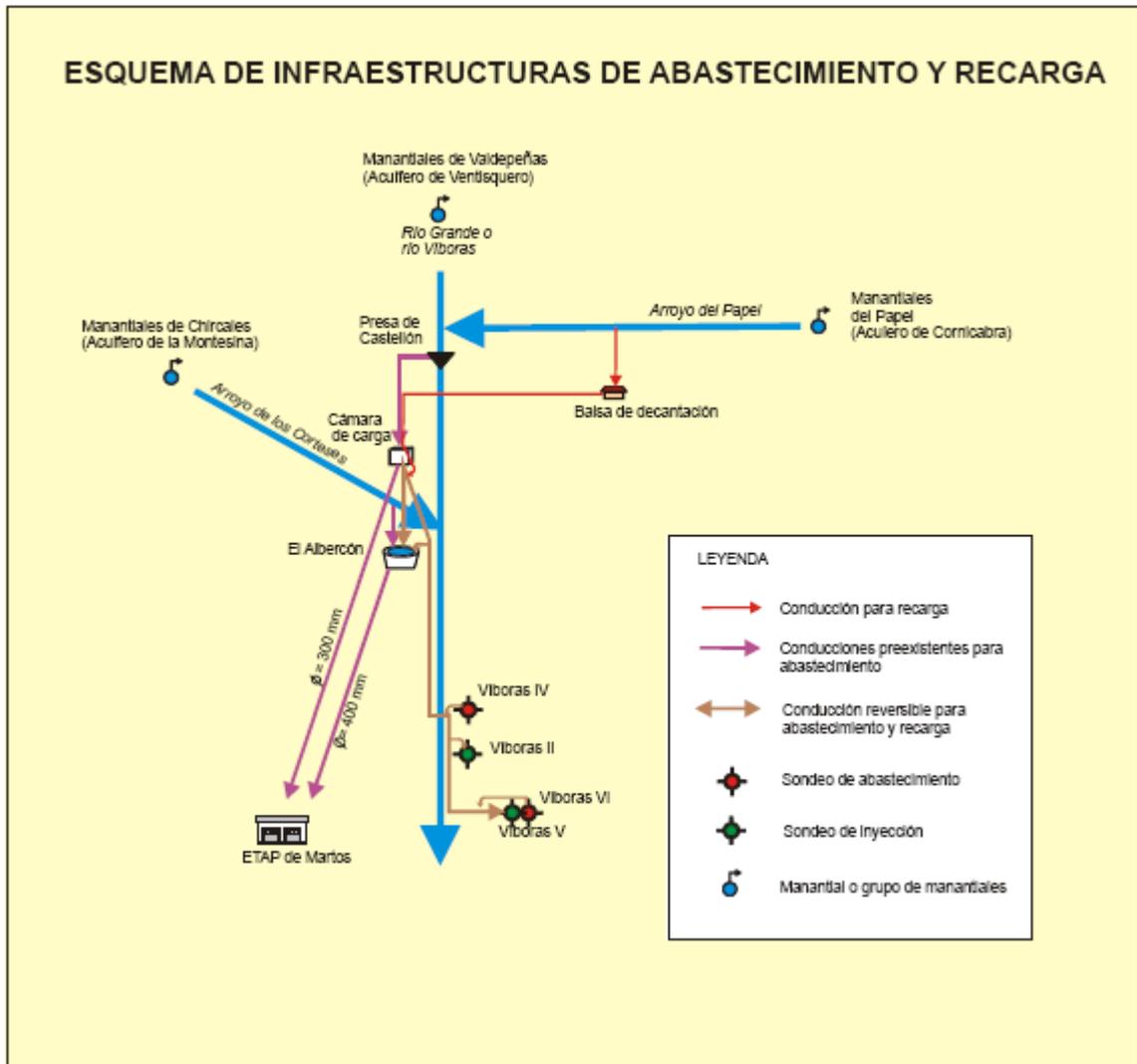
La explotación del acuífero, planteada exclusivamente como apoyo a la Comarca de Martos en épocas de sequía o de emergencia o por otras causas, no supondría ningún problema, ya que su potencialidad es suficiente. Sin embargo en el futuro podría planificarse una explotación más intensa, lo que provocaría afecciones al manantial principal que drena el acuífero, el Nacimiento del río San Juan. Para prever esta afección se estudió la posibilidad de atenuarla mediante operaciones de recarga artificial con excedentes invernales de la cabecera del Río Víboras. Dicho estudio fue realizado durante el año 2000, a partir de una serie de ensayos de inyección en el acuífero Gracia-Morenita, y una posterior simulación mediante modelización matemática de las diferentes alternativas de explotación-recarga.

Ensayos realizados

Las aportaciones en cabecera del Río Víboras proceden de las descargas de los acuíferos de Ventisquero, Cornicabra-Noguerones y la Montesina y se estimaron en una media cercana a 10 hm³ anuales para el periodo 1983 a 1999. El caudal excedentario una vez detraídos los usos para abastecimiento y regadío se estimó en 4 hm³ en años medios, de aportaciones subterráneas exclusivamente; en el año 1998/99 fue estimado en 5,8 hm³. Estos excedentes son regulados aguas abajo por el embalse del Víboras, si bien una parte puede ser utilizada para recarga artificial.

En la siguiente figura se muestra la infraestructura de abastecimiento existente. Para estudiar la viabilidad de la recarga artificial, además de los caudales excedentarios utilizables, se estudió la calidad de las aguas disponibles. Las labores de muestreo en los cursos superficiales permitieron determinar que el agua presentaba una conductividad comprendida entre 500 y 700 µS/cm con un SAR inferior a 1, sólidos en suspensión entre 6 y 11 mg/L, bajo contenido en nutrientes, (a excepción del Río Víboras) y un trazado microbiológico variable, pero idéntico al de las aguas de abastecimiento, ya que los puntos de toma para el agua de recarga estaban próximos a las tomas de abastecimiento. Las aguas de mayor calidad para la recarga son las del Arroyo de los Corteses y del Arroyo del Papel, pues en el Río Víboras existen vertidos de aguas residuales procedentes de Valdepeñas de Jaén.

ESQUEMA DE INFRAESTRUCTURAS DE ABASTECIMIENTO Y RECARGA



Esquema de infraestructuras existente en la Cabecera del río Víboras para el abastecimiento a la Comarca de Martos.

Para la experiencia de recarga se decidió emplear las aguas del Arroyo del Papel ya que existía una infraestructura previa que, con ligeras modificaciones, podía ser utilizada. El agua procedente del Arroyo del Papel se deriva hacia un depósito que sirve como balsa de decantación. Desde el depósito se conduce hacia una arqueta de la que parte una tubería de polietileno que va introducida en el canal de derivación del Víboras para abastecimiento a la Comarca de Martos y cuyo fin es evitar la mezcla con las aguas que circulan por el canal, de peor calidad. La tubería de polietileno enlaza con la procedente de los sondeos de explotación y de inyección. El sistema permite conducir hacia los sondeos un máximo de 80 L/s.

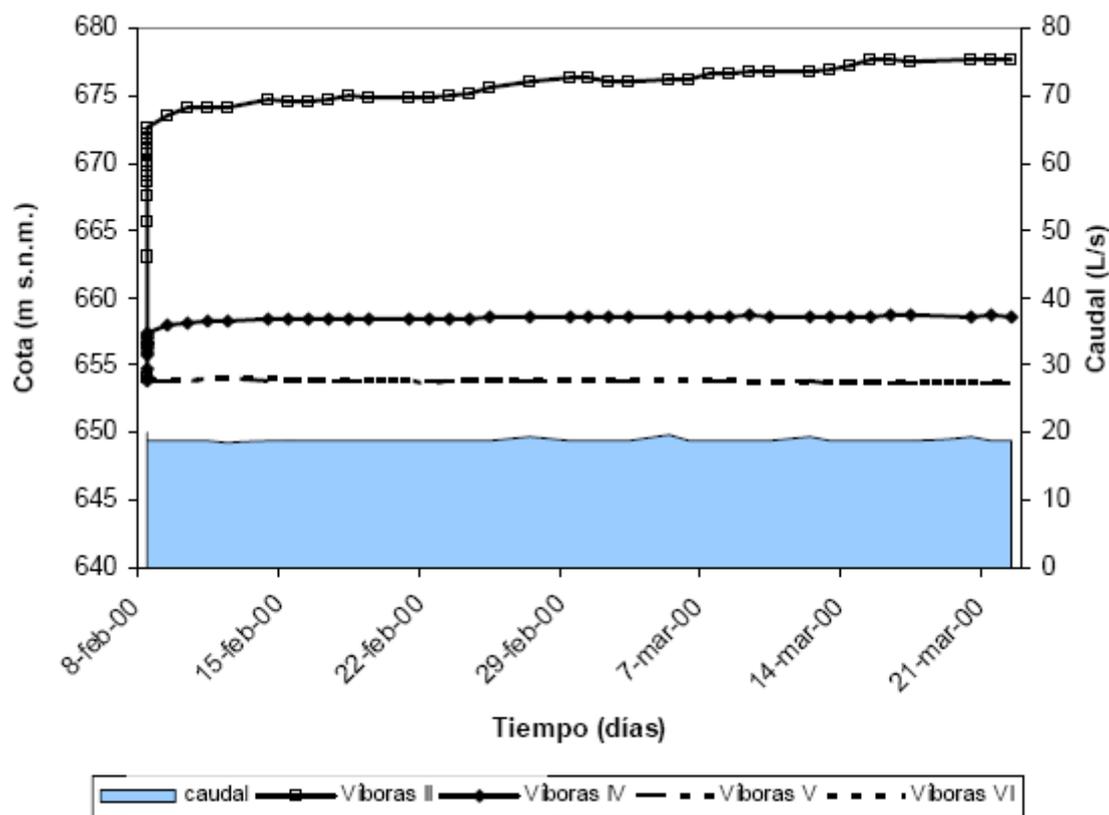
Los sondeos de inyección debieron acondicionarse para producir una rotura de presión en la boca del sondeo ya que la diferencia de cota con el punto de captación es de unos 140 metros. Para la experiencia de recarga sólo pudo utilizarse como sondeo de inyección el Víboras II.

Resultados obtenidos

El caudal inyectado fue de 19 L/s durante 43 días; el volumen total durante el periodo de recarga fue de 70.642 m³. El control del volumen inyectado se realizó mediante contador y el control de la evolución de niveles mediante medidas diarias en los cuatro sondeos existentes. También se realizó un control diario del caudal drenado en el Nacimiento del Río San Juan, basado en medidas de la lámina de agua surgente y un control periódico de la calidad del agua inyectada, que consistió en análisis de aniones y cationes mayoritarios, nitratos, nitritos, fósforo, DBO₅, DQO, pH, sólidos en suspensión y microbiológicos.

En la siguiente figura se muestra la evolución de niveles durante el periodo de inyección tanto en el sondeo Víboras II como en los piezómetros de observación. El ascenso de nivel en el sondeo de inyección fue de 23,6 metros, con un caudal específico de 0,8 L/s/m. El piezómetro Víboras IV, situado a 133 m al noreste evoluciona de forma paralela al de inyección. En los piezómetros Víboras V y VI, situados a 270 m al suroeste, se detecta elevación del nivel a partir de los primeros 300 minutos de recarga que alcanza un máximo de 10 cm. A partir de los 7 días de recarga, el nivel sigue la evolución general del acuífero sin detectar influencia de la recarga.

A los 23-24 días del inicio de la recarga se detecta una ligera influencia en la altura de la lámina de agua drenada por el Nacimiento del Río San Juan que contribuye a retardar el vaciado del acuífero, aunque no modifica la tendencia general descendente del caudal de salida. La disminución de caudal del manantial es consecuencia de la ausencia de precipitaciones antes y durante la prueba de recarga.



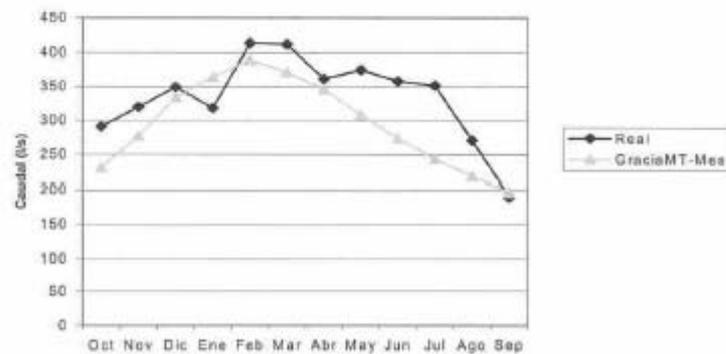
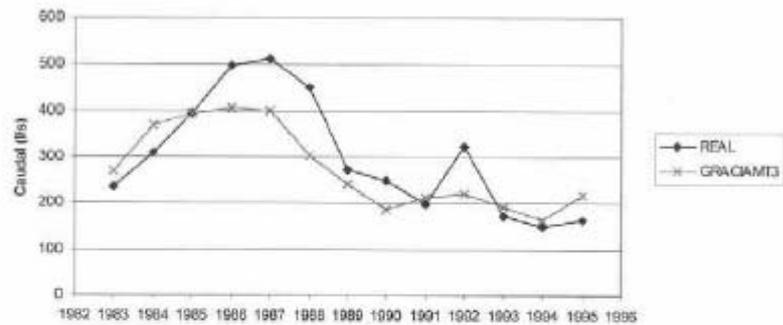
Evolución de nivel y caudal inyectado en el pozo de recarga y piezómetros de observación durante el periodo de recarga.

A partir de la información obtenida se realizó una simulación de las alternativas de recarga mediante modelización matemática, con el objetivo de determinar el efecto que tendría sobre el acuífero la recarga a distintos caudales, así como el efecto derivado de los bombeos en épocas de mayor demanda. Para la elaboración del modelo se utilizó el programa de McDonald y Harbaugh (1984) de U.S. Geological Survey, que simula el flujo en tres dimensiones resolviendo la ecuación diferencial general de flujo por el método de las diferencias finitas. El acuífero se discretizó en mallas cuadradas, con un tamaño de 500 x 500 m a las que se les asignaron diferentes parámetros hidráulicos como permeabilidad, cota de muro, superficie permeable, cota piezométrica e infiltración.

Para la calibración del modelo se realizó, en primer lugar, una modelización en régimen permanente, con el objeto de comprobar la coherencia de las hipótesis emitidas sobre el funcionamiento hidráulico del acuífero. El modelo se consideró calado al conseguir una variación de la piezometría final con respecto a la inicial, inferior al 1 %, además de haber conseguido un caudal medio de salida similar al caudal medio de drenaje del manantial de San Juan.

Una vez calado el modelo en régimen permanente se procedió al calado en régimen transitorio. Con respecto a la simulación en régimen permanente se realizaron dos modificaciones: Se introdujeron los datos anuales y mensuales de recarga para cada año del periodo 1983-1995 y se introdujo el coeficiente de almacenamiento.

La calibración en régimen transitorio se realizó bajo dos supuestos diferentes: Simulación para un periodo de 13 años (1983-1995) (Gracia MT); o Simulación para un periodo de doce meses correspondiente a la media anual del año hidrológico (Gracia MT-mes).



Evolución del caudal real del manantial de San Juan frente a la evolución de caudal de la simulación Gracia MT arriba y Gracia MT-mes abajo.

Una vez considerado el modelo como razonablemente ajustado se realizaron nuevas simulaciones con el objetivo de comprobar el resultado de diversos supuestos de explotación-recarga del acuífero.

Como principal conclusión, el aspecto más destacado de la explotación del modelo para el calado con cadencia de un año para 13 años de simulación es el siguiente: se observa que los bombeos provocan un descenso del caudal de salida en el manantial del orden del 28 % para una extracción continua de 100 L/s, sin embargo si esta extracción se combina con periodos de recarga artificial de 50 L/s el porcentaje disminuye al 2,3 %.

Finalmente se realizó un estudio económico para determinar el coste extra en el bombeo del agua en el acuífero que producirían las operaciones de recarga artificial. Se concluye que el coste del m³ bombeado en el acuífero es de 35,35 pts del año 1999. Si se incluyen operaciones de recarga, se incrementa el coste en 0,69 pts/m³ en los gastos de amortización y en 0,8 pts/m³ en los costes de mantenimiento.

Conclusiones

Las pruebas realizadas demuestran que las operaciones de recarga artificial en este acuífero son viables a bajo coste. Esto permitiría en el futuro, caso de plantearse su necesidad, utilizar el almacén que supone el acuífero para regular los excedentes del resto de acuíferos de la cabecera del río Víboras (Ventisquero, Montesinos y Cornicabra-Noguerones) sin necesidad de crear ninguna infraestructura en ellos. Una forma de operar podría ser la de bombear intensamente el acuífero Gracia Morenita en estiaje y recuperarlo después en invierno utilizando la recarga artificial.

El embalse del Víboras regula las aguas de todos estos acuíferos aguas abajo. Sin embargo, todo su vaso se encuentra en materiales de afinidad triásica, en los que el yeso es abundante. La calidad del agua embalsada es deficiente para su uso en abastecimiento urbano, y es necesario potabilizarla mediante ósmosis inversa, con un elevado consumo energético y altos costes. La utilización del acuífero Gracia-Morenita en combinación con operaciones de recarga artificial, permitiría el uso del agua antes de que su calidad se deteriore, reduciendo en gran medida los costes energéticos y económicos y además se liberarían recursos del embalse para otros usos como la agricultura, cuyas exigencias de calidad son mucho menores.

DEMARCACIÓN
HIDROGRÁFICA
051- GUADALQUIVIR

**SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
05.S5 HOYA DE GUADIX**

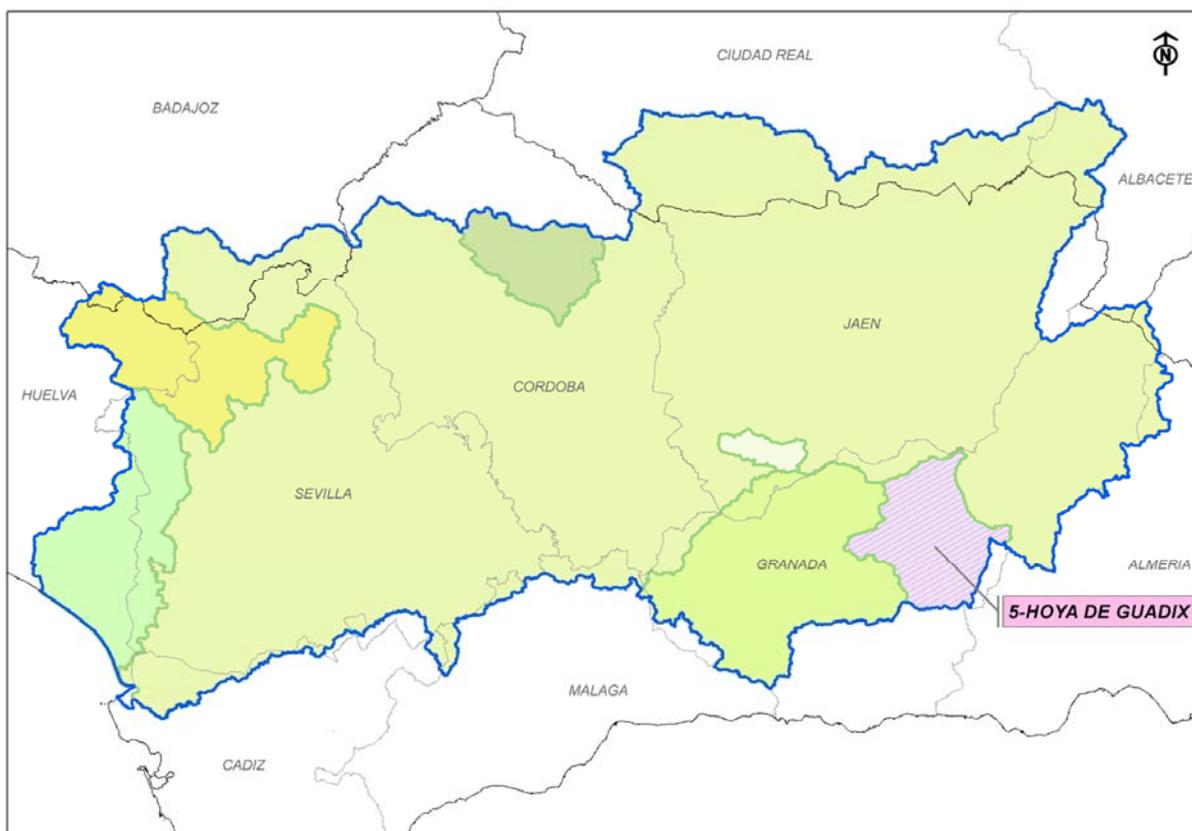
ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER

Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA
Provincias: Granada

POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER

Nº de Municipios: 29 (Inf. Ad. 1)
Nº de habitantes: 41.874

PLANO DE SITUACIÓN DEL SER



MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS

- 05.12 Guadix-Marquesado

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):

Urbana: 4 hm³/año

Agrícola: 99,4 hm³/año

Recursos regulados superficialmente:

Ganadera:

Industrial: 0,2 hm³/año

Recursos hídricos subterráneos regulados (bombeos):

Otras:

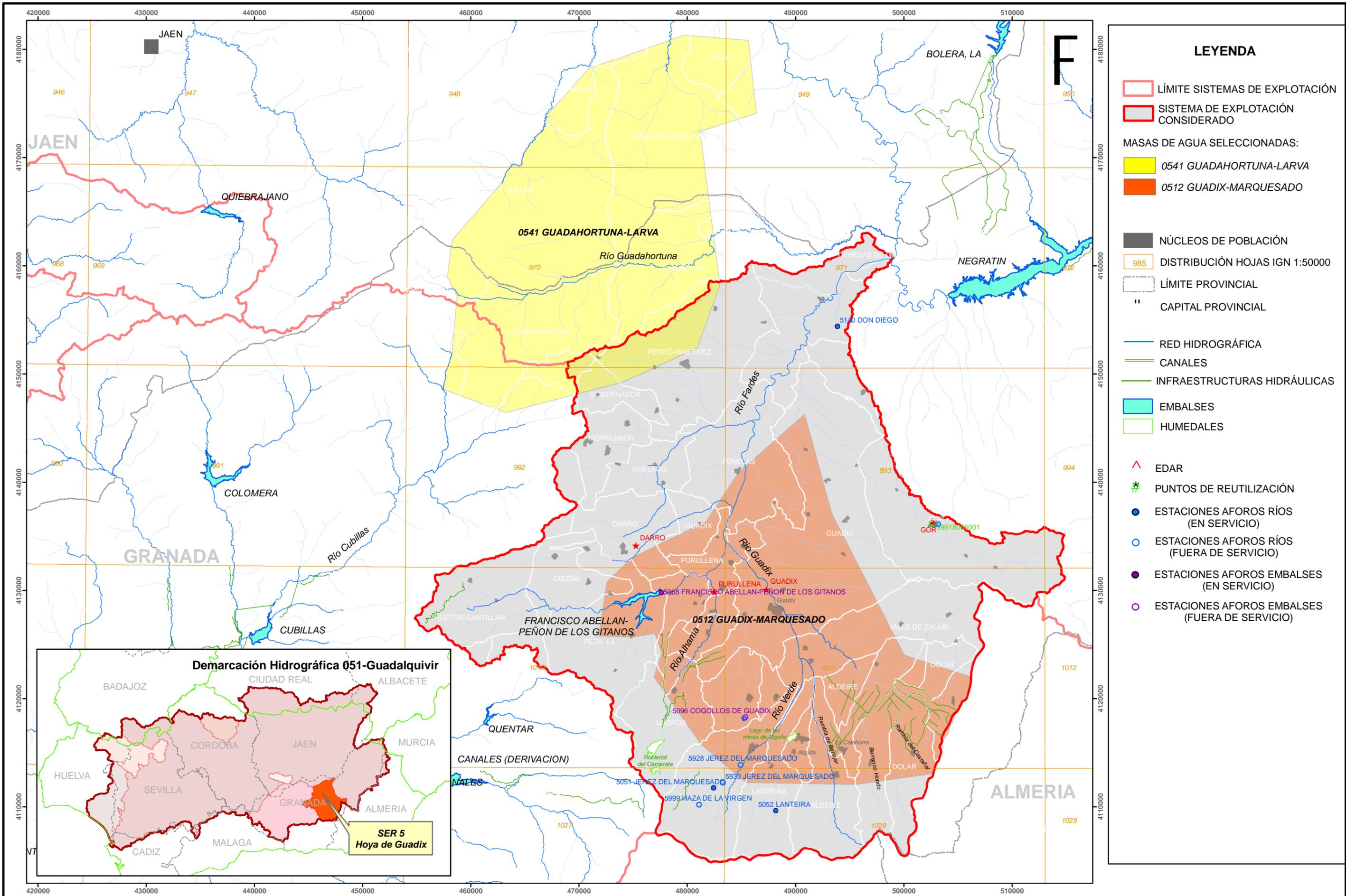
Total recursos regulados:

Total usos: 103,58 hm³/año

Fuente de los datos:

Fuente de los datos: Borrador PH

Balance del SER:	Déficit (D) <input 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 type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
Comentario:											
(1) Ref. estación aforo: 5140		Nombre: Río Fardes en Don Diego		Capacidad embalse (hm ³): -							
Año: 1921-2005		Aportación anual (hm ³): 4,04									
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
0,02	0,11	0,28	0,54	1,20	0,44	0,16	0,32	0,86	0,06	0,03	0,01
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				
Francisco Abellán	58	5068	1998-2006	13,5	16,1	13,5	11,1				
Depuración											
EDAR total del SER: 4	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V _d) (m ³ /año)	¿Existe reutilización?	Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año)						
	1	Sin datos	-	Sí							
	1	Sin especificar	280.119	No							
	2	Secundario	1.408.835	No							
ETAP total del SER:											
Disponibilidad hídrica estimada:		del orden de 1,7 hm³/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"/>											
Comentario: en principio el volumen de efluente estimado es escaso y el grado de tratamiento es bajo para plantear operaciones de recarga artificial de acuíferos.											
Desalación											
Nº Desaladoras:		Capacidad de desalación (m ³ /año):		Volumen desalado (m ³ /año):							
T.M.:		del municipio:									
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:											



DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA
051
GUADALQUIVIR

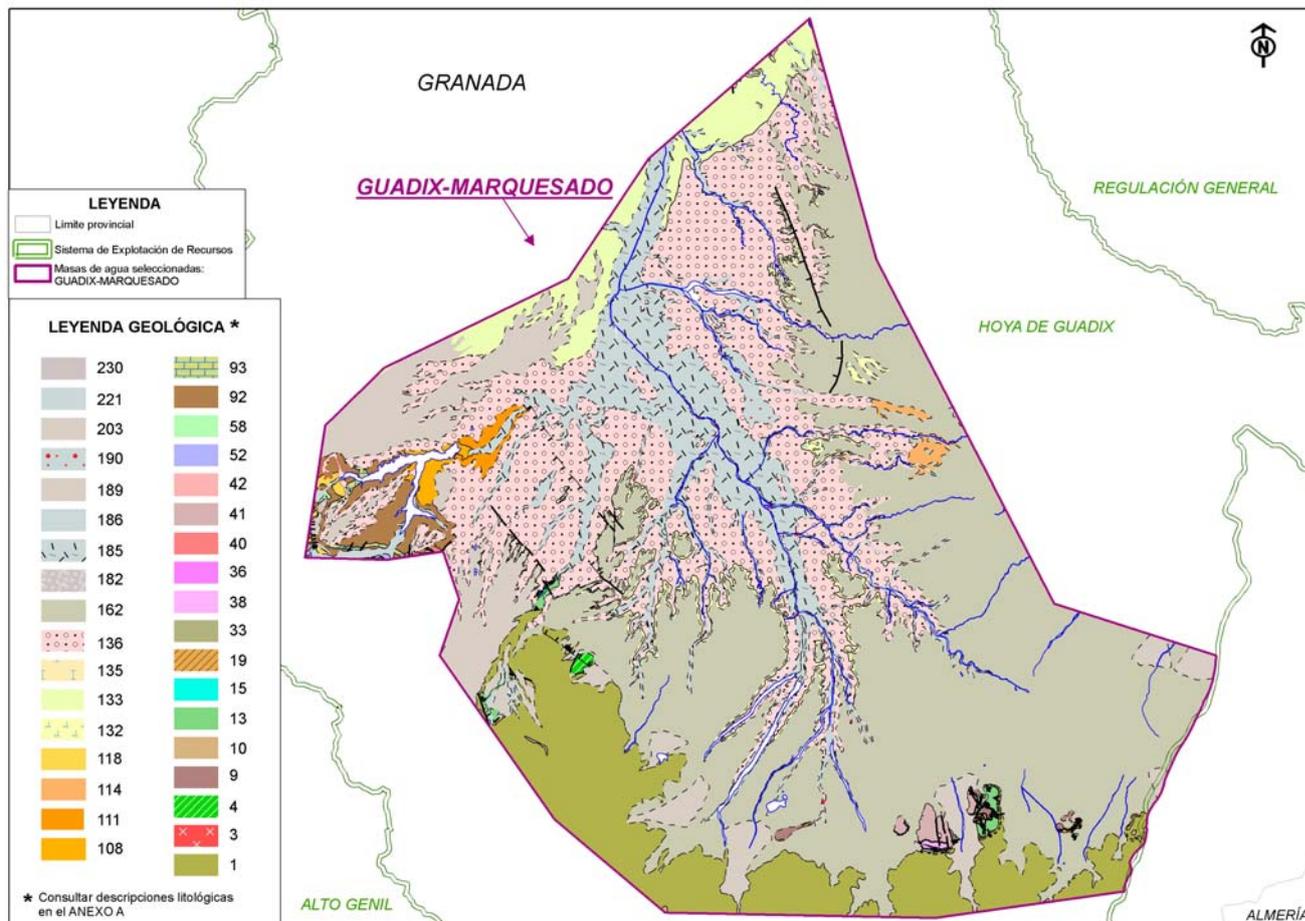
SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
05.S5 HOYA DE GUADIX

**MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA
05.12 GUADIX-MARQUESADO**

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

<u>Comunidades Autónomas:</u>	ANDALUCÍA	<u>Municipios:</u>	Guadix, Purullena, Benalúa de Guadix, Jerez del Marquesado, Alcudia de Guadix, La Peza, Fonelas, Alquife, Cogollos de Guadix, Esfiliana, Lanteira, Dólar, Beas de Guadix, La Calahorra, Ferreira, Albuñán, Graena, Lugros, Polícar, Marchal, Cortes y Lopera.
<u>Provincias:</u>	Granada		

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



La descripción litológica de la leyenda se adjunta en Información Adicional 0

PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

La implantación de varias plantas termosolares en la comarca requiere de un incremento en la explotación de este acuífero, explotación que, además, se concentra en un sector concreto del Llano de La Calahorra. Para evitar la formación de un cono de bombeo, como el que en su día generó la explotación minera de Alquife; si bien de extensión y dimensiones diferentes, se propone favorecer la recarga de las aguas de escorrentía, de la vertiente norte de Sierra Nevada, en la zona de influencia de los bombeos. Estas actuaciones disminuirán las posibles afecciones a las descargas que se producen hacia el río Verde, que además de un gran valor ambiental, contribuyen al abastecimiento de la localidad de Guadix.

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 checked="" type="checkbox"/> Manantiales <input checked="" type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Acuífero de Guadix-Marquesado integrado por la formación detrítica pliocena de "Guadix" y los depósitos aluviales cuaternarios de los ríos Alhama y Verde

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 checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>

Litologías
Litología: Conglomerados, arenas y gravas
Espesores: 80-300 m
Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 2)

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.): (año húmedo: 1995-96)(Inf. Ad. 3) <li style="padding-left: 20px;">Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m): ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	100	Intergranular Alta: 10 ² a 10 ⁻¹ 5 x 10 ⁻³	900
	876,13		1.124,26
	0,5		5
	2,5	25	58

Geometría

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

Observaciones: Descripción hidrogeológica (Inf. Ad. 4)

La MASb comprende los tramos de conglomerados y arenas adyacentes a la vertiente septentrional de Sierra Nevada, más los depósitos aluviales recientes asociados a los ríos Alhama y Verde. El límite este coincide con el límite de la cuenca hidrográfica. El sustrato impermeable está constituido por esquistos nevado-filábrides, en el sector oriental y meridional de la masa, y por niveles margosos miocenos en los sectores occidental y septentrional de la misma. En ocasiones, como ocurre en las inmediaciones de Alquife, La Calahorra y La Peza, entre los esquistos y los sedimentos detríticos se localizan afloramientos de mármoles o dolomías, existiendo conexión hidráulica entre éstos y el acuífero detrítico.

En conjunto, el acuífero se puede considerar como monocapa y libre, si bien, en detalle, puede establecerse un sistema multicapa cuando se superponen los niveles acuíferos constituidos por los mármoles y/o dolomías, el detrítico "Formación Guadix", y el aluvial reciente de los ríos Alhama y Verde; y producirse entonces el confinamiento de algunos de los niveles permeables.

La piezometría muestra la existencia de dos divisorias hidrogeológicas dentro de la masa, que coinciden aproximadamente con las divisorias hidrológicas entre las cuencas de los ríos Verde y Alhama, y entre esta última y el Río Fardes.

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
Nombre (código):			Sierra Nevada
Ref. estación aforo:			
Capacidad embalse (hm ³)		-	-
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)			13 hm³/año
- 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> El agua procederá de la escorrentía de la vertiente norte de Sierra Nevada, de oeste a este los cauces de los que se podrían derivar parte de sus aportaciones son los de barranco de Gallego (2.7 hm³/año), río Benejar (5.6 hm³/año), barranco Hondo (3.0 hm³/año) y rambla de los Castaños (2.1 hm³/año). Las cifras que acompañan al nombre del río corresponden a las aportaciones medias calculadas por el IGME en 1982, con datos del periodo 1969-1981. Algunos de estos cursos fluviales tienen excedentes invernales que no son utilizados. El agua que normalmente se infiltra en el contacto entre el acuífero y las Zonas Internas (estribaciones norte de Sierra Nevada) se podría recargar en la zona, del Llano de La Calahorra, donde se concentran los bombeos para uso industrial y agrícola. El transporte de este agua se podrá realizar por las propias acequias de las comunidades de regantes con superficies de riego en la zona afectada, dado que esos recursos no son utilizados en la época del año en la que se propone la recarga.</p>													
(2) Distribución media mensual: $A(m^3)$ ó $Q(m^3/s)$													
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
Escorrentía													
Comentario:													
Aguas depuradas (EDAR)				EDAR 1									
Nombre (código):				Guadix (1180890005010)									
Municipios conectados:				Guadix									
Población (hab):													
Tipo de tratamiento:				Secundario									
Volumen depurado (V_d) (m ³ /año) (4):				1.408.835									
¿Existe reutilización?				No									
Referencia Concesión:				-									
Volumen reutilizado (V_r) (m ³ /año):													
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):				1.408.835									
¿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"/>													
<p><u>Comentario:</u> cualquier actuación de recarga en la MASb requeriría la mejora del efluente; en tal caso la EDAR mejor para plantear una RAA, por su volumen y grado de tratamiento, sería la de Guadix aunque actualmente no se considera como una alternativa a estudiar.</p>													
(4) Distribución media mensual (m ³)													
	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 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:													
(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: Escorrentía de la vertiente norte de Sierra Nevada; cauces de oeste a este: barranco de Gallego, río Benejar, barranco Hondo y rambla de los Castaños.
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico
- Agua del medio receptor
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (Inf. Ad. 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 checked="" 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

- Estudio de viabilidad en detalle (señalización de emplazamientos para la recarga y ejecución de piezómetros de control); estudio complementario de agua disponible y manual de operaciones para la recarga; épocas de desvío de agua por acequias, etc.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Existen numerosas experiencias de recarga artificial realizadas aguas abajo de las Minas de Alquife, con las que se comprobó que se podía mejorar la regulación de este acuífero y reducir las afecciones que en su día produjo esta explotación minera. En este caso, la recarga que se propone pretende reducir las afecciones que las plantas termosolares producirán en su entorno más inmediato, dado que esta explotación se concentra en un área muy concreta del Llano de La Calahorra. La derivación de las aguas de escorrentía y su infiltración, en el área de influencia del bombeo, permitirían reducir estas afecciones y no supondría modificar el balance de la MASb, dado que lo único que se plantea es cambiar la zona de infiltración de las aguas de escorrentía de Sierra Norte, durante el periodo invernal, asegurando el mantenimiento de los usos industriales.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 0. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE LA LEYENDA DEL PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA

GUADIX (LEYENDA GEOLÓGICA)

- 230, Depósitos de vertientes (gravedad) indiferenciados
- 227, Canchales y derrubios de ladera
- 221, Aluviales y fondos de valle
- 203, Glacis indiferenciados
- 190, Depósitos de rambla
- 19, Mármoles brechoides. Roca de falla
- 189, Cono de deyección
- 188, Glacis indiferenciados
- 188, Arcillas rojas, arenas y conglomerados. Abanicos aluviales
- 186, Fondos de valle
- 185, Coluviales y aluviales indiferenciados
- 182, Canchales y derrubios de ladera
- 162, Glacis de 1ª generación
- 15, Mármoles. Localmente esquistos y yesos
- 136, Arcillas rojas, arenas y conglomerados. Abanicos aluviales.
- 135, Calizas con gasterópodos, oncolíticas o travertínicas.
- 133, Conglomerados, arenas, limos y margas con gasterópodos. Fluvial y Fluvioacustre.
- 132, Limos y calizas. Fluvioacustres.
- 13, Micaesquistos con feldespatos y anfíbol de colores claros. Intercalaciones de cuarcitas y cuarzoesquistos
- 118, Margas rojas y pardas, arcillas, brechas poligénicas y niveles areniscosos y carbonáticos
- 114, Areniscas y margas. Localmente conglomerados. Sistemas turbidíticos.
- 111, Conglomerados grises, arenas y margas. Abanico deltaico.
- 108, Calizas de algas, calcarenitas, areniscas y calciruditas. Plataforma.
- 93, Calizas. Lacustre.
- 92, Margas y limos con yeso. Lacustre.
- 58, Pizarras, grauwas, conglomerados y calizas
- 52, Rocas carbonatadas. Mármoles si existe metamorfismo
- 42, Esquistos claros. Localmente cuarcitas y cuarzomicaesquistos. Metamorfismo de grado bajo (cloritoide + granate + carfolita + distena)
- 41, Calizas margosas (calcoesquistos), calizas y niveles dolomíticos
- 40, Esquistos claros. Localmente cuarcitas y cuarzomicaesquistos. Metamorfismo de grado medio (estauroлита + granate + distena)
- 38, Filitas y cuarcitas. Localmente calcoesquistos. Metamorfismo de grado muy bajo (clorita + mica)
- 36, Filitas y cuarcitas. Localmente calcoesquistos. Metamorfismo de grado bajo (cloritoide + granate + carfolita + distena)
- 33, Esquistos grafitosos. Localmente cuarcitas y cuarzomicaesquistos. Metamorfismo de grado medio (estauroлита + granate + distena)
- 10, Cuarcitas feldespáticas. Intercalaciones de cuarzoesquistos y micaesquistos
- 9, Micaesquistos grafitosos y cuarcitas con cristales de tamaño grande (cloritoide, estauroлита, andalucita y granate)
- 4, Anfíbolitas
- 3, Gneises
- 1, Micaesquistos grafitosos. Localmente cuarcitas

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: RELACIÓN DE MUNICIPIOS DEL SER

ALBUÑÁN, ALDEIRE, ALQUIFE, BEAS DE GUADIX, BENALUA DE GUADIX, COGOLLOS DE GUADIX, CORTES Y GRAENA, DARRO, DIEZMA, DÓLAR, FERREIRA, FONELAS, GOBERNADOR, GOR, GUADIX, HUELAGO, HUETOR-SANTILLAN, JEREZ DEL MARQUESADO, LA CALAHORRA, LANTEIRA, LUGROS, MARCHAL, PEDRO-MARTINEZ, LA PEZA, POLICAR, PURULLENA, VILLANUEVA DE LAS TORRES, VALLE DE ZALABI Y MORELABOR.

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Columna estratigráfica tipo:

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad	
		Valor menor	Valor mayor		
Conglomerados, grauvacas, pizarras y areniscas	0,07			Paleozoico	
Esquistos grafitosos con cuarcitas feldespáticas	71,27			Triásico inferior	Zona Bética
Calizas, dolomías y mármoles, filitas grises, cuarcitas y calcoesquistos			400	Triásico medio- superior	
Limos y arcillas y delgados niveles de calizas	9,41		100	Mioceno medio (Serravaliense - Tortoniense inferior)	Depresión Guadix-Baza
Alternancia de areniscas, limos y margas			>1.000	Mioceno superior (Tortoniense)	
Conglomerados, arenas y arcillas rosadas.	184,5	300	500	Plioceno - Pleistoceno	
Conglomerados, margas y calizas				Plioceno-Pleistoceno	
Conglomerados				Plioceno-Pleistoceno	
Depósitos aluviales y de rambla, conos de deyección, glaciares, derrubios de ladera y deslizamientos	353,75			Cuaternario	

Fuente: Caracterización adicional

Descripción geológica:

La masa de agua subterránea 05.12 Guadix-Marquesado está constituida por un conjunto de materiales detríticos de origen fluvial, denominado "Formación Guadix", cuyo depósito tuvo lugar durante el Plioceno y Cuaternario antiguo. Éstos materiales detríticos se encuentran rellenando una depresión de origen tectónico que constituye el extremo SO de una de las mayores depresiones intramontañosas de la Cordillera Bética: La Depresión de Guadix-Baza, individualizada en el Mioceno superior.

La serie estratigráfica esquemática está formada por:

- Zona Bética: Están representados dos de los tres complejos integrantes de ésta zona: Complejo Nevado-Filábride y Alpujárride. El primero se localiza en la ladera norte de Sierra Nevada. Se trata de esquistos grafitosos con niveles, a techo, de cuarcitas feldespáticas pertenecientes al Marco del Veleta. Aflora también en el borde suroeste de la depresión, en el sector de Lugros, Polícar y La Peza, cabalgados por la unidad estratigráfica superior (Manto del Mulhacén). El Complejo Alpujárride aparece en el borde occidental de la masa de agua. Se diferencian dos unidades superpuestas, Manto de Zujeiro (inferior) y Manto de Narváez (superior). En cada uno de éstos mantos se distinguen dos formaciones; una inferior detrítica y una superior carbonatada con potencias del orden de 400 metros.

- Materiales de relleno de la Depresión de Guadix-Baza: Son claramente postorogénicos. Ésta cuenca se individualiza como tal en el Mioceno superior, en una fase de distensión que abarca hasta el momento actual, en el que se producen una serie de fracturas normales de dirección E-O y ONO-ESE. Los contactos de los materiales de relleno son claramente discordantes con los complejos Nevado-Filábride y Alpujárride.

- Neógeno-Cuaternario: Materiales de relleno de la Depresión de Guadix y Holoceno. Se depositaron posteriormente al nivel de colmatación de la cuenca y genéticamente tienen relación con la red hidrográfica actual (depósitos aluviales y de rambla, conos de deyección, glaciares...) o con la dinámica de pendientes (derrubios de ladera, deslizamientos,...). Se trata de materiales detríticos con granulometría desde conglomerados y gravas hasta arcillas.

Los materiales pliocuaternarios se disponen de forma discordante y subhorizontalmente sobre los depósitos y paleorrelieves anteriores. Al tratarse de abanicos aluviales con origen en las elevaciones de Sierra Nevada, presentan una cierta pendiente formacional hacia el centro de la cuenca.

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: PIEZOMETRÍA

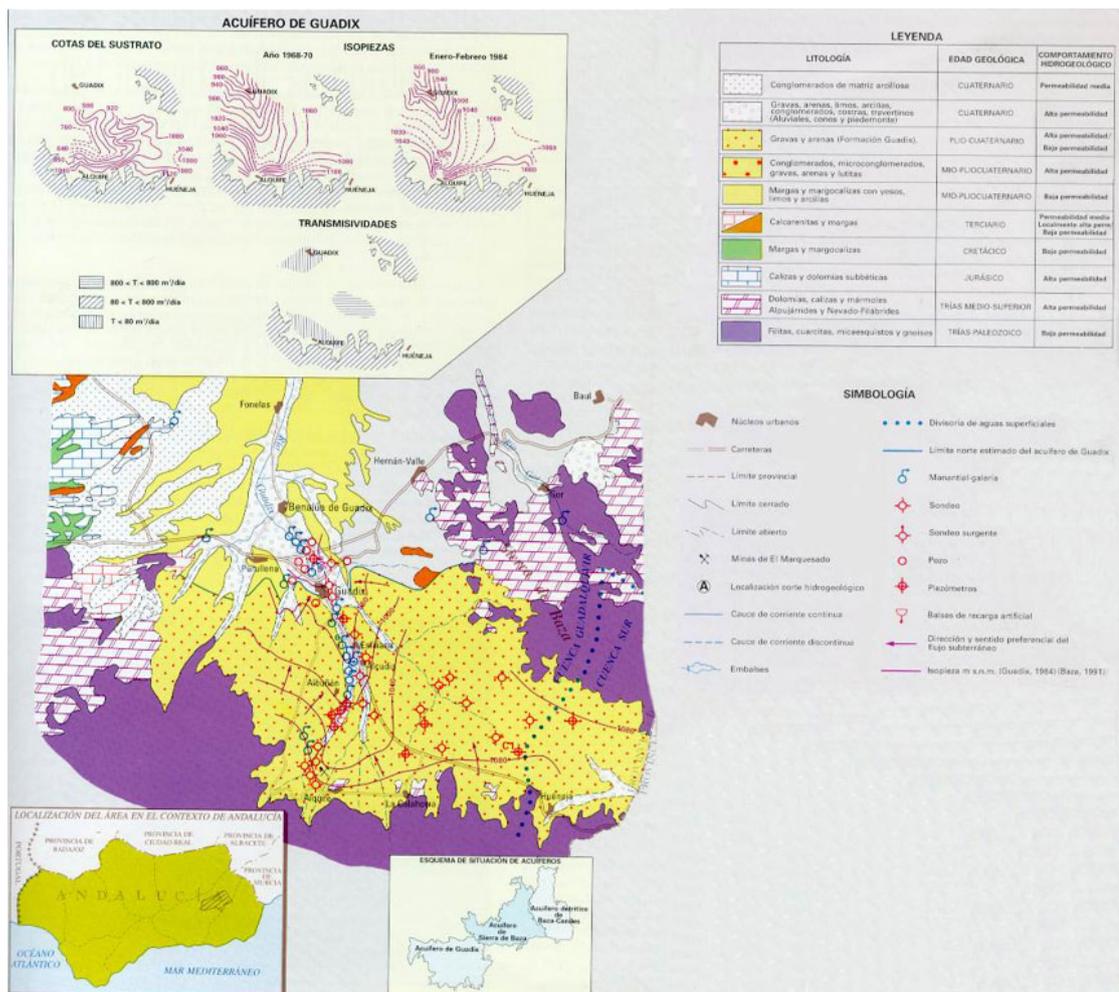
Isopezas	Año	Nº de puntos	Nivel piezométrico (m s.n.m.)		Diferencia (máx.-mín) (m)	Rango de oscilación estacional (m)	Sentido de flujo	Gradiente ⁽¹⁾
			máx.	mín.				
De referencia	1978/1979	12	1133,46	871,86	261,6	De -1,03 a 2,12	Noroeste	0,018
Actuales estiaje								
Actuales per. húmedo	2006/2007	5	1125,34	1068,06	57,28	De -2,92 a 2,33	Noroeste	0,02
De año seco	2004/2005	5	1129,23	1068,36	60,87	De -3,12 a 2,37	(*)	(*)
De año húmedo	1995/1996	23	1124,26	876,13	248,13	De -4,34 a 9,49	(*)	(*)

(1) Gradiente medio en el sentido del flujo principal

(*) No se disponen de suficientes piezómetros para su determinación

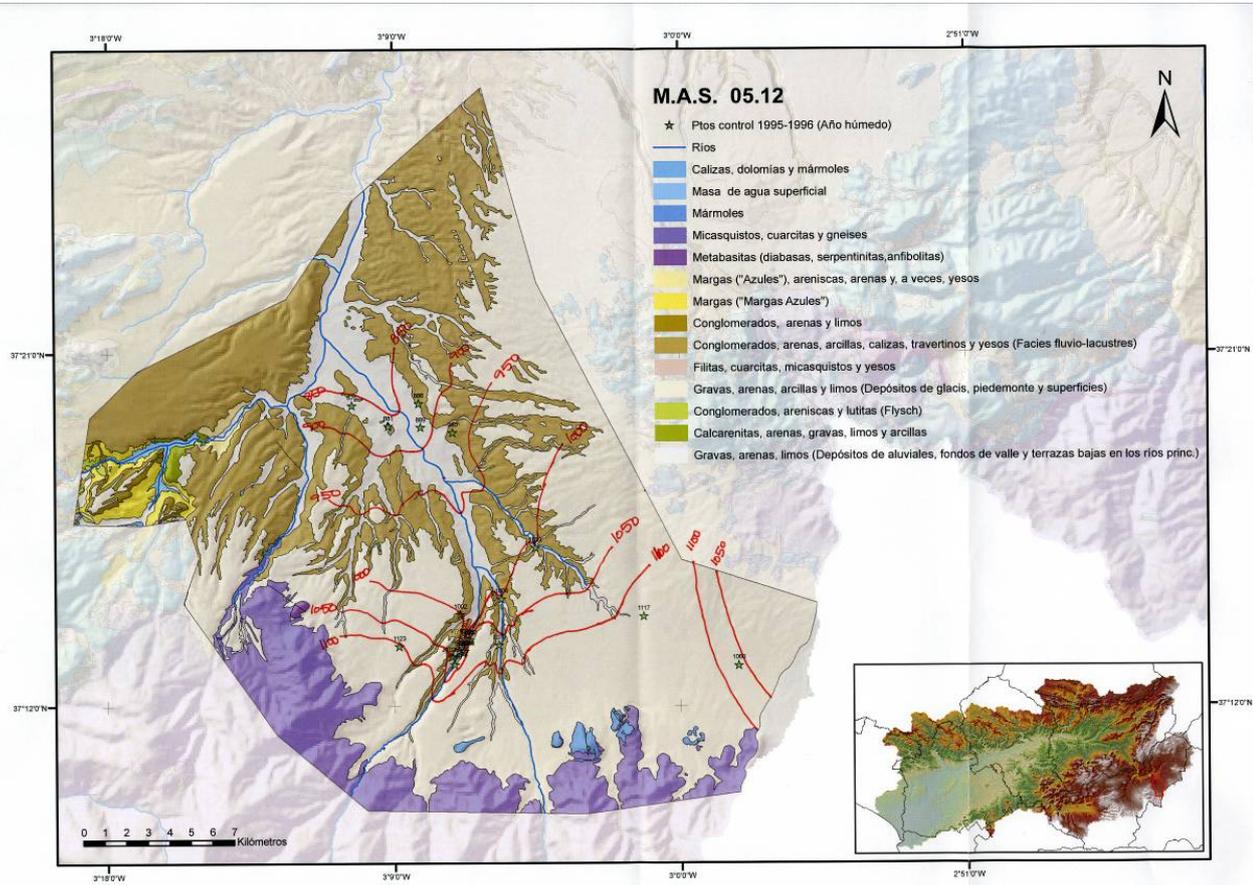
Observaciones: Hay muchas series incompletas para los piezómetros de esta MASb, sobretodo en lo que respecta al año húmedo.

Fuente: Caracterización adicional

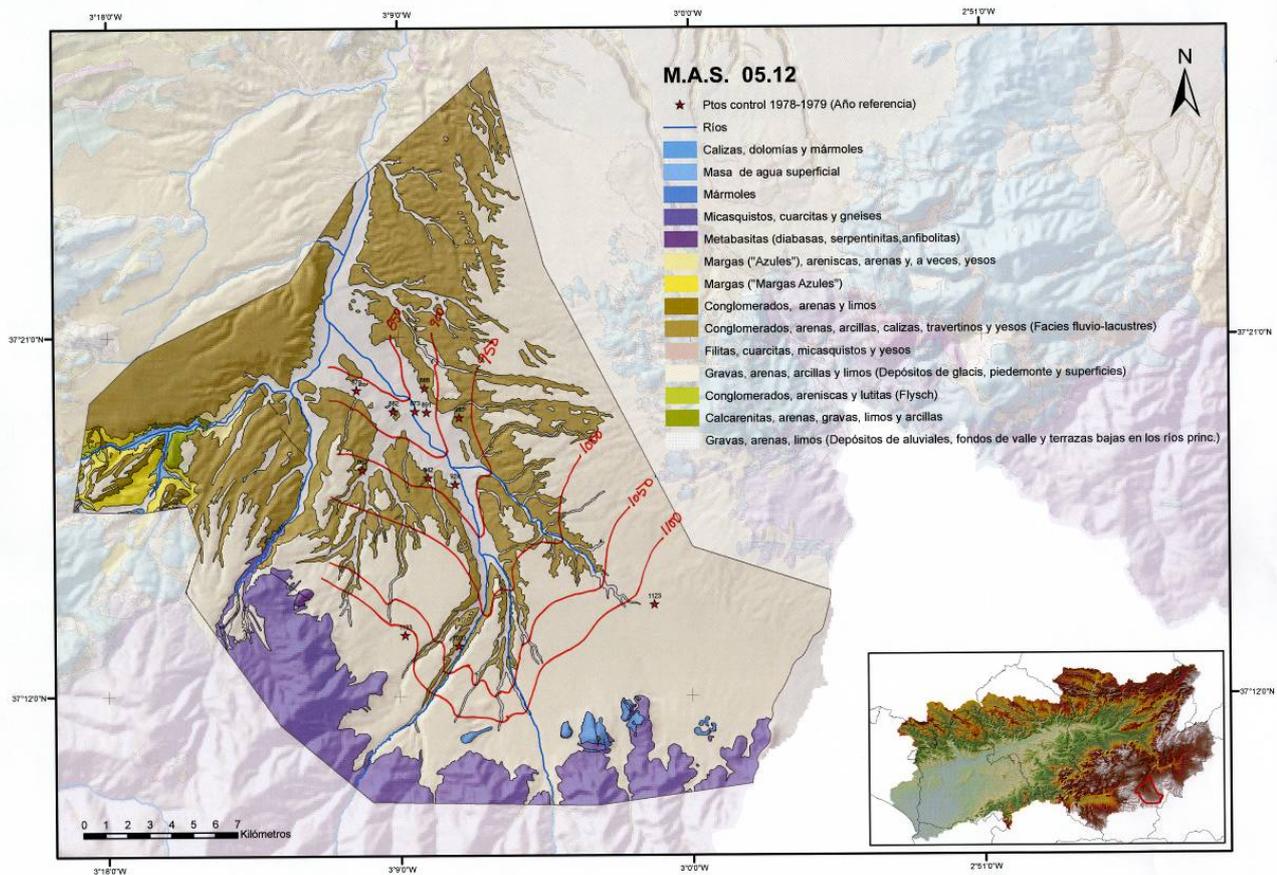


Fuente: Atlas hidrogeológico de Andalucía, 1998

Isopezas año húmedo (1995-96)

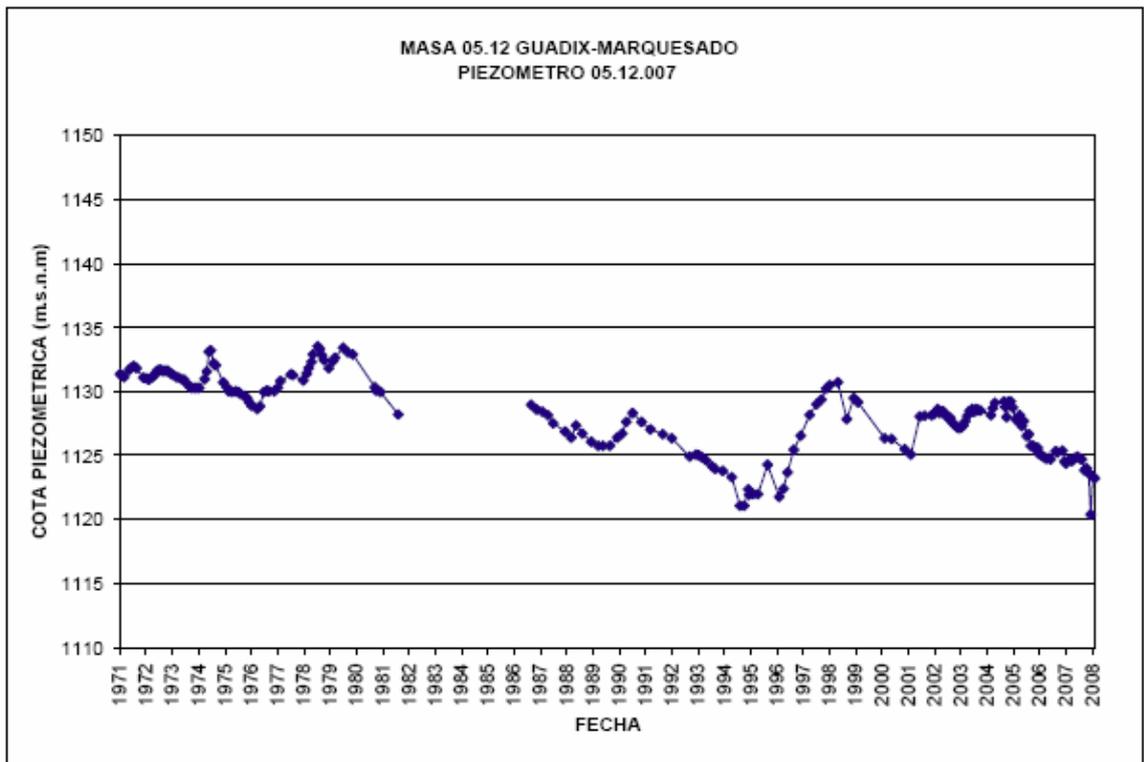
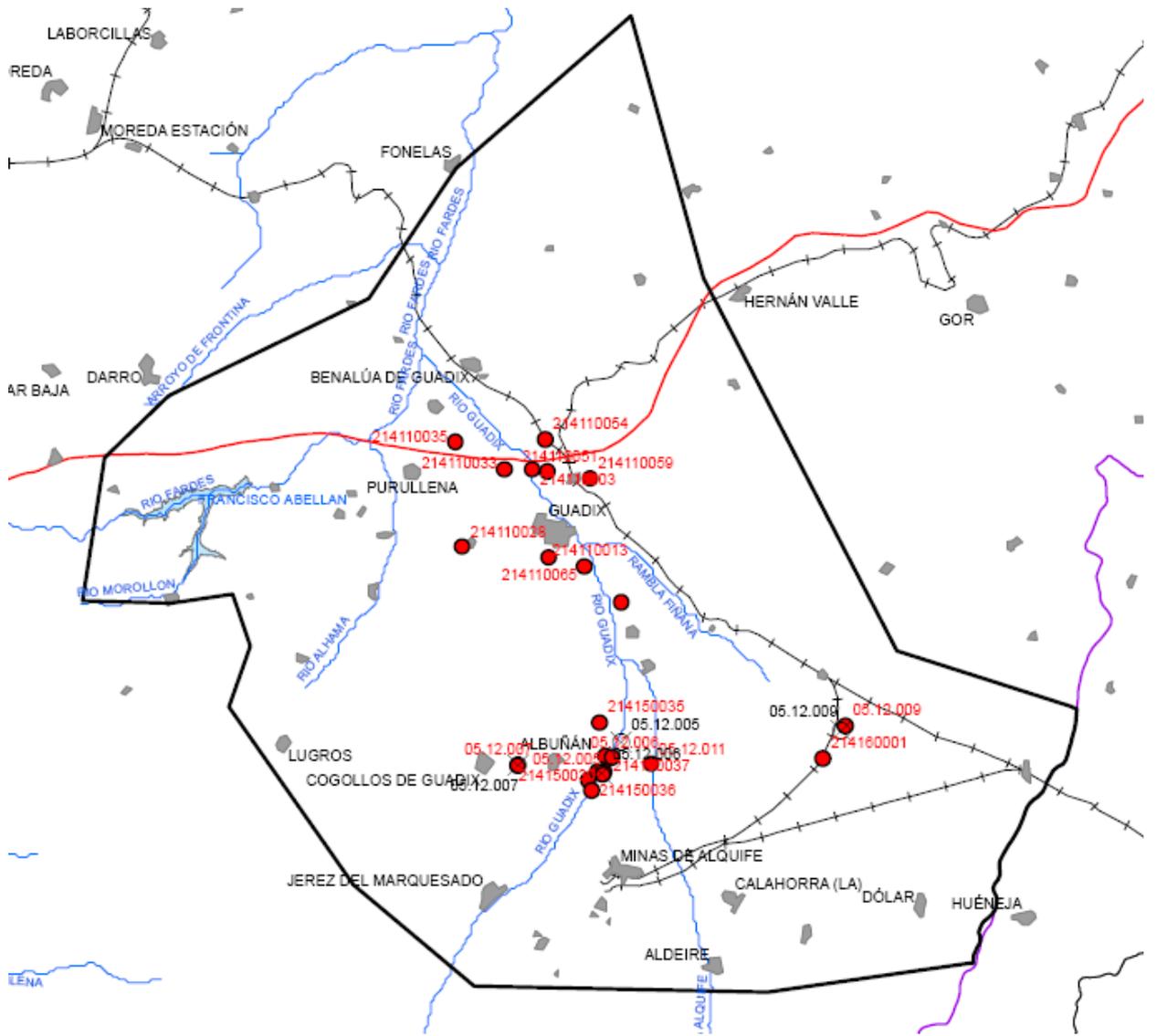


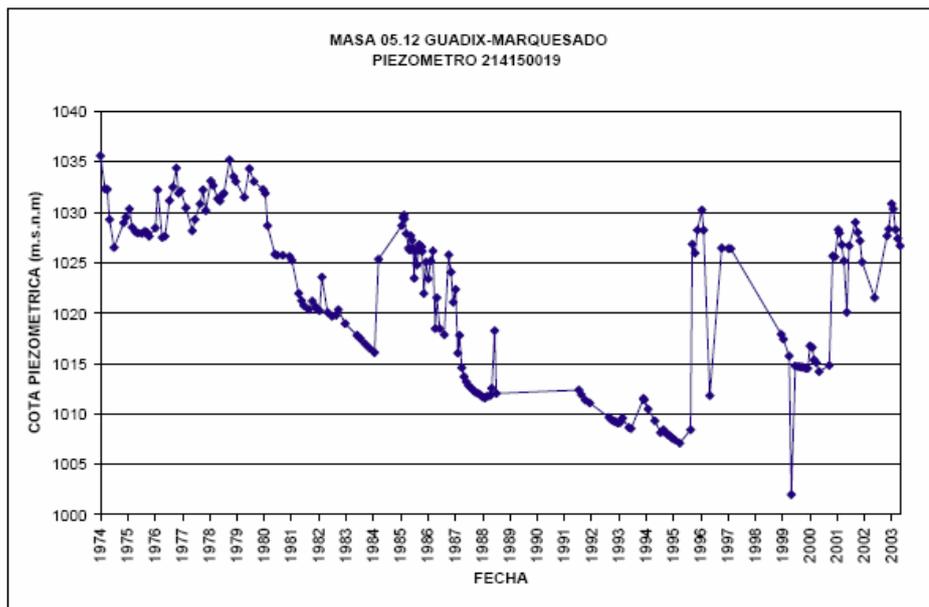
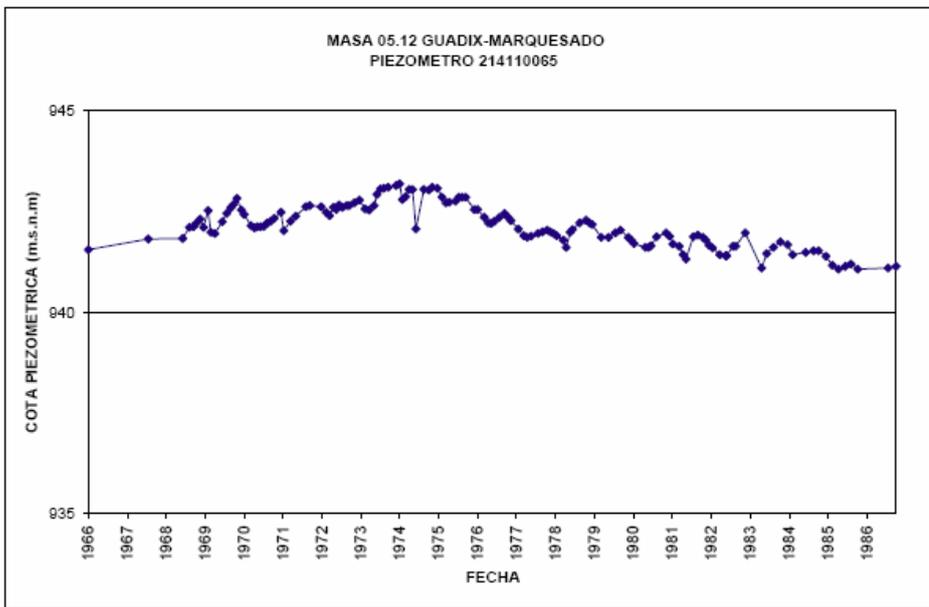
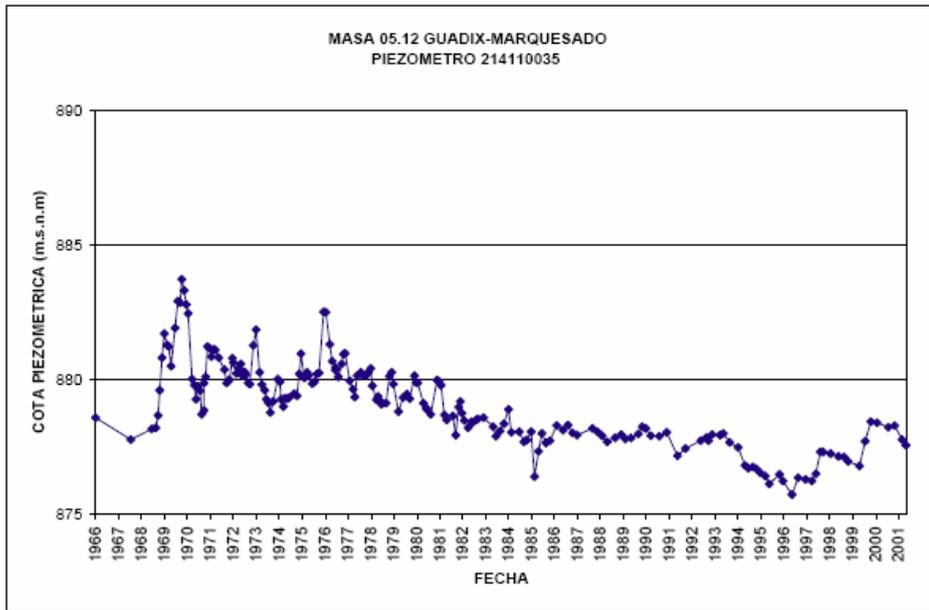
Isopezas año referencia (1978-79)

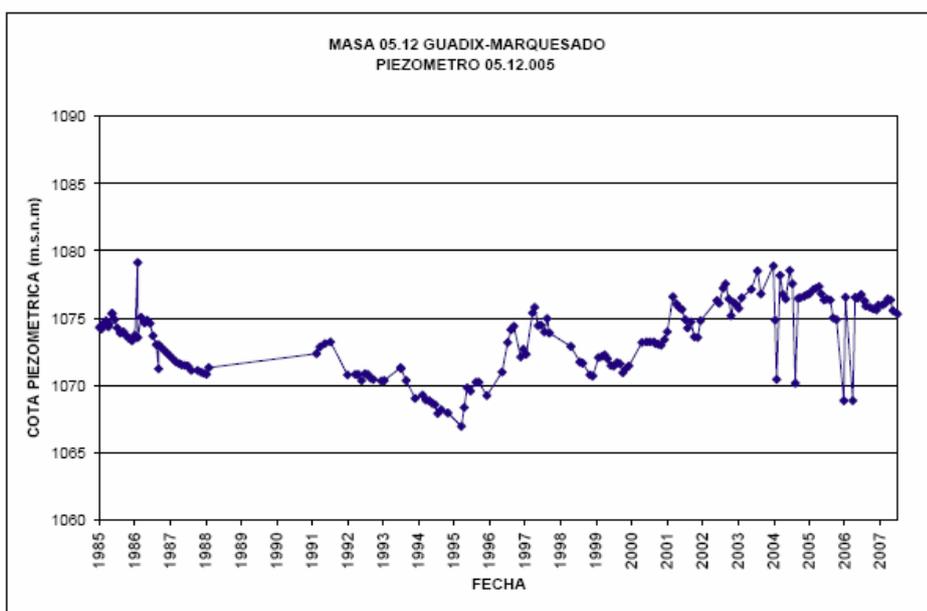
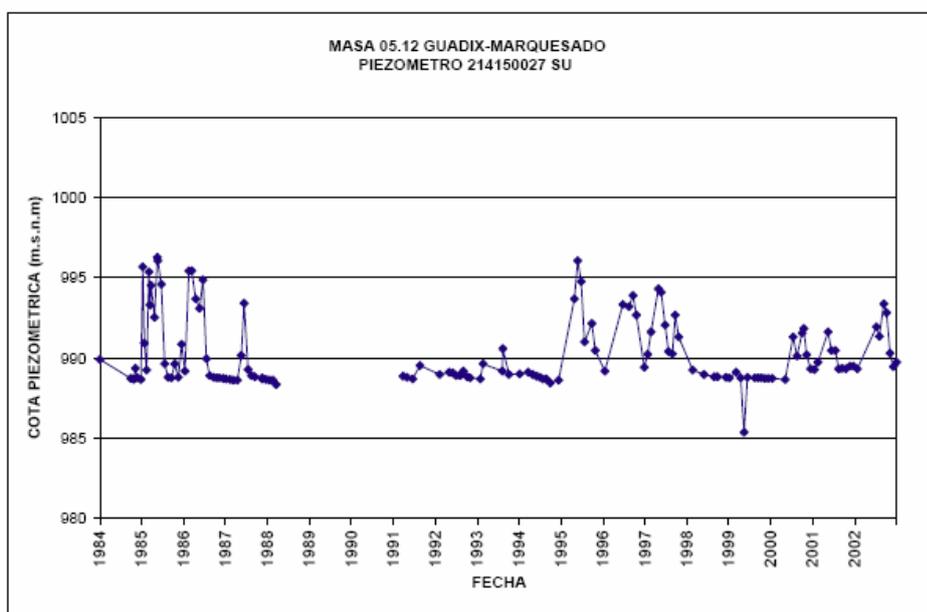
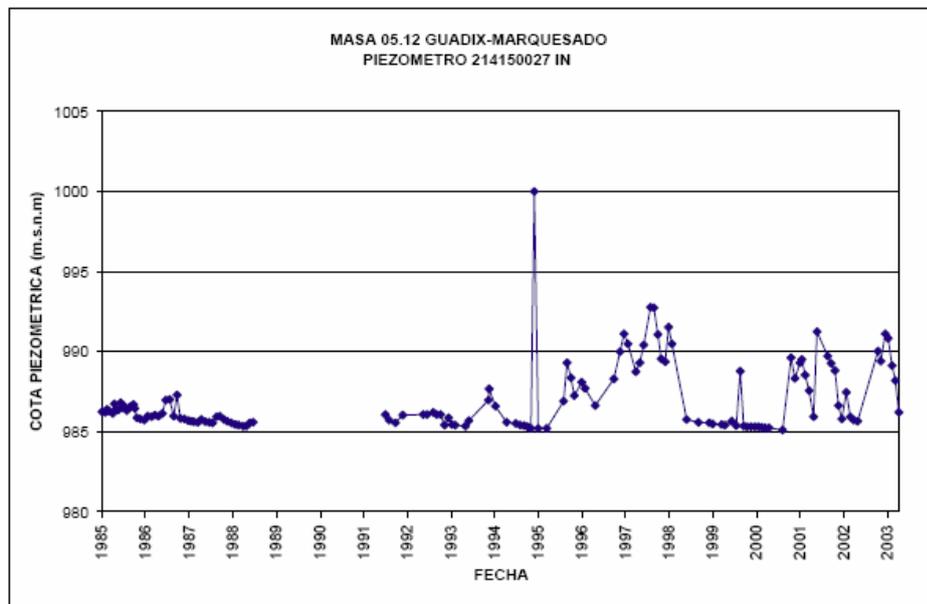


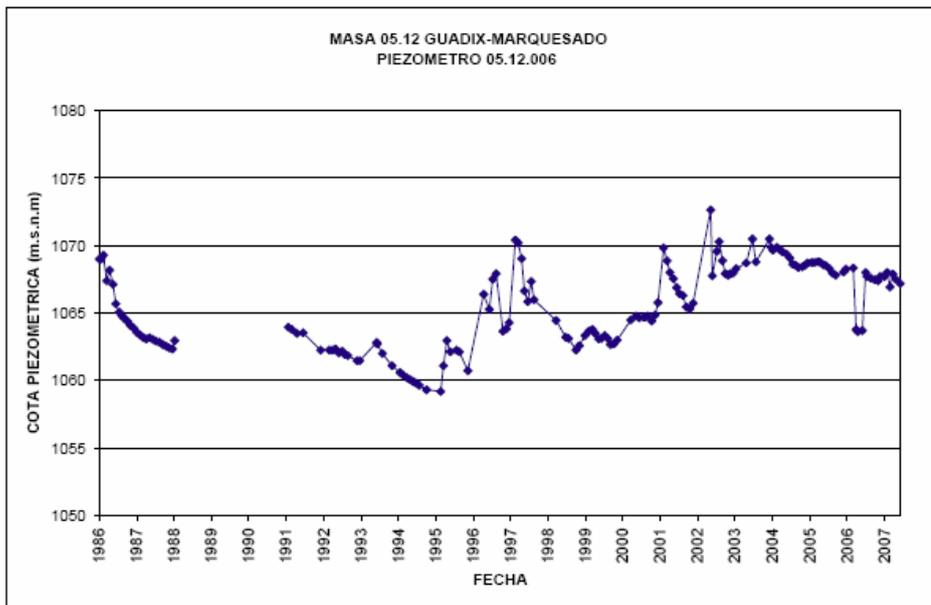
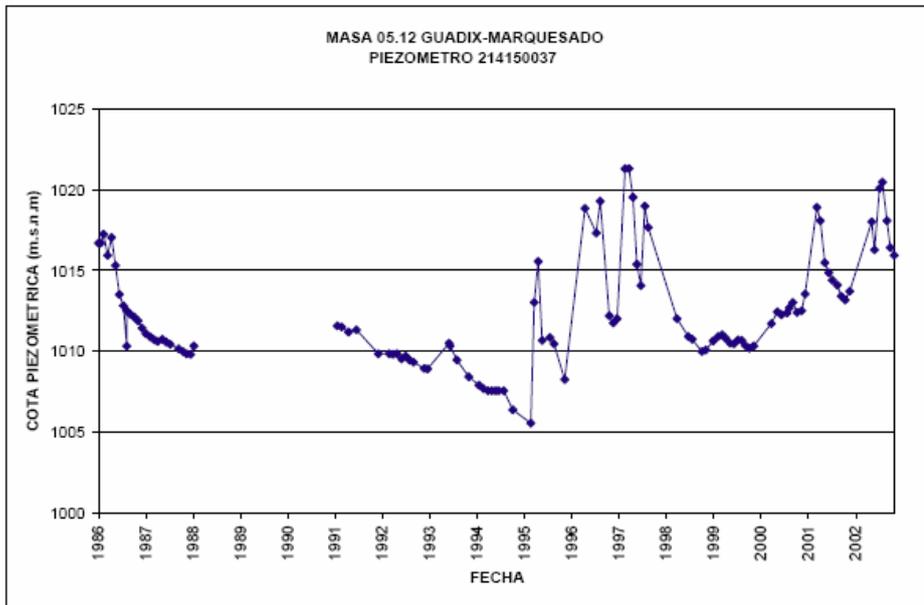
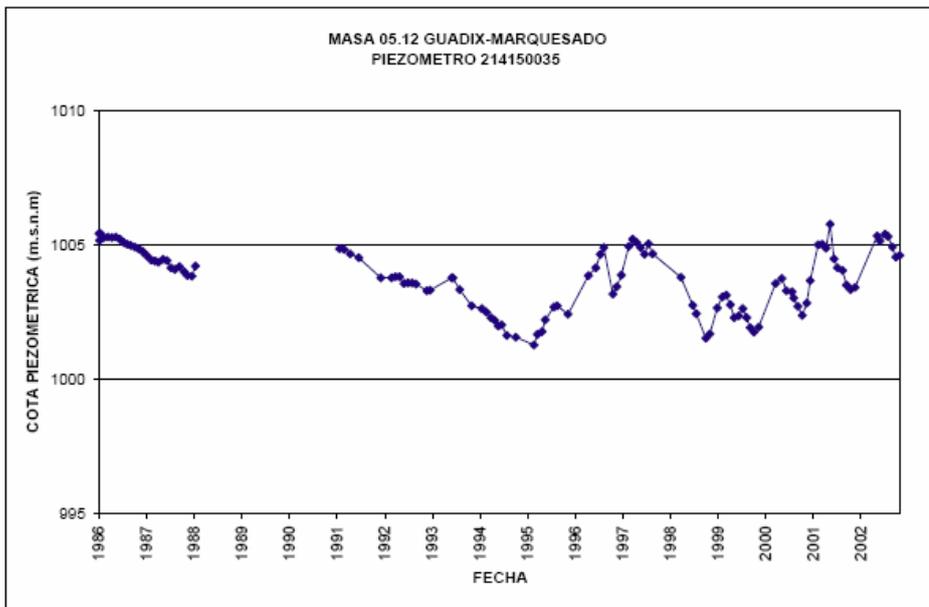
Fuente: Caracterización adicional

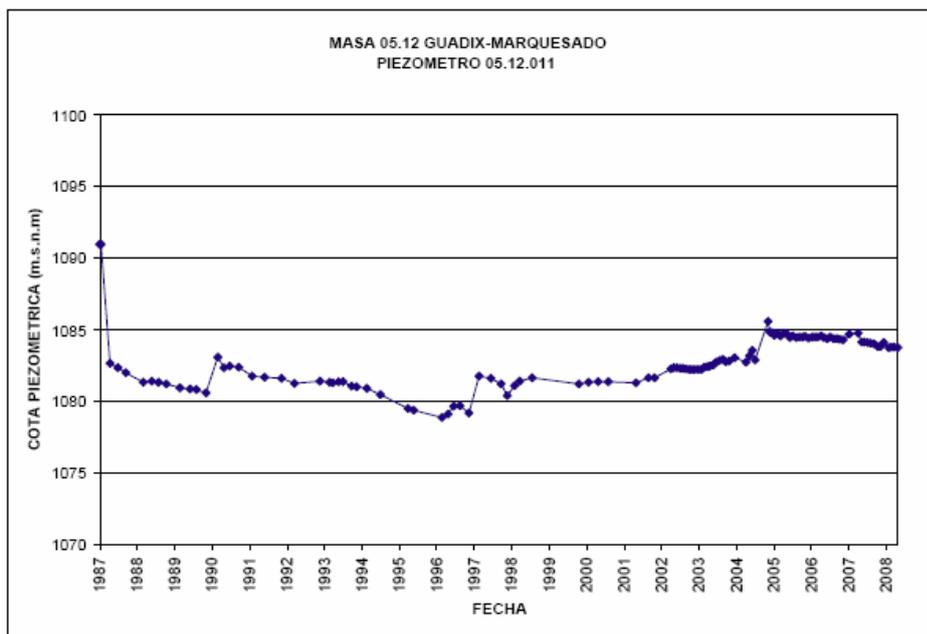
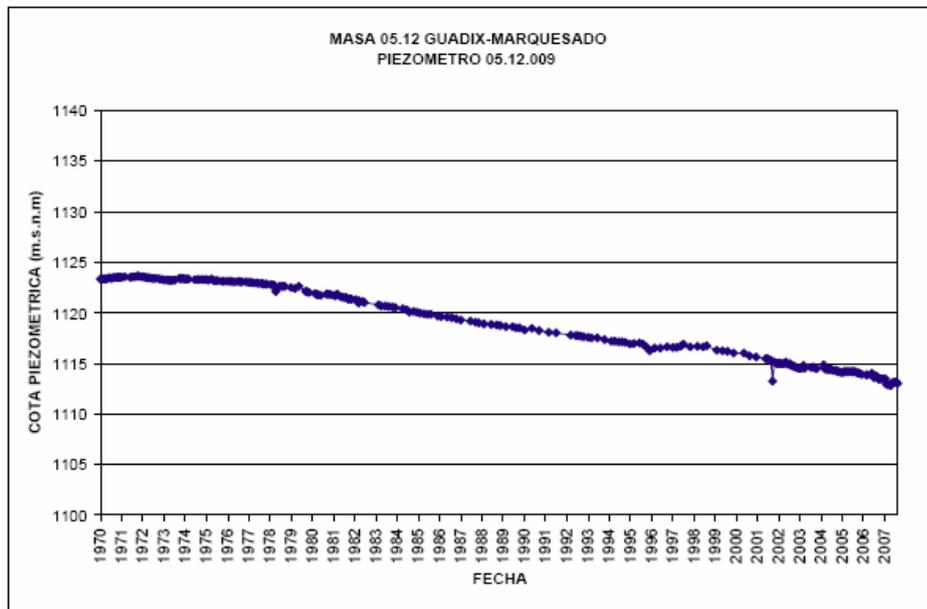
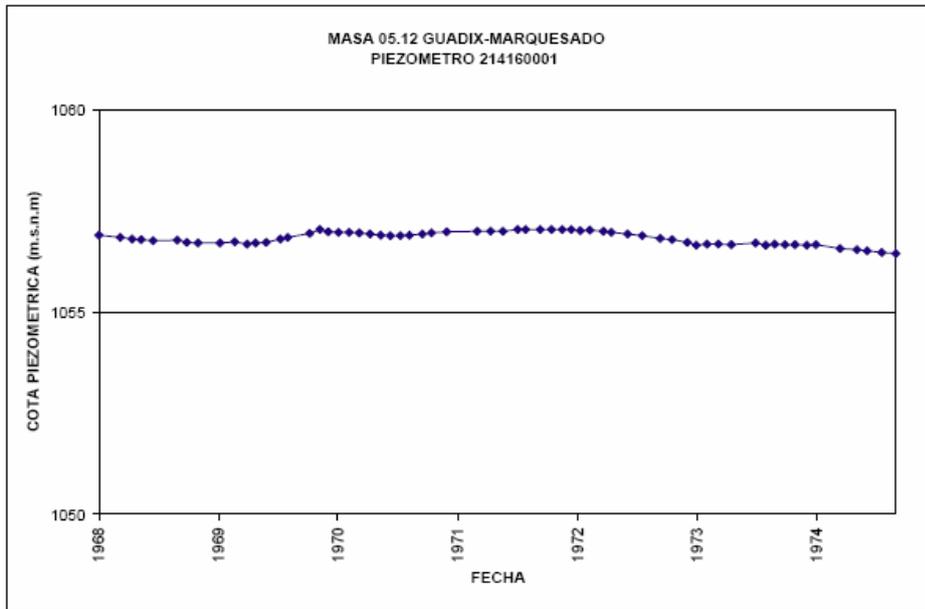
GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN











Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

La masa de agua comprende los tramos de conglomerados y arenas adyacentes a la vertiente septentrional de Sierra Nevada, más los depósitos aluviales recientes asociados a los ríos Alhama y Verde, hasta su confluencia con el Río Fardes. La naturaleza del sustrato impermeable es variable, está constituido por esquistos nevado-filábrides, en el sector oriental y meridional de la masa, y por niveles margosos miocenos en los sectores occidental y septentrional de la misma. En ocasiones, como ocurre en las inmediaciones de Alquife, La Calahorra y La Peza, entre los esquistos y los sedimentos detríticos se localizan afloramientos de mármoles o dolomías, existiendo conexión hidráulica entre éstos y el acuífero detrítico.

El espesor del acuífero está comprendido entre los 80 m en la transversal de Dólar, hasta más de 300 m en las proximidades de Albuñán, presentando el sustrato una divisoria de aguas a la altura de Huéneja, coincidente con la divisoria de aguas superficiales con la cuenca del Río Andarax.

En conjunto, el acuífero se puede considerar como monocapa y libre, si bien en detalle puede establecerse un sistema multicapa cuando se superponen los niveles acuíferos constituidos por los mármoles y/o dolomías, el detrítico "Formación Guadix", y el aluvial reciente de los ríos Alhama y Verde. En el sector septentrional de la masa en el que se localiza el cambio de facies de los conglomerados y arenas a limos, en ocasiones se produce el confinamiento de algunos niveles permeables, dando lugar a fenómenos de artesianismo en las perforaciones.

La masa de agua se alimenta fundamentalmente de la escorrentía superficial que aporta la vertiente norte de Sierra Nevada, que tiene una extensión de 350 km² y su drenaje principal se realiza al cauce del Río Verde. Por el sector oriental de la cuenca el aporte superficial también procede de las estribaciones de la Sierra de Baza (con una superficie de cuenca vertiente de 25 km²), que tiene lugar fundamentalmente a través del Barranco de La Longuera; y por el oeste a través de la vertiente nororiental de la Sierra de La Peza.

A este proceso de alimentación hay que sumar la Infiltración directa del agua de lluvia caída directamente sobre los materiales permeables de la "Formación Guadix"; así como la transferencia lateral subterránea procedente de las formaciones carbonáticas de borde (Sierra de Baza y Sierra de La Peza), en contacto directo con los materiales detríticos permeables.

Las descargas se producen, fundamentalmente, a través de galerías excavadas en los aluviales, a través de manantiales y por descarga directa a los cauces de los ríos. También son significativas las extracciones por bombeo.

La piezometría del acuífero muestra la existencia de dos divisorias hidrogeológicas dentro de la masa, que coinciden aproximadamente con las divisorias hidrológicas entre las cuencas de los ríos Verde y Alhama, y entre esta última y el Río Fardes.

Fuente: Caracterización adicional

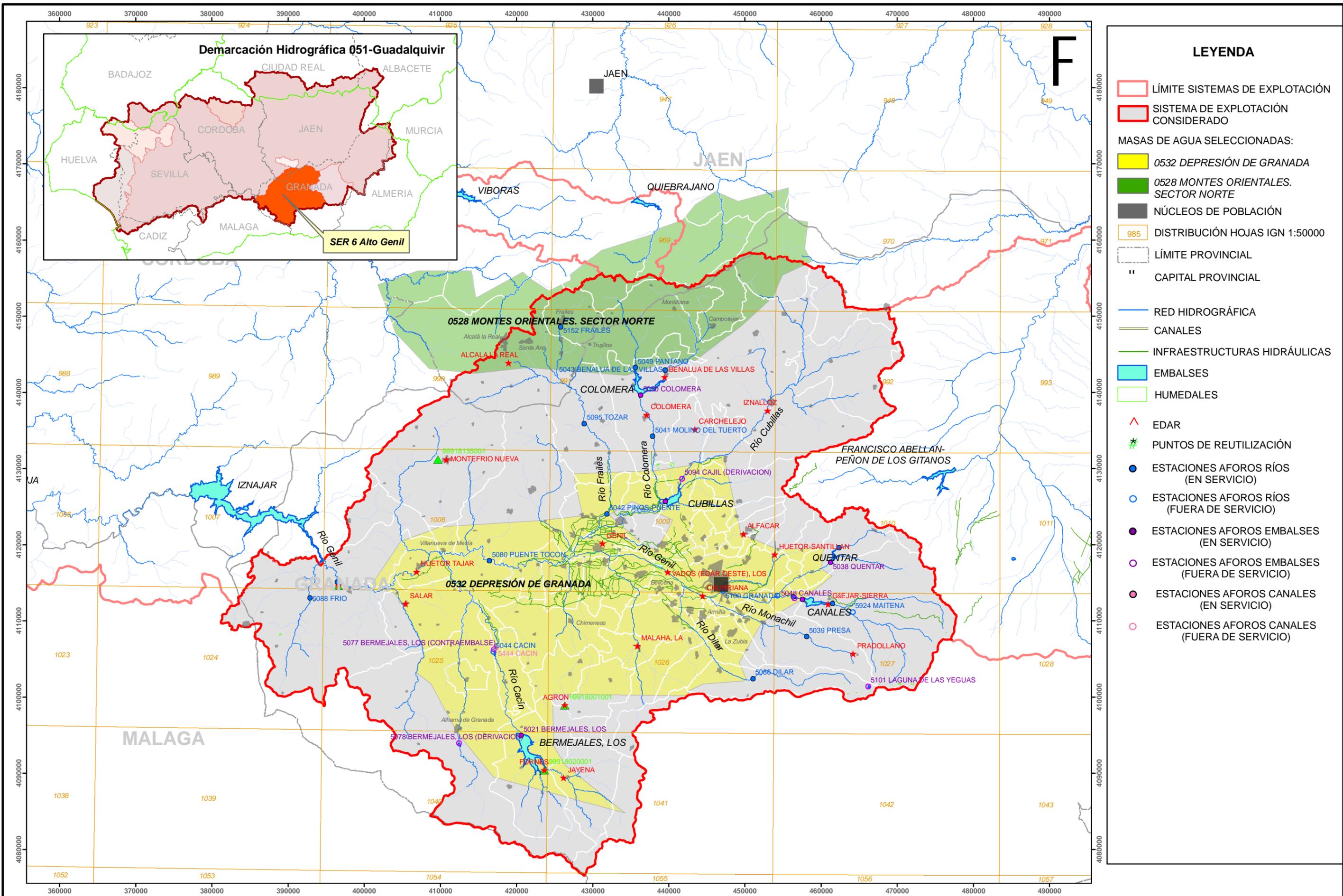
INFORMACIÓN ADICIONAL 5: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL ACUÍFERO RECEPTOR

	Medio	Mínimo	Máximo
Conductividad (μS/cm)	559	149	3923
PH	7,67	7,00	8,00
Temperatura (°C)	14	9	22
HCO3 (mg/l)	182	6	1620
Cl (mg/l)	56	2	682
SO4 (mg/l)	73	2	651
NO3 (mg/l)	13	0	34
Ca (mg/l)	54	10	223
Na (mg/l)	34	1	480
Mg (mg/l)	24	1	305
K (mg/l)	2	0	11

Fuente: Normas de Explotación 2001

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051- GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.S6 ALTO GENIL		
ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA Provincias: Granada		POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER Nº de Municipios: 71 (Inf. Ad. 1) Nº de habitantes: 597.592	
PLANO DE SITUACIÓN DEL SER			
MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS - 05.28 Montes Orientales, Sector Norte - 05.32 Depresión de Granada			
DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS			
ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales <input checked="" type="checkbox"/> Depuración <input type="checkbox"/> Desalación <input type="checkbox"/>			
Recursos hídricos naturales (hm³/año)		Demandas (hm³/año)	
Aportación natural media anual del SER (1):		Urbana: 70,5 hm ³ /año	Agrícola: 238 hm ³ /año
Recursos regulados superficialmente:		Ganadera:	Industrial: 4,9 hm ³ /año
Recursos hídricos subterráneos regulados (bombeos):		Otras:	Energía 2,2 hm ³ /año
Total recursos regulados:		Total demandas: 315,6 hm ³ /año	
Fuente de los datos:		<u>Fuente de los datos:</u> Borrador PH	

Balance del SER: Déficit (D) <input 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 type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input checked="" type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
Comentario:											
(1) Ref. estación aforo: 5045		Nombre: Río Genil en Loja			Capacidad embalse (hm ³):						
Año: 2005-2006		Aportación anual (hm ³): 146,1									
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
13,6	14,0	15,8	17,0	17,5	19,1	15,3	12,5	5,4	4,4	4,4	7,3
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				
Quéntar	14	5038	1976-2006	20,5	57,4	20,5	4,7				
Canales	70	5048	1998-2006	59,3	127,4	59,3	19,6				
Cubillas	19	5020	1954-2006	49	169	49	6,3				
Colomera	42	5050	1990-2006	21,6	94,3	21,6	0,6				
Bermejales	103	5021	1954-2006	49,1	128,4	49,1	18				
Depuración											
EDAR total del SER: 20	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V _d) (m ³ /año)		¿Existe reutilización?		Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año)				
	1	Sin datos	-		Sí, 1 referencia						
	5	Sin especificar	5.280.400		Sí, 2 referencias						
	14	Secundario	60.096.777		Sí, 1 referencia						
ETAP total del SER:											
Disponibilidad hídrica estimada:				del orden de 65 hm³/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"/>											
Comentario: Existen recursos condicionados a la mejora del tratamiento del efluente											
Desalación											
Nº Desaladoras:		Capacidad de desalación (m ³ /año):			Volumen desalado (m ³ /año):						
T.M.:		del municipio:									
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:											



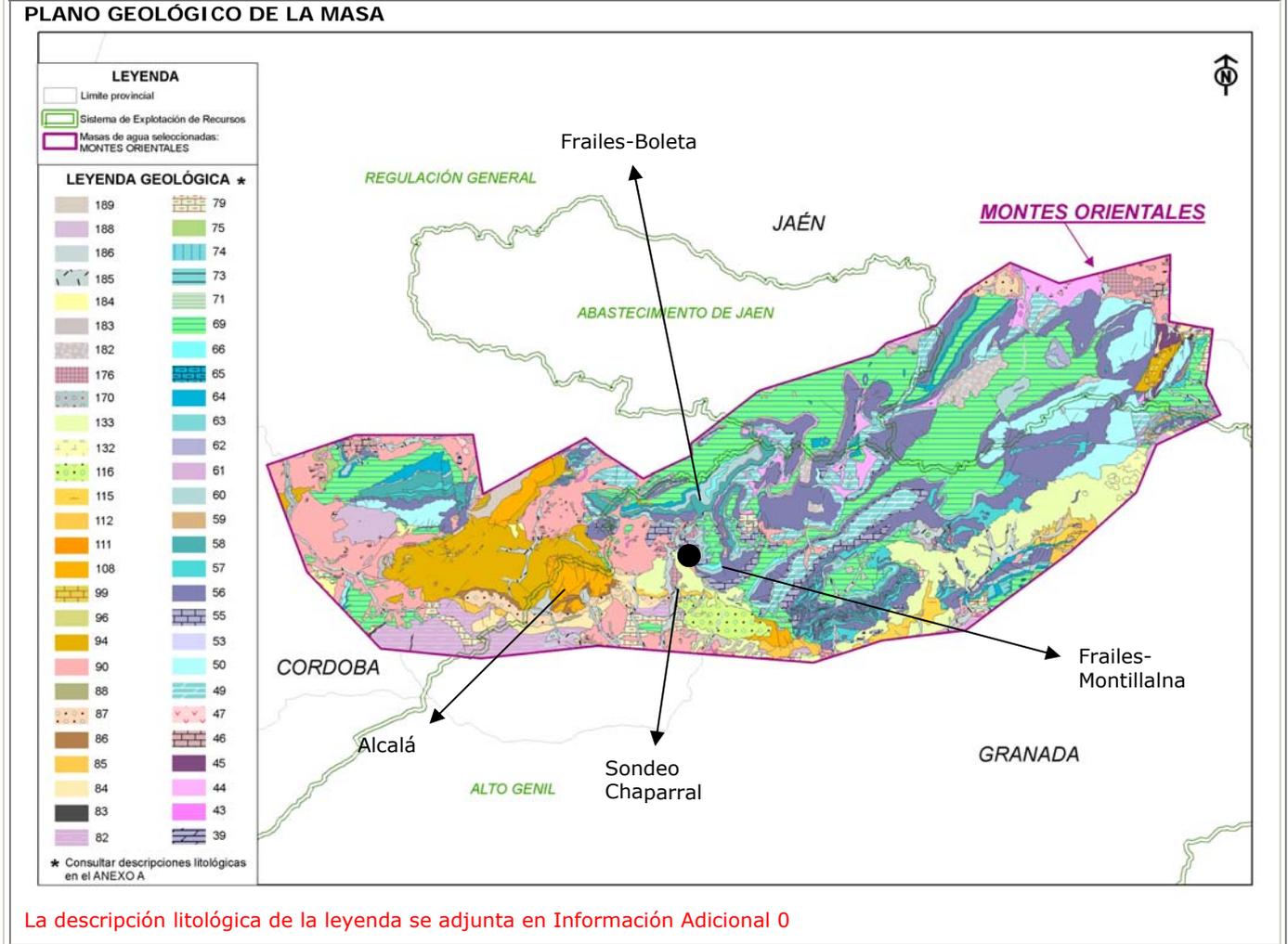
LEYENDA

- LÍMITE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN
- SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADO
- MASAS DE AGUA SELECCIONADAS:
- 0532 DEPRESIÓN DE GRANADA
- 0528 MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE
- NÚCLEOS DE POBLACIÓN
- 985 DISTRIBUCIÓN HOJAS IGN 1:50000
- LÍMITE PROVINCIAL
- CAPITAL PROVINCIAL
- RED HIDROGRÁFICA
- CANALES
- INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS
- EMBALSES
- HUMEDALES
- ▲ EDAR
- # PUNTOS DE REUTILIZACIÓN
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (FUERA DE SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (FUERA DE SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS CANALES (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS CANALES (FUERA DE SERVICIO)

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS S6 ALTO GENIL (S7 REGULACIÓN GENERAL)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.28 MONTES ORIENTALES SECTOR NORTE
--	---	--

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

<u>Comunidades Autónomas:</u> ANDALUCÍA <u>Provincias:</u> Jaén y Granada	<u>Municipios:</u> En Granada, Benalúa de las Villas, Campotejar, Colomera, Iznalloz, Montillana, Montejicar. En Jaén, Alcalá la Real, Cambil, Campillo de Arenas, Castillo de Locubín, Frailes, Huelma, Cárcheles, Noalejo, Valdepeñas de Jaén.
--	--



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: Existe una importante explotación intensiva del acuífero de los Llanos de Alcalá la Real, que podría verse compensada con la recarga artificial de aguas captadas en el sondeo del Chaparral, en el acuífero cercano de Frailes – Boleta, donde el Ayuntamiento de Alcalá dispone de la correspondiente concesión y de unos excedentes invernales, que podrían ser almacenados en el acuífero donde se propone la recarga.

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro	Mejora de impactos
Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input 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 type="checkbox"/>	

ACUÍFEROS IMPLICADOS: **Acuífero detrítico mioceno de los Llanos de Alcalá la Real**

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías	
Detrítico	<input type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input checked="" type="checkbox"/>	Litología: Calcarenitas Espesores: 36-97 m Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 2)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" 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. 3) <li style="padding-left: 20px;">Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	175	Alta: 10 ² a 10 ⁻¹ 2 x 10 ⁻³	3.015

Geometría

2.200,0 2.400,0

	(1)	(2)	(3)	
Norte	c	n	bp	(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	bp	
Este	c	n	bp	
Oeste	c	n	bp	

Observaciones:

Dentro de la MASb se distinguen tres formaciones permeables con características de acuífero: las dolomías y calizas del Lías inferior, las calizas tableadas, nodulosas y oolíticas del Dogger-Malm y las calcarenitas miocenas, que constituyen el acuífero objeto de esta Ficha. Por tanto, las operaciones de recarga sólo contemplan actuaciones en el acuífero de los Llanos de Alcalá la Real.

Este acuífero se sitúa entre los núcleos de Alcalá la Real y Santa Ana, y está constituido por calcarenitas, arenas y conglomerados miocenos. Se trata de un afloramiento tabular con espesores entre 36 y 97 m (50-60 metros de espesor medio) que se dispone, horizontalmente o buzando ligeramente al suroeste, sobre una formación margosa del Mioceno que constituye sus límites y substrato impermeable. (Inf. Ad. 4)

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales	Sondeo	Embalse 1	Río 1	Escorrentía
Nombre (código):	El Chaparral			
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: El agua, que se podría recargar en las calcarenitas, provendría de un sondeo del Ayuntamiento de Alcalá la Real del que se pueden derivar caudales de hasta 50 L/s

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

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Sondeo	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
Embalse 1												
Río 1												
Escorrentía												

Comentario:

Estas aportaciones (indicadas en m^3/s) permitirían transferir recursos al acuífero de los Llanos de Alcalá la Real, que sería utilizado como un almacén temporal, aumentando la garantía de este sistema de abastecimiento.

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):				
Municipios conectados:				
Población (hab):		-	-	
Tipo de tratamiento:	Primario	Secundario	Terciario	Complementario
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 se contemplan actuaciones de recarga artificial en la MASb con aguas depuradas por lo que los recursos potencialmente disponibles no se han evaluado.

(4) Distribución media mensual (m^3)

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

¿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												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- **Agua de recarga:** Sondeo El Chaparral (acuífero de Los Frailes – Boleta)
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico
 Presenta una conductividad que supera los 1.000 µS/cm diferente a la del medio receptor y un contenido de sulfatos que supera en ocasiones los 250 mg/L.
- **Agua del medio receptor:**
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico (Inf. Ad. 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 checked="" type="checkbox"/>	Proyecto para el establecimiento de las posibilidades de mejora del abastecimiento a Alcalá la Real mediante la realización de una experiencia de recarga artificial en el acuífero de Los Llanos y la realización de sondeos. IGME. 2000
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:	Seguimiento de una experiencia de recarga artificial en el acuífero de Los Llanos de Alcalá la Real (Jaén) como mejora del abastecimiento urbano. IGME. 1999
Zanjas <input type="checkbox"/>	Mixta: <input checked="" type="checkbox"/>	Planta de recarga <input checked="" type="checkbox"/>	
Canales <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	Infraestructuras de transporte <input checked="" type="checkbox"/>	
Cauces <input type="checkbox"/>		o Canal:	
Represas <input type="checkbox"/>		o Azud:	
Otros <input type="checkbox"/>		o Otros:	Conducciones existentes
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

- Análisis final de viabilidad del Proyecto de recarga (evaluación de superficies de infiltración necesarios (balsas) y sondeos; compatibilidad calidad del agua e infraestructuras complementarias de transporte del caudal requerido).

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

En la operación de recarga que se propone en esta MAS ya existe infraestructura de transporte, tratamiento y de infiltración (mediante balsas). Las experiencias de recarga realizadas por el IGME están hechas y contrastadas. Se adjunta un resumen de este trabajo (Inf. A. 5), documentado en el propio Boletín Geológico y Minero con la siguiente referencia bibliográfica "González-Ramón et al., 2009. La recarga artificial como apoyo al abastecimiento de poblaciones. Experiencias en la provincia de Jaén. Boletín Geológico y Minero, 120 (2): 239-304. El abastecimiento de Alcalá la Real con unos 23.000 habitantes requiere, para dotarlo de una mayor garantía, de la realización de estas actuaciones.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 0. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE LA LEYENDA DEL PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA

MONTES ORIENTALES (LEYENDA GEOLÓGICA)

- 189, Cono de deyección
- 188, Glacis indiferenciados
- 187, Abanicos aluviales indiferenciados
- 186, Fondos de valle
- 185, Coluviales y aluviales indiferenciados
- 184, Pie de monte
- 183, Depósitos de vertientes (gravedad) indiferenciados
- 182, Canchales y derrubios de ladera
- 176, Travertinos
- 170, Terraza baja
- 133, Conglomerados, arenas, limos y margas con gasterópodos. Fluvial y Fluvioacustre.
- 132, Limos y calizas. Fluvioacustres.
- 116, Conglomerados, arcillas y limos. Abanicos aluviales.
- 115, Margocalizas y margas con lignito. Lacustre.
- 112, Margas azules y blancas. Cuenca.
- 111, Conglomerados grises, arenas y margas. Abanico deltaico.
- 108, Calizas de algas, calcarenitas, areniscas y calciruditas. Plataforma.
- 99, Calizas de algas y calcarenitas. Plataforma.
- 96, Areniscas calcáreas, conglomerados, olistolitos y margas. Talud.
- 94, Margas blancas con areniscas. Cuenca.
- 90, Unidad olistostrómica. Con olistolitos de unidades infrayacentes.
- 88, Calizas de algas y calcarenitas; localmente arrecifes (Illora, La Guardia-Jaén)
- 87, Conglomerados, areniscas y margas
- 86, Margas calcáreas
- 85, Calizas bioclásticas y margas
- 84, Margas y margas calcáreas
- 83, Calizas bioclásticas y calcarenitas
- 82, Margas y margocalizas blancas. Areniscas y margas
- 79, Calizas margosas rosadas (capas rojas), verdes y blancas.
- 75, Lutitas negras y margas
- 74, Lutitas negras y margas con intercalaciones de olistostromas
- 73, Lutitas negras y margas con radiolaritas y turbiditas calcáreas
- 71, Margas y calizas margosas con turbiditas siliciclásticas (Fms: Cerrajón y Carbonero)
- 69, Ritmitas margosas, calizas pelágicas (Formaciones Carretero, Argos + capas blancas)
- 66, Calizas margosas margas y calcilimolitas con silex (F. Milanos)
- 65, Calizas margosas, margas y calcilimolitas con silex, con intercalaciones de brechas y conglomerados
- 64, Calizas margosas, margas y calcilimolitas con silex, con intercalaciones de margas y margocalizas con turbiditas calcáreas
- 63, Calizas margosas, margas y calcilimolitas con silex, con niveles de calcarenitas con silex
- 62, Calizas y margas pelágicas, con niveles de conglomerados y calcarenitas, turbiditas y calizas alternantes con margas (F. Toril)
- 61, Calizas pelágicas condensadas (ammonítico rosso)
- 60, Radiolaritas. (F. Jarropa = radiolaritas del charco)
- 59, Calizas oolíticas (F. Jabalcuz-Camarena)
- 58, Calizas con silex (F. Veleta)
- 57, Rocas volcánicas
- 56, Calizas y margas (F. Zegrí)
- 55, Calizas tableadas, calizas margosas y margas grises (Fm. Baños)
- 53, Calcarenita (incrinata)

50, Calizas grises y blancas
 49, Dolomías
 47, Yeso
 46, Calizas negras tableadas (F. Zamoranos)
 45, Arcillas y yesos
 44, Areniscas, arcillas y yesos
 43, Ofitas

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: RELACIÓN DE MUNICIPIOS DEL SER

AGRON, ALBOLOTE, ALFACAR, ALHAMA DE GRANADA, ALHENDIN, ARENAS DEL REY, ARMILLA, ATARFE, BEAS DE GRANADA, BENALUA DE LAS VILLAS, CACIN, CAJAR, CALICASAS, CAMPOTEJAR, CENES DE LA VEGA, CIJUELA, COGOLLOS VEGA, COLOMERA, CULLAR-VEGA, CHAUCHINA, CHIMENEAS, CHURRIANA DE LA VEGA, DEIFONTES, DILAR, DUDAR, ESCUZAR, FUENTE VAQUEROS, GOJAR, GRANADA, GÚEJAR-SIERRA, GUEVEJAR, HUETOR-TAJAR, HUETOR-VEGA, ILLORA, IZNALLOZ, JAYENA, JUN, LACHAR, LOJA, LA MALAHA, MARACENA, MOCLIN, MONACHIL, MONTEFRIO, MONTEJICAR, MONTILLANA, MORALEDA DE ZAFAYONA, NOALEJO, NIVAR, OGIJARES, OTURA, PELIGROS, PINOS-GENIL, PINOS-PUENTE, PIDAR, PULIANAS, QUENTAR, SALAR, SANTA CRUZ DEL COMERCIO, SANTA FE, TORRE-CARDELA, VALDEPEÑAS DE JAÉN, VENTAS DE HUELMA, VILLANUEVA MESIA, VIZNAR, LA ZUBIA, LAS GABIAS, VEGAS DEL GENIL, ZAGRA, ALCALA LA REAL Y FRAILES.

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Columna litológica tipo:

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
Arcillas y yesos con enclaves de ofitas, materiales carbonatados y niveles de areniscas	261,77			Triásico
Dolomías masivas y calizas tableadas	39,48			Lias Inferior-Medio
Margocalizas, margas y calizas tableadas con niveles de rocas volcánicas				Lias Superior-Dogger
Nivel inferior margoso y nivel superior de calizas nodulosas y calizas con sílex				Malm
Margas y margocalizas, a veces con arenas, calizas con nummulites, margas y areniscas	166,04			Cretácico
Serie margo-arenosa con niveles calcareníticos y areniscosos	172,08			Mioceno
Niveles detríticos con margas, conglomerados, arenas y calizas lacustres	68,21			Plioceno
Aluviales, piedemontes, fondos de valle y depósitos aluviales	59,42			Cuaternario

Descripción Geológica:

La masa de agua subterránea 05.28 Montes Orientales-Sector Norte se sitúa en el límite de las provincias de Jaén y Granada, en la transversal de Alcalá la Real-Huelma. Las unidades litoestratigráficas que aparecen son, de muro a techo:

- Triásico: Está constituido básicamente por arcillas y yeso entre los que aparecen enclaves de ofitas, materiales carbonatados y niveles de areniscas.
- Lías inferior y medio: Formado por dolomías masivas y calizas tableadas que en conjunto pueden alcanzar espesores de hasta 1200 metros, aunque los espesores más frecuentes son de 400 metros.
- Lías superior-Dogger: Sobre las calizas y dolomías de la base del Jurásico se sitúa una serie constituida por margocalizas, margas y calizas tableadas, con niveles de rocas volcánicas cuyo espesor puede superar los 1500 m.
- Malm: Se caracteriza por la presencia de un nivel inferior margoso de hasta 150 m de potencia y un nivel superior permeable constituido por calizas nodulosas y calizas con sílex, con una potencia de 15-30 m.
- Mioceno: Corresponde a una serie margo-arenosa con un especial desarrollo de niveles calcareníticos y areniscosos en el sector occidental, en esta zona tiene una potencia media de 50-60 m y constituye el acuífero de Alcalá la Real-Santa Ana.
- Plioceno: Formado por niveles detríticos de diversa naturaleza, margas, conglomerados, arenas y calizas lacustres, cuya potencia podría llegar a alcanzar los 100 m.
- Cuaternario: Corresponde a abanicos aluviales, piedemontes, fondos de valle y depósitos aluviales.

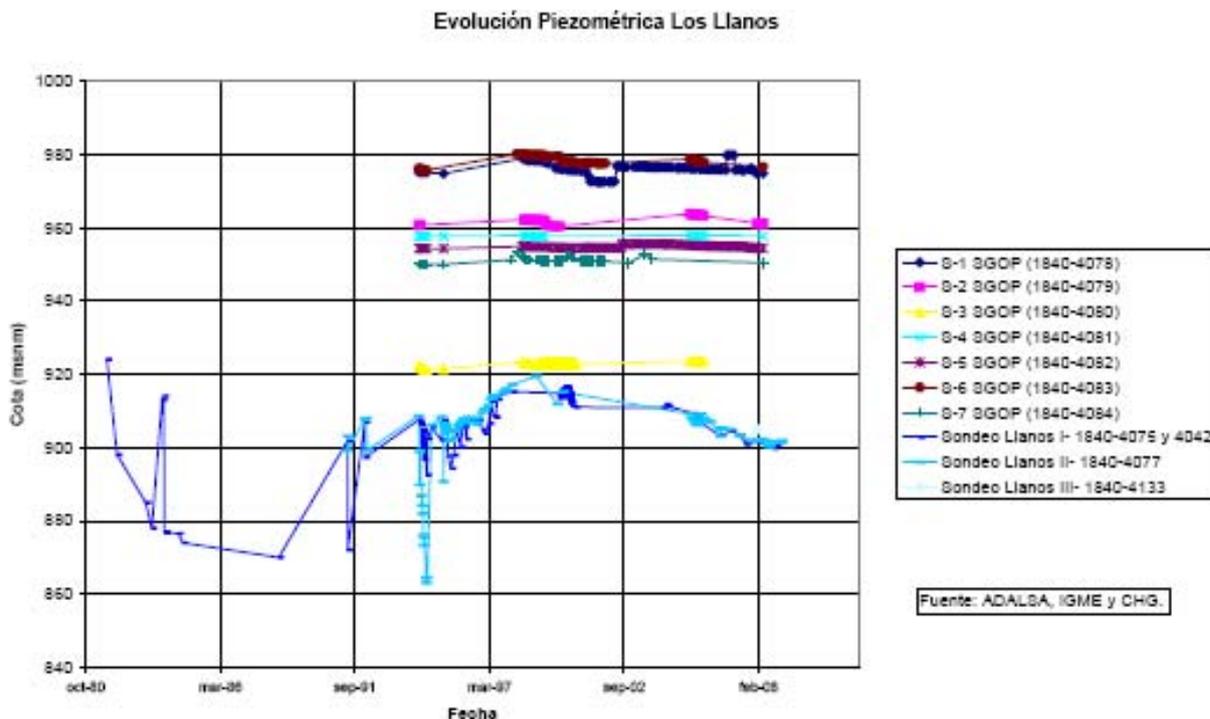
Estos materiales se disponen según dos franjas paralelas con orientación NE-SO, separadas por un frente de cabalgamiento y niveles margocalizos cretácicos. En el sector noroccidental, los materiales calcáreos liásicos cabalgan sobre margas y margocalizas Cretácicas y Jurásicas, actuando las arcillas y yesos Triásicos como nivel de despegue.

La estructura del sector suroccidental corresponde a varios pliegues anticlinales y sinclinales sucesivos, de dirección NE-SO, de tal modo que los afloramientos calcáreos aparecen en los ejes anticlinales y aunque se encuentran conectados en profundidad, en superficie se encuentran separados por materiales margocalizos Jurásicos que constituyen los núcleos sinclinales.

En el borde suroccidental este conjunto de materiales cabalga hacia el sur sobre depósitos terciarios. En el extremo suroriental, los materiales acuíferos se encuentran soterrados bajo materiales pliocenos detríticos constituidos por conglomerados y arcillas.

Origen de la información: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 3. PIEZOMETRÍA



Fuente: IGME-ADALSA-DHG, 2010

INFORMACIÓN ADICIONAL 4. DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Se trata fundamentalmente de una MAS constituida mayoritariamente por acuíferos carbonatados permeables por fisuración-karstificación, de carácter libre aunque aparecen sectores confinados bajo sedimentos de baja permeabilidad cretácicos y jurásicos asociados a los núcleos sinclinales. Los acuíferos de La Camuña y Alcalá la Real-Santa Ana son acuíferos mixtos, permeables por porosidad y fisuración-karstificación, constituidos por areniscas y calcarenitas bioclásticas. Dentro de la masa de agua se distinguen tres formaciones permeables con características de acuífero: las dolomías y calizas del Lías inferior, las calizas tableadas, nodulosas y oolíticas del Dogger-Malm y, por último, las calcarenitas miocenas, que constituyen el acuífero objeto de esta Ficha.

El acuífero se sitúa entre los núcleos de Alcalá la Real y Santa Ana, está constituido por calcarenitas, arenas y conglomerados miocenos que ocupan una superficie de 6,6 km². Se trata de un afloramiento tabular con espesores entre 36 y 97 m (50-60 metros de espesor medio) que se dispone, horizontalmente o buzando ligeramente al suroeste, sobre una formación margosa del Mioceno que constituye sus límites y substrato impermeable. Aunque presenta carácter libre, en su zona suroriental existen algunos sectores confinados o semiconfinados, debido a la existencia de cambios laterales de facies. La alimentación de este acuífero se produce exclusivamente por infiltración de la precipitación sobre sus afloramientos (1 hm³/año). El nivel piezométrico viene impuesto por los principales manantiales de descarga situados en su extremo meridional: Fuente del Rey "1840/4/13" y Fuente Gallardo "1840/4/21" situadas a una cota de 920 m s.n.m. El sector noroccidental del acuífero drena a través del manantial de Fuente Corredera "1840/4/74", situado a una cota de 960 m. El manantial de Fuente Somera "1840/4/14" parece estar asociado a la existencia de varios niveles de distinta permeabilidad, que provocan discontinuidades en el flujo y permiten la aparición de este manantial en determinadas situaciones.

Fuente: Caracterización adicional

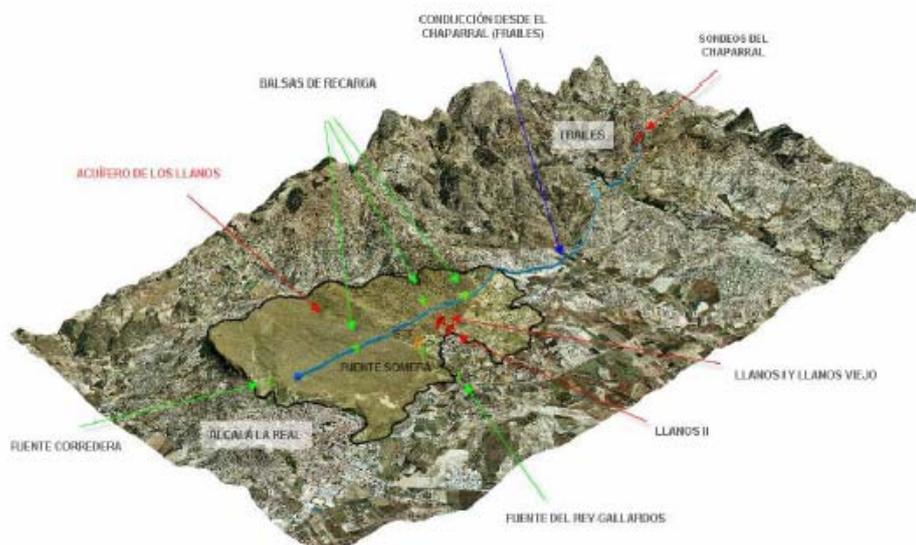
INFORMACIÓN ADICIONAL 5. CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL ACUÍFERO RECEPTOR

	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. ($\mu\text{mhos/cm}$)	775	2860	200
PH	7,7	8,2	7,2
Cl ⁻	28	312	1
CO ₃ H ⁻	638	2880	85
SO ₄ ⁼	213	1440	3
NO ₃	14	370	0
Na ⁺	18	180	2
Ca ⁺⁺	113	430	36
Mg ⁺⁺	33	207	1

Fuente: Normas de explotación 2001

INFORMACIÓN ADICIONAL 5. RESUMEN DE LA EXPERIENCIA DE RECARGA

El acuífero de Los Llanos, incluido administrativamente en la M.A.S. 05.28 "Montes Orientales. Sector Norte", se localiza en el término municipal de Alcalá la Real (Jaén) y está constituido por un afloramiento de calcarenitas bioclásticas del Mioceno, que se disponen subhorizontales con forma casi tabular, buzando levemente hacia el sureste, sobre las margas miocenas que conforman su substrato. Se extiende desde el núcleo urbano de Alcalá la Real a la pedanía de Santa Ana; en general, se sitúa a cotas comprendidas entre 900 y 1.050 m s.n.m., con una cota media próxima a 950 m s.n.m.. Los límites del acuífero están definidos por el contacto con las margas miocenas de carácter impermeable, que se sitúan bajo las calcarenitas. Su superficie es de 6'6 km² y la potencia media del conjunto calcarenítico es de unos 50-60 m, con mínimos de 36 m y máximos de 97 m en los sondeos existentes. Se trata de un acuífero libre y colgado, si bien en su parte suroriental está confinado, pues se produce un cambio de facies entre las calcarenitas y las margas, por lo que las calcarenitas presentan indentaciones o incluso se sitúan localmente por debajo de las margas impermeables. La alimentación del acuífero procede de la infiltración del agua de lluvia, drenándose de forma natural mediante los manantiales de Fuente del Rey/Fuente Gallardos y La Corredera y, en épocas de aguas altas, a través de Fuente Somera).



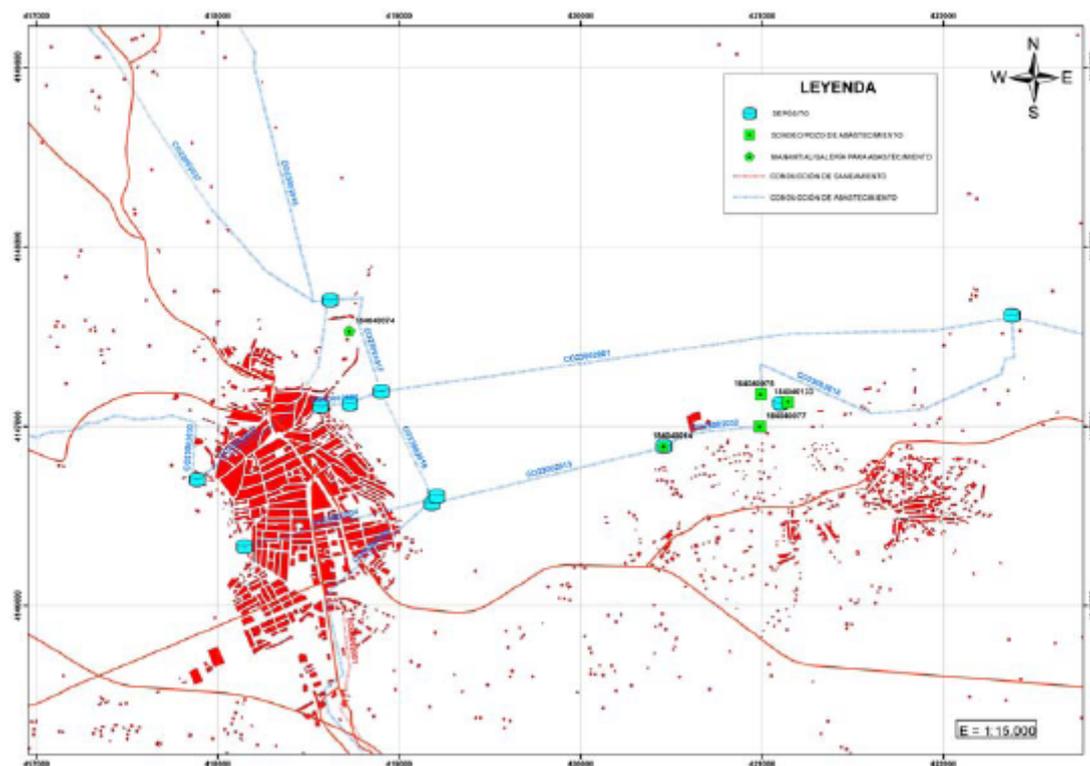
Esquema general del acuífero de Los Llanos e infraestructuras de recarga

Las reservas del acuífero han sido estimadas entre 3'2 y 3'9 hm³, para situaciones de estiaje y aguas altas, respectivamente. El agua del acuífero presenta una conductividad eléctrica inferior a 500 µS/cm y facies bicarbonatada cálcica. Los contenidos en nitratos están comprendidos entre 20 y 30 mg/l. El balance hídrico del acuífero, para un período de 24 años hidrológicos (1975-76 a 1998-1999), permite evaluar unos recursos renovables medios de 1'3 hm³/año.

La población de derecho del municipio de Alcalá la Real a la fecha de la experiencia de recarga (2000) era de 21.599 habitantes. En el núcleo principal, Alcalá la Real, que disponía de un sistema de abastecimiento independiente de las numerosas pedanías o entidades de población del municipio, se concentraban unos 14.500 habitantes lo que, considerando una dotación media de 270 l/hab/día, (O.M. del M.O.P.T. de 24/09/92 en B.O.E. nº 249 de 16/10/92), representa una demanda teórica de agua de 1'47 hm³/año (equivalente a unos 47 L/s continuos).

El sistema de abastecimiento en alta al núcleo de Alcalá la Real comprendía siete captaciones situadas en tres acuíferos diferentes, de los que el de mayor importancia era, y sigue siendo en la actualidad, el acuífero de Los Llanos donde se ubican las captaciones de abastecimiento Sondeos Llanos I y II, Fuente Somera y Fuente Corredera. En la siguiente figura se presenta un esquema del sistema de abastecimiento.

El acuífero de Los Llanos y el sistema de abastecimiento de Alcalá la Real han sido objeto de numerosos trabajos por parte del IGME y otros organismos, debido a los problemas surgidos en la década de los 80 ante una explotación intensiva del acuífero, con el consiguiente agotamiento de sus principales surgencias y la insuficiencia de los sondeos existentes en el mismo para atender el suministro normal de Alcalá la Real. Posteriormente, se realizaron los sondeos del Chaparral en un acuífero cercano que permitieron solucionar el problema, aunque generaron múltiples conflictos sociales con la vecina localidad de Frailes. De hecho, en estos sondeos el caudal está limitado, según concesión de la entonces Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, a un máximo de 20 L/s en la época estival (de 1 de mayo a 31 de agosto) y de 51'3 L/s el resto del año (1 de septiembre a 30 de abril).



Esquema de las infraestructuras actuales de abastecimiento de Alcalá la Real.

El agua de los sondeos del Chaparral es de facies sulfatada cálcico-magnésica y su contenido en sulfatos varía entre 205 y 335 mg/l dependiendo del caudal y tiempo de bombeo. Tiene una conductividad eléctrica algo superior a 1.300 µS/cm frente a valores siempre inferiores a 500 µS/cm en las restantes fuentes de suministro. La recarga provocará una mezcla de ambos tipos de agua, con un efecto positivo para el abastecimiento por la mayor regularidad en la composición química del agua que llega a la red a lo largo del año, aunque produciría un empeoramiento de la calidad del agua del acuífero de Los Llanos. Si se considera que los recursos renovables del acuífero son del orden de 1'3 hm³/año y la recarga sería de 0'27 hm³/año, cabe estimar que la calidad del agua no sufriría grandes cambios a corto plazo.

El objetivo de la experiencia de recarga descrita en el presente artículo fue estudiar la viabilidad técnica de la misma para así complementar el abastecimiento urbano a Alcalá la Real con el consiguiente incremento de la garantía futura en el abastecimiento, utilizando para ello los caudales excedentarios de la concesión de los sondeos del Chaparral durante el periodo comprendido entre septiembre y abril (51,3 L/s).

Ensayos realizados

Las instalaciones utilizadas para la recarga consistieron en una conducción existente desde los sondeos del Chaparral (Frailes) hasta el depósito municipal de Los Llanos (de 350 mm de diámetro y 125 l/s de capacidad máxima), que atraviesa de este a oeste el acuífero junto a la que el Ayuntamiento construyó en 1992 tres balsas experimentales para la recarga con el asesoramiento del anterior S.G.O.P. (Dirección General de Obras Hidráulicas), de pequeñas dimensiones (superficies comprendidas entre 38 y 43 m²). Para mejorar la admisión de las balsas n^{os} 2 y 3 se construyeron dos sondeos junto a cada una de ellas y conectados a las mismas. La infraestructura de recarga se completó reacondicionando los tramos de conexión entre la conducción de Frailes y las balsas disponiendo nuevas tuberías de polietileno, con capacidad para aportar hasta 15 L/s en la n^o 3 y hasta 10 L/s en la n^o 2, así como nuevos contadores de mayor diámetro para la medida del caudal recargado. Asimismo se instaló un sistema de boya con flotador a la entrada del agua en cada balsa, para cerrar la entrada y evitar el rebose del agua una vez llenas, permitiendo su funcionamiento nocturno de forma automática.

El caudal de recarga y el volumen total de agua recargada se determinó mediante lecturas diarias de los contadores volumétricos instalados al efecto a la entrada de cada balsa. Para el control de la evolución piezométrica, se utilizó el piezómetro S-3 del SGOP y el Sondeo Llanos Viejo, instalados con data logger (figura 9). Este control piezométrico puntual se complementó con sendas campañas piezométricas al principio y final del período de recarga. El caudal de Fuente del Rey/Fuente Gallardo se controló mediante 4 aforos con micromolinetes y 5 estimaciones con medida de la lámina de agua y el de Fuente Somera se dedujo de los volúmenes diarios captados para abastecimiento a Alcalá la Real.

Se inyectó agua durante un período de 66 días, simultáneamente en las balsas n^{os} 2 y 3. El agua utilizada procedía de los sondeos del Chaparral (Frailes). Los caudales reales que llegaban a las balsas no superaron, en ningún momento, los 10 L/s en la Balsa n^o 3 ni los 5 L/s en la Balsa n^o 2. El total recargado fue de 57.960 m³ (10'2 L/s de media). El 67 % del volumen recargado se produjo en la Balsa n^o 3, y el resto en la Balsa n^o 2. El agua de recarga es de facies sulfatada cálcico-magnésica y cabe destacar su contenido en sulfatos, de 335 mg/l, frente a valores en el acuífero de los Llanos inferiores siempre a 45 mg/l. Otros iones significativamente más altos en el agua de recarga son el cloruro, sodio, magnesio y calcio. Presenta una conductividad eléctrica de 1.340 µS/cm. No se observaron problemas de turbidez, ni de arrastre de sólidos de ningún tipo; tampoco aparecieron en el intervalo de recarga fenómenos de eutrofización en las balsas (formación de algas, etc...) ni se detectó colmatación de los elementos de recarga.

Los manantiales de Fuente del Rey y Fuente Gallardo permanecieron con caudal prácticamente constante todo el período de recarga, con una media conjunta próxima a 9 L/s, totalizando unas descargas próximas a 45.600 m³ en ese periodo, sin ningún tipo de afección aparente. El manantial de Fuente Somera experimentó un incremento de caudal debido a la recarga de unos 5 L/s durante el período de inyección (desde 4 hasta 9 l/s de caudal medio), equivalente a unos 28.500 m³ (el 73 % del agua inyectada en Balsa n^o 3, directamente relacionada con dicho manantial a través de conductos kársticos).

Resultados obtenidos

En la siguiente figura se incluyen conjuntamente todos los parámetros controlados temporalmente en el período de observación, a nivel diario, incluyendo unos ensayos preliminares de 1999. Destacan claramente las afecciones de los bombeos sobre caudales y niveles piezométricos y la escasa influencia aparente de las lluvias sobre el acuífero (a pesar de registrarse hasta 45 mm/día). Asimismo se observa que la afección por la recarga es muy rápida tanto en el sondeo S-3 como en Fuente Somera (tiempo de respuesta del orden de 1'5 días, que equivaldría a una velocidad aparente del flujo próxima a 500 m/día) observándose además una perfecta correlación del caudal con los niveles de S-3: ascensos de apenas 16 cm en el citado piezómetro producen incrementos del caudal del manantial de hasta 5 l/s. El incremento directo de caudal producido por la recarga en ese manantial sería de unos 5 L/s, que representa el 73 % del agua recargada en la Balsa n^o 3, porcentaje elevado pero lógico por la posición del mismo respecto a la balsa, su escasa distancia (800 m) y las cavernas y zonas preferenciales de flujo detectadas bajo la misma. Unos 6 días después de finalizar la recarga, tanto los niveles en S-3 como el caudal drenado por Fuente Somera han recuperado su situación inicial.

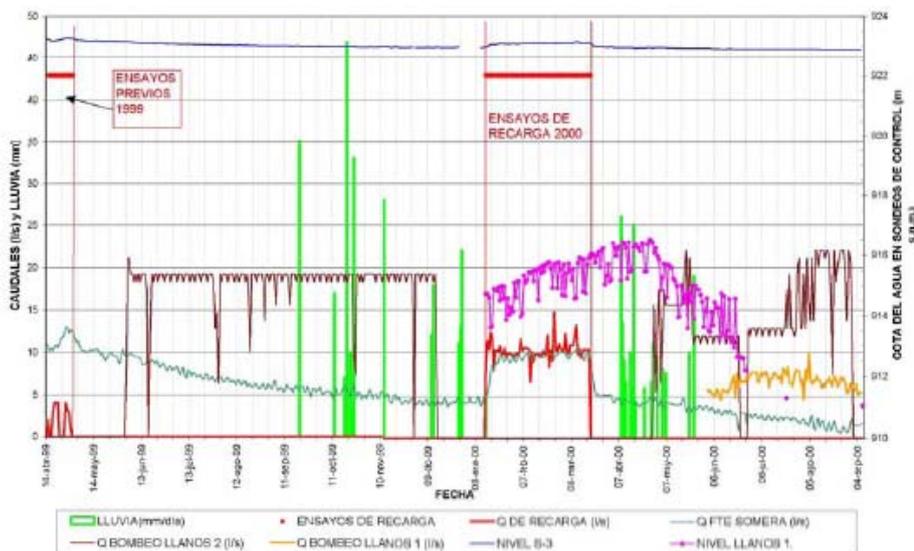
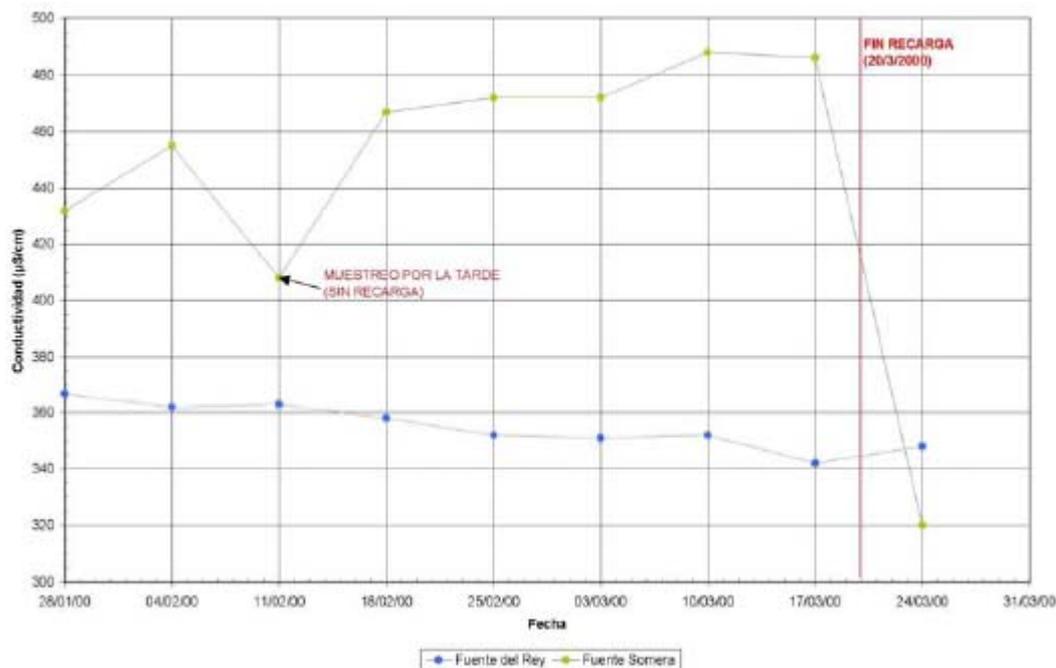


Gráfico general de datos de control en el acuífero de Los Llanos.

Con respecto a las características fisicoquímicas del agua, los datos de evolución temporal de la conductividad eléctrica del agua en los dos manantiales controlados, ponen de manifiesto que, por una parte, en el manantial de Fuente Somera es evidente la mezcla progresivamente creciente entre el agua de recarga y la del acuífero durante el periodo de inyección, lo que provoca un incremento relativo y progresivo de conductividad eléctrica desde 430 a 490 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tras la recarga y antes de 4 días, el valor desciende a 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por otra parte, en Fuente del Rey/Fuente Gallardo la conductividad eléctrica se mantiene entre 340 y 365 $\mu\text{S}/\text{cm}$ con tendencia más bien a disminuir en el tiempo, confirmando su no afección durante la recarga.



Evolución temporal de la conductividad eléctrica del agua durante la recarga

Conclusiones

Las pruebas realizadas muestran el comportamiento del acuífero y confirman que, en una situación como la de la experiencia en que los niveles piezométricos están relativamente altos, la efectividad de la recarga en la Balsa nº 3 es muy reducida, drenándose más del 70 % de forma rápida por Fuente Somera, mientras que en la Balsa nº 2 es mucho más efectiva y tiende a amortiguar rápidamente el conoide de bombeo provocado por los sondeos de Los Llanos I y II. La inercia del cuerpo inferior de calcarenitas es muy acusada, manteniéndose el caudal de Fuente del Rey/Fuente Gallardo prácticamente constante todo el período de control, sin afecciones de ningún tipo.

La experiencia realizada permite confirmar la viabilidad hidráulica de la recarga para garantizar el suministro urbano de Alcalá la Real en años secos, aunque con ligeras modificaciones de los dispositivos ya existentes, cuyo dimensionamiento se debe replantear con los nuevos datos obtenidos.

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA
051
GUADALQUIVIR

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
05.S6 ALTO GENIL

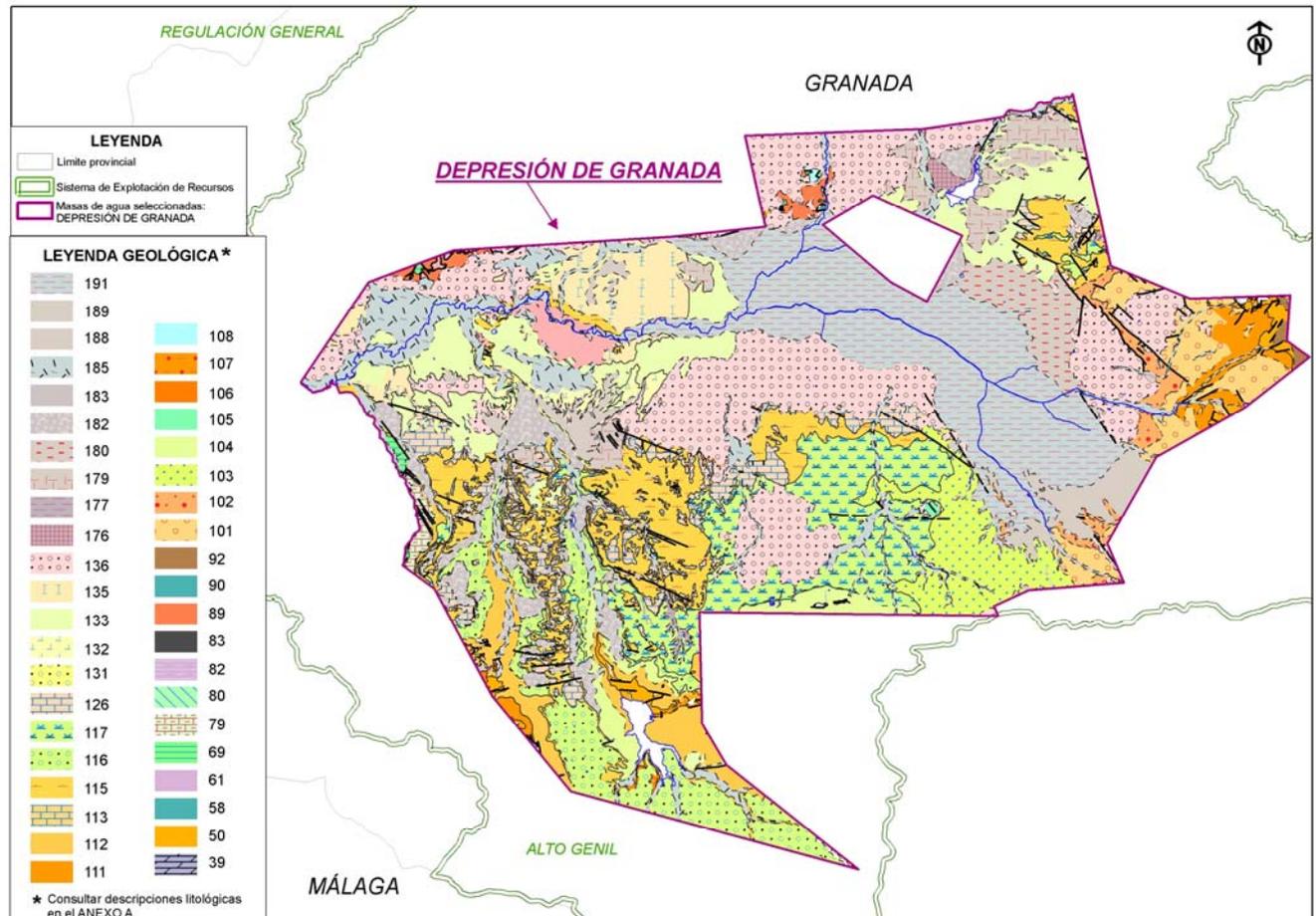
**MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA
05.32 DEPRESIÓN DE GRANADA**

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA
Provincias: Granada

Municipios: Alhendín, Armilla, Atarfe, Cacín, Calicasas, Cenes de la Vega, Chauchina, Chimeneas, Churriana de la Vega, Cijuela, Cúllar Vega, Las Gabias, Granada, Huétor Tájar, Huétor Vega, Jun, Láchar, La Malahá, Maracena, Moraleda de Zafayona, Ogíjares, Otura, Peligros, Pulianas, Salar, Santa Cruz del Comercio, Santa Fe y Vegas del Genil. Albolote, Alfacar, Alhama de Granada, Beas de Granada, Cogollos Vega, Dílar, Dúdar, Escúzar, Gójar, Güevéjar, Íllora, La Zubia, Moclín, Monachil, Nívar, Pinos Puente, Quéntar, Ventas de Huelma, Villanueva de Mesía y Víznar.

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



La descripción litológica de la leyenda se adjunta en Información Adicional 0

PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Mejora de los recursos disponibles para abastecimiento y mejora de la regulación general de la Demarcación

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro

Abastecimiento urbano Riego

Mejora de impactos

Calidad Sobreexplotación Intrusión

Mejora ecosistemas

Riberas Manantiales Humedales

Mejora sequía

Otras

ACUÍFEROS IMPLICADOS:

Subunidad de la Vega de Granada

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, arenas y gravas (Inf. Ad. 1) Espesores: 20-250 m (Inf. Ad. 1) Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

Parámetros hidráulicos

	Mínimo	medio	Máximo
▪ Porosidad	0,05		0,1
▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día)	400		9.000
▪ Transmisividad (m ² /día)	0,05		0,1
▪ Coeficiente almacenamiento			
▪ Superficie piezométrica (Inf. Ad. 2)			
Oscilación estacional (m):			
▪ Espesor ZNS (m)	1,6	29,3	117
▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año)			

Geometría

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

Observaciones:

La masa conforma una de las cuencas postorogénicas intramontañosas de las Cordilleras Béticas en la que se depositaron materiales neógenos y cuaternarios con elevadas potencias y fuertes variaciones laterales de facies. A grandes rasgos se puede decir que la masa tiene una forma alargada en dirección E-O, aumentando el espesor de sedimentos en la zona central (bajo el Río Genil) y disminuyendo progresivamente hacia los bordes norte y sur.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la masa presenta dos subunidades (Inf. Ad. 3):

- Subunidad de la Vega de Granada, donde se diferencian dos sectores según su comportamiento hidráulico: La Vega Baja (acuífero libre localizado en el área central a lo largo del eje del río Genil) y La Vega Alta (con menores transmisividades y comportamiento como un acuífero-acuitardo).

- Subunidad del Mioplioceno, aunque la desconexión de los afloramientos no permite considerar al conjunto como un único acuífero en sentido estricto, existen materiales de interés acuífero local, como son el Aluvial y terrazas del río Genil en los sectores de Villanueva de Mesía, Huétor Tájar y Vega de Tocón; los materiales del Mioplioceno representados por conglomerados, areniscas, calcarenitas y calizas de "Páramos" ó los Conglomerados, arenas y limos del Plio-Cuaternario.

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):	Monachil	Dilar	
Ref. estación aforo:	5039	5086	
Capacidad embalse (hm ³)	-	-	-
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	1,23 m ³ /s	0,798 m ³ /s	
- máxima	6,92 m ³ /s	1,69 m ³ /s	
- mínima	0,2 m ³ /s	0,16 m ³ /s	
Año o Periodo medida:	1934-2005	1970-2005	
	Total Aportación natural media anual (A):		
	Total Caudal medio anual (Q):		

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: Se recargarían una mínima parte de los excedentes invernales procedentes de los ríos Monachil y Dilar. Para la recarga requiere un mejor tratamiento de las aguas residuales urbanas que se vierten al río Monachil y la eliminación de finos de las aguas del río Dilar.

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

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río 1 (Mon)	0,52	0,72	0,93	1,09	1,1	1,19	1,5	2,11	2,19	1,23	0,74	0,59
Río 2 (Dilar)	0,38	0,52	0,54	0,57	0,74	0,62	0,88	1,51	1,63	0,86	0,44	0,30
Canal 1												
Escorrentía												

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2
Nombre (código):	Churriana (Granada Sur) (1180870004012)	Los Vados (Granada oeste) (1180870004011)
Municipios conectados:		
Población (hab):	-	-
Tipo de tratamiento:	Secundario	Secundario
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	36.138.059	15.479.843
¿Existe reutilización?	No/desconocido	No/desconocido
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: cualquier actuación de recarga estaría condicionada por la mejora del efluente. Aunque en principio no se contempla la recarga con aguas de EDAR en esta masa, las que presentan un mayor potencial son las de Granada.

(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: Existe información abundante sobre la calidad del agua de recarga.
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos)
- Agua del medio receptor: Existe información abundante sobre la calidad del agua del medio receptor
(Inf. Ad. 4)
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos)
- 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 checked="" type="checkbox"/>	Proyecto para la actualización de información hidrogeológica en los acuíferos carbonatados de Padul-La Peza y Albuñuelas (Provincia de Granada). IGME. 2006
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:	Plan de integración de los recursos hídricos subterráneos en los sistemas de abastecimiento público de Andalucía. Sector de acuíferos de Padul-La Peza y Albuñuelas. IGME. 1998
Zanjas <input type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>		
Canales <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	Planta de recarga <input type="checkbox"/>	
Cauces <input type="checkbox"/>		Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/>	
Represas <input type="checkbox"/>		o Canal:	
Otros <input type="checkbox"/>		o Azud:	
		o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

- Estudio de viabilidad final de la recarga y realización de sondeos y de la capacidad de admisión.
- Evaluación de excedentes y calibración de la época de recarga.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

La posibilidad de recarga del acuífero ya fue planteada en el proyecto de Guadalquivir de la FAO (incluso se hizo una operación de recarga artificial), de los años setenta del anterior siglo. También el IGME junto a la Agencia Andaluza del Agua de la Junta de Andalucía han realizado estudios al respecto, donde se señala disponibilidad de agua y emplazamientos seleccionados, motivo por el cual se considera factible iniciar las actuaciones de recarga en la masa.

En el 2008, dentro del Proyecto del IGME "Análisis y discusión de la respuesta que ofrece el Uso Conjunto ante la dualidad precio-demanda. Comparación con otras filosofías de gestión hídrica. Aplicación a la Cornisa de la Vega de Granada" es en el último de los proyectos en los que se simula y se valora los resultados de la recarga que se propone en un contexto de uso conjunto..

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 0. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE LA LEYENDA DEL PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA

DEPRESIÓN DE GRANADA (LEYENDA GEOLÓGICA)

- 191, Llanura de inundación
- 189, Cono de deyección
- 188, Glacis indiferenciados
- 185, Coluviales y aluviales indiferenciados
- 183, Depósitos de vertientes (gravedad) indiferenciados
- 182, Canchales y derrubios de ladera
- 180, Suelos vérticos
- 179, Caliches y costras carbonatadas
- 177, Fondo de polje y dolinas, arcillas rojas
- 176, Travertinos
- 136, Arcillas rojas, arenas y conglomerados. Abanicos aluviales.
- 135, Calizas con gasterópodos, oncolíticas o travertínicas.
- 133, Conglomerados, arenas, limos y margas con gasterópodos. Fluvial y Fluvioacustre.
- 132, Limos y calizas. Fluvioacustres.
- 131, Conglomerados. Canales fluviales.
- 126, Calizas de Páramos. Lacustre.
- 117, Margas con yesos. Lacustre.
- 116, Conglomerados, arcillas y limos. Abanicos aluviales.
- 115, Margocalizas y margas con lignito. Lacustre.
- 113, Arrecifes
- 112, Margas azules y blancas. Cuenca.
- 111, Conglomerados grises, arenas y margas. Abanico deltaico.
- 108, Calizas de algas, calcarenitas, areniscas y calciruditas. Plataforma.
- 107, Areniscas, margas, limos y conglomerados. Abanico deltaico o prodelta.
- 106, Conglomerados rojos. Abanico deltaico.
- 105, Niveles de celestina.
- 104, Yeso alabastrino.
- 103, Areniscas, arenas y yesos. Turbiditas.
- 102, Limos, arenas con niveles de yeso,. Abanicos aluviales distales.
- 101, Conglomerados rojos. Abanicos aluviales.
- 92, Margas y limos con yeso. Lacustre.
- 90, Unidad olistostrómica. Con olistolitos de unidades infrayacentes.
- 89, Unidades tectónicas (tectonosomas). Con bloques, cuñas y láminas de unidades infrayacentes.
- 83, Calizas bioclásticas y calcarenitas
- 82, Margas y margocalizas blancas. Areniscas y margas
- 80, Calcarenitas de microcodium y niveles turbidíticos calcáreos (Fm Majalcorón)
- 79, Calizas margosas rosadas (capas rojas), verdes y blancas.
- 69, Ritmitas margosas, calizas pelágicas (Formaciones Carretero, Argos + capas blancas)
- 61, Calizas pelágicas condensadas (ammonítico rosso)
- 58, Calizas con silex (F. Veleta)
- 50, Calizas grises y blancas
- 39, Dolomías y calizas

INFORMACIÓN ADICIONAL 1. COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Columna litológica tipo:

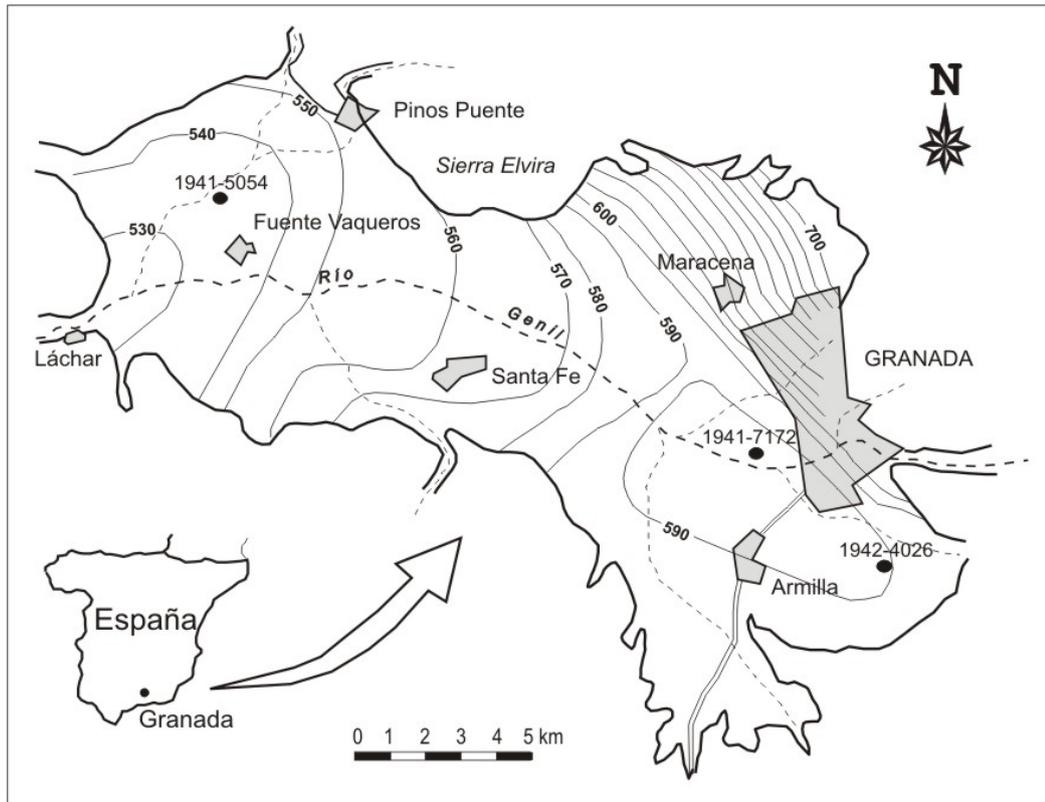
Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
Filitas, cuarcitas, micasquistos, yesos y mármoles.	0,3			Precámbrico
"Trias de Antequera": Conjunto bréchoide con inclusiones de calcoesquistos, mármoles cuarcitas, metapelitas, ofitas, dolomías y masas de yeso	1,71			Triásico
Serie de margas y margocalizas de tonos claros	10,32		>600	Jurásico-Cretácico
Limos y arenas, calcarenitas. Margas con yeso, calizas lacustres, nódulos con siliceo,	23,25	100		Mioceno medio
Calcarenitas bioclásticas	828,56	10	100	Mioceno superior
Margas azul-grisáceo con dentalium		200		
Conglomerados de origen continental, con matriz arenoso-limosa		200		
Limos y arcillas con arenas y canales de conglomerados y esporádicos niveles evaporíticos		250	500	
Margas y yesos de características lacustres con sales como NaCl		20	400	
Margas, margocalizas, calizas y niveles de lignito		100		
Dos tramos: 1) Conglomerados, arenas, limos (origen fluvial). 2) Arenas, limos y margocalizas y calizas (origen lacustre)				Mioceno superior-Plioceno
"Conglomerados de la Zubia", terrazas fluviales, conos aluviales y materiales aluviales	492,86			Cuaternario

Origen de la información: Caracterización adicional

Descripción geológica:

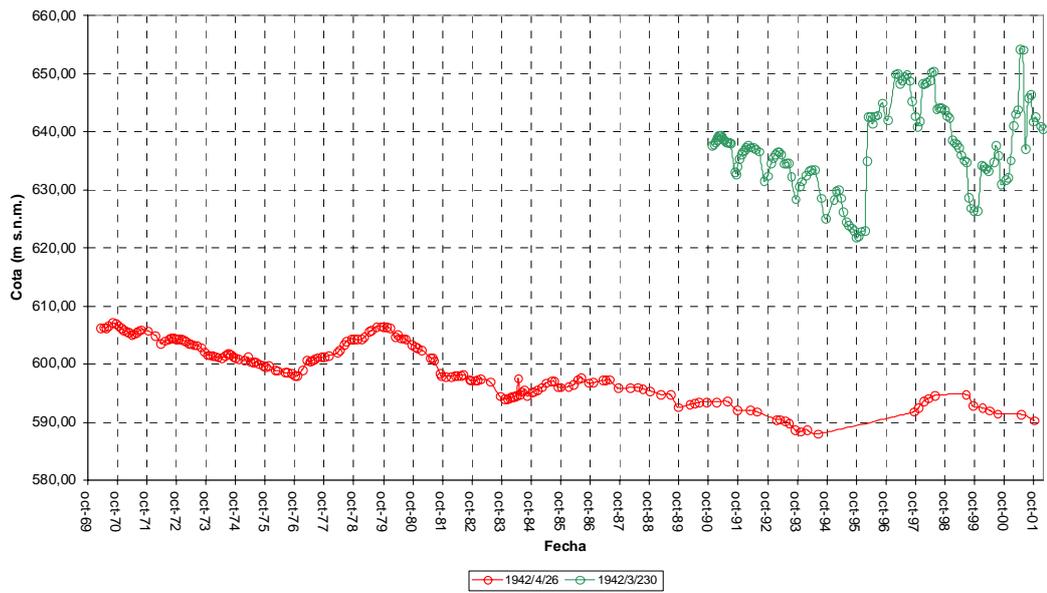
La masa de agua subterránea 05.23 Depresión de Granada conforma una de las cuencas postorogénicas intramontañosas de las Cordilleras Béticas. En las Béticas se distinguen tres grandes dominios, alargados según la dirección OSO-ENE, denominados Subbético Externo, Subbético Medio y Subbético Interno. Esta triple división se completa con dos modificaciones. La primera es la asignación al Subbético de las "Unidades Intermedias", posteriormente denominadas "Dominio Intermedio". La masa de agua Depresión de Granada se sitúa, concretamente, en el dominio Subbético. El conjunto es de naturaleza postorogénica y de edad Neógena-Cuaternaria. La presencia de materiales preorogénicos, béticos y subbéticos en el interior de la masa es anecdótica, delimitándola a escala regional. En esta cuenca se depositaron materiales neógenos y cuaternarios con elevadas potencias y fuertes variaciones laterales de facies. Estos materiales se ven afectados por una etapa tectónica distensiva de fractura bastante compleja, que en muchos sectores condicionan la paleogeografía. En otros puntos los materiales se observan suavemente plegados en líneas generales. A rasgos generales se puede decir que la masa tiene una forma alargada en dirección E-O, aumentando el espesor de sedimentos en la zona central (bajo el Río Genil) y disminuyendo progresivamente hacia los bordes norte y sur.

INFORMACIÓN ADICIONAL 2. PIEZOMETRÍA

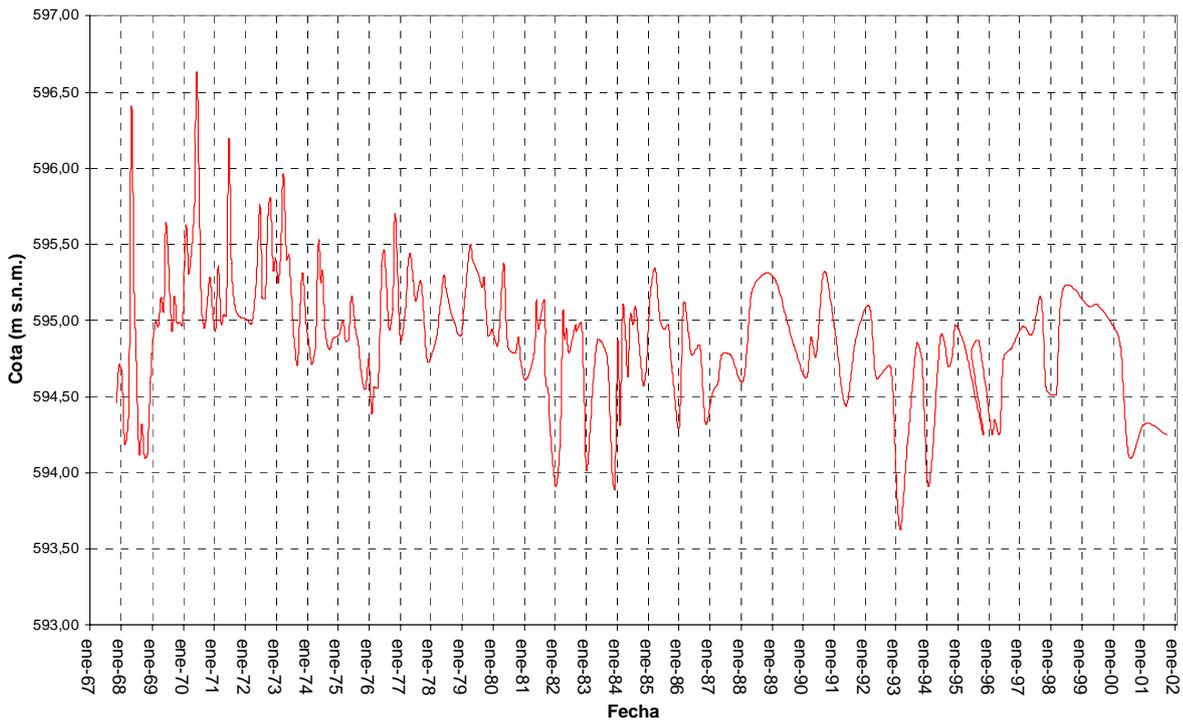


GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN

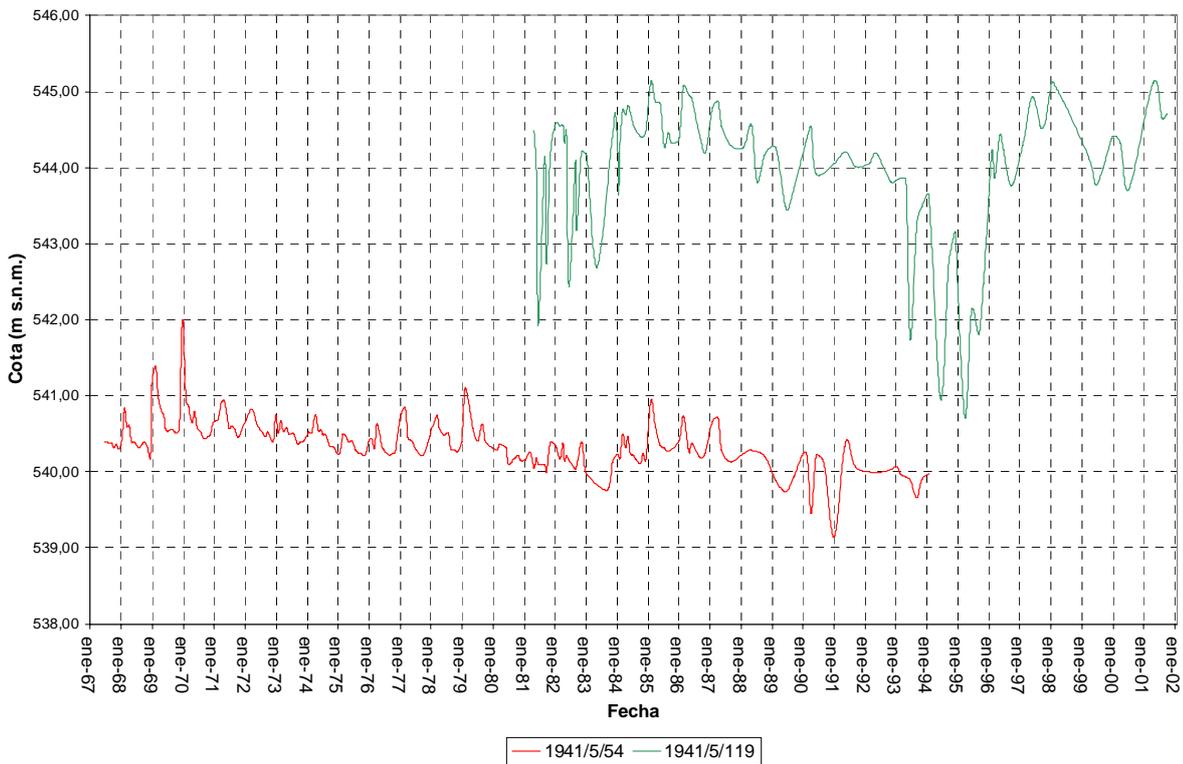
Evolución piezométrica



**Evolución piezométrica
1941/7/157**



Evolución piezométrica



— 1941/5/54 — 1941/5/119

Origen de la información:

Plano piezométrico. Castillo et al. 2008. El acuífero de la Vega de Granada: 40 años de medida de niveles. SIAGA .2008.

Gráficos de evolución : Normas de explotación 2001.

INFORMACIÓN ADICIONAL 3. DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA:

Se trata de una masa de agua en general detrítica y permeable por porosidad intergranular, si bien existen horizontes acuíferos carbonatados y calcareníticos permeables por fisuración-karstificación o mixta. Se pueden diferenciar dos subunidades:

- Subunidad del la Vega de Granada:

Se trata de un acuífero libre por porosidad intergranular que ocupa una superficie del orden de 200 km². Se diferencian dos sectores según su comportamiento hidráulico:

- La Vega Baja: El acuífero está constituido por el aluvial del Holoceno, con 150 km² de superficie. Se localiza en el área central a lo largo del eje del río Genil. Sus bordes son cerrados de naturaleza impermeable, salvo los comprendidos entre los Baños de Sierra Elvira y Pinos Puente que son abiertos de tipo carbonatado, los constituidos por la Formación Alhambra, de carácter semipermeable en Jun y Huétor Vega y los que constituye la Formación Zubia, de carácter permeable entre Huétor Vega y Otura.

- La Vega Alta: Se localiza entre los núcleos urbanos de Pulianas, Albolote y Granada. Incluye también la Formación Zubia en el extremo suroriental. A diferencia de la Vega Baja presenta menores transmisividades. Se comporta como un acuífero-acuitardo. El confinamiento hidráulico de algunos niveles acuíferos puede dar lugar a captaciones surgentes.

Las recargas se producen fundamentalmente en el sector oriental y tienen lugar a través de infiltración del agua de lluvia, infiltración de las aguas de escorrentía de la cuenca del Alto Genil, en especial a través de sus principales cauces, infiltración a través de la red de acequias de regadío sin revestir, retorno de las aguas de regadío, aportaciones laterales de borde procedentes de escorrentía de materiales menos permeables miopliocenos y entradas ocultas desde el sistema carbonatado de Sierra Elvira.

Las salidas se producen en la mitad occidental mediante drenaje natural a ríos, canales de riego y a través de manantiales. El principal eje de drenaje lo constituye el río Genil a partir del Puente de los Vados y son, asimismo, importantes las descargas hacia el río Cubillas. También se producen salidas por bombeos con destino a regadíos y abastecimientos urbanos e industriales.

En los mapas de isopiezas antecedentes se observa que la circulación general en todo el acuífero es de este-oeste desde las zonas de alimentación hacia las zonas de descarga

- Subunidad del Mioplioceno:

La desconexión de los afloramientos no permite considerar al conjunto como un único acuífero en sentido estricto. Sin embargo, existen materiales de interés acuífero local, como:

. Aluvial y terrazas del río Genil en los sectores de Villanueva de Mesía, Huétor Tájar y Vega de Tocón, cuyo comportamiento está estrechamente ligado al funcionamiento de los cauces superficiales. En la Vega de Tocón y Vega de Huétor Tájar-Villanueva de Mesía el espesor conocido del aluvial es de 56 y 20-25 m, con superficies de afloramiento de 4 y 20 km² respectivamente.

. Materiales del Mioplioceno representados por conglomerados, areniscas, calcarenitas y calizas de "Páramos". El conjunto funciona como un acuitardo multicapa con una circulación restringida a los tramos más conglomeráticos. Su espesor es variable, pudiendo alcanzar 300 m. No presenta un nivel piezométrico único.

. Conglomerados, arenas y limos del Plio-Cuaternario. En general se comportan como un acuitardo.

Su funcionamiento es poco conocido. Su interés como acuífero y, por tanto, el mayor o menor conocimiento de su funcionamiento se limita a determinados tramos. En conjunto, se compone de niveles de escaso espesor, desconectados entre sí, de permeabilidad moderada que están confinados o semiconfinados en muchos casos.

Las entradas se realizan fundamentalmente por infiltración del agua de lluvia, aportaciones laterales procedentes de las sierras carbonatadas de su entorno, retorno de regadíos. Las salidas del sistema tienen lugar mediante drenaje natural a la red fluvial del Río Genil.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4. CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL ACUÍFERO RECEPTOR

	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. ($\mu\text{mhos/cm}$)	1093	6722	189
pH	7,8	8,7	6,9
Cl ⁻	60	1175	3
CO ₃ H ⁻	298	1260	42
SO ₄ ⁼	277	2412	3
NO ₃	50	2900	0
Na ⁺	43	667	1
Ca ⁺⁺	117	927	5
Mg ⁺⁺	62	664	1

Fuente: Normas de explotación 2001

DEMARCACIÓN
HIDROGRÁFICA
051-GUADALQUIVIR

**SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
05.S7 SISTEMA DE REGULACIÓN GENERAL**

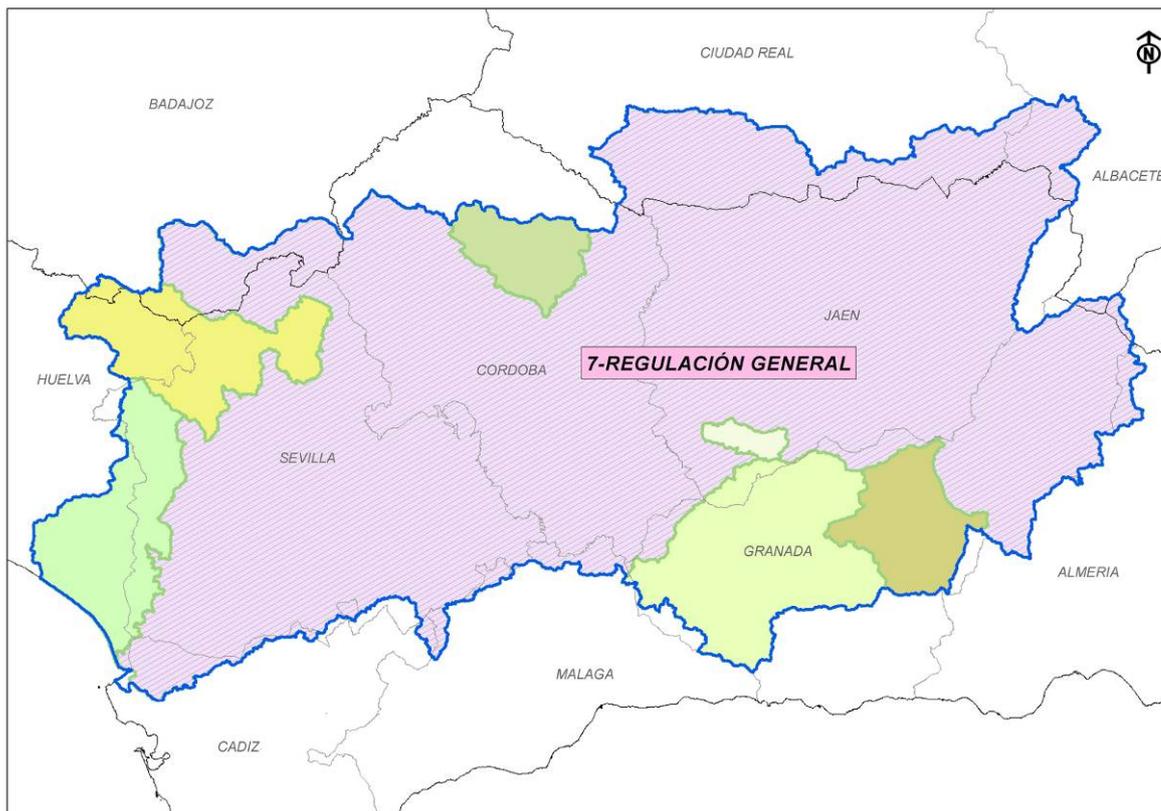
ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER

Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA, CASTILLA-LA MANCHA Y MURCIA
Provincias: Huelva, Sevilla, Córdoba, Jaén, Granada, Almería, Málaga, Cádiz, Badajoz, Ciudad Real, Albacete y Murcia

POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER

Nº de Municipios: 294
Nº de habitantes: 1.365.680

PLANO DE SITUACIÓN DEL SER



MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS

- 05.04 Huéscar-Puebla de D. Fabrique - 05.06 Orce-María-Cúllar - 05.09 Baza-Caniles - 05.19 Mancha Real-Pegalajar
- 05.23 Úbeda - 05.24 Bailén-Guarromán-Linares - 05.41 Guadahortuna-Larva
- 05.43 Sierra y Mioceno de Estepa - 05.46 Aluvial del Guadalquivir-Medio - 05.47 Sevilla-Carmona
- 05.49 Niebla-Posadas - 05.52 Lebrija - 05.73 Aluvial del Guadalquivir (Sevilla)

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):

Urbana: **138,6** hm³/año

Agrícola: **2.877,5** hm³/año

Recursos regulados superficialmente:

Ganadera:

Industrial: **27,2** hm³/año

Recursos hídricos subterráneos regulados (bombeos):

Otras: Energía **23,1** hm³/año

Total recursos regulados:

Total demandas: **3.066,4** hm³/año

Fuente de los datos:				Fuente de los datos: Borrador PH							
Balance del SER:		Déficit (D) <input 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 type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
Comentario:											
(1) Ref. estación aforo:				Nombre:				Capacidad embalse (hm ³):			
Año:				Aportación anual (hm ³):							
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
<u>Comentario:</u>											
Dada la gran extensión del sistema no es posible detallar todas las estaciones de aforo representativas para la evaluación de la aportación natural del sistema.											
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				
El Pintado	213	5011	1947-2006	136,7	345,6	136,7	7,6				
José Torán	113	5055	1991-2006	49,3	149,2	49,3	1,3				
Retortillo	61	5017	1969-2006	46,3	181,6	46,3	3,5				
Bembézar	342	5012	1961-2006	246,5	2512,8	246,5	12				
Sierra Boyera	41	5037	1976-2006	38,4	134,7	38,4	0,3				
Puente Nuevo	282	5036	1976-2006	82,9	371,2	82,9	3,2				
La Breña		5010	1944-2006	176,2	586,3	176,2	5,7				
San Rafael de Navallana	157	5051	1990-2006	142,2	425,4	142,2	0,9				
El Yeguas	229	5049	1988-2006	107	303,4	107	2,5				
Martín Gonzalo	18	5047	1988-2006	9,6	37,8	9,6	2,5				
Jándula	322	5007	1944-2006	178,4	756,1	178,4	4,7				
La Fresneda	13	5059	1992-2006	23,1	82	23,1	1,9				
Rumblar	126	5005	1943-2006	77,4	330,2	77,4	6,9				
Dañador		5044	1988-2006	5,4	19,6	5,4	1,6				
La Fernandina	245	5052	1991-2006	54,2	154,5	54,2	4,4				
Guadalén	163	5004	1953-2006	108,4	457,3	108,4	6,9				
Guadalupe	346	5018	1969-2006	108,5	312,5	108,5	8,5				
Giribaile	475	5070	1996-2006	209,3	498	209,3	98,7				
Tranco de Beas	498	5001	1944-2006	198,2	478,4	198,2	22,7				
Aguascebas	6	5045	1988-2006	11,4	30,6	11,4	2,8				
Negratín	567	5043	1984-2006	106,4	276,3	106,4	19,6				
La Bolera	53	5029	1967-2006	62,9	160,5	62,9	12				

El Portillo	33	5071	200-2006	50,5	74,9	50,5	27,1
San Clemente	118	5060	1993-2006	20,8	46,4	20,8	5
Vadomojón	163	5066	1996-2006	110,1	248,5	110,1	26,8
Iznájar	981	5026	1967-2006	426,7	971,3	426,7	93
Puebla de Cazalla	74	5061	1993-2006	33,6	183,9	33,6	0,9
Torre del Águila	64	5022	1947-2006	40,4	234,6	40,4	0,3

Depuración

EDAR total del SER:	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$)	¿Existe reutilización?	Volumen reutilizado (V_r) ($m^3/año$)
		Primario			
		Secundario			
		Terciario			
		Complementario			

ETAP total del SER:

Disponibilidad hídrica estimada:

¿Existen recursos depurados disponibles? Sí No A estudiar Sin datos Condicionado

Comentario: Debido a la gran extensión del sistema, no se ha evaluado el volumen total de efluentes depurados, que se estima debe ser muy importante. No obstante, en el caso de contemplar en una MASb determinada actuaciones de recarga con aguas depuradas, se detalla en cada una el potencial resultante.

Desalación

Nº Desaladoras:

T.M.:

Capacidad de desalación ($m^3/año$):

del municipio:

Volumen desalado ($m^3/año$):

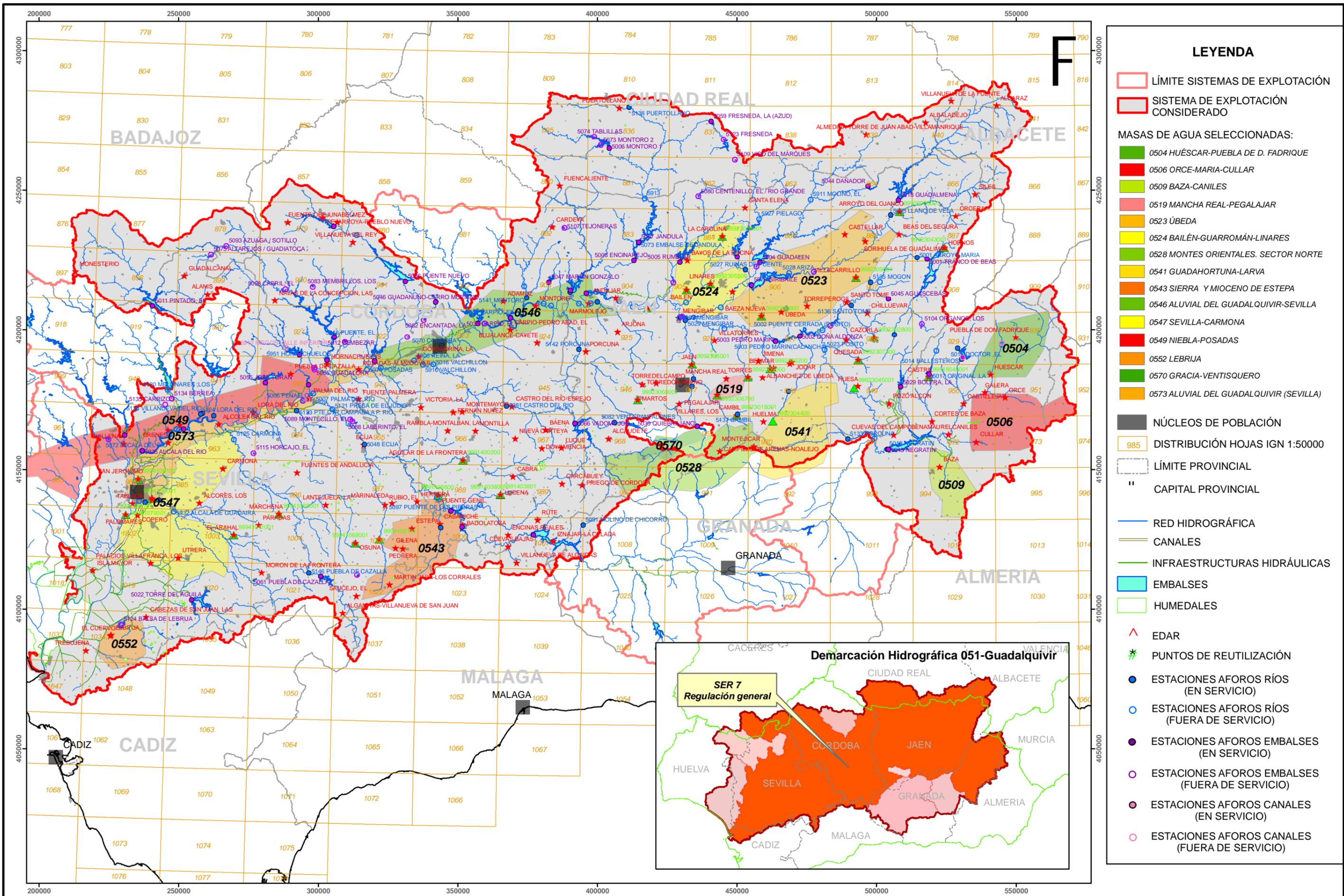
Disponibilidad hídrica estimada ($m^3/año$):

¿Existen recursos desalados disponibles? Sí No A estudiar Sin datos Condicionado

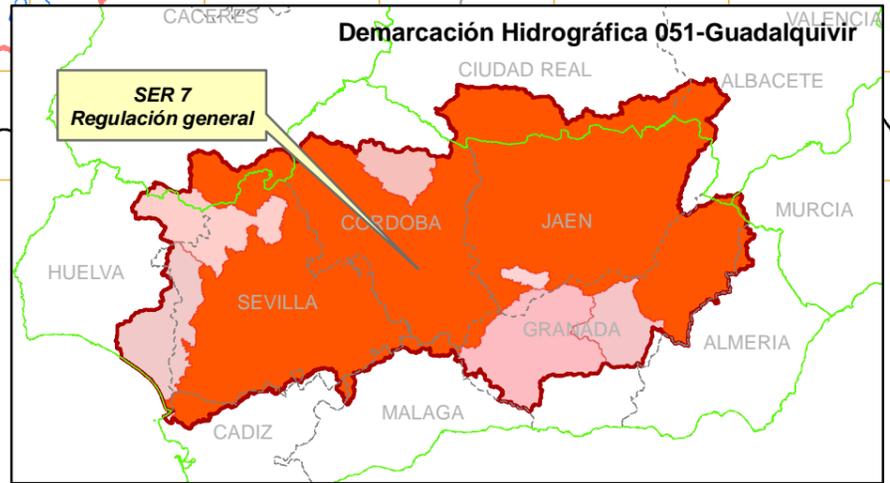
Comentario:

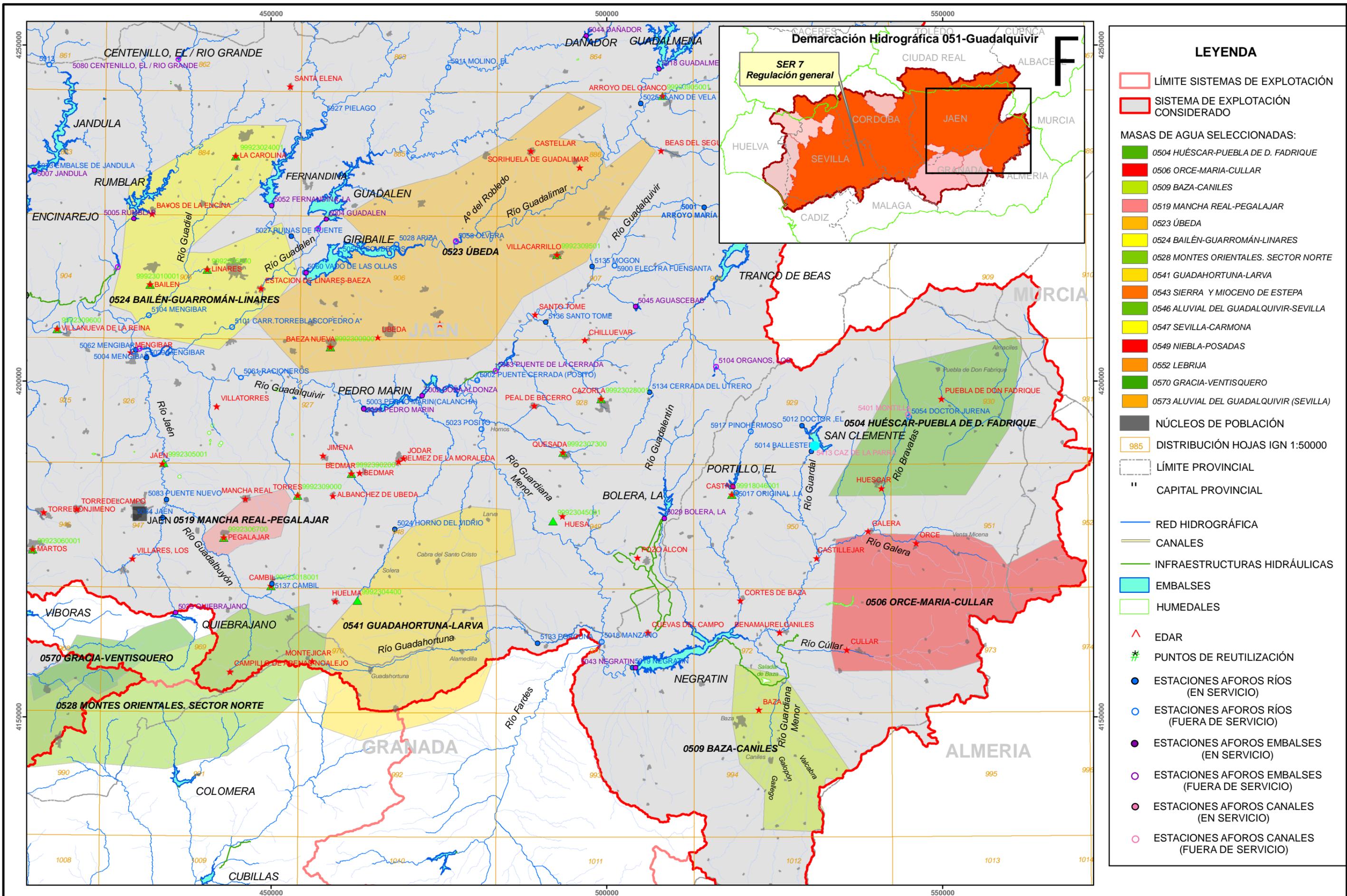
TOTAL RECURSOS HÍDRICOS POTENCIALMENTE DISPONIBLES EN EL SER: (Naturales + Depurados + Desalados)

Comentario:



- ### LEYENDA
- LÍMITE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN
 - SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADO
- MASAS DE AGUA SELECCIONADAS:
- 0504 HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE
 - 0506 ORCE-MARIA-CULLAR
 - 0509 BAZA-CANILES
 - 0519 MANCHA REAL-PEGALAJAR
 - 0523 ÚBEDA
 - 0524 BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES
 - 0528 MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE
 - 0541 GUADAHORTUNA-LARVA
 - 0543 SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA
 - 0546 ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA
 - 0547 SEVILLA-CARMONA
 - 0549 NIEBLA-POSADAS
 - 0552 LEBRIJA
 - 0570 GRACIA-VENTISQUERO
 - 0573 ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (SEVILLA)
- NÚCLEOS DE POBLACIÓN
 - 985 DISTRIBUCIÓN HOJAS IGN 1:50000
 - LÍMITE PROVINCIAL
 - CAPITAL PROVINCIAL
 - RED HIDROGRÁFICA
 - CANALES
 - INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS
 - EMBALSES
 - HUMEDALES
- ▲ EDAR
 - # PUNTOS DE REUTILIZACIÓN
 - ESTACIONES AFOROS RÍOS (EN SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS RÍOS (FUERA DE SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS EMBALSES (EN SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS EMBALSES (FUERA DE SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS CANALES (EN SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS CANALES (FUERA DE SERVICIO)





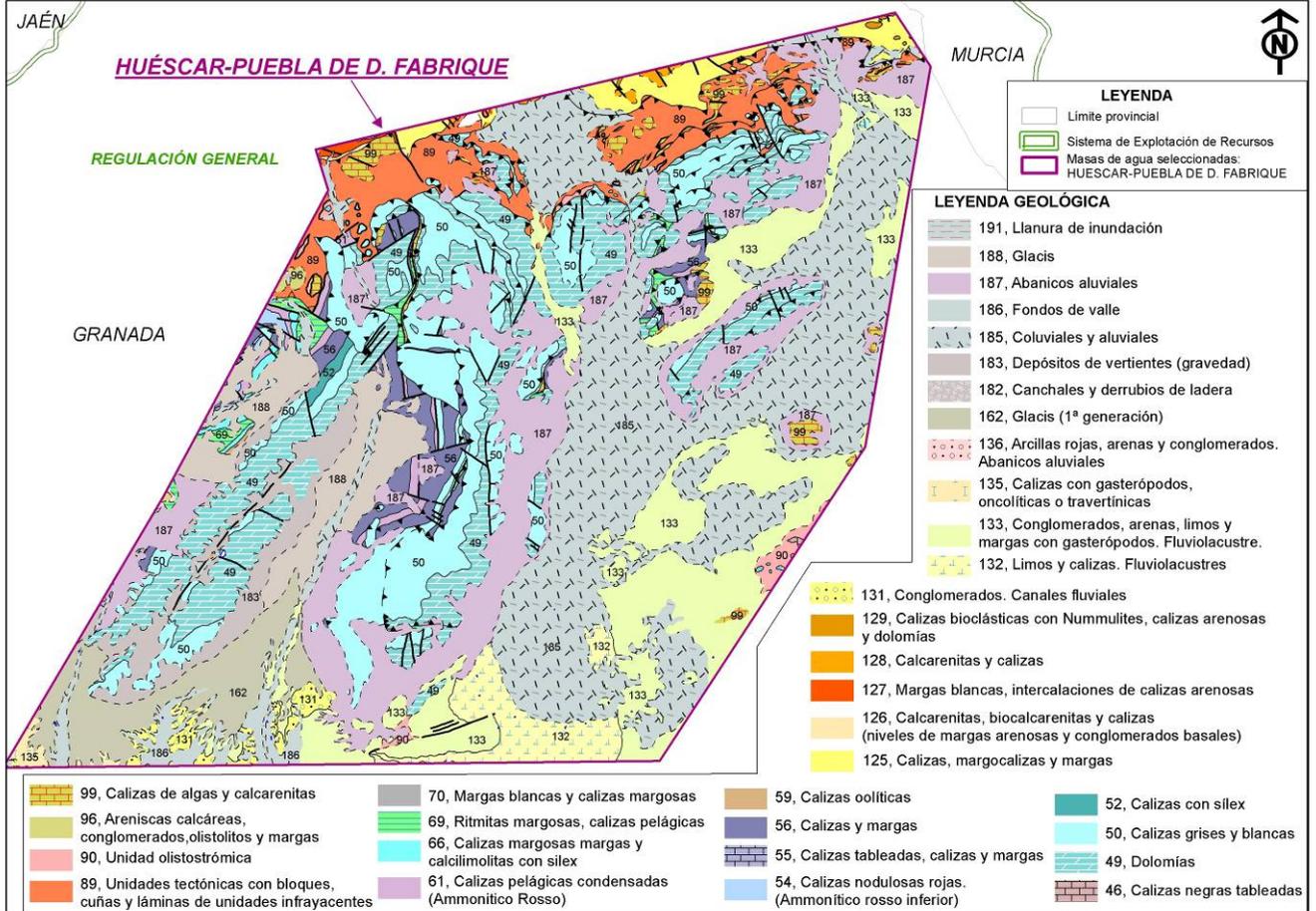
- ### LEYENDA
- LÍMITE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN
 - SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADO
- MASAS DE AGUA SELECCIONADAS:
- 0504 HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE
 - 0506 ORCE-MARIA-CULLAR
 - 0509 BAZA-CANILES
 - 0519 MANCHA REAL-PEGALAJAR
 - 0523 ÚBEDA
 - 0524 BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES
 - 0528 MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE
 - 0541 GUADAHORTUNA-LARVA
 - 0543 SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA
 - 0546 ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA
 - 0547 SEVILLA-CARMONA
 - 0549 NIEBLA-POSADAS
 - 0552 LEBRIJA
 - 0570 GRACIA-VENTISQUERO
 - 0573 ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (SEVILLA)
- NÚCLEOS DE POBLACIÓN
 - 985 DISTRIBUCIÓN HOJAS IGN 1:50000
 - LÍMITE PROVINCIAL
 - CAPITAL PROVINCIAL
 - RED HIDROGRÁFICA
 - CANALES
 - INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS
 - EMBALSES
 - HUMEDALES
- ▲ EDAR
 - # PUNTOS DE REUTILIZACIÓN
 - ESTACIONES AFOROS RÍOS (EN SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS RÍOS (FUERA DE SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS EMBALSES (EN SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS EMBALSES (FUERA DE SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS CANALES (EN SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS CANALES (FUERA DE SERVICIO)

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.S7 REGULACIÓN GENERAL	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.04 HUÉSCAR-PUEBLA DE DON FABRIQUE
--	--	--

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

<u>Comunidades Autónomas:</u> ANDALUCÍA	<u>Municipios:</u> Puebla de Don Fradique, Huéscar y Galera
<u>Provincias:</u> Granada	

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Hay afecciones a los manantiales de Fuencaliente, Parpacén y, en la MASb 05.05 La Zarza (situada al E), al manantial de Bugéjar, debido al notable incremento de la explotación del acuífero para uso agrícola. La recarga artificial en esta masa de Huéscar-Puebla, rebajaría también la presión, que sufre por explotación la vecina masa de La Zarza con la que se vería beneficiado el manantial de Bugéjar.

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 checked="" type="checkbox"/> Sobreexplotación <input checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas	Mejora sequía <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>
Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input checked="" type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Acuífero detrítico y carbonatado de Huéscar – Puebla de Don Fradique

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero						Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<input checked="" type="checkbox"/>	Litología: Calizas, dolomías, gravas y conglomerados (Inf. Ad. 3) Espesores: (Inf. Ad. 3) Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad.1)
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input checked="" 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.): (In. Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	 69 4.320 10 ⁻⁴ 23	 10 ⁻² 10 ⁻³ 50	 86 43.200 10 ⁻² 134,5

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	c	n	m	(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	m	
Este	a	s	m	
Oeste	c	n	m	

Observaciones: En la MASb se distinguen dos subunidades acuíferas: subunidad Húscar-La Puebla, formada por materiales carbonatados, permeables por fisuración-karstificación; que se encuentra rodeada por la subunidad Pliocuaternaria, formada por materiales detríticos de permeabilidad intergranular. (In. Ad. 3).

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):	San Clemente			
Ref. estación aforo:	5060			
Capacidad embalse (hm ³)	118 hm ³	-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	20,8 hm ³ /año			3 hm ³ /año
- máxima	40,11 hm ³ /año			
- mínima	5,4 hm ³ /año			
Año o Periodo medida:	1993-2006			
	Total Aportación natural media anual (A): 20,8 hm³/año Total Caudal medio anual (Q):			

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: Aguas abajo del embalse hay unas pérdidas de éste estimadas en unos 200 L/s de caudal medio mínimo, lo que supone unos 3 hm³/año si tenemos en cuenta la posibilidad de recarga durante 6 meses al año, fuera de la época de riego directo.

<i>(2) Distribución media mensual: Q(m³/s)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1	0,8	1,5	2,4	4	2,2	2,6	1,8	2,2	1	0,9	0,8	0,7
Río 1												
Canal 1												
Esorrentía												
Comentario:												
Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1			EDAR 2			EDAR 3			EDAR 4		
Nombre (código):												
Municipios conectados:												
Población (hab):				-			-					
Tipo de tratamiento:	Primario			Secundario			Terciario			Complementario		
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 type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/>												
<u>Comentario:</u> En la actualidad, no se contempla la recarga con aguas depuradas.												
<i>(4) Distribución media mensual (m³)</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"/>												
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 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: Manantial de Los Ruices en el cauce del río Guardal.
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico
Hay analítica en la Tesis de Francisca Fernández Chacón.
- Agua del medio receptor: Acuífero de Huéscar-Puebla.
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (In. Ad. 4).
Hay analítica precisa en numerosos informes del IGME.
- 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	Otros estudios:	
Zanjas	<input type="checkbox"/>	Planta de recarga	<input type="checkbox"/>
Canales	Mixta: <input type="checkbox"/>	Infraestructuras de transporte	<input checked="" type="checkbox"/>
Cauces	<input type="checkbox"/>	o Canal:	C. de San Clemente parcialmente realizado
Represas	ASR: <input type="checkbox"/>	o Azud:	
Otros	<input type="checkbox"/>	o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

- Estudio de viabilidad previo para concretar dimensionado de instalaciones (balsas y/o sondeos) e infraestructura de conducciones necesarias, así como el sistema de captación de los excedentes, mediante sondeos o toma directa desde la surgencia junto al Canal de San Clemente. El estudio de viabilidad previo deberá contener la capacidad de admisión prevista, superficies y sondeos necesarios, caudales de derivación y épocas del año, etc.
- La recarga está previsto realizarla en el Llano de La Puebla y, dependiendo del estudio de viabilidad definitivo, por el sistema de sondeos y/o balsas. El sector se situaría al Noreste del núcleo de Huéscar, enlazando la actual conducción de San Clemente con el emplazamiento a seleccionar (2-3 km de conducción adicional a la existente).

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica: Viable
- Económica: Sin valorar
- Legal o administrativa: Viable en época invernal, fuera del periodo de aprovechamiento directo por los regantes de las pérdidas del embalse de San Clemente.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

Se requerirá la ejecución de uno o dos sondeos junto al Canal de San Clemente para captar las pérdidas que existen en el embalse de San Clemente en época invernal o enlazar por elevación directa las salidas naturales realizando una conducción que enlazará con el canal por elevación. Aguas abajo del embalse de San Clemente existen unas pérdidas importantes, estimadas en unos 200 L/s, que podrían ser utilizadas para la recarga durante al menos 6 meses al año (unos 3 hm³/año). En todo caso, sería necesario compartir las operaciones de recarga, en su caso, con las propuestas de gestión en el acuífero de Huéscar-Puebla.

Se debe indicar que el aprovechamiento del agua para la recarga propuesta se haría aguas abajo del embalse de San Clemente, con sus pérdidas no reguladas, fuera de la época de aprovechamiento directo por los regantes (época invernal). Por otra parte existe la infraestructura de transporte hasta la zona de recarga mediante el Canal de San Clemente; si bien, sería necesario la construcción de 2-3 km adicionales.

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Columna litológica tipo:

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad	
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango		
Areniscas, conglomerados y lutitas	1,41			Paleozoico	
Margas abigarradas con intercalaciones arenoso-micáceas	98,81			Triásico	
Dolomías y calizas	10,4	100	700	Lías inferior y medio	Jurásico
Magas y margocalizas			50	Lías superior	
Margas y calizas		<20	100	Jurásico medio y superior	
Margas, calizas y margocalizas	22,18		110	Cretácico	
Calizas arenosas y margas blancas	77,2	20	50	Mioceno	
Arcillas con depósitos aluviales	220			Cuaternario	
Recubrimientos					

Descripción geológica:

En la masa de agua subterránea 05.04 Huéscar-Puebla de Don Fadrique afloran materiales pertenecientes a los dominios Prebético Interno, Unidades Intermedias y series de transición entre el Subbético Externo y Medio. Se encuentran, también, materiales Neógenos.

Tanto el Prebético como el Subbético están formados por una sucesión de de formaciones sedimentarias que se extienden desde el Triásico al Mioceno, fuertemente deformadas pero poco o nada afectadas por metamorfismo alpino porque, en ellas, la deformación tuvo lugar esencialmente en los niveles superficiales de la corteza.

El Prebético comprende unidades parautoctonas a moderadamente alóctonas que afloran casi exclusivamente en la mitad oriental de la cordillera.

El Subbético cabalga ampliamente sobre el Prebético y aflora al sur de éste y al norte de las Zonas Internas. Estructuralmente es bastante complejo al estar intensamente plegado y afectado por una intensa tectónica de fallas.

La estructura de los materiales Subbéticos, en esta masa, consiste en un sinclinal de dirección N40E, vergente al NO y el flanco oriental está representado por la Sierra del Muerto. Los relieves calcáreos forman un arco, el flanco meridional tiene una dirección N30E y el septentrional N60E. Los bordes noroccidentales constituyen frentes de cabalgamientos. Se observa la presencia de fallas, normalmente inversas, de inclinación variable, incluso subverticales. Los materiales permeables están rodeados por niveles margosos en profundidad.

Origen de la información: Caracterización adicional

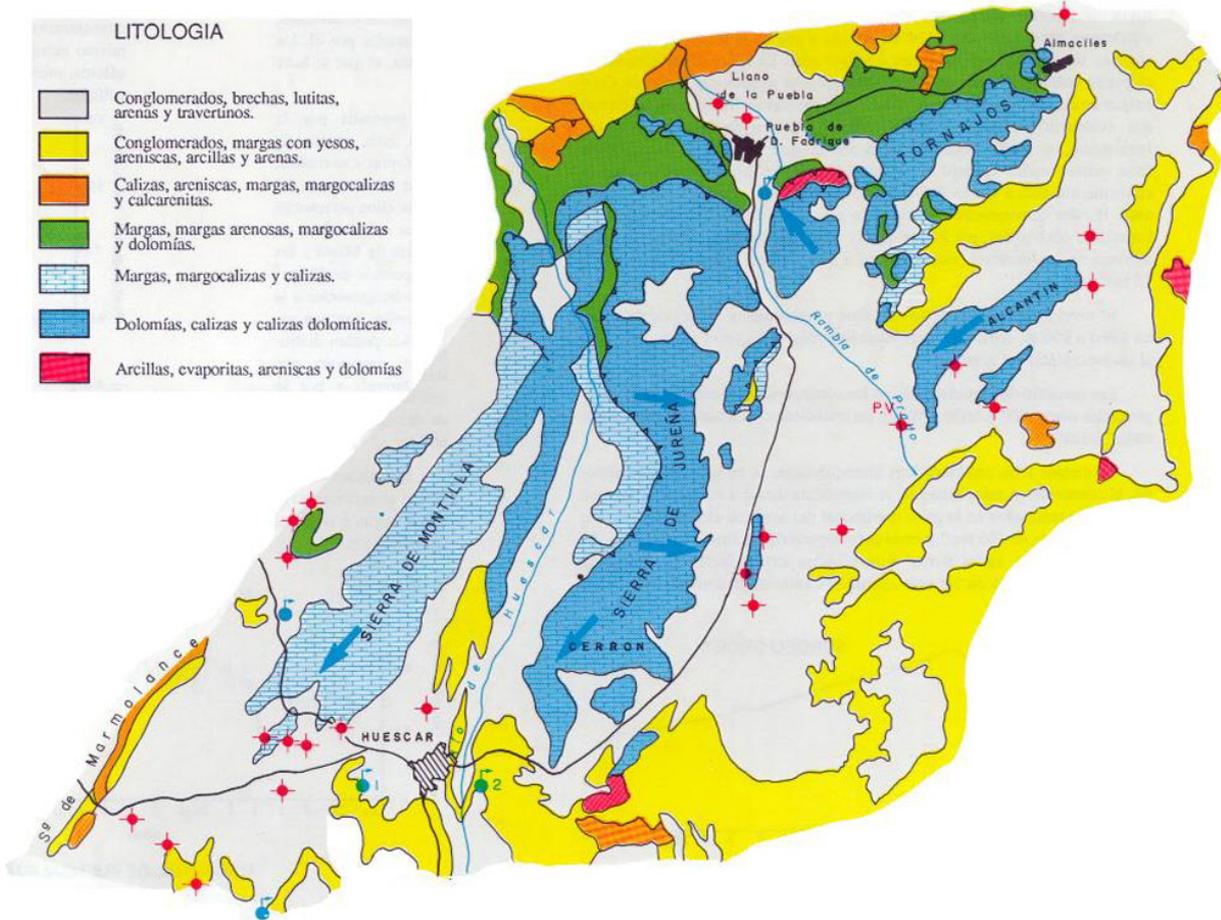
INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA

Isopiezas	Año	Nº de puntos	Nivel piezométrico (m.s.n.m.)		Diferencia (máx-min) (m)	Rango de oscilación estacional (m)	Sentido de flujo	Gradiente ⁽¹⁾
			máx.	min.				
De referencia	1979/1980	5	961,28	920,37	40,91	De -0,47 a 0,05	(*)	(*)
Actuales estiaje	2006/2007	7	1137,43	905,08	232,35	De -2,54 a 5,22	(*)	(*)
Actuales per. húmedo	2006/2007	7	1133,22	875,52	257,7		(*)	(*)
De año seco	2004/2005	7	1142,49	904,89	237,6	De -11,57 a 4,78	(*)	(*)
De año húmedo	1995/1996	7	1138,99	904,29	234,7	De -12,95 a 18,58	(*)	(*)

(1) Gradiente medio en el sentido del flujo principal

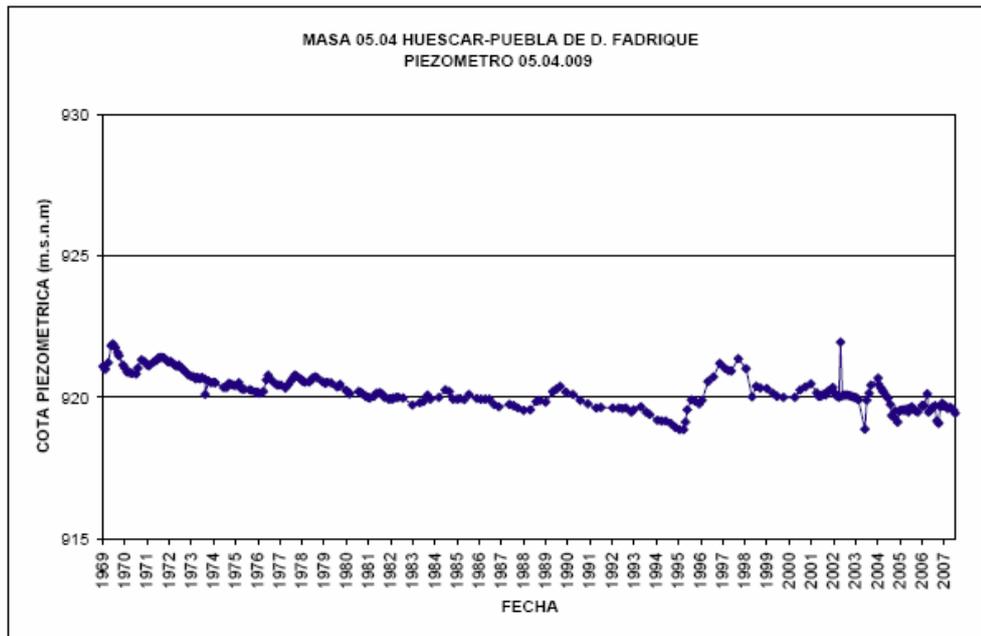
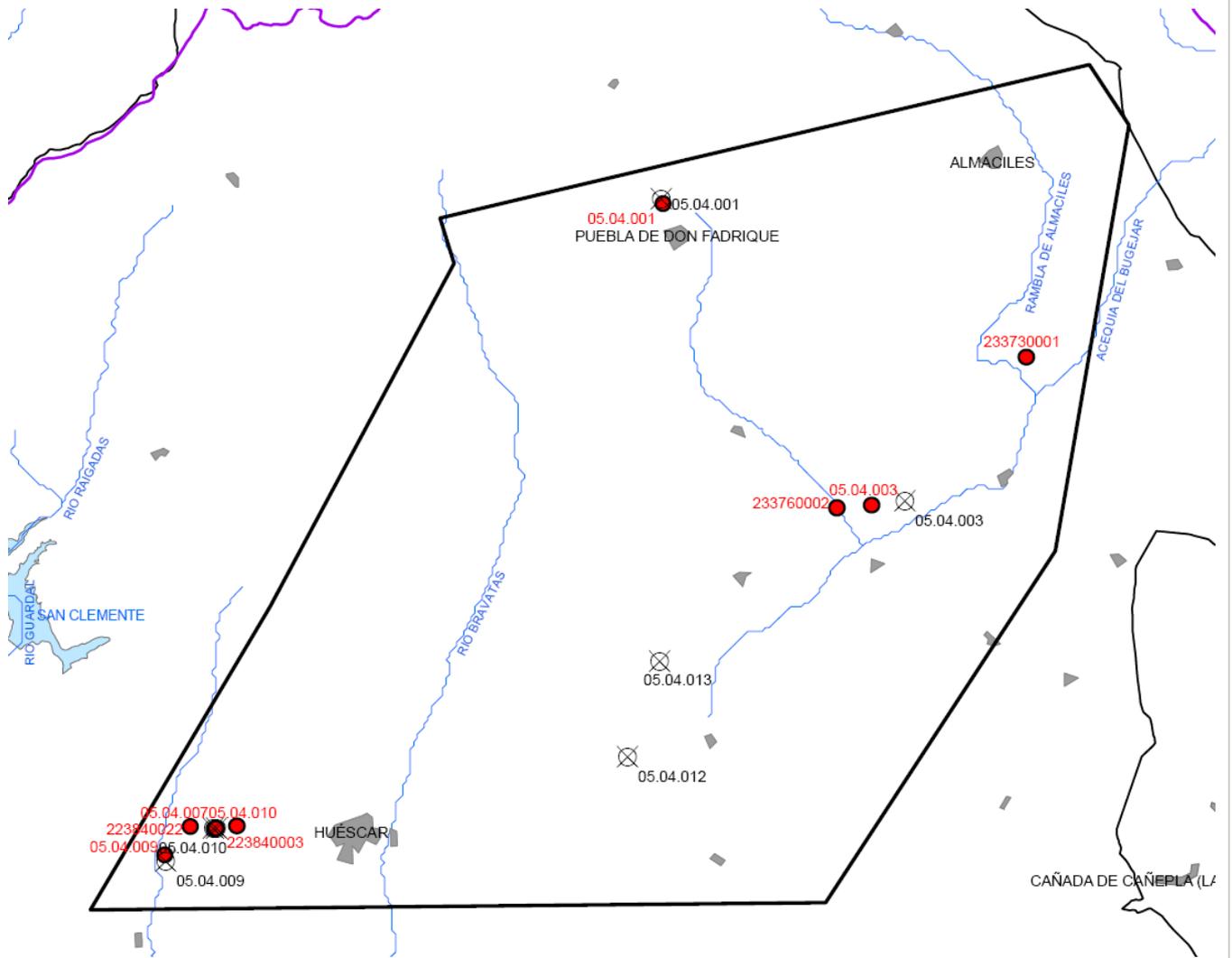
(*) No se disponen de suficientes piezómetros para su determinación

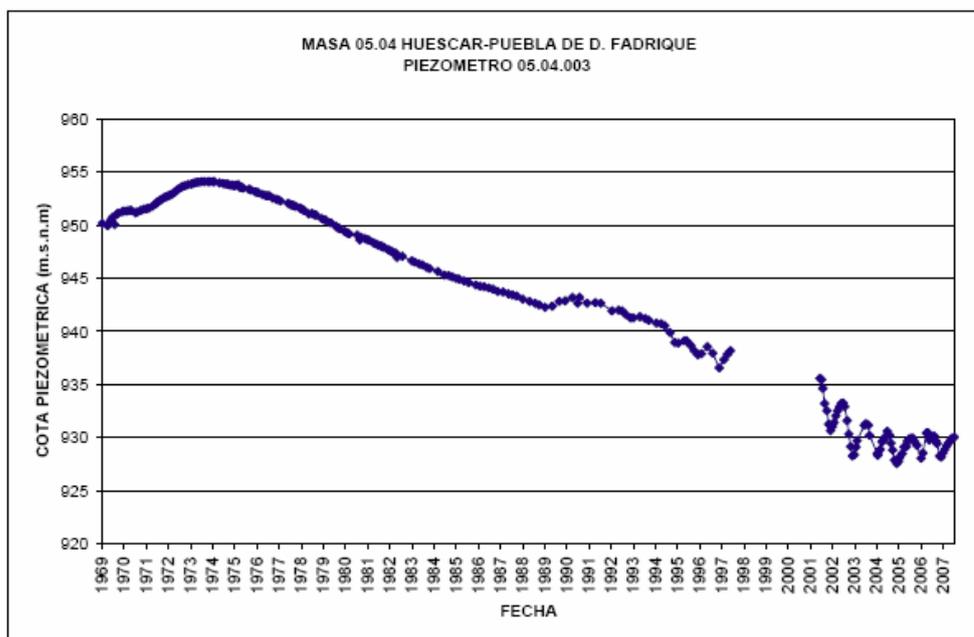
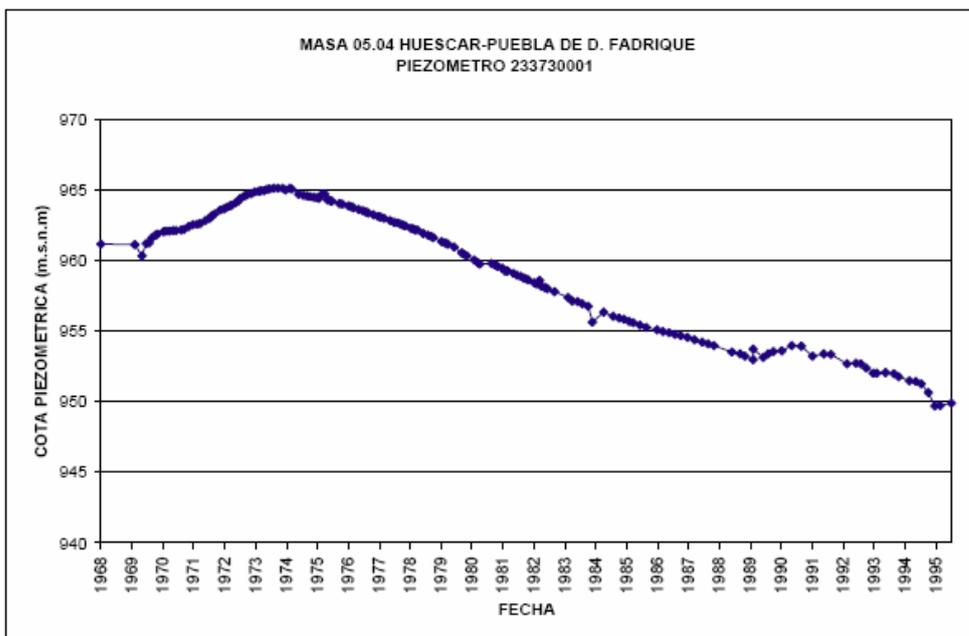
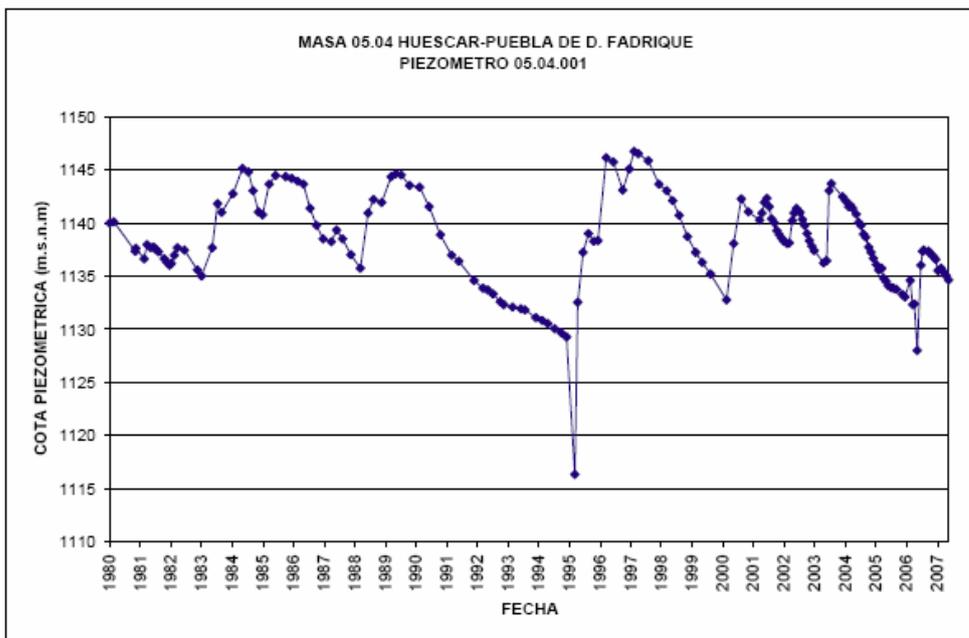
Origen de la información: Caracterización adicional



Fuente: Caracterización adicional

GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN





INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

La masa de agua subterránea 05.04 Huéscar-Puebla de Don Fadrique está formada por materiales carbonatados, permeables por fisuración-karstificación, rodeados por materiales detríticos de permeabilidad intergranular. Los límites son en general de carácter tectónico, impuestos, por un lado, por el cabalgamiento de los materiales del Subbético sobre los materiales margosos de la Zona Intermedia y por otro, por el contacto mecánico con el Trías extrusivo.

Tiene una superficie permeable de unos 170 km² distinguiéndose dos subunidades acuíferas:

- Subunidad de Huéscar-Puebla: Los acuíferos son dolomías y calizas del Lías que pueden alcanzar un espesor máximo de 1.150 m aunque el espesor medio es de unos 300-400 m.

En el borde septentrional de la masa el sustrato impermeable está representado por materiales margosos cretácicos, sobre los que aparecen cabalgantes las calizas y dolomías jurásicas. En el resto de la región, el carácter clástico-salino de los materiales triásicos incita a considerarlos como el posible sustrato impermeable a escala regional.

- Subunidad Pliocuaternaria. Los tramos permeables son conglomerados y gravas que alternan con niveles arcillosos, con un espesor medio del orden de 100-150 m en la zona de Huéscar y unos 30 m en el Llano de la Puebla. Hay que añadir los recubrimientos cuaternarios de diverso origen conectados hidráulicamente con aquéllos.

La alimentación se produce por infiltración del agua de lluvia sobre los afloramientos permeables y por infiltración de la escorrentía producida en los materiales que constituyen la cuenca endorreica que vierte hacia los Campos de la Puebla. Una de las principales zonas de alimentación es la zona de los Morenos y el pico del Moralejo. Las descargas se producen a través de manantiales, mediante extracciones por bombeo y descarga subterránea hacia los aluviales del Río Huéscar y de los arroyos Parpacén y Fuente Amarga.

Los principales puntos de descarga natural del acuífero son los manantiales de Parpacén y Fuencaliente. El caudal de descarga del manantial de Fuencaliente presenta, frente al de Parpacén, una mayor regularidad. Por tanto, se puede suponer cierta desconexión hidráulica entre los afloramientos mesozoicos situados a ambos márgenes del Río Huéscar.

La piezometría varía de 920 m s.n.m en el sector meridional a 1170 m s.n.m en el septentrional y 950 m s.n.m en el Llano de La Puebla. Las máximas cotas de 1320 m s.n.m se observan al NE de Puebla de Don Fadrique. El gradiente hidráulico medio es de 0,23 %, con dirección de flujo NO-SE, de los afloramientos carbonatados hacia los materiales detríticos de los bordes con los que están en contacto hidráulico.

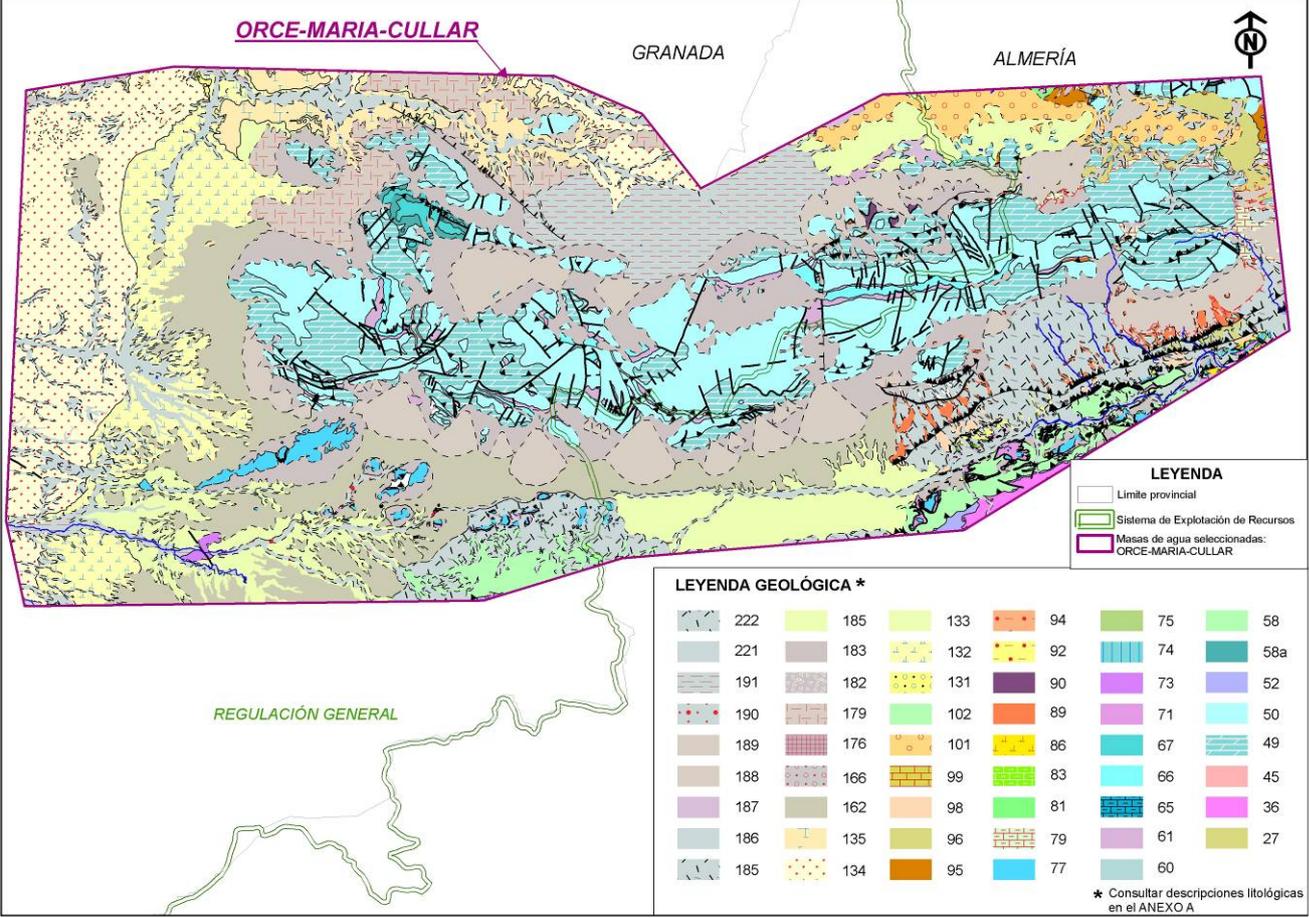
En el Llano de la Puebla las aguas subterráneas circulan en las calizas y dolomías de norte a sur, desde cotas próximas a los 950 m s.n.m. hasta los manantiales de Fuencaliente y Parpacén, situados a 920 m s.n.m. En los niveles mas groseros (conglomerados) del Plioceno el agua se encuentra a cotas superiores a los 950 m s.n.m., por lo que puede deducirse una deficiente conexión hidráulica entre estos materiales y las calizas y dolomías.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL MEDIO RECEPTOR

	<i>Medio</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>
Cond. (μ hos/cm)	926	2913	340
pH	7,6	8,9	7,8
CO ₃ H	293	165	25
SO ₄	218	1298	2
NO ₃	21	49	3
Ca	96	400	14
Mg	44	151	1
Cl	63	216	7
Na	39	118	2

Fuente: Normas de Explotación 2001

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.S7 REGULACIÓN GENERAL	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.06 ORCE-MARÍA-CÚLLAR																																																						
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA																																																								
<u>Comunidades Autónomas:</u> ANDALUCÍA <u>Provincias:</u> Granada y Almería	<u>Municipios:</u> Galera, Cúllar, Orce, María, Chirivel, Vélez-Blanco y Vélez-Rubio																																																							
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA																																																								
																																																								
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>LEYENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> Límite provincial Sistema de Explotación de Recursos Masas de agua seleccionadas: ORCE-MARIA-CÚLLAR </div> <div style="width: 50%;"> <p>LEYENDA GEOLÓGICA *</p> <table border="0" style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td> 222</td> <td> 185</td> <td> 133</td> <td> 94</td> <td> 75</td> <td> 58</td> </tr> <tr> <td> 221</td> <td> 183</td> <td> 132</td> <td> 92</td> <td> 74</td> <td> 58a</td> </tr> <tr> <td> 191</td> <td> 182</td> <td> 131</td> <td> 90</td> <td> 73</td> <td> 52</td> </tr> <tr> <td> 190</td> <td> 179</td> <td> 102</td> <td> 89</td> <td> 71</td> <td> 50</td> </tr> <tr> <td> 189</td> <td> 176</td> <td> 101</td> <td> 86</td> <td> 67</td> <td> 49</td> </tr> <tr> <td> 188</td> <td> 166</td> <td> 99</td> <td> 83</td> <td> 66</td> <td> 45</td> </tr> <tr> <td> 187</td> <td> 162</td> <td> 98</td> <td> 81</td> <td> 65</td> <td> 36</td> </tr> <tr> <td> 186</td> <td> 135</td> <td> 96</td> <td> 79</td> <td> 61</td> <td> 27</td> </tr> <tr> <td> 185</td> <td> 134</td> <td> 95</td> <td> 77</td> <td> 60</td> <td></td> </tr> </table> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">* Consultar descripciones litológicas en el ANEXO A</p> </div> </div>			222	185	133	94	75	58	221	183	132	92	74	58a	191	182	131	90	73	52	190	179	102	89	71	50	189	176	101	86	67	49	188	166	99	83	66	45	187	162	98	81	65	36	186	135	96	79	61	27	185	134	95	77	60	
222	185	133	94	75	58																																																			
221	183	132	92	74	58a																																																			
191	182	131	90	73	52																																																			
190	179	102	89	71	50																																																			
189	176	101	86	67	49																																																			
188	166	99	83	66	45																																																			
187	162	98	81	65	36																																																			
186	135	96	79	61	27																																																			
185	134	95	77	60																																																				
<p style="color: red;">La descripción litológica de la leyenda se adjunta en Información Adicional 0</p>																																																								
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN																																																								
<p>Con la recarga se pretenden liberar presiones sobre el descenso de niveles, los abastecimientos y sobre algunos manantiales agotados como consecuencia de la explotación intensiva de este acuífero con motivo de los riegos intensivos localizados en el borde Norte de la Sierra (Sureste de Venta Micena, Piedra Cañepla, Cortijo Casablanca y borde Norte de sierra de Umbría del Campo).</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 checked="" type="checkbox"/> Manantiales <input checked="" type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>																																																						
ACUÍFEROS IMPLICADOS:																																																								

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	Litología: Calizas-detríticos (Inf. Ad. 1) Espesores: 500-175 m (Inf. Ad. 1) Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	
Carga	<input checked="" 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) ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (In.Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	 7 10 ⁻³	 50	 8.640 134

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	c	n	bp	(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	s		
Oeste	a	s	m	

Observaciones: El límite este coincide con el límite de la demarcación. Debe ser considerado que se han distinguido diferentes acuíferos en esta masa de agua subterránea. De cualquier modo, se adjunta información hidrogeológica complementaria (In.Ad. 3).

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):	San Clemente			
Ref. estación aforo:				
Capacidad embalse (hm ³)	118 hm ³ /año	-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	20,8 hm ³ /año			
- máxima	40,1			
- mínima	5,4			
Año o Periodo medida:	1993-2006			
	Total Aportación natural media anual (A): 20,8 hm³/año Total Caudal medio anual (Q):			

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: Aguas abajo del embalse de San Clemente existen unas pérdidas importantes, estimadas en unos 200 L/s, que podrían ser utilizadas para la recarga durante al menos 6 meses al año (unos 3 hm³/año). En todo caso, sería necesario compartir las opciones de recarga, si procede, con las propuestas en el acuífero de Huéscar-Puebla de Don Fabrique.

(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												
Escorrentía												

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):				
Municipios conectados:				
Población (hab):		-	-	
Tipo de tratamiento:	Primario	Secundario	Terciario	Complementario
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 actualidad, no se contempla la recarga con aguas depuradas.

(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

- Agua de recarga: Manantial de Los Ruices en el cauce del río Guardal.
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico:
Hay analítica en la Tesis de Francisca Fernández Chacón.
- Agua del medio receptor:
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico
Hay analítica precisa en numerosos informes del IGME. (In.Ad. 4)
- 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 type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	Planta de recarga	<input type="checkbox"/>
Canales <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	Infraestructuras de transporte	<input checked="" type="checkbox"/>
Cauces <input type="checkbox"/>		o Canal:	C. de San Clemente parcialmente realizado
Represas <input type="checkbox"/>		o Azud:	
Otros <input type="checkbox"/>		o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

- Estudio de viabilidad previo para concretar dimensionado de instalaciones (balsas y/o sondeos) e infraestructura de conducciones necesarias, así como el sistema de captación de los excedentes, mediante sondeos o toma directa desde la surgencia junto al Canal de San Clemente. El estudio de viabilidad previo deberá contener la capacidad de admisión prevista, superficies y sondeos necesarios, caudales de derivación y épocas del año, etc.
- Se requerirá la ejecución de uno o dos sondeos para captar las pérdidas que existen en el embalse de San Clemente en época invernal o enlazar por elevación las salidas naturales realizando una conducción que enlazará directamente con el canal por elevación. Donde termina el Canal de San Clemente se requerirá una conducción adicional hasta el emplazamiento donde se decida realizar las obra de recarga.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica: Viable
- Económica: sin valorar
- Legal o administrativa: Viable en época invernal, fuera del periodo de aprovechamiento directo de las pérdidas del embalse de San Clemente por los regantes.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 0. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE LA LEYENDA DEL PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA

ORCE (LEYENDA GEOLÓGICA)

222, Coluviales y aluviales indiferenciados

221, Aluviales y fondos de valle

191, Llanura de inundación

190, Depósitos de rambla

189, Cono de deyección

188, Glacis indiferenciados

187, Abanicos aluviales indiferenciados

186, Fondos de valle

185, Conglomerados, arenas, limos y margas con gasterópodos. Fluvial y Fluvioacustre

185, Coluviales y aluviales indiferenciados

183, Depósitos de vertientes (gravedad) indiferenciados

182, Canchales y derrubios de ladera

179, Caliches y costras carbonatadas

176, Travertinos

166, Terraza media

162, Glacis de 1ª generación

135, Calizas con gasterópodos, oncolíticas o travertínicas.

134, Arenas, limos y margas con yeso

133, Conglomerados, arenas, limos y margas con gasterópodos. Fluvial y Fluvioacustre.

132, Limos y calizas. Fluvioacustres.

131, Conglomerados. Canales fluviales.

102, Silexitas

101, Conglomerados rojos. Abanicos aluviales.

99, Calizas de algas y calcarenitas. Plataforma.

98, Conglomerados, brechas, margas silíceas con silexitas, areniscas y tufitas

96, Areniscas calcáreas, conglomerados, olistolitos y margas. Talud.

95, Areniscas y margas. Sistemas turbidíticos.

94, Areniscas y pelitas rojizas-amarillentas

92, Conglomerados, areniscas, pelitas rojizas-amarillentas y olistolitos

90, Unidad olistostrómica. Con olistolitos de unidades infrayacentes.

89, Unidades tectónicas (tectonosomas). Con bloques, cuñas y láminas de unidades infrayacentes.

86, Calizas y margas con gasterópodos, carofitas y niveles de lignitos. Marisma costera

83, Calizas, margocalizas y margas con glauconita. Localmente con sílex

81, Calizas y margocalizas con sílex

79, Calizas margosas rosadas (capas rojas), verdes y blancas.

77, Calizas y dolomías

75, Lutitas negras y margas

74, Lutitas negras y margas con intercalaciones de olistostromas

73, Conglomerados de cuarzo, areniscas y arcillas de color rojizo

71, Conglomerados, areniscas, pelitas, dolomías y yesos

67, Calizas oolíticas, nodulosas y masivas (F. Torcal)

66, Calizas margosas margas y calcilimolitas con sílex (F. Milanos)

65, Calizas margosas, margas y calcilimolitas con sílex, con intercalaciones de brechas y conglomerados

61, Calizas pelágicas condensadas (ammonítico rosso)

60, Radiolaritas. (F. Jarropa = radiolaritas del charco)

60, Diabasa

58, Pizarras, grauwacas, conglomerados y calizas

58, Calizas con sílex (F. Veleta)

52, Rocas carbonatadas. Mármoles si existe metamorfismo

50, Calizas grises y blancas
 49, Dolomías
 45, Arcillas y yesos
 36, Filitas y cuarcitas. Localmente calcoesquistos. Metamorfismo de grado bajo (cloritoide + granate + carfolita + distena)
 27, Arcillas con Tubotomaculum (arcillas con bloques)

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Columna litológica tipo:

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad	
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango		
Filitas, cuarcitas, micaesquistos y yesos	0,05			Basamento paleozoico	
Arenas y lutitas rojas con dolomías	6,16			Triasico	
Calizas y dolomías	118,07		500	Lías inferior	Jurásico
Calizas y margocalizas				Lías superior	
Calizas oolíticas				Dogger	
Brechas y calizas nodulosas				Malm	
Margas y margas silíceas (radiolaritas)	0,47			Cretácico inferior	
Conglomerados y limos	166,56		>100	Mioceno-Plioceno	
Arenas y limos					
Limos, arenas y yesos					
Calcilutitas, marcias y limos					
Areniscas, calcilutitas y calizas					
Conos aluviales, canchales, costras calcáreas	265,27	15	50	Cuaternario	

Origen de la información: Caracterización adicional

Descripción geológica:

La MASb 05.06 Orce-María-Cúllar está constituida por materiales carbonatados Jurásicos pertenecientes al Subbético Interno, y por materiales continentales de origen fluvial y lacustre de la depresión neógena de Guadix-Baza, que afloran al norte y al este de la sierra de Orce, en la margen occidental de la masa de agua. Al sur de la alineación montañosa que definen los materiales carbonatados se localiza el contacto entre los dominios Subbético Interno y Externo de la Cordillera Bética, así como un conjunto de formaciones complejas de edad Terciaria, que forman la Zona Intermedia.

Las sierras de Orce y María corresponden a una unidad autóctona emplazada sobre margas del Subbético y de la Zona Intermedia, debido a una superficie de cabalgamiento visible entre María y Vélez Rubio. La sierra de María, situada en el límite oriental, se caracteriza por presentar dos grandes anticlinales tumbados de dirección E-O y vergencia sur, visibles en la sierra de María y Maimón. El sinclinal existente entre ambos, aloja margas del Cretácico. En la sierra de Orce también se dan pliegues tumbados y cabalgamientos, de dirección N150E a N-S.

La base de la Subunidad Orce-María corresponde a una superficie de cabalgamiento deformada. Entre Vélez Blanco y María ésta superficie aflora sobre la cota 1.000, mientras que en las cercanías de Orce varios sondeos han perforado hasta la cota 550, sin localizarla. Entre ambos extremos hay un sector en el que la base impermeable llega a situarse por encima de los 1.400 m s.n.m, al suroeste de María, y a 1.200 m. sobre el nivel del mar en el oeste de Chirivel, lo que condiciona un umbral del basamento.

Los depósitos terciarios y cuaternarios existentes en la margen continental, presentan espesores importantes (según datos geofísicos, la potencia de los materiales detríticos oscila entre 150 y 200 m. en la zona de borde, no habiéndose podido delimitar el espesor en el sector más occidental hacia el interior de la cuenca) y culminan con costras calcáreas y limos rojos en los páramos de Cúllar - Chirivel y Orce.

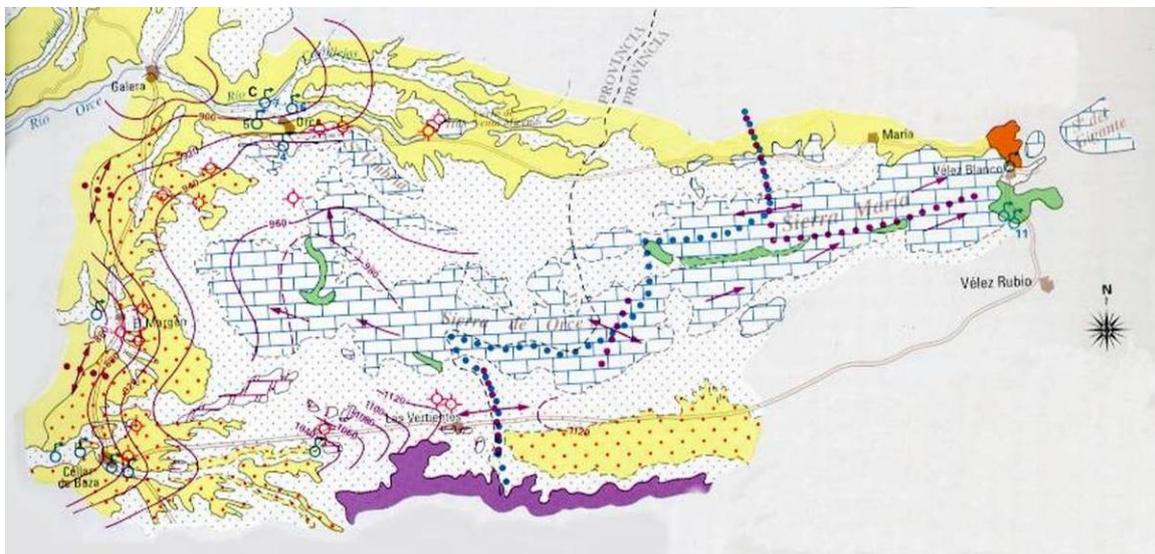
INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA

Isopiezas	Año	Nº de puntos	Nivel piezométrico (m.s.n.m.)		Diferencia (máx-min) (m)	Rango de oscilación estacional (m)	Sentido de flujo	Gradiente ⁽¹⁾
			máx.	min.				
De referencia	1970/1971	5	960,37	949,48	10,89	De -0,53 a 1,73	(*)	(*)
Actuales estiaje	2006/2007	4	1238,85	927,63	311,22	De -5,79 a 3,24	(*)	(*)
Actuales per. húmedo	2006/2007	2	936,72	925,98	10,74		(*)	(*)
De año seco	1993/1994	5	947,8	933,52	14,28	De -23,20 a 0,18	(*)	(*)
De año húmedo	1996/1997	5	944,01	930,36	13,65	De -0,34 a 1,04	(*)	(*)

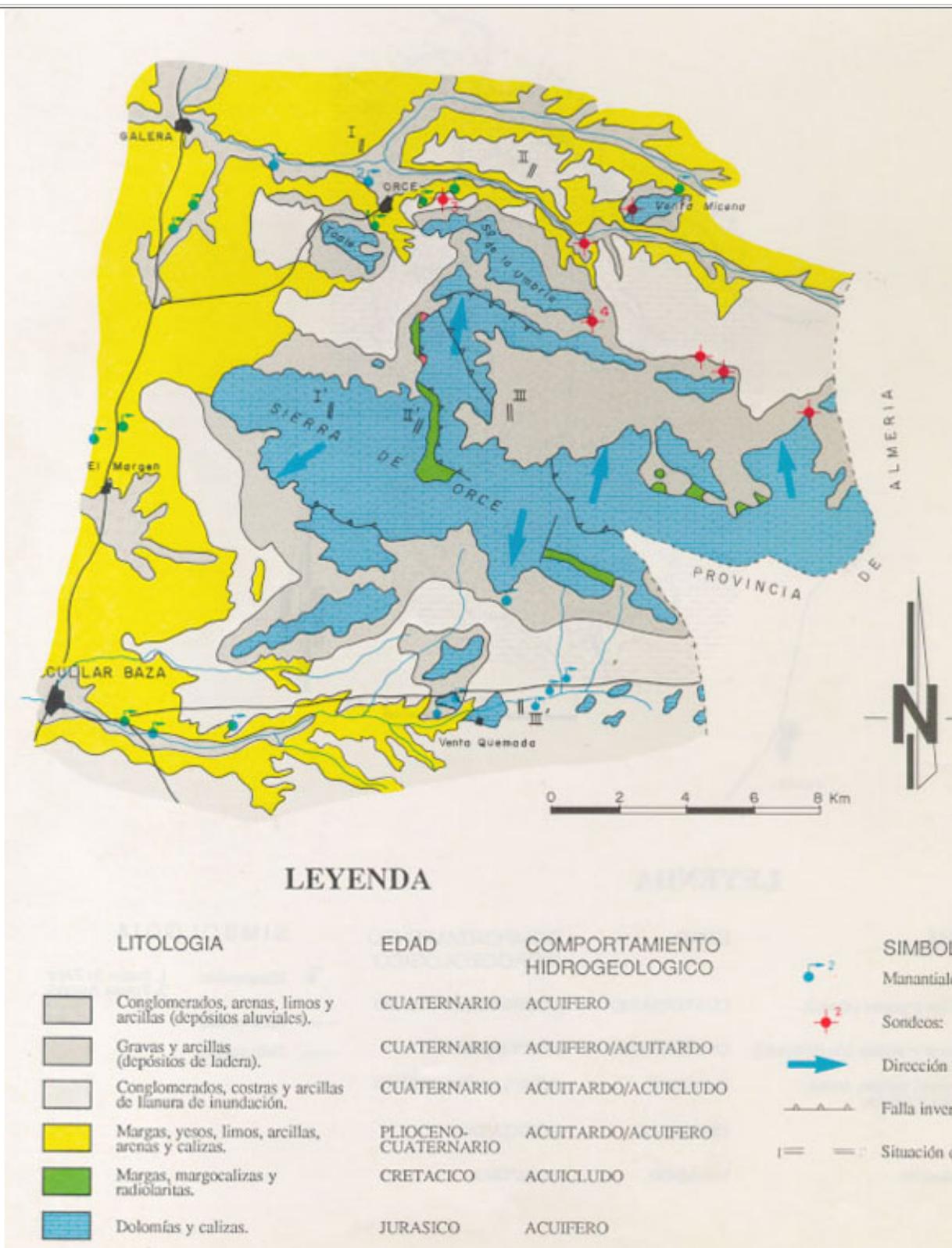
(1) Gradiente medio en el sentido del flujo principal

(*) No se disponen de suficientes piezómetros para su determinación

Origen de la información: Caracterización adicional

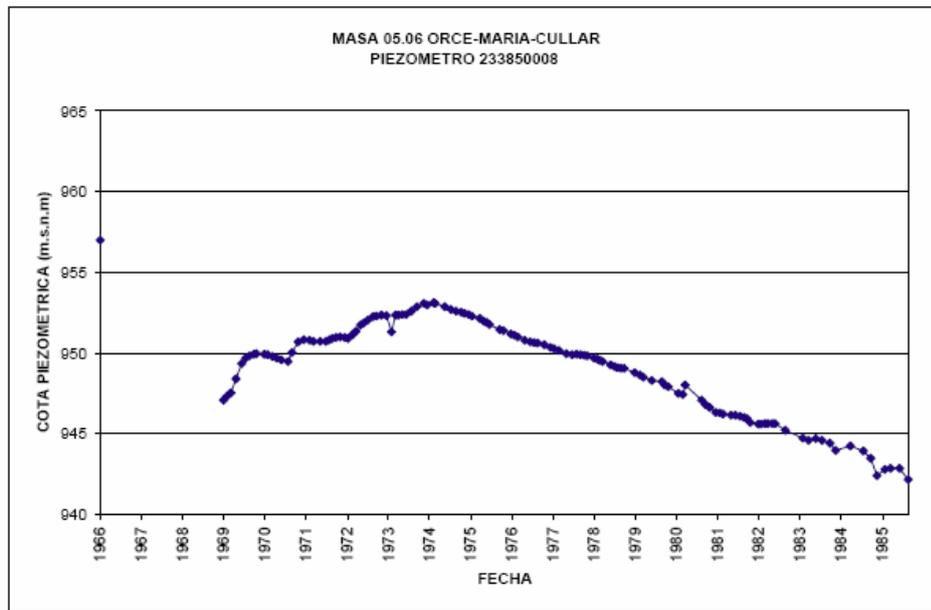
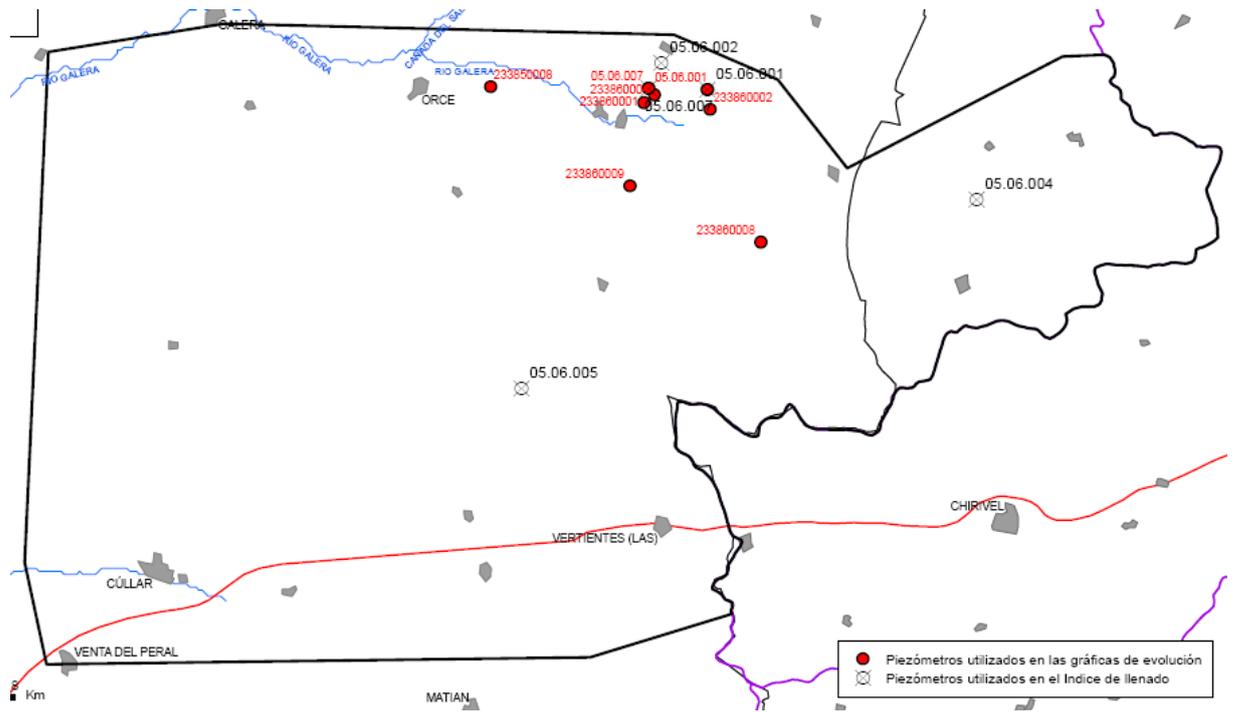


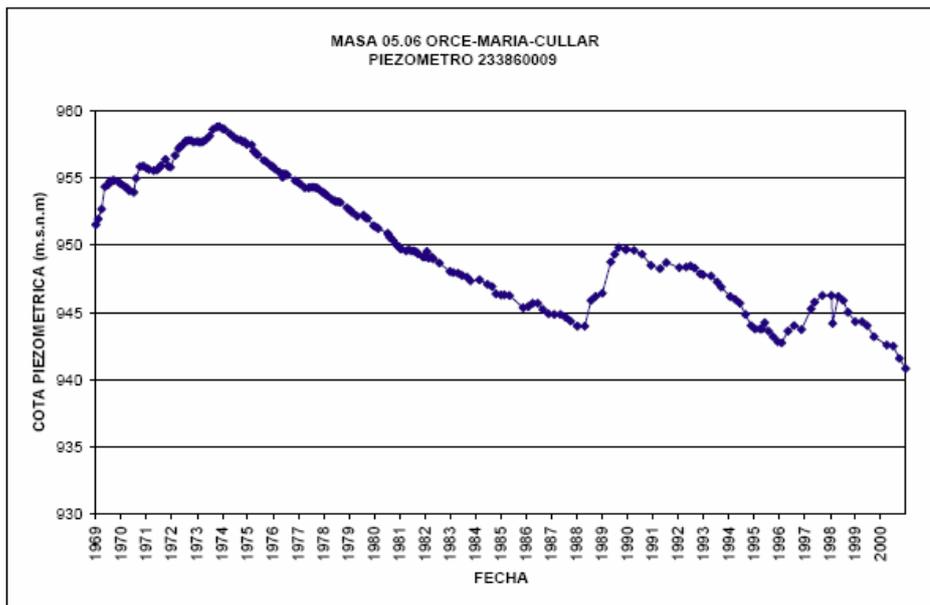
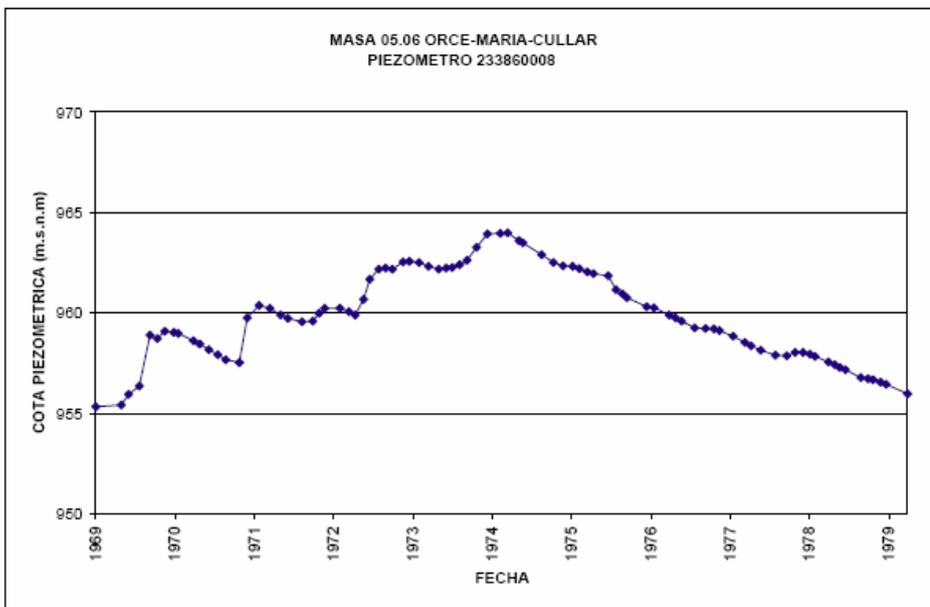
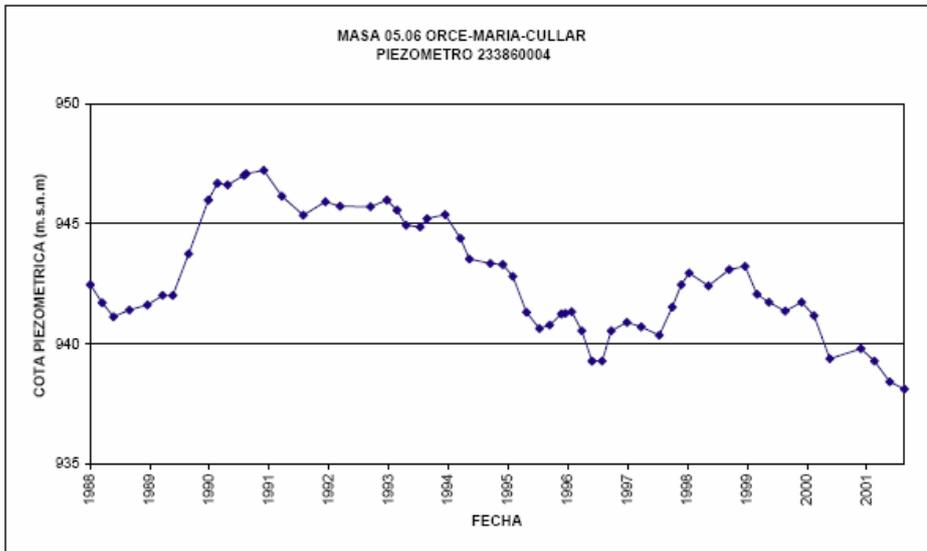
Fuente: Atlas Hidrogeológico de Andalucía (IGME-Junta de Andalucía, 1998)

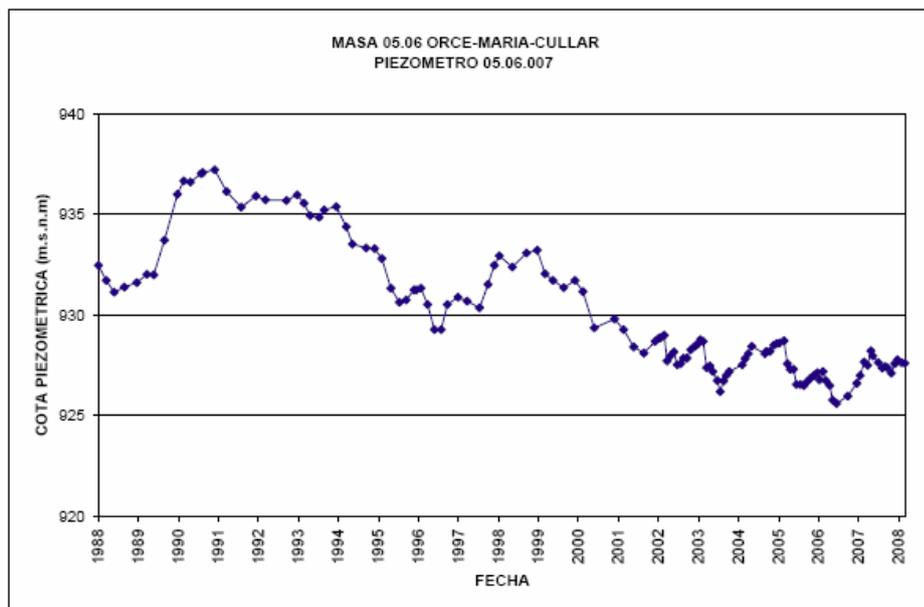


Fuente: Caracterización adicional

GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN







Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

En la MASb 05.06 Orce-María-Cúllar, existen dos zonas netamente diferenciadas. La primera constituida por el macizo calcáreo de la sierra de Orce-María, y la segunda integrada por los materiales detríticos de la Depresión de Guadix-Baza.

Los materiales carbonatados del Jurásico constituyen un acuífero libre que presenta alta permeabilidad por fisuración y karstificación, excepto en parte del sector septentrional, donde el Jurásico queda confinado por margas cretácicas y pliocenas y pasa a tener carácter de acuífero confinado.

Los materiales detríticos, permeables por porosidad, tienen carácter confinado en las inmediaciones de El Margen, donde algunas captaciones son surgentes, presentando el resto de su extensión carácter de acuífero libre.

La superficie total de afloramientos permeables asciende a 393 km². De éstos, 220 con permeabilidad de tipo primario y 173 con permeabilidad de tipo secundario.

En función de la disposición de los materiales permeables y de su funcionamiento hidrogeológico pueden diferenciarse las siguientes subunidades acuíferas:

-Subunidad Orce-María: Está formada por calizas y dolomías jurásicas, de unos 500 m de espesor, que se caracterizan por presentar un basamento de lutitas y areniscas rojas triásicas. A techo del Jurásico en algunos afloramientos se pueden detectar margas y margas silíceas del Cretácico inferior. La existencia de un umbral por levantamiento del sustrato entre María y Chirivel, separa dos sectores de la Subunidad con direcciones de flujo contrarias (este y oeste). De otra parte, la existencia en la mitad oriental de un cabalgamiento que pellizca materiales impermeables provoca otra división que individualiza el sector oriental en los acuíferos de Maimón (al sur) y de María (al norte). La superficie de afloramientos permeables de esta subunidad es de 220 km².

-Subunidad detrítica de Cúllar-Baza: Formada por una serie de afloramientos de arenas, conglomerados y limos que conforman el altiplano que rodea a la Sierra de Orce. Se diferencian cinco conjuntos litológicos de orígenes fluvial y lacustre, dentro de este sector de la Depresión de Guadix-Baza. Dentro de esta Subunidad se pueden distinguir dos acuíferos, conocidos como el acuífero de Cúllar-Baza, situado al este de la masa de agua y el acuífero del Chirivel, situado al sur de la sierra de Orce y diferenciado del anterior, por el levantamiento del impermeable entre Pulpite y Venta Quemada. La superficie de afloramientos permeables de esta Subunidad es de 173 km².

Existe un umbral piezométrico que coincide con la divisoria de aguas superficiales entre los ríos Orce y Cúllar. En el primero la circulación subterránea se establece en dirección norte, con líneas de flujo divergentes desde la sierra de Orce y en el segundo el flujo se realiza preferentemente hacia el oeste, pudiendo diferenciar otro umbral entre Cúllar y El Margen. La existencia entre Pulpite y Venta Quemada de un importante salto en la piezometría, asociada a un levantamiento del impermeable de base ha permitido diferenciar el acuífero del Chirivel, en donde el flujo se dirige hacia el sudoeste en el sector oeste y hacia este en el sector oriental a la localidad de Las Vertientes.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL MEDIO RECEPTOR

	<i>Medio</i>	Máximo	Mínimo
Conductividad	1157	6350	290
pH	7,8	8,3	7,3
CO₃H⁻	216,1	588	24
NO₃⁻	21,4	60	1
SO₄⁼	299,3	1650	7
K⁺	3,6	100	0
Ca²⁺	127,2	427	5
Mg²⁺	54,9	210	6
Cl⁻	69,4	1512	3
Na⁺	28,1	502	1

Fuente: Normas de explotación 2001

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.S7 REGULACIÓN GENERAL	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.09 BAZA-CANILES
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> ANDALUCÍA <u>Provincias:</u> Granada	<u>Municipios:</u> Baza y Caniles	
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>LEYENDA</p> <p>□ Límite provincial</p> <p>□ Sistema de Explotación de Recursos</p> <p>□ Masas de agua seleccionadas: BAZA-CANILES</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p>LEYENDA GEOLÓGICA</p> <p>191, Llanura de inundación</p> <p>189, Cono de deyección</p> <p>186, Fondos de valle</p> <p>185, Coluviales y aluviales indiferenciados</p> <p>182, Canchales y derrubios de ladera</p> <p>166, Terraza media</p> <p>165, Glacis de 2ª generación</p> <p>163, Terraza alta</p> <p>162, Glacis de 1ª generación</p> <p>135, Calizas con gasterópodos, oncolíticas o travertínicas</p> <p>134, Arenas, limos y margas con yeso</p> <p>132, Limos y calizas (Fluviolacustres)</p> <p>19, Mármoles brechoides. Roca de falla</p> <p>15, Mármoles. Localmente esquistos y yesos</p> <p>13, Micaesquistos con feldespatos y anfíbol. Intercalaciones de cuarzitas y cuarzoesquistos</p> <p>7, Micaesquistos grafitosos y cuarzitas. Localmente rocas carbonatadas y calcoesquistos</p> </div>		
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN		
<p>Existen problemas de explotación intensiva en diferentes sectores de la masa de agua (sector Baza, sector Caniles y sector Galopón-Valcabra), más acentuados en la margen izquierda de la Rambla de Gallego.</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 checked="" type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Acuífero de Baza-Caniles		

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 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, arenas y gravas
(Inf. Ad.1)
Espesores: 200-300 m (Inf. Ad.1)
Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. An.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) 	 43 10 ⁻³ 5	 10 ⁻² 30	 1.700 10 ⁻² 67

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	c	n	bp	(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	bp	
Este	c	n	bp	
Oeste	a	s	m	

Observaciones: El límite sureste coincide con el límite de la cuenca.

La MASb 05.09 Baza-Caniles se sitúa en la cuenca intramontañosa neógena de la Depresión de Guadix-Baza. Está formada por dos subunidades de edades y geometría diferentes: Subunidad Miopliocena y Subunidad Cuaternaria. (Inf. Ad. 3)

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):				Conjunta de los ríos Valcabra y Galopón
Ref. estación aforo:				
Capacidad embalse (hm ³)		-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)				4 hm ³ /año *
- máxima				
- mínima				3 hm ³ /año **
Año o Periodo medida:				
Total Aportación natural media anual (A): Total Caudal medio anual (Q):				

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: Posibilidad de mejora de la regulación a partir de los ríos Valcabra, Galopón y de los caudales ambientales y reducción de sobreexplotación.

* En Proyectos previos se evaluaba en 16 hm³/año. Si bien las condiciones de los últimos años hacen que prudentemente se aconseje rebajar esta cifra a 4 hm³/año, más aún teniendo en cuenta la regulación y demandas aguas abajo del embalse del Negratín.

** En Proyectos previos se evaluaba en 11 hm³/año. Si bien las condiciones de los últimos años hacen que prudentemente se aconseje rebajar esta cifra a 3 hm³/año, más aún teniendo en cuenta la regulación y demandas aguas abajo del embalse del Negratín.

(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												
Escorrentía	0	1,2	1,32	0,99	0,99	0,35	0	0	0	0	0	0

Comentario: Datos en hm³/mes

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):				
Municipios conectados:				
Población (hab):		-	-	
Tipo de tratamiento:	Primario	Secundario	Terciario	Complementario
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 actualidad, no se contempla la recarga con aguas depuradas.

(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

- Agua de recarga:
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos)
- Agua del medio receptor
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos) (Inf. Ad. 4)
- 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 type="checkbox"/> Cauces <input type="checkbox"/> Represas <input checked="" type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	Profunda Sondeos <input type="checkbox"/> Pozos <input type="checkbox"/> Mixta: <input type="checkbox"/> ASR: <input type="checkbox"/>
	Estudios previos de caudales <input checked="" type="checkbox"/> Estudios hidrogeológicos sobre la posibilidad de recarga artificial para mejora de riegos en el acuífero de Caniles
	Estudios previos del acuífero <input checked="" type="checkbox"/> Numerosos
	Otros estudios:
	Planta de recarga <input type="checkbox"/>
	Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/>
	o Canal:
	o Azud:
	o Otros:
	Otras infraestructuras:

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

- Se necesitaría un informe de viabilidad complementario con el que confirmara los emplazamientos viables y confirmar la disponibilidad mínima de caudal, que puede superar los 3 hm³/año. En la actualidad la Agencia Andaluza del Agua está realizando un estudio hidrogeológico de detalle, en el que se incluirá un modelo de flujo del acuífero y la evaluación de los aportes superficiales, entre otros aspectos.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica: Alta
- Económica: Alta
- Legal o administrativa: Alta

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES
INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Columna litológica tipo:

Litología	Extensión de afloramiento (Km ²)	Rango de espesor (m)		Edad
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
Micaesquistos, cuarcitas, filitas, gneis y yesos	4,627			Precámbrico
Micaesquistos y micacitas grafitosas con intercalaciones de cuarcitas micáceas	0,259			Triásico
Calizas, dolomías y filitas con intercalaciones de cuarcitas				
Depósitos marinos. Margas, arenas, conglomerados y brechas	85,38	80	100	Mioceno
Conglomerados, arenas y lutitas	174,29	100	200	Plio-Cuaternario
Margas			1.000	
Gravas, arenas, limos y arcillas		0,5	20	

Descripción geológica:

La MASb 05.09 Baza-Caniles se encuentra situada en una de las cuencas intramontañosas neógenas que se disponen a lo largo del contacto entre las Zonas Internas y Externas de la Cordillera Bética: la Depresión de Guadix-Baza. Está formada por dos subunidades de edades y geometría diferentes: Subunidad Miopliocena y Subunidad Cuaternaria.

La Depresión de Guadix-Baza es una cuenca intramontaña neógeno-cuaternaria. El relleno sedimentario, de carácter continental, comienza a finales del Tortonense y se extiende hasta el Pleistoceno. Esta cuenca fue una depresión endorréica rodeada de relieves importantes. Su registro sedimentario Plio-Pleistoceno sugiere un modelo de depósito con abanicos aluviales en las partes marginales, que conectaban gradualmente por medio de un sistema de canales con un lago central. En los bordes Sur y Este de la subcuenca de Guadix el relleno continental está mayoritariamente representado por alternancias de conglomerados y arenas pobremente cementados. Hacia la parte central, estos depósitos detríticos groseros dan paso gradualmente a arcillas y margas. El relleno neógeno de la subcuenca de Baza en el NE está compuesto por alternancia de depósitos lacustres y palustres y depósitos aluviales en sus partes distales.

Subyacentes se encuentran depósitos marinos del Mioceno que se disponen discordantemente sobre el sustrato triásico, formado por materiales pertenecientes a los complejos Nevado-Filábride y Alpujárride. Los primeros están constituidos por micaesquistos y micacitas grafitosas con intercalaciones de cuarcitas micáceas. Los segundos por un apilamiento de varios mantos alpujárrides, constituidos cada uno de ellos por dos tramos, uno superior de calizas y dolomías y otro inferior de filitas con intercalaciones de cuarcitas.

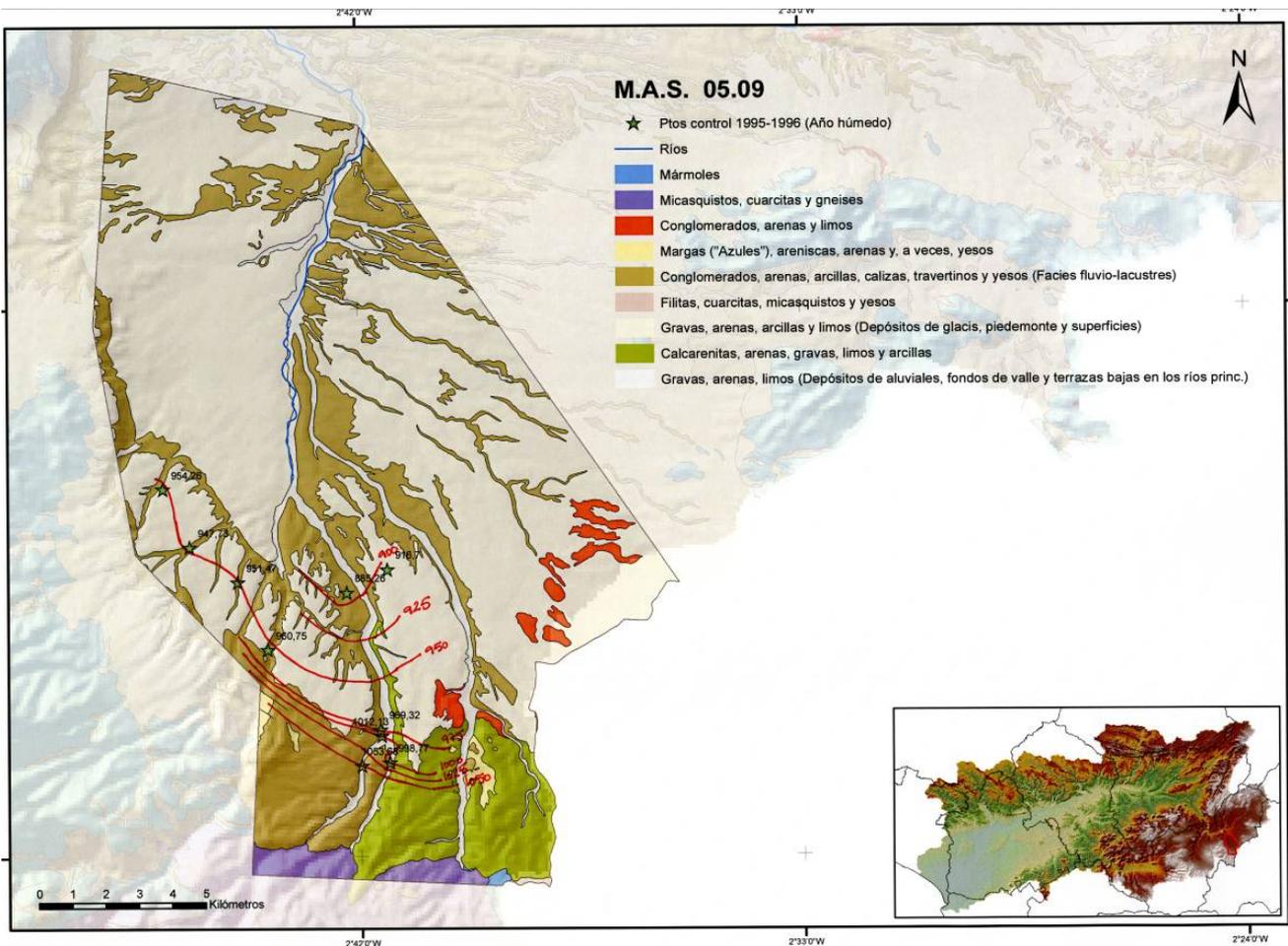
Origen de la información: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA

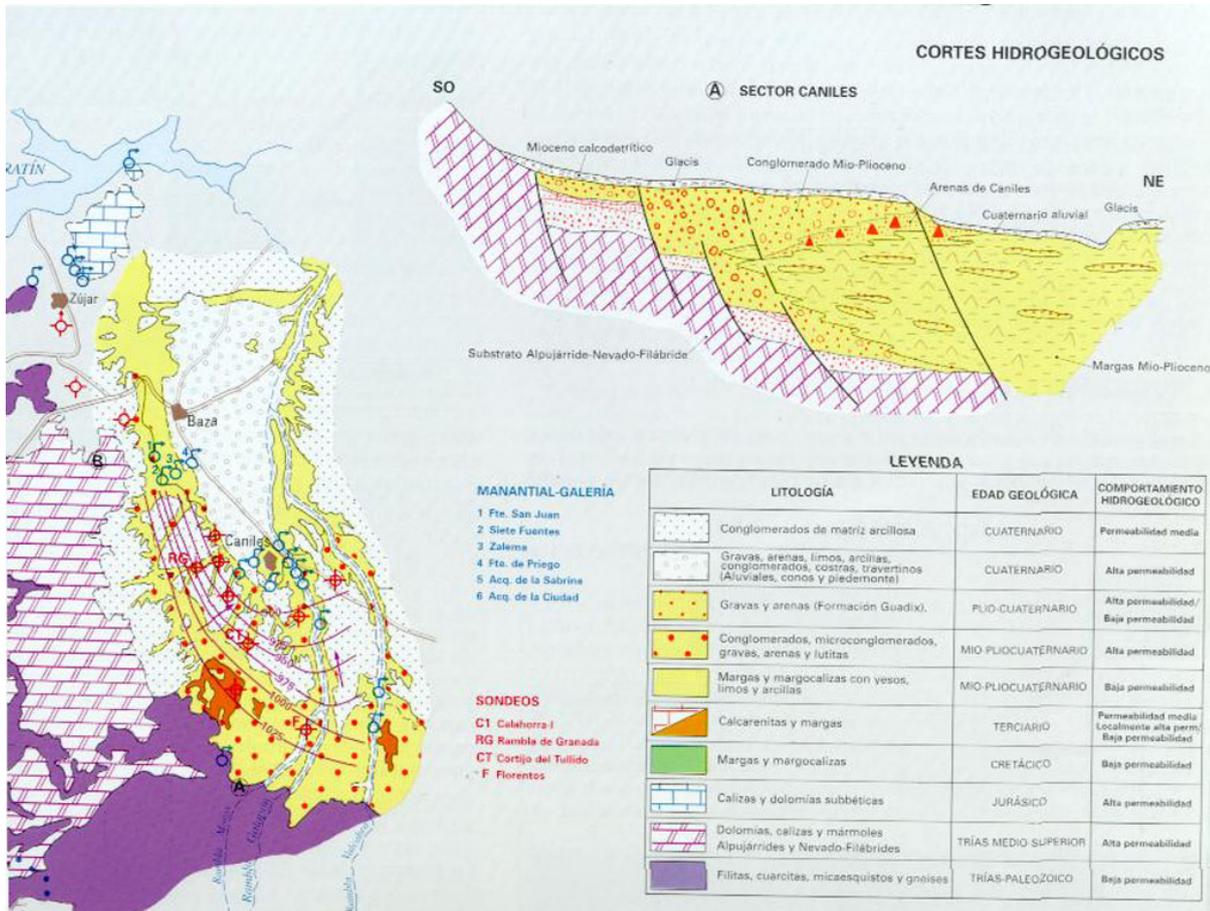
Isopiezas	Año	Nº de puntos	Nivel piezométrico (m.s.n.m.)		Diferencia (máx-min) (m)	Rango de oscilación estacional (m)	Sentido de flujo	Gradiente ⁽¹⁾
			máx.	min.				
De referencia	1972/1973	4	962,17	900,24	61,93	De -1,44 a 2,47	(*)	(*)
Actuales estiaje	2004/2005	8	1059,46	909,9	149,56	De -3,03 a 2,63	(*)	(*)
Actuales per. Húmedo	2004/2005	8	1059,92	916,34	143,58		(*)	(*)
De año seco	1993/1994	9	1053,34	888,52	164,82	De -1,43 a 0,25	(*)	(*)
De año húmedo	1995/1996	10	1054,53	885,26	169,27	De -2,34 a 2,69	Norte-Noroeste	0,029

(1) Gradiente medio en el sentido del flujo principal, (*) No se disponen de suficientes piezómetros para su determinación

Isopiezas año húmedo (1995-1996)

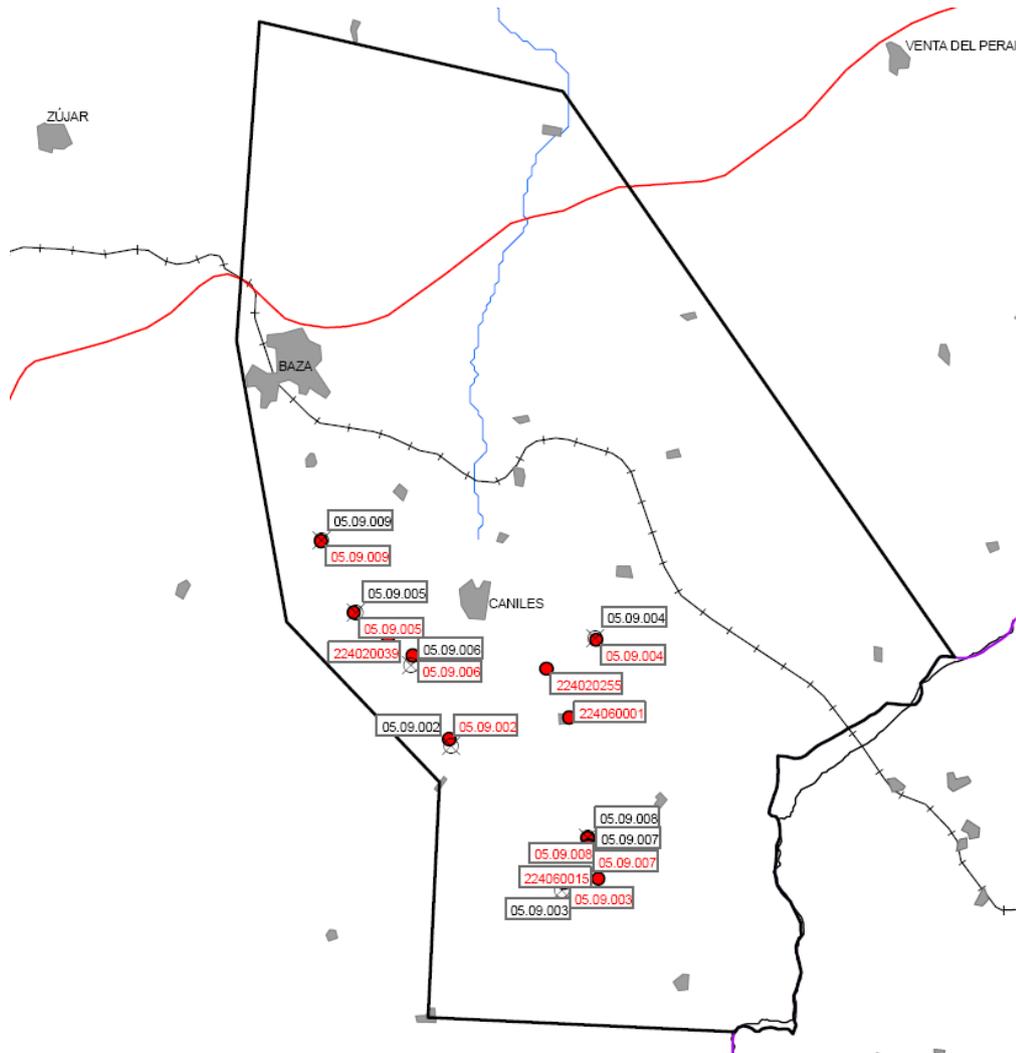


Origen de la información: Caracterización adicional

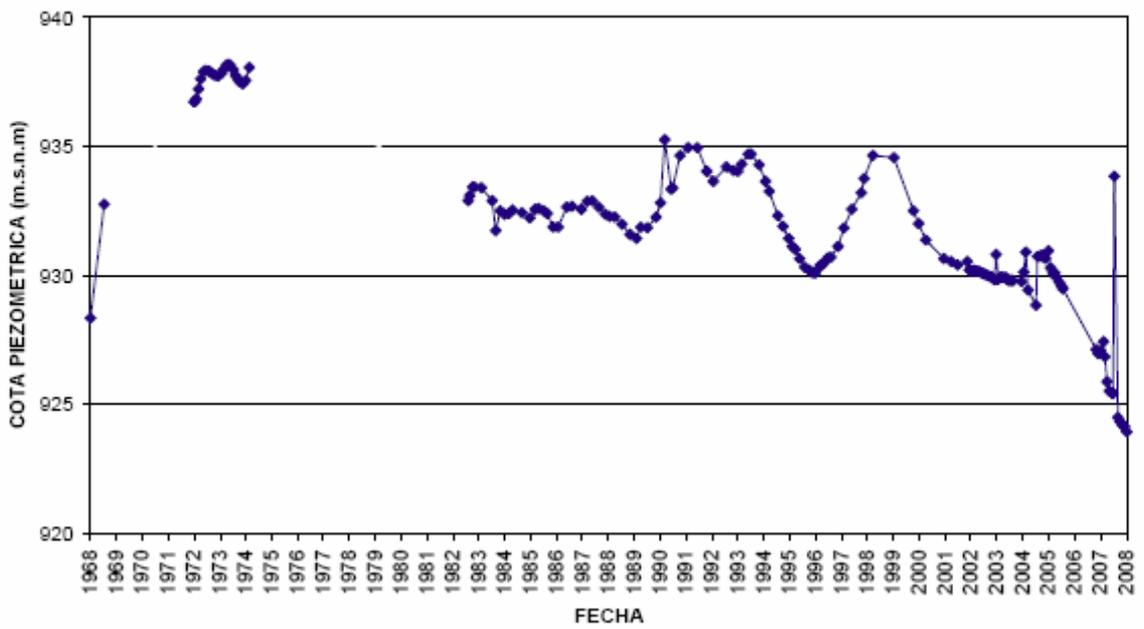


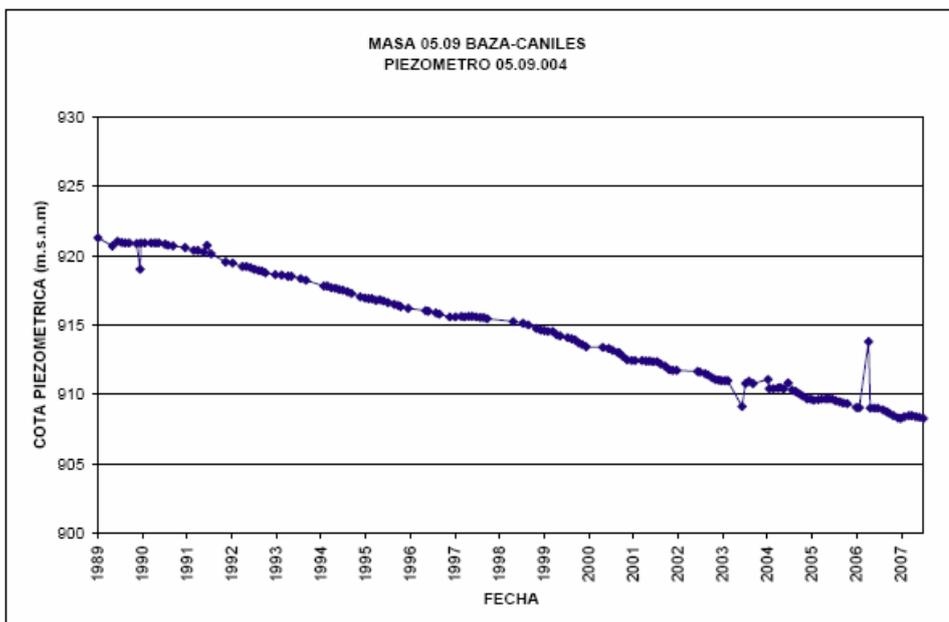
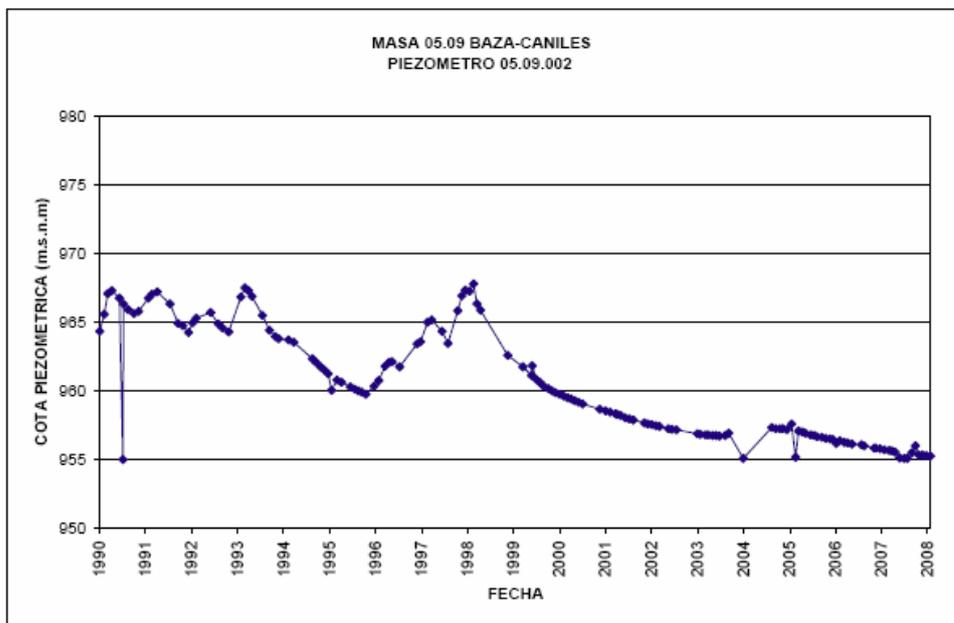
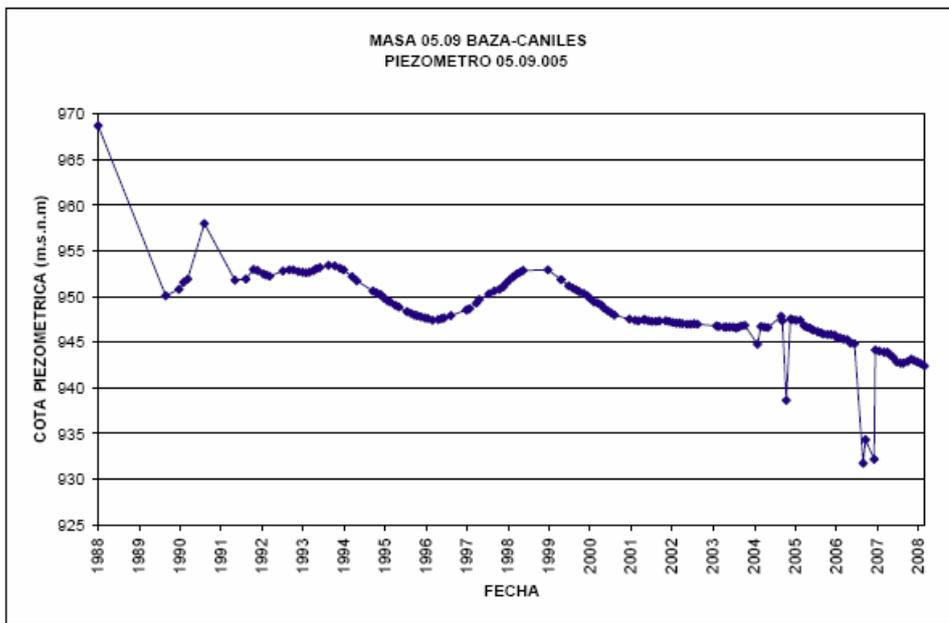
Fuente: Atlas Hidrogeológico de Andalucía (IGME- Junta de Andalucía, 1998)

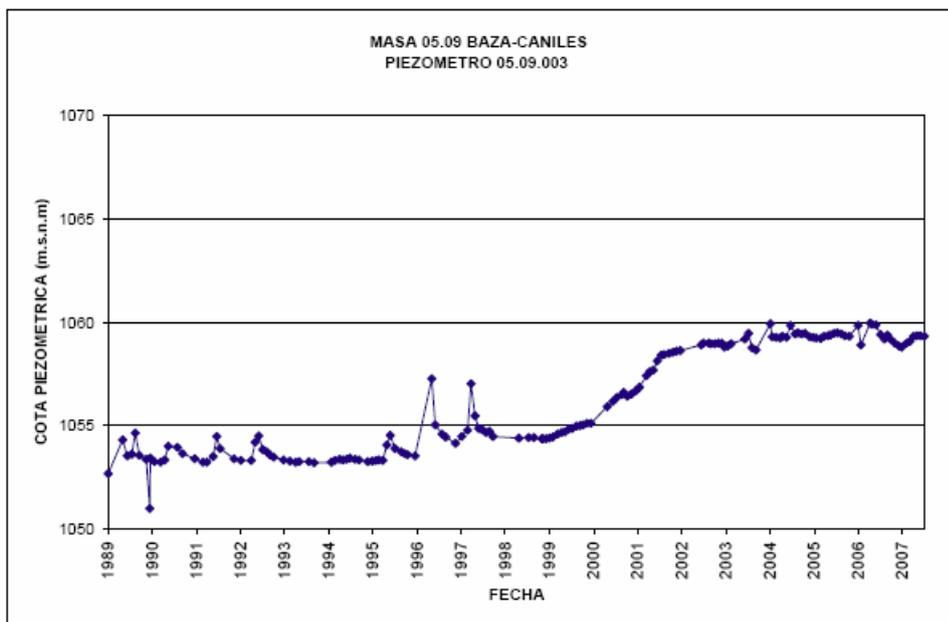
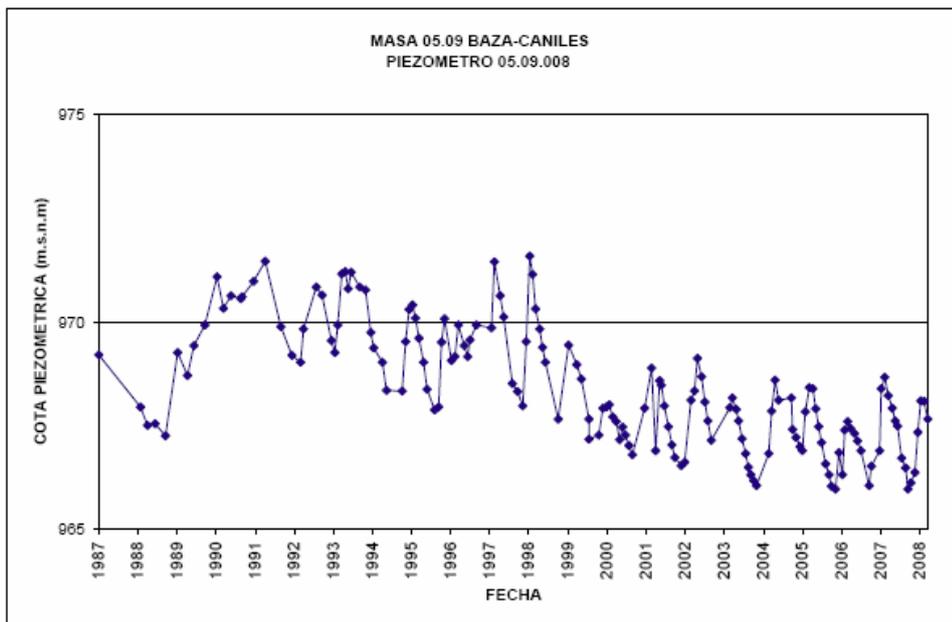
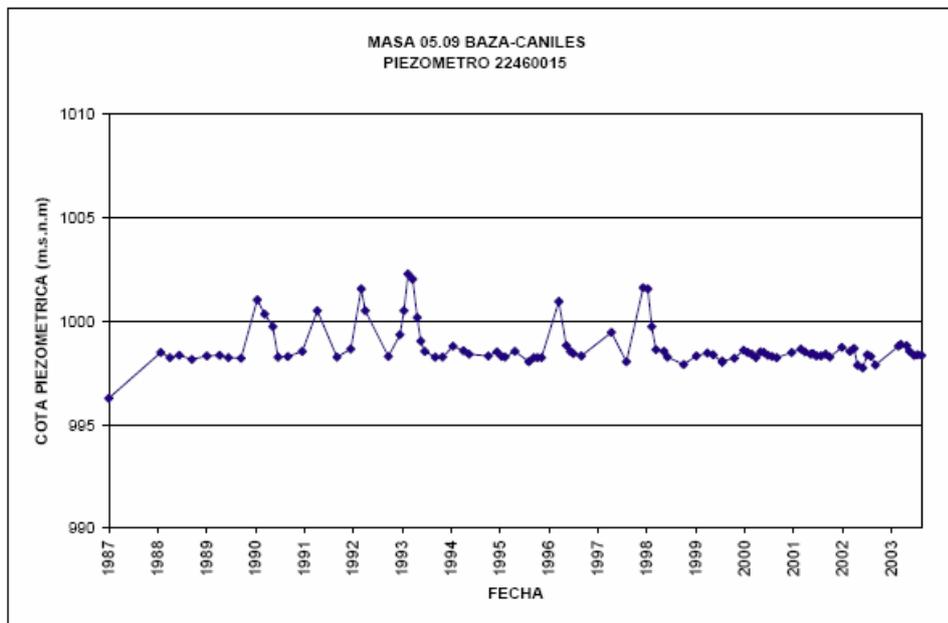
GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN



MASA 05.09 BAZA-CANILES
PIEZOMETRO 05.09.009







INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Se trata de una masa de agua detrítica con permeabilidad por porosidad intergranular. Tiene una superficie permeable de unos 190 km² distinguiéndose fundamentalmente dos subunidades acuíferas cuya edad y geometría son diferentes:

-Miopliocena: Su superficie de afloramientos permeables es de 155 km² y su espesor medio del orden de 200-300 m aunque presenta variaciones significativas de unos sectores a otros, desde 100-150 m en los alrededores de Baza, a más de 500 m en el entorno de Caniles. Está constituida por dos conjuntos hidrogeológicos diferentes: uno de edad Mioceno de origen marino y otro de edad Plioceno a Pleistoceno de naturaleza continental, resultado del depósito de diferentes abanicos aluviales.

-Cuaternaria: Su superficie de afloramientos es de 35 km² y su espesor medio de 20 m.. Se trata de un acuífero libre constituido por gravas con matriz lutítica y arenas limosas. Corresponde a los depósitos de llanura de inundación y antiguas terrazas que ocupan la margen izquierda del río Baza y los cauces de los ríos Gállego, Galopón y Valcabra. En cabecera tienen continuidad con los materiales detríticos del acuífero mioplioceno, mientras que hacia el centro de la cuenca quedan individualizados por las margas de la Formación Baza.

La alimentación se produce por infiltración del agua de lluvia, por infiltración de la escorrentía generada sobre las cuencas impermeables vertientes a dichos afloramientos y por aporte subterráneo desde el sector oriental de la Sierra de Baza. Las descargas se producen a través de los manantiales, mediante extracciones por bombeo, descarga subterránea de la subunidad acuífera Miopliocena a la Cuaternaria a través de los aluviales de los ríos Gállego, Galopón y Valcabra y subterránea hacia los materiales pliocuaternarios del sector noroccidental (incluidos en la masa de agua 05.11 Sierra de Baza). La piezometría de la subunidad Miopliocena está condicionada por las principales descargas de la masa. Estas descargas, a excepción de la más septentrional (Fuentes de San Juan) se sitúan en los arroyos que de norte a sur pueblan la masa. Una nueva interpretación de la piezometría y direcciones de flujo considera conjuntamente el sector oriental de la masa de agua 05.11 Sierra de Baza y la subunidad acuífera Miopliocena. Esta nueva interpretación supone la existencia de una divisoria hidrogeológica en la margen izquierda del río Gállego que entroncaría hacia el sur con los afloramientos del sustrato mioplioceno margoso, condicionando la existencia de dos sectores, uno suroriental y otro noroccidental.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL MEDIO RECEPTOR

	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. (µmhos/cm)	992	32600	225
pH	7,8	8,5	6,9
CO ₃ H	272	1140	25
SO ₄	207	2520	9
NO ₃	7	40	0
Ca	133	991	1
Mg	39	355	2
Cl	41	372	0
Na	24	312	1

Fuente: Normas de Explotación 2001

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero						Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<input checked="" type="checkbox"/>	Litología: Calizas, dolomías, calcarenitas gravas y arenas (Inf. Ad. 1) Espesores: 100-200 (Inf. Ad. 1) Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)
Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	
Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input checked="" 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) 	6 200 9,4 x 10 ⁻³	 60	40 1.100 2,5 x 10 ⁻³

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	c	n	m	(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	sp	e	m	
Este	c	n	m	
Oeste	c	n	m	

Observaciones: La información hidrogeológica está actualizada en la Tesis Doctoral de Antonio Gonzalez (Hidrogeología de los acuíferos kársticos de la Sierra de Pegalajar y Mojón Blanco (Jaén), 2007). La recarga se plantea en el acuífero Mioceno de Mancha Real, donde ya existen dos experiencias de Recarga Artificial realizadas por el IGME mediante los sondeos denominados de "La Barrena".

La capacidad de almacenamiento subterráneo fue evaluada en 3 hm³, almacén que de contemplarse lleno, serviría como reserva estratégica para el municipio de Mancha Real en periodos de sequía.

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	Embalse 2	Canal 1	Escorrentía
Nombre (código):	Quebrajano	Víboras		
Ref. estación aforo:	5039	5108		
Capacidad embalse (hm ³)	32	19	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	10,4 hm ³ /año	6,3 hm ³ /año		
- máxima	31,5	6,3		
- mínima	0	6,3		
Año o Periodo medida:	1976-2006	2004-2006		
	Total Aportación natural media anual (A): 16,7 hm³/año Total Caudal medio anual (Q):			

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):
Comentario:

<i>(2) Distribución media mensual: Q(m³/s)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Emb. Quie.	0,1	0,5	1,4	2	2,4	1,9	1,1	0,9	0,2	0	0	0
Emb. Víboras	0,4	0,2	0,5	0,5	0,8	2,7	0,8	0,9	0,1	0	0	0
Canal 1												
Escorrentía												
Comentario: Unidades en m ³ /s												
Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1			EDAR 2			EDAR 3			EDAR 4		
Nombre (código):												
Municipios conectados:												
Población (hab):				-			-					
Tipo de tratamiento:	Primario			Secundario			Terciario			Complementario		
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 type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/> <u>Comentario:</u> En la actualidad, no se contempla la recarga con aguas depuradas.												
<i>(4) Distribución media mensual (m³)</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"/> 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

- Agua de recarga:
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos). Hay abundante información sobre el agua de recarga teórica procedente del conjunto Quebrajano-Víboras. (Inf. Ad. 4)
- Agua del medio receptor
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos). Existe abundante información sobre el agua del acuífero receptor. (Inf. Ad. 4)
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
 - Buena Regular Media

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES
Superficial	Profunda	<u>Estudios previos de caudales</u> <input checked="" type="checkbox"/>
Balsas <input type="checkbox"/>	Sondeos <input checked="" type="checkbox"/>	- ITGE (2000). Plan de integración de los recursos hídricos subterráneos en los sistemas de abastecimiento público de Andalucía. Sector de acuíferos en relación con el abastecimiento de Mancha Real-Pegalajar (Jaén). Nueva experiencia de recarga artificial en el acuífero de Mancha Real (Jaén).
Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>	- Rubio Campos et al. 1995. Resultados de la experiencia de recarga artificial seguida por el ITGE en el acuífero de Mancha Real. VI SIMPOSIO de Hidrogeología. Hidrogeología y recursos hidráulicos Vol. XXI: 147-157. Asociación Española de Hidrología Subterránea. Sevilla.
Zanjas <input type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	Estudios previos del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>
Canales <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	Otros estudios
Cauces <input type="checkbox"/>		<u>Planta de recarga</u> <input checked="" type="checkbox"/>
Represas <input type="checkbox"/>		Las experiencias de recarga se realizaron con aguas del manantial de Los Charcones, con objeto de comprobar la capacidad de admisión, el comportamiento hidráulico de los diferentes horizontes litológicos del acuífero y el volumen admisible.
Otros <input type="checkbox"/>		Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/>
		o Canal:
		o Azud:
		o Otros:
		Otras infraestructuras:

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica: Viabilidad Alta (dependiendo de la construcción de la conducción prevista que enlazará el sistema Quebrajano-Víboras, con la margen derecha del río Guadalbullón) hasta Mancha Real.
- Económica: Viabilidad Alta (tras la realización de la conducción prevista).
- Legal o administrativa: Viabilidad Alta

El acuífero Mioceno de Mancha Real constituye un almacén acuífero que reúne las condiciones para ser utilizado en operaciones de recarga artificial. Parte de sus reservas ya han sido utilizadas en numerosas ocasiones en situaciones de emergencia. Por tanto, el problema deriva de la disponibilidad de recursos para la recarga. Sin embargo, la futura construcción del Canal del Quebrajano – Víboras permitiría disponer de los recursos requeridos. El volumen a recargar sería inferior, siempre, a los 3 hm³/año. Existen numerosas publicaciones en las que se detallan las experiencias de recarga ya realizadas por el IGME en el acuífero de Mancha-Real. La última se puede consultar en el Boletín Geológico y Minero de España, en el nº 120 de abril-junio de 2009.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES**INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA****Columna litológica tipo:**

Litología	Extensión de afloramiento (Km ²)	Rango de espesor (m)		Edad
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos	0,28			Jurásico
Margas y margocalizas	11,44	70		Cretácico inferior
Calizas bioclásticas y arenosas		180	300	Cretácico superior
Arcillas, margas, areniscas, yesos y dolomías. Unidad olistostrómica, calcarenitas, materiales detríticos conglomeráticos. Travertinos	37,5			Mioceno
			<30	
		30	120	
Glacis, derrubios de ladera y depósitos aluviales	24,78			Cuaternario

Fuente: Caracterización adicional

Descripción geológica:

La MASb 05.19 Mancha Real-Pegalajar está conformada por sedimentos pertenecientes al dominio estratigráfico denominado "Prebético de Jaén" que se sitúa en el borde septentrional de los afloramientos de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas, en contacto con los materiales de la Depresión del Guadalquivir.

El Prebético de Jaén comprende afloramientos aislados, localizados al oeste de la falla de Tíscar, formados por términos del Cretácico, que dan relieves calizos muy singulares y elevados en las proximidades del límite entre Zonas Externas y la Cuenca del Guadalquivir. La deformación cada vez más intensa que se desarrolla en este sector suroccidental del Prebético es la responsable de la aloctonía de este conjunto que cabalga hacia el norte, sobre el complejo Olistostrómico del Guadalquivir, siendo cabalgado a su vez por el Subbético.

Por otra parte estos pequeños afloramientos, desconectados entre si por accidentes tectónicos, no corresponden al mismo dominio paleogeográfico, ya que sus facies, mayoritariamente del Cretácico, son a veces muy diferentes. Los más orientales, los de la Cueva del Aire y Golondrina (cerca de Jódar), muestran sucesiones idénticas a las de la parte central de la Sierra de Segura, mientras que hacia el oeste, desde el Aznatín (al noroeste de Abanque de Úbeda) hasta la Peña de Jaén (en la misma ciudad) presentan facies marinas más abiertas y potentes, constituidas fundamentalmente por margas y margocalizas hemipelágicas en el Cretácico inferior y carbonatos de plataforma abierta en el Cretácico superior.

La estructura de la Serrezuela de Pegalajar, consiste en un anticlinal de dirección general N40E buzante hacia el suroeste, cuyo flanco noroccidental aparece muy verticalizado, pudiendo incluso presentar inversiones, y con un flanco suroriental con buzamientos más suaves, en torno a los 30°. La estructura se complica mediante una serie de fracturas perpendiculares a la dirección del pliegue principal que provocan desplazamientos y hundimientos en el eje del anticlinal. En la mitad meridional, aparece una fractura subparalela a la directriz principal en la que afloran los materiales margosos del Cretácico inferior. El flanco noroccidental de la Serrezuela de Pegalajar cabalga los niveles carbonatados del Serravaliense.

La Sierra de Mojón Blanco cabalga a la de Pegalajar, afectando a los materiales miocenos que recubren el valle que separa ambas sierras. Esta sierra corresponde en términos generales a una gran estructura monoclinial replegada, con el flanco septentrional con fuertes buzamientos, lo que es general en ambas estructuras, mientras que en los flancos meridionales los buzamientos son suaves.

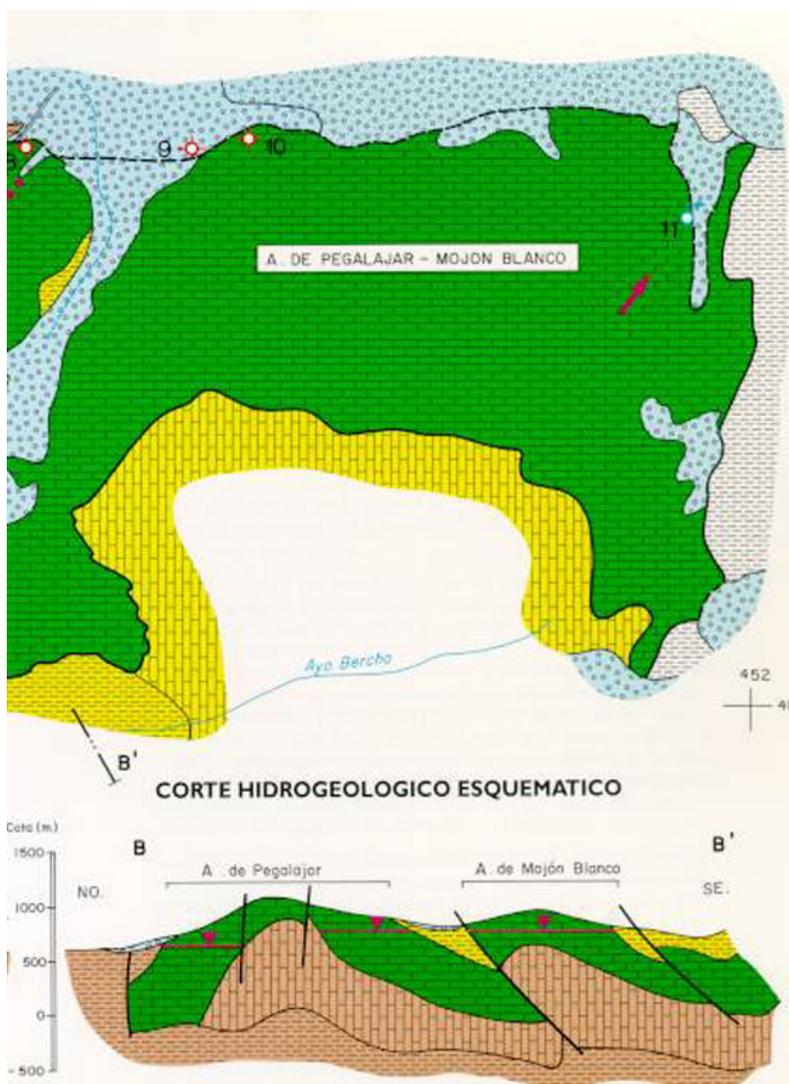
INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA

Isopiezas	Año	Nº de puntos	Nivel piezométrico (m.s.n.m.)		Diferencia (máx-min) (m)	Rango de oscilación estacional (m)	Sentido de flujo	Gradiente ⁽¹⁾
			máx.	min.				
De referencia								
Actuales estiaje	2006/2007	4	794,69	623,58	171,11	De -0,92 a 4,6	(*)	(*)
Actuales per. húmedo	2006/2007	4	793,49	614,47	179,02		(*)	(*)
De año seco	2004/2005	4	822,47	614,04	208,43	De -11,48 a 4,8	(*)	(*)
De año húmedo	1996/1997	4	800,03	597,7	202,33	De -5,23 a 10,11	(*)	(*)

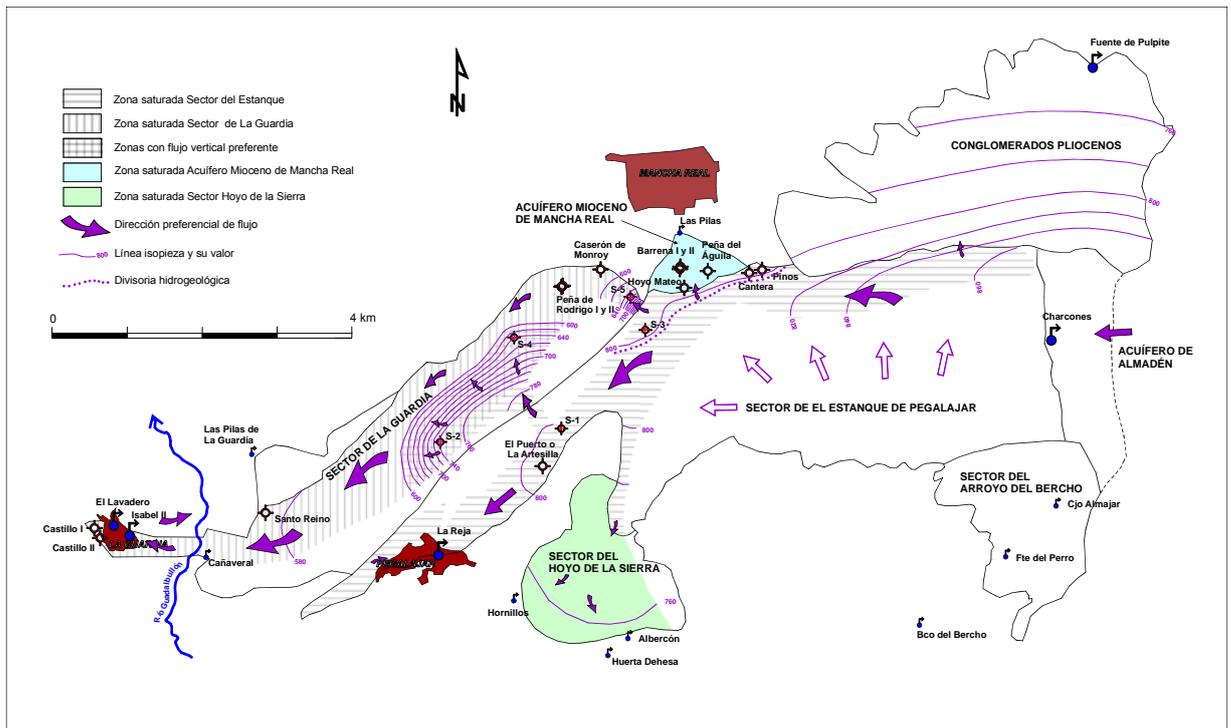
(1) Gradiente medio en el sentido del flujo principal

(*) No se disponen de suficientes piezómetros para su determinación

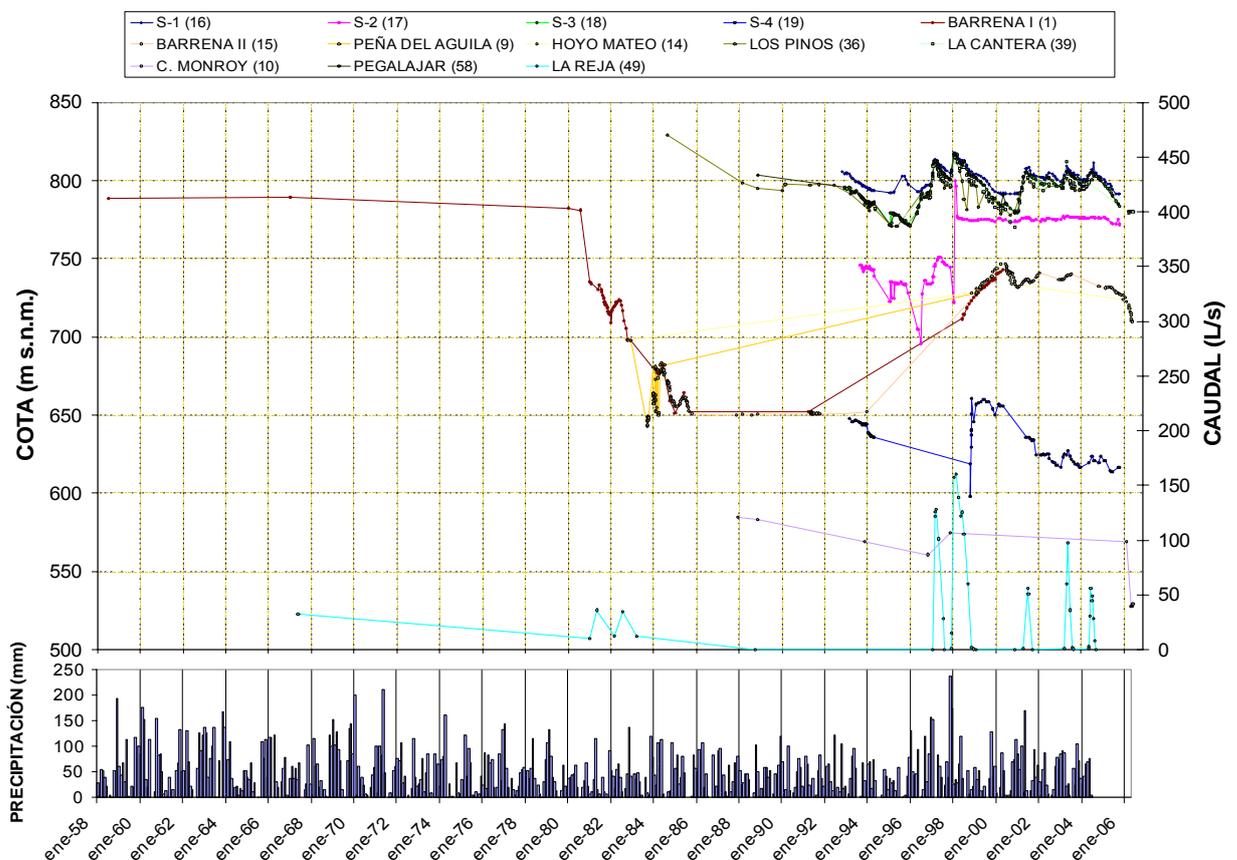
Fuente: Caracterización adicional



Fuente: Caracterización adicional



GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN



Fuente: Gonzalez Ramón, A. 2008. Hidrogeología de los acuíferos kársticos de la Sierras de Pegalajar y Mojon Blanco. IGME, Serie: Tesis Doctorales (14), 304 pp.

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Se trata de una masa de agua carbonatada, permeable por fisuración-karstificación y en general con carácter libre. Tiene una superficie de materiales permeables carbonatados de 28 km² con potencias del orden de 300 metros. Los materiales margosos del Cretácico inferior constituyen el sustrato impermeable principal; dentro del Cretácico superior se pueden diferenciar los materiales del Cenomaniense inferior que consisten en una serie básicamente caliza pero en la que se intercalan niveles de calizas margosas, margocalizas y margas que restan permeabilidad al conjunto; en cambio el Cenomaniense superior-Senonense, está formado por un conjunto de calizas y dolomías masivas de alta permeabilidad que constituyen el acuífero más importante de la masa. Los materiales Prebéticos cretácicos aparecen como grandes bloques embutidos entre las margas y arcillas de la Unidad Olistostrómica, este hecho ocasiona que sus bordes se encuentren muy tectonizados y, por otra parte, perfectamente definidos. El límite noroccidental de la Sierra de Pegalajar, aparece como un borde de fractura, en el que la disposición de las capas es vertical llegando a invertirse en algunas zonas. La morfología resultante asegura un borde impermeable en el que no hay posibilidad de comunicación hídrica con otras unidades cercanas. Sólo la existencia de los depósitos aluviales del Río Guadalbullón en la esquina suroccidental podría permitir un drenaje oculto hacia ellos. El borde meridional está definido en casi toda su extensión por el afloramiento de margas del Cretácico inferior a excepción del sector de la Hoya de la Sierra, donde las margas miocenas recubren los carbonatos cretácicos que podrían llegar a ponerse en contacto con los carbonatos subbéticos de la masa de agua de Almadén (05.20), existiendo la posibilidad de comunicación hídrica entre ambos, aunque de escasa cuantía caso de existir. El borde oriental aparece recubierto por margas miocenas que ocultan una posible relación con los carbonatos subbéticos de la masa de Almadén, desde donde podrían existir aportes ocultos. El borde septentrional es el más complejo, por un lado los datos geofísicos apuntan hacia la continuidad de los carbonatos bajo los materiales pliocenos en la zona nororiental. Inmediatamente al sur de Mancha Real se sitúa el Acuífero Mioceno Intermedio, que también ha sido denominado Acuífero Mioceno de Mancha Real o Compartimento de las Barrenas. Este acuífero está formado por un paquete de carbonatos y calcarenitas miocenas situado bajo un recubrimiento de conglomerados pliocuaternarios y en contacto con los carbonatos cretácicos. La alimentación se produce exclusivamente a partir de la infiltración de las precipitaciones, que tienen lugar sobre los afloramientos carbonatados. La descarga se produce a través de diversos manantiales, de salidas ocultas hacia los materiales Pliocenos y Miocenos adosados a los bordes y especialmente por bombeos en los diversos sondeos existentes.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL MEDIO RECEPTOR

	<i>Medio</i>	Máximo	Mínimo
Cond. (µmhos/cm)	457	894	334
pH	7,7	8	7,4
CO ₃ H	219	297	120
SO ₄	29	211	3
NO ₃	10	37	0
Ca	65	91	46
Mg	14	59	5
Cl	15	105	2
Na	11	58	2

Fuente: Normas de Explotación 2001

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA DE RECARGA



Instituto Tecnológico
Geomínero de España

De Laboratorio Aguas - a División de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Bono de envío nº 98 | 818
Referencia de Laboratorio 21
Referencia de envío (Ident. de la muestra) GRANADA-21
Fecha de entrega a Laboratorio 02 07 98

Nº DE REGISTRO			Fecha de toma			Fecha de análisis			Prof. Toma			Nº Muestra			Minutos prueba											
19324			25 06 98			18 11 98						73														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18									
MT	D.G.O.	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca																	
		13	6	7	188	0	3	4	6	59																
33	34	37	38	42	43	47	48	51	52	54	55	58	59	63	64	67	68									
K			pH			Conductividad 20°C (1)			R.S. 100°C			NO ₂			NH ₄			F ₂			Temp. en campo					
			7.6			389						000			000			000			143					
73	76	77	79	80	85	86	91	92	95	96	99	100	103	104	107	109	109									

B	F	U	Br	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cr										
111	115	118	119	120	122	124	127	128	131	132	135	136	139	140	143	144	147	148	151
Ni	Cd	As	Sb	Se	Al	CN	Delgaditas	Hg											
152	155	158	160	161	164	168	169	172	173	176	177	180	181	184	185	189			

Pérola			H.A.P.			Pélagidos total			Radioactividad ALFA (2)			Radioactividad BETA (2)		
190	194	196	200	201	207	208	212	218	216	217	221	222	225	
Elemento 1			Elemento 2			Elemento 3			Elemento 4			MAINT.		
												258		
236 237			238 239			234 235			236 241					
242 243			244 249			250 251			252 257					

El Jefe de Laboratorio:	RECIBIDO D.A.S.	Vº Bº	Recibido Gabinete Informática
<i>[Firma]</i>			

INDICACIONES

- Cualquier modificación en los datos de base, comunicarlo en ficha de punto de agua
 - Se indicará si hay datos en la 2ª parte de la ficha con 0 ó si
 - El punto decimal está representado por (.) Las demás determinaciones serán redondeadas a número entero, ajustándose a la última casilla de la derecha de cada campo.
 - Las determinaciones serán expresadas en mg/l, excepto: (1) en µMn (2) en µCM
 - Eventualmente, el contenido específico de cada pélagido será expresado en OBSERVACIONES.
 - H.A.P. = Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
- Prof. Toma
- Profundidad de la toma de muestras en metros

OBSERVACIONES: LOS CHARCONES.....

.....

.....

.....

.....

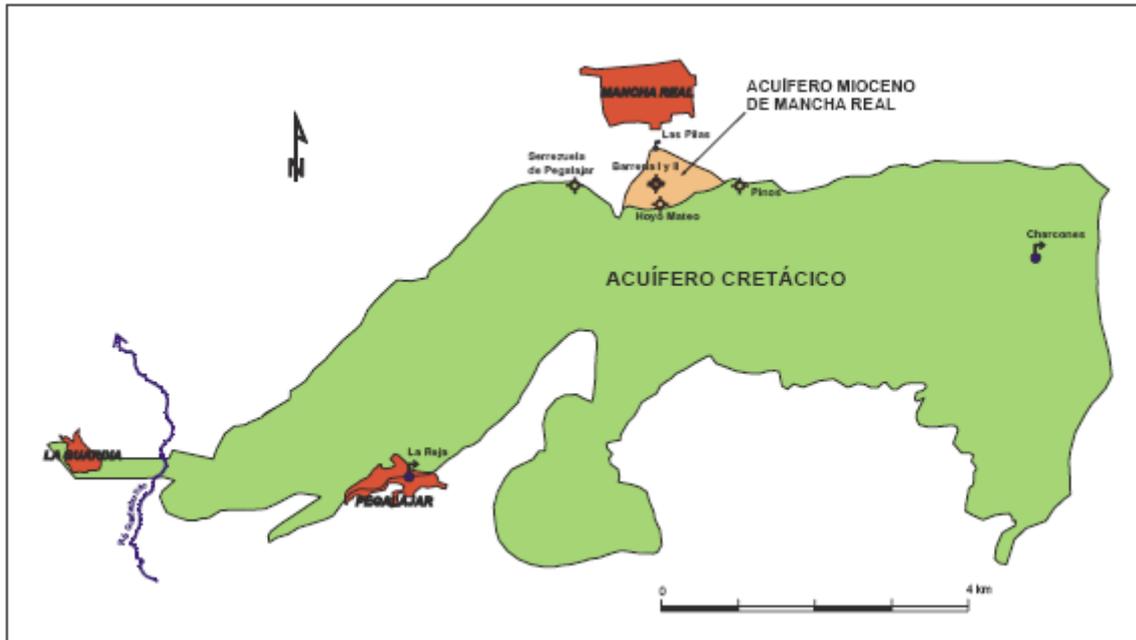
.....

.....

INFORMACIÓN ADICIONAL 5: RESUMEN DE LA EXPERIENCIA DE RECARGA

Al sur de Mancha Real se localiza un acuífero kárstico, constituido por carbonatos prebéticos del cretácico. Tiene una extensión de afloramientos permeables de 27,4 km² y sostiene el abastecimiento de los tres municipios situados en su entorno, Mancha Real, Pegalajar y La Guardia. El municipio de Mancha Real utiliza actualmente para su abastecimiento un volumen de agua de 1,2 hm³ anuales, del orden del 70 % del total bombeado en el acuífero.

La Masa de Agua Subterránea en la que se incluye el acuífero tiene declaración de sobreexplotación, motivada por la afección que las explotaciones de agua subterránea para abastecimiento produjeron al manantial de la Reja, situado en el casco urbano del núcleo de Pegalajar.



Esquema de acuíferos y puntos de agua relacionados con las operaciones de recarga

Adosado al acuífero cretácico, en su borde norte, existe otro pequeño acuífero formado por carbonatos y calcarenitas miocenas y materiales detríticos pliocuaternarios, que ha sido denominado acuífero Mioceno de Mancha Real. Tiene una extensión del orden de 1 km² y en él se ubicó el primer sondeo empleado para abastecimiento a Mancha Real. Este sondeo, denominado Barrena I, fue construido por el antiguo Instituto Nacional de Colonización (INC). Comenzó a explotarse en 1958, aunque fue durante los años 70 y 80 del pasado siglo cuando se utilizó con mayor intensidad. A mediados de los años 80 el nivel piezométrico en este acuífero había registrado un descenso de más de 137 m, y sus reservas estaban prácticamente agotadas. Su explotación continuó con bombeos medios muy moderados (5 L/s) hasta el año 1996 en que se abandonó por completo.

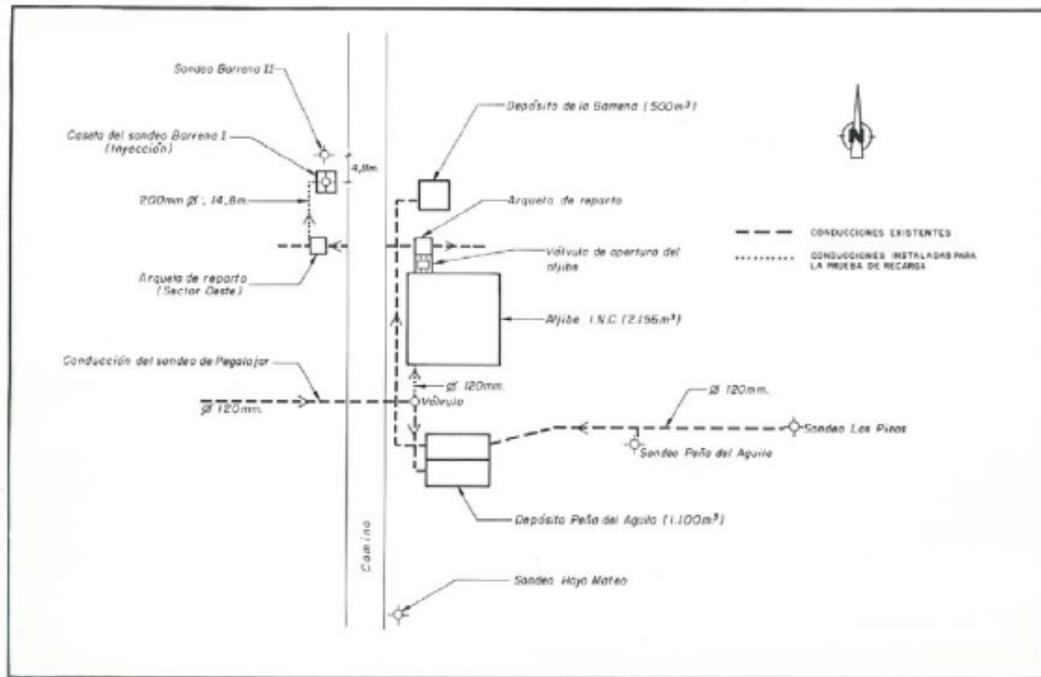
El núcleo de Mancha Real, también utiliza históricamente para su abastecimiento un manantial de la zona (manantial de los Charcones), del que dispone de una concesión limitada, y que, debido a la irregularidad de su caudal, tenía en los años noventa excedentes invernales. También existían excedentes invernales, en mayor cuantía, en un cauce situado a unos 10 km hacia el este, el río Torres.

Las experiencias de recarga artificial tuvieron como objetivo estudiar la capacidad de infiltración de la infraestructura de sondeos abandonada existente y el volumen de agua que el acuífero Mioceno de Mancha Real podría almacenar. El planteamiento era utilizar puntualmente los excedentes invernales del río Torres y del manantial de los Charcones como agua de recarga caso de construirse una instalación permanente. Para la inyección de agua en el acuífero se podía utilizar el antiguo sondeo abandonado de abastecimiento a Mancha Real (sondeo Barrena I).

Ensayos realizados

Los primeros ensayos se realizaron en mayo de 1991 y consistieron en dos cortas pruebas de inyección de 8 y 7 horas de duración con caudales que variaron entre 34 y 67 L/s. El intervalo entre ambas pruebas fue de 5 días. La inyección se realizó en el sondeo Barrena I y el control de niveles en el sondeo Barrena II situado a 4,8 m de distancia. El agua utilizada para la prueba provenía de uno de los sondeos ubicados en el acuífero cretácico que sólo se bombeaba en estiaje, el volumen total recargado en estas pruebas fue algo inferior a 3500 m³.

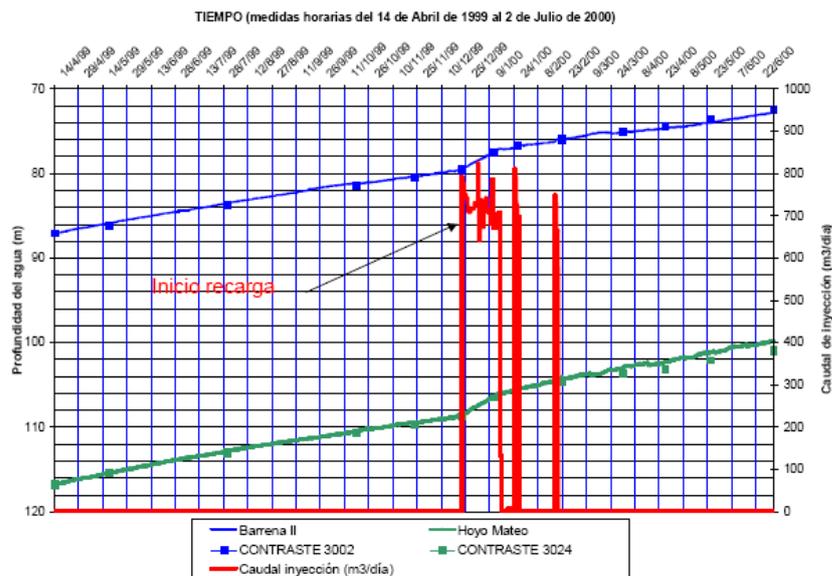
En diciembre-enero de 1999 se realizó un nuevo ensayo de inyección. En esta ocasión, la recarga efectiva duró 29 días, con un volumen inyectado de 20.900 m³. La metodología de inyección y seguimiento fue la misma que en los ensayos anteriores, con la diferencia de que se utilizó también un sondeo situado a 220 m de distancia para el control de niveles, el sondeo Hoyo Mateo. En ambos piezómetros se instalaron data logger con sensores de presión. La procedencia del agua de recarga fue la misma que en la prueba anterior. Una diferencia importante con los ensayos de 1991 es que como se había abandonado la explotación del acuífero, este fue lentamente recargándose y en 1999 presentaba el nivel piezométrico 84 m por encima del nivel medido en 1991. Hay que indicar que la recarga del acuífero Mioceno de Mancha Real se produce de un modo más o menos lineal, sin que se aprecie una especial incidencia por cambios en el régimen de las precipitaciones. Esto es debido a que el acuífero se encuentra semiconfinado y con una compleja relación con el acuífero cretácico y los materiales detríticos superpuestos, de donde procede su alimentación. El volumen de agua recargada de forma natural se ha calculado en tan solo 0,15 hm³ anuales.



Esquema de infraestructura hidráulica utilizada para recarga artificial en el acuífero Mioceno de Mancha Real

Resultados obtenidos

Los ensayos realizados en 1991 permitieron evaluar la gran capacidad de admisión de caudales del sondeo Barrera I, y confirmaron la existencia de una antigua infraestructura que podía fácilmente acondicionarse para su utilización en recarga artificial. También permitieron realizar una primera valoración de los parámetros hidráulicos del acuífero y del volumen de agua que sería capaz de almacenar. En el ensayo de 1999 se inyectó un caudal medio de 720 m³/día, con un ascenso total en el acuífero debido a la recarga del 2,61 m de media en los dos puntos controlados. La afección de la recarga en ambos puntos fue prácticamente inmediata. A partir de la información obtenida en los ensayos de recarga y de la información procedente de ensayos de bombeos previos, se deduce que parece existir una zona más permeable en el entorno de los sondeos de la Barrena que en el resto del acuífero mioceno, con transmisividades que se encuentran entre 800 y 1100 m²/día, si bien se constata una diferenciación vertical en la distribución de permeabilidades, con K en torno a 40 m/día para los 20 m finales de carbonatos, y alrededor de 10 m/día cuando el espesor saturado pasa a ser de 100 m. En el resto del acuífero la K varía entre 6 y 10 m/día con valores de T entre 200 y 600 m²/día. Los valores obtenidos para el coeficiente de almacenamiento se sitúan entre 2,5 y 9,4 x 10⁻³, que son valores característicos de acuíferos semiconfinados.



Evolución piezométrica en los sondeos Barrera II y Hoyo Mateo en el periodo abril de 1999 y junio de 2000.

El volumen de agua almacenable hasta una cota de agua de 650 m s.n.m., que es la mínima alcanzada históricamente, con el acuífero lleno hasta la cota del manantial de las Pilas (antiguo drenaje del acuífero), sería próximo a 3 hm³.

Conclusiones

El acuífero Mioceno de Mancha Real es un almacén de aguas subterráneas que puede perfectamente ser utilizado para recarga artificial. En los últimos tiempos, el gran desarrollo del regadío de olivar en la provincia de Jaén ha ocasionado que la práctica totalidad de los recursos disponibles de manantiales y ríos hayan sido captados para su uso agrícola. Las comunidades de regantes, con el apoyo de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir han construido enormes balsas superficiales que almacenan estos excedentes, con lo que ya no hay recursos en el entorno que pudieran utilizarse para recargar el Acuífero Mioceno.

El abandono de la explotación en el acuífero mioceno desde el año 1996 hasta el año 2000 produjo el llenado parcial del mismo. En el año 2000, la empresa que gestiona el abastecimiento a Mancha Real comenzó a explotarlo controladamente, con un volumen similar al de su recarga natural; esto permitió que los niveles piezométricos se mantuvieran equilibrados. La situación se sostuvo hasta el estiaje de 2006, en que como consecuencia de las modificaciones que se realizaron en la infraestructura del abastecimiento a Mancha Real, fue necesario utilizar de nuevo las reservas almacenadas en el Acuífero Mioceno. Gracias a esto Mancha Real pudo solventar un grave problema de suministro temporal.

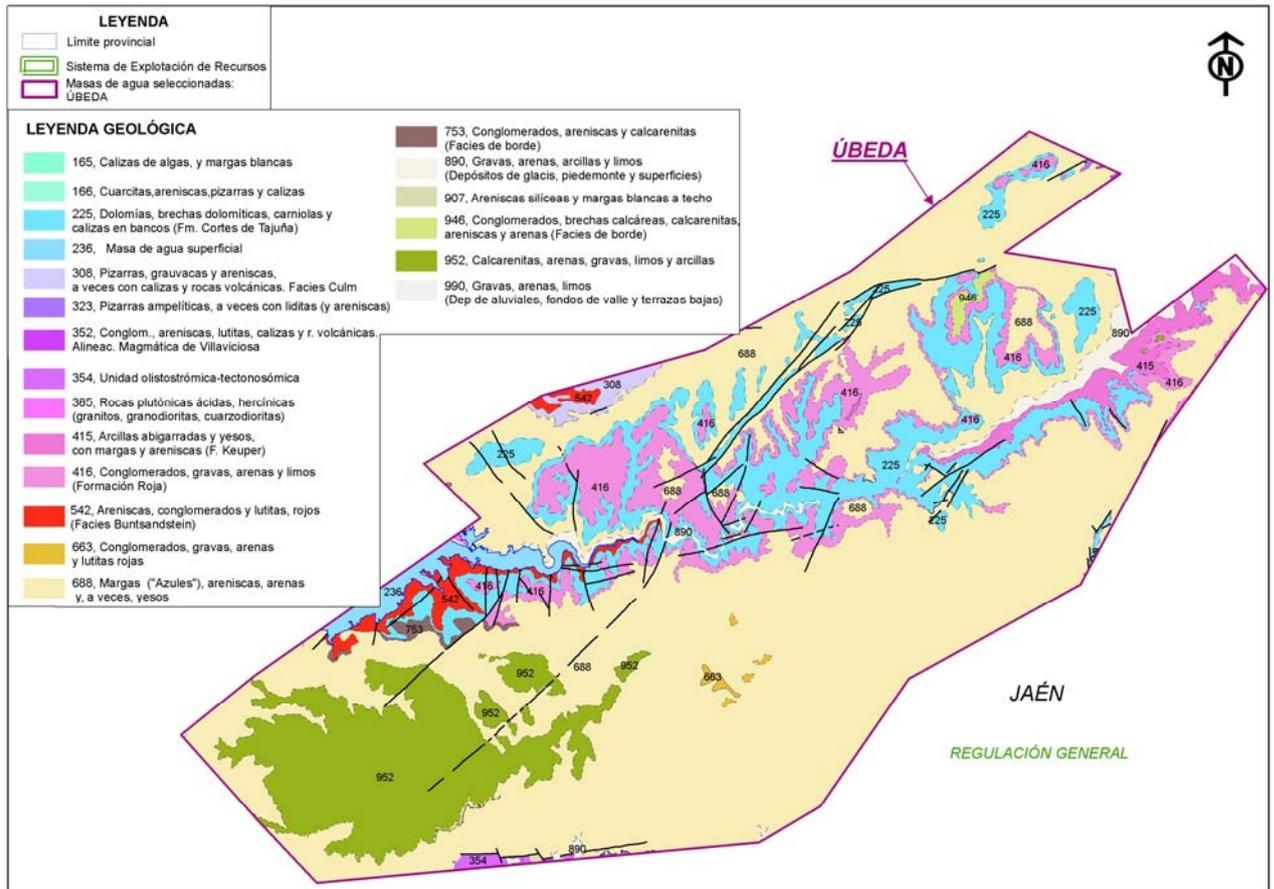
El acuífero mioceno, si se deja recuperar, es un estupendo almacén que ya ha demostrado que puede solucionar perfectamente emergencias puntuales en el abastecimiento a Mancha Real. En esta línea debe planificarse su utilización futura, ya que la realización de recarga artificial parece hoy en día inviable pues no existen excedentes a utilizar en su entorno.

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05. S7 REGULACIÓN GENERAL	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.23 ÚBEDA
---	---	---

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

<u>Comunidades Autónomas:</u> ANDALUCÍA <u>Provincias:</u> Jaén	<u>Municipios:</u> Baeza, Beas de Segura, Begíjar, Canena, Castellar, Iznatoraf, Cazorla, Chilluevar, Ibro, Iznatoraf, Navas de San Juan, Rus, Sabiote, Santiesteban del Puerto, Santo Tomé, Sorihuela del Guadalimar, Torreperogil, Úbeda, Villacarrillo y Villanueva del Arzobispo
--	--

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

La importante explotación por bombeo a la que está sometida esta masa de agua subterránea sustenta el riego de algo más de 20.000 ha de olivar, además de apoyar el abastecimiento a la población, contribuyendo al mantenimiento económico de esta región. La respuesta del acuífero al incremento de la explotación se está manifestando mediante el descenso de la superficie piezométrica y con un empeoramiento de la calidad del agua subterránea.

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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Acuífero carbonatado Jurásico de Úbeda

ACUÍFERO RECEPTOR

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 checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
Litología: Calizas y dolomías (Inf. Ad. 1) Espesores: 80 m (Inf. Ad. 1) <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.): (Inf. Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	1	2.200	28
	75	2.200	2.470
	1,3 x 10 ⁻⁵		1,5 x 10 ⁻¹
	327		560

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	c	n	bp	(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	c	n	bp	
Oeste	c	n	bp	

Observaciones: La MASb comprende dos acuíferos independientes y desconectados hidráulicamente. El acuífero del Mioceno es de carácter libre y de naturaleza detrítico multicapa y el Jurásico es de tipo carbonatado, con permeabilidad por fisuración y karstificación, y tiene carácter libre en sus afloramientos aunque se vuelve confinado hacia el sur conforme se hunde bajo las margas miocenas. En la zona de superposición de ambos acuíferos se les puede denominar como acuífero superficial o superior (al del Mioceno) y acuífero inferior o profundo (al del Jurásico), aunque ya se ha destacado la existencia de otros niveles acuíferos de menor entidad en las margas del Tortoniense y en el seno del propio Trías, considerado como impermeable basal. (Inf. Ad. 3)

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	Canal 1
Nombre (código):	Guadalquivir Arroyo María	Guadalimar Olvera	
Ref. estación aforo:	5001	5058	
Capacidad embalse (hm ³)	-	-	-
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	7,45 m ³ /s	12,86 m ³ /s	
- máxima	22,47	31,08	
- mínima	1,19	4,11	
Año o Periodo medida:	1931-2005	1949-1966	
Total Aportación natural media anual (A): Total Caudal medio anual (Q): 20,31 m³/s			

Disponibilidad hídrica estimada:

Comentario: El agua que se podrá utilizar provendría de los excedentes invernales de los ríos Guadalquivir o Guadalimar. En el segundo de éstos la infraestructura necesaria sería mucho menor. En todo caso, se requeriría la construcción de una planta de tratamiento de eliminación de finos, conducciones y sondeos de recarga. La recarga máxima sería del orden de 10 a 12 hm³/año.

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

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Guadalquivir (A. María)	5.27	4.39	4.15	5.55	7.52	6.59	5.64	6.21	8.50	12.71	13.37	9.12
Guadalimar (Olvera)	5.83	9.04	18.84	20.32	27.17	25.82	18.29	10.25	5.62	2.57	1.79	3.85
Canal 1												
Escorrentía												

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):				
Municipios conectados:				
Población (hab):		-	-	
Tipo de tratamiento:	Primario	Secundario	Terciario	Complementario
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 actualidad, no se contempla la recarga con aguas depuradas.

(4) Distribución media mensual (m^3)

	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 ($m^3/año$):

¿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: Abundante información del agua de recarga tanto del cauce del Guadalimar como del Guadalquivir
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos)
- Agua del medio receptor. Abundante información de numerosos Proyectos del IGME.
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (Inf. Ad. 4)
- 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 checked="" type="checkbox"/> IGME (2001 y 2005) Investigación hidrogeológica para establecer las posibilidades de realizar operaciones de recarga artificial en el acuífero carbonatado de la Loma de Úbeda. En los informes se señalan numerosos emplazamientos y numerosa información adicional con respecto a la recarga	
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 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

- Informe de viabilidad definitiva

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

El IGME ya ha realizado estudios previos sobre la viabilidad de las operaciones de recarga en este acuífero y actualmente sigue mejorando su conocimiento hidrogeológico. Se está finalizando un nuevo modelo de flujo calibrado mediante la información hidrogeológica de detalle generada en los últimos años. Existen recursos suficientes, consistirían en los excedentes invernales de la cabecera del Guadalquivir. Faltaría por construir la infraestructura y los sondeos de recarga.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES**INFORMACIÓN ADICIONAL 1. COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICAS****Columna litológica tipo:**

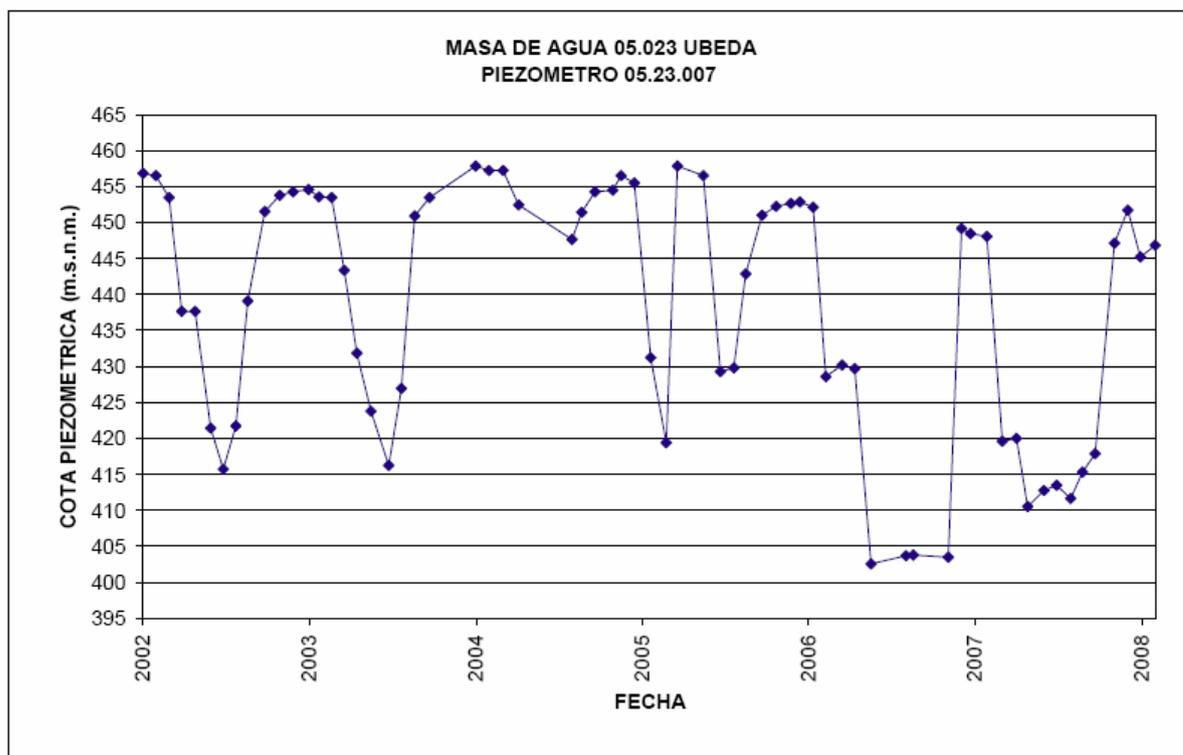
Litología	Extensión de afloramiento (Km ²)	Rango de espesor (m)		Edad
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
Serie alternante de filitas grises y cuarcitas, fuertemente plegadas	23,43	500	900	Paleozoico
Niveles conglomeráticos o areniscosos intercalados en arcillas	19,55	10	100	Triasico
Caliza dolomítica	135,03	30	50	Jurásico (Lias inferior)
Margas, areniscas y calcarenitas con intercalaciones margosas y conglomerados	957,91	100	500	Mioceno
Gravas, arenas, arcillas y limos, depositos de aluviales	37,08			Cuaternario

Descripción geológica:

La MASb 05.23 Úbeda está situada en el curso alto del Guadalquivir, entre los materiales del Zócalo Paleozoico, al norte y noroeste, los del Prebético de Cazorla al este y las Unidades Olitostromicas de la Depresión del Guadalquivir al sur, y está constituida por formaciones de la Cobertera Tabular de la Meseta: calizas, dolomías y margas del Trías, discordante sobre el Macizo Ibérico y sirve de base a la Cordillera Bética. Constituyen un sector de materiales triásicos apenas afectados por la tectónica de plegamiento, sobre los que cabalgan los materiales prebéticos. El Zócalo Paleozoico está formado básicamente por filitas intensamente plegadas, intruídas por un batolito granítico. Discordantemente sobre el zócalo aparece en disposición subhorizontal la cobertera posthercínica, compuesta por materiales triásicos, jurásicos y neógenos. El Jurásico aflora en el valle del río Guadalimar. Aparece en superficie subhorizontal o con suaves buzamientos hacia el sur-sureste (de entre 5 y 15 °), y reposa directamente sobre los materiales triásicos. Los materiales cuaternarios, escasamente representados, son de origen aluvial y están constituidos por arenas, limos y conglomerados, discordantes sobre cualquiera de los anteriores. Desde el punto de vista estructural, todos los materiales miocenos se disponen en forma tabular y subhorizontal, en general, con buzamientos de 5-10 ° hacia el sur, apoyándose de forma discordante sobre los restantes materiales más antiguos.

Fuente: Caracterización adicional

GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Se trata de una masa de agua compuesta por dos subunidades cuya edad, geometría y características hidrogeológicas son netamente diferentes y desconectadas en régimen natural:

- Subunidad del acuífero Carbonatado de la Loma de Úbeda: Este acuífero está constituido por las dolomías liásicas de la cobertera tabular de la Meseta. Los materiales triásicos constituyen el impermeable de base y el límite septentrional del acuífero. Hacia el sur se sumerge bajo los depósitos del Mioceno, que lo convierten en un acuífero cautivo y en carga a escasa distancia de sus afloramientos, debido a la naturaleza impermeable de las margas miocenas y a su espesor, de 200 a más de 500 metros, si bien a techo y muro albergan otros niveles productivos de menor interés acuífero.

Mientras que los niveles situados a techo de las margas constituyen un acuífero independiente de tipo libre y multicapa, los ya citados que se sitúan a muro estarían en continuidad hidráulica con el acuífero jurásico allí donde existan en profundidad. Por último cabe destacar que las propias margas pueden contener niveles detríticos arenosos de cierta permeabilidad y escasa continuidad lateral (tipo lentejonar), especialmente hacia su parte superior que aunque de mínimo interés para su captación pueden tener una importante incidencia en la calidad local del agua obtenida mediante sondeos. En ese mismo sentido hay que destacar la presencia de un acuífero multicapa y discontinuo en el seno del Trías, que al ser alcanzado mediante sondeos bajo el Jurásico produce igualmente alteraciones de la calidad del agua en el acuífero que nos ocupa.

Esta subunidad estaría limitada hacia el este por los cabalgamientos prebéticos que conforman el acuífero de Sierra de Las Villas, aunque cabe la posibilidad de que, en profundidad, esté en contacto con materiales acuíferos del Jurásico prebético, al menos localmente. Hacia el sur el límite lo marcarían las Unidades Olistostrómicas de la Depresión del Guadalquivir y hacia el oeste el acuífero desaparece progresivamente por acuñamiento.

El sustrato impermeable está constituido por los materiales arcillo- margosos triásicos, aunque ocasionalmente hay niveles de relativa productividad a techo y muro de los mismos, de naturaleza generalmente discontinua.

Los accidentes tectónicos que afectan al Jurásico pueden provocar desconexiones hidráulicas más o menos acusadas en el acuífero confinado y ocasionar compartimentaciones internas del mismo.

- Subunidad acuífera del Mioceno de Úbeda: Su espesor total de hasta 100 m, si bien los bancos permeables no suelen superar 20-30 metros. Se trata de un acuífero detrítico multicapa constituido por bancos de areniscas, areniscas margosas y calizas toscas o calcarenitas del Andaluciense, intercaladas en el seno de una formación esencialmente margosa.

Sus límites impermeables quedan definidos por el contacto con las margas azules del Tortoniense superior en todo su entorno, que constituyen a su vez el substrato impermeable y lo desconectan del acuífero confinado del Jurásico, aunque algunos sondeos ponen en contacto ambos niveles productivos al no estar convenientemente aislados mediante una adecuada cementación.

La masa de agua comprende dos acuíferos independientes y desconectados hidráulicamente. El acuífero del Mioceno es de carácter libre y de naturaleza detrítico multicapa y el Jurásico es de tipo carbonatado, con permeabilidad por fisuración y karstificación, y tiene carácter libre en sus afloramientos aunque se vuelve confinado hacia el sur conforme se hunde bajo las margas miocenas. En la zona de superposición de ambos acuíferos se les puede denominar como acuífero superficial o superior (al del Mioceno) y acuífero inferior o profundo (al del Jurásico), aunque ya se ha destacado la existencia de otros niveles acuíferos de menor entidad en las margas del Tortoniense y en el seno del propio Trías, considerado como impermeable basal.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL MEDIO RECEPTOR

	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. (μS/cm)	1070	3251	256
pH	7,8	8,5	7,2
CO ₃ H	306	582	140
SO ₄	190	1340	23
NO ₃	45	387	0
Ca	90	472	28
Mg	43	142	17
Cl	94	540	12
Na	102	433	5

Fuente: Normas de Explotación 2001

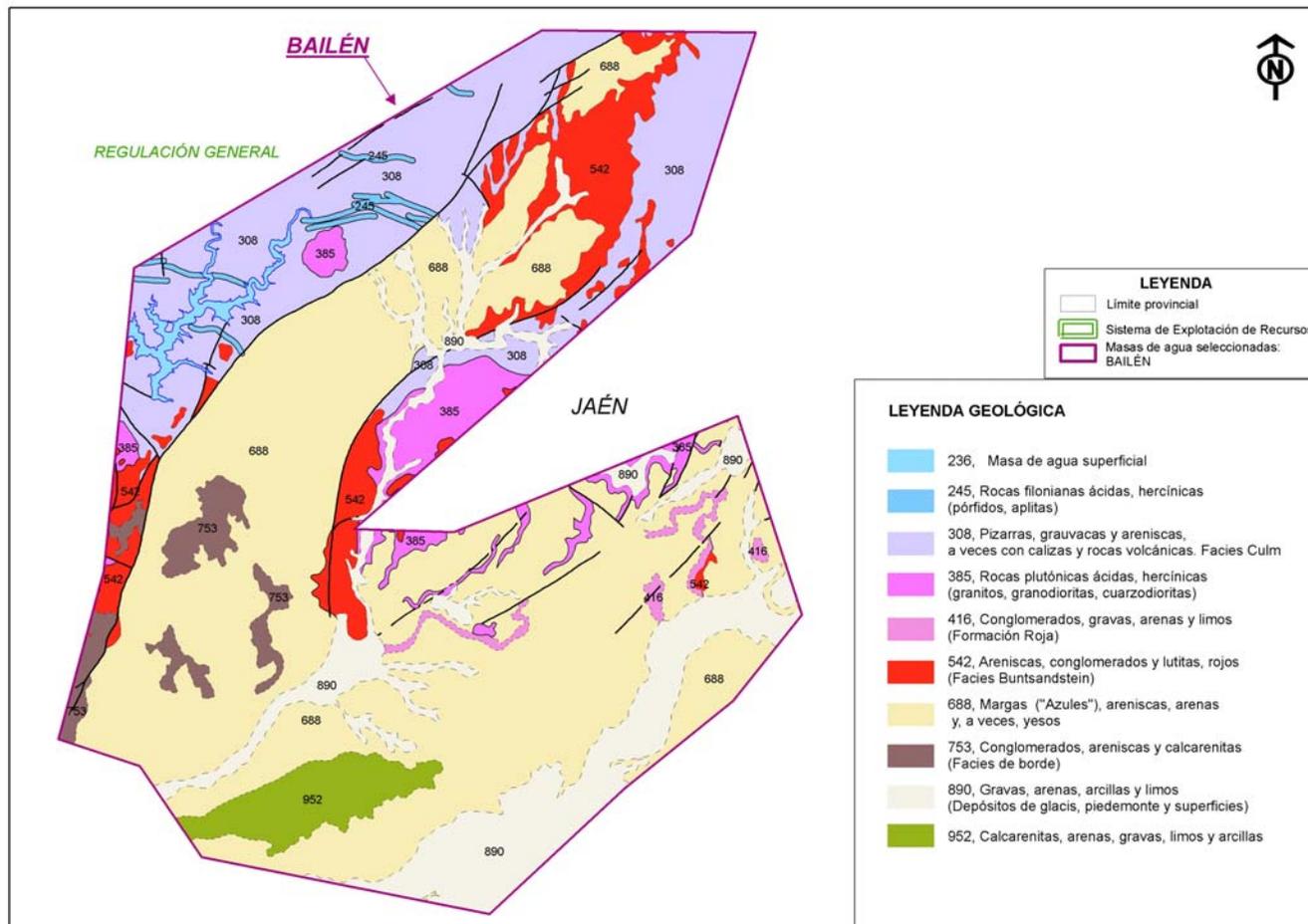
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.S7 REGULACIÓN GENERAL	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.24 BAILÉN – GUARROMÁN-LINARES
---	---	--

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA
Provincias: Jaén

Municipios: Baños de la Encina, Carboneros, La Carolina, Bailén, Guarromán, Linares y Jabalquinto

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



LEYENDA

- Limite provincial
- Sistema de Explotación de Recursos
- Masas de agua seleccionadas: BAILÉN

LEYENDA GEOLÓGICA

- 236, Masa de agua superficial
- 245, Rocas filonianas ácidas, hercínicas (pórfidos, aptitas)
- 308, Pizarras, grauwacas y areniscas, a veces con calizas y rocas volcánicas. Facies Culm
- 385, Rocas plutónicas ácidas, hercínicas (granitos, granodioritas, cuarzodioritas)
- 416, Conglomerados, gravas, arenas y limos (Formación Roja)
- 542, Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos (Facies Buntsandstein)
- 688, Margas ("Azules"), areniscas, arenas y, a veces, yesos
- 753, Conglomerados, areniscas y calcarenitas (Facies de borde)
- 890, Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies)
- 952, Calcarenitas, arenas, gravas, limos y arcillas

PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Existen claras evidencias de la explotación intensiva en los acuíferos que conforman esta masa de agua subterránea, como consecuencia de la explotación intensiva que se realiza con fines agrícolas, por lo que la recarga artificial podría contribuir a paliar esta situación.

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro

Abastecimiento urbano Riego

Mejora de impactos

Calidad Sobreexplotación Intrusión

Mejora ecosistemas

Riberas Manantiales Humedales

Mejora sequía

Otras

ACUÍFEROS IMPLICADOS:

Acuífero de Bailén – Guarromán

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	
Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Libre	<input type="checkbox"/>	Libre	<u>Litología:</u> Arenas, gravas y calcarenitas
Carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<u>Espesores:</u> 12-50 m
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<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.): (Inf. Ad. 2) <li style="padding-left: 20px;">Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	17	10 ⁻³	69

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	c	n	m	(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			
Este	a			
Oeste	c	n	m	

Observaciones: Existen varios acuíferos independientes con diferentes tipos de contactos. En la tabla anterior se dan los límites de la masa en conjunto. Fundamentalmente se distinguen dos subunidades separadas por el río Guadiel: Bailén-Guarromán y Linares, en ambos los niveles permeables coinciden exclusivamente con los tramos detríticos del Tortoniense, constituyendo en ocasiones un acuífero multicapa al estar separados por intercalaciones margosas impermeables. (Inf. Ad. 3)

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
Nombre (código):	Rumblar		
Ref. estación aforo:	5005		
Capacidad embalse (hm ³)	128	-	-
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	77,9 hm ³ /año		
- máxima	148		
- mínima	0		
Año o Periodo medida:	1943-2006		
	Total Aportación natural media anual (A): 77,9 hm³/año Total Caudal medio anual (Q):		

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: Para recargar en todo el acuífero de Bailén - Guarromán, se requeriría elevar el agua desde el embalse del Rumblar hasta el límite noreste del acuífero. En la actualidad no existe infraestructura para ello.

<i>(2) Distribución media mensual: Q(m³/s)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
E. Rumblar	1	3,2	12,3	16,6	16,4	17,3	6	4,1	0,7	0,1	0	0,2
Río 1												
Canal 1												
Esorrentía												
Comentario:												
Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1			EDAR 2			EDAR 3			EDAR 4		
Nombre (código):												
Municipios conectados:												
Población (hab):				-			-					
Tipo de tratamiento:	Primario			Secundario			Terciario			Complementario		
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 type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/> <u>Comentario:</u> En la actualidad, no está contemplada la recarga con aguas depuradas												
<i>(4) Distribución media mensual (m³)</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"/> 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 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:
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos)
- Agua del medio receptor.
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos) (Inf. Ad. 4)
- 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"/>	Diferentes
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

- Es preciso realizar un estudio sobre la potencial aportación de fitosanitarios en el entorno del embalse del Rumblar, pues este ha sufrido periodos con valores de pesticidas muy elevados. Presumiblemente existirá ausencia de fitosanitarios en la cola del embalse.
- Además será necesario realizar un estudio de viabilidad que precise condiciones necesarias (en principio unos 6 km de conducción por lo que este sector a priori, sería el más favorable para la toma de agua de recarga), emplazamiento adecuado y capacidad de admisión de agua (nº de sondeos necesarios y características).

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica: Media. La proximidad del embalse de Rumblar permitiría recargar en el acuífero de Bailén-Guarromán mediante una conducción desde la cola del embalse hasta el límite noreste del acuífero. La recarga podría satisfacer el exceso de bombeo que se realiza en este acuífero. La calidad del agua, ausente de fitosanitarios posiblemente en la cola del embalse, facilitaría la mejora de la explotación intensiva a que está sometida y la presencia de un gran almacén lleno para situaciones de sequía.
- Económica: Media.
- Legal o administrativa: Alta

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Columna litológica tipo:

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad	
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango		
Serie rítmica de lutitas y areniscas y conglomerados.	137,43			Paleozoico	
Facies conglomeráticas	44,54	50	55	Triásico	Inferior
Facies arenoso-lutítica					Medio
Facies lutítico-margosa		100	145		Superior
Arenas, limos, areniscas y conglomerados, margas y arcillas arenosas.	329,53	12	50	Mioceno	Tortonense superior
Margas azules, limonitas y arcillas con niveles areniscosos					Tortonense superior-Andaluciense
Niveles de areniscas y arenas finas con intercalaciones margosas					Andaluciense
Conglomerados, depósitos fluviales, abanicos aluviales	79,5			Cuaternario	

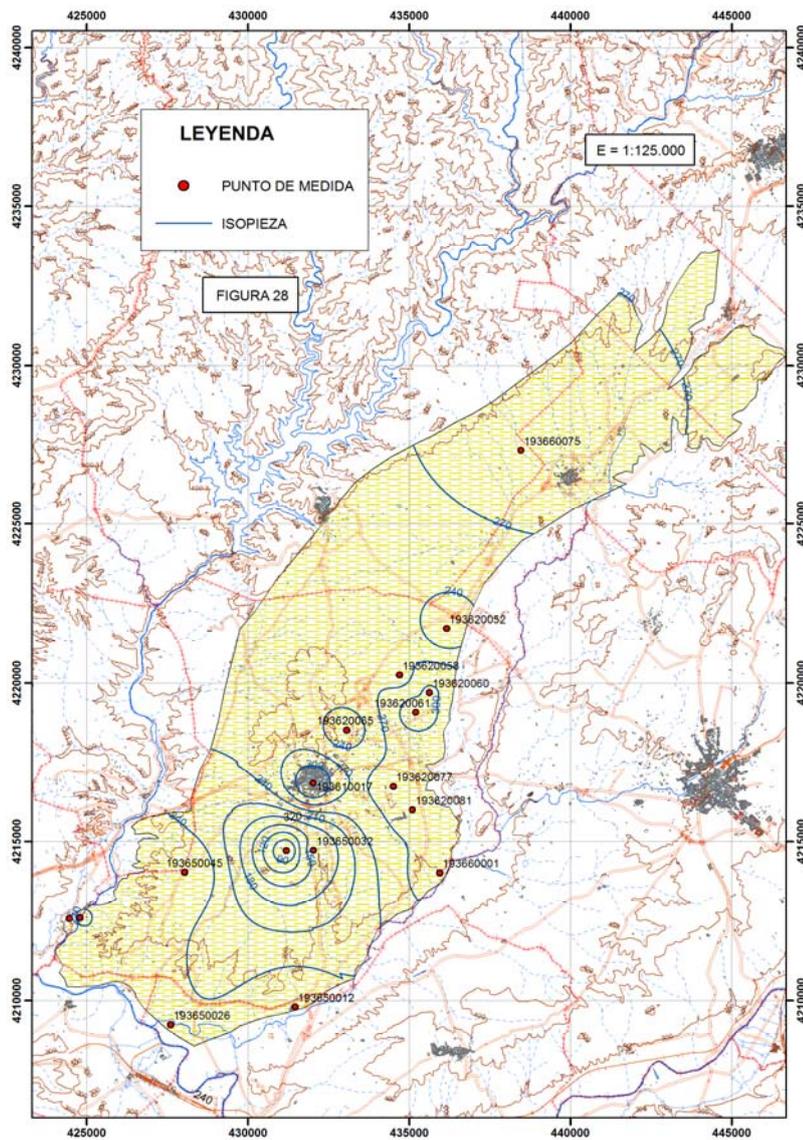
Descripción geológica:

La masa de agua subterránea 05.24 Bailén-Guarromán está situada en la denominada fosa de Bailén-Guarromán, en la que hay rocas y sedimentos de edad carbonífero, triásico, mioceno y cuaternario.

El sustrato de la fosa está formado por materiales carboníferos y triásicos, y su configuración se debe al efecto de sendas fallas más o menos paralelas, con dirección Noreste-Suroeste, siendo la falla occidental la de mayor salto. Estas fallas delimitaron una depresión que fue rellenada por sedimentos marinos de edad miocena y, a techo de los mismos, por materiales detríticos continentales del cuaternario. Existen dos subunidades tectónicas: Bailén-Guarromán y Linares. La Subunidad tectónica de Bailén-Guarromán es una fosa tectónica alargada en dirección Noreste-Suroeste. Está limitada al Noroeste y Sureste por sendas fallas normales más o menos paralelas, siendo la falla occidental la de mayor salto. Estas fracturas se originaron en la orogenia alpina, probablemente a favor de fracturas hercínicas. La fosa comenzó rellenándose con sedimentos en facies marinas transgresivas de edad Mioceno, siguiendo la deposición de materiales detríticos en facies continentales de edad Plioceno y Cuaternario. La Subunidad tectónica de Linares tiene una estructura similar a la de la fosa de Bailén-Guarromán, aunque no se detecta la delimitación por fallas normales tan bien desarrolladas como en esta última. Sin embargo, el relleno litológico es similar.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA



Nº IGME	Naturaleza	Coordenadas		COTA (msnm)	NE (m)	COTA NE (msnm)
		X (UTM)	Y (UTM)			
193620052	Sondeo	436150	4221720	355	136	219
193620058	Sondeo	434700	4220250	350	90	260
193620060	Sondeo	435625	4219700	348	45	303
193620061	Sondeo	435200	4219080	355	36	319
193620065	Sondeo	433060	4218520	370	150	220
193620077	Sondeo	434500	4216735	370	90	280
193620081	Sondeo	435100	4216000	340	56	284
193650032	Sondeo	432030	4214720	312	157	155
193650035	Sondeo	431180	4214710	270	205	65
193650045	Sondeo	428030	4214030	345	80	265
183680005	Manantial	424456	4212573	240	0	240
183680030	Manantial	424783	4212591	280	0	280
193610017	Manantial	432017	4216832	330	0	330
193650012	Manantial	431453	4209798	258	0	258
193650026	Manantial	427600	4209250	240	0	240
193660001	Manantial	435948	4214015	288	0	288
193660075	Sondeo	438460	4227320	354	61	293

Fuente: Martín-Montañés, C. 2007. Aplicación de técnicas hidrogeológicas dirigidas a la ordenación del territorio en la investigación de acuíferos sometidos a una potencial contaminación y/o explotación no sostenible: desarrollo metodológico. Diploma de Estudios Avanzados. Universidad de Granada.

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

La MASb Bailén-Guarromán-Linares es de litología detrítica y tiene permeabilidad primaria por porosidad intergranular. La superficie de los afloramientos permeables es de unos 4,7 km², distinguiéndose fundamentalmente dos subunidades separadas por el río Guadiel: la de Bailén-Guarromán y la de Linares.

- Bailén-Guarromán: Su ámbito corresponde a la unidad tectónica de Bailén-Guarromán. Los niveles permeables coinciden exclusivamente con los tramos detríticos del Tortonense, constituyendo en ocasiones un acuífero multicapa al estar separados por intercalaciones margosas impermeables. La superficie de afloramiento de este conjunto multicapa es de 2,5 km² y su espesor medio del orden de 30 m, aunque presenta variaciones significativas de unos sectores a otros: desde 12 m en el borde oriental, a más de 50 m en el borde occidental. Los límites hidrogeológicos son abiertos al Sur y Sureste, por continuidad del tortoniense bajo los cursos fluviales del Guadalquivir y Guadiel, y cerrados al Oeste, por contacto mecánico mediante fallas normales con el zócalo Hercínico impermeable. Al Norte, el límite está determinado por el contacto con el sustrato impermeable triásico.

- Linares: Al igual que en la subunidad de Bailén-Guarromán, el acuífero está constituido exclusivamente por los niveles detríticos del tortoniense, y puede tener carácter multicapa. La superficie de afloramientos permeables es de 2,2 km², y el espesor medio cabe esperar que sea similar al de la Subunidad de Bailén-Guarromán. Los límites son abiertos al Sur y Sureste por continuidad del Tortonense bajo los ríos Guadalquivir y Guadalimar, y al SO por continuidad bajo el Guadiel. Al Norte el límite es cerrado debido al contacto con los materiales impermeables triásicos que forman el sustrato.

Los conglomerados miocenos de esta masa se prolongan por debajo del aluvial del río Guadalquivir, ya fuera de la poligonal. La alimentación de la masa de agua se produce por drenaje diferido a partir de los materiales semipermeables suprayacentes al acuífero, y en menor medida por la infiltración tanto del agua de lluvia como de la escorrentía de los cursos fluviales que atraviesan la fosa. En la subunidad de Bailén-Guarromán, la descarga natural se produce principalmente hacia el río Guadalquivir, concentrándose en determinados puntos. En la de Linares no existen manantiales importantes, por lo que la descarga natural se debe producir por transferencias subterráneas hacia el aluvial del río Guadalimar.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL MEDIO RECEPTOR

	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. (µmhos/cm)	635	1210	410
pH	7,8	8,2	7,1
CO ₃ H	285	639	189
SO ₄	68	206	1
NO ₃	24	138	1
Ca	90	186	43
Mg	25	48	8
Cl	39	178	13
Na	26	120	9

Fuente: Normas de Explotación 2001

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.S5 HOYA DE GUADIX (05.S7 REGULACIÓN GENERAL)	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.41 GUADAHORTUNA-LARVA																																				
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA																																						
<u>Comunidades Autónomas:</u> ANDALUCÍA <u>Provincias:</u> Granada y Jaén		<u>Municipios:</u> En Jaén, Huelma, Cabra de Santo Cristo, Larva, Belmez de la Moraleda, Quesada y Jódar. En Granada, Guadahortuna, Alamedilla, Alicún de Ortega, Dehesas de Guadix, Pedro Martínez, Torrecardela, Píñar, Iznalloz y Montejícar																																				
PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA																																						
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="2">LEYENDA</th> </tr> <tr> <td></td> <td>Límite provincial</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sistema de Explotación de Recursos</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Masas de agua seleccionadas: GUADAHORTUNA-LARVA</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="2">LEYENDA GEOLÓGICA</th> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0ffe0;">147,</td> <td>Margas, calizas bioclásticas y margosas</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0ffff;">165,</td> <td>Calizas de algas, y margas blancas</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0ff;">225,</td> <td>Dolomías, brechas dolomíticas, carníolas y calizas en bancos</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0ff;">354,</td> <td>Unidad olistostrómic-tectonosómica</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0ff;">731,</td> <td>Conglomerados, arenas y limos</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0ff;">733,</td> <td>Conglomerados, arenas, arcillas, calizas, travertinos y yesos (Facies fluvio-lacustres)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0ff;">755,</td> <td>Margas, margocalizas, radiolaritas y rocas volcánicas</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0ff;">890,</td> <td>Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0ff;">907,</td> <td>Areniscas silíceas y margas blancas a techo</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0ff;">944,</td> <td>Conglomerados, areniscas y lutitas (Flysch)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0ff;">954,</td> <td>Calizas con nummulites, margas y areniscas</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0ff;">971,</td> <td>Margas y margocalizas (con arenas)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0ff;">990,</td> <td>Gravas, arenas, limos (Dep aluviales, fondos de valle y terrazas bajas)</td> </tr> </table>			LEYENDA			Límite provincial		Sistema de Explotación de Recursos		Masas de agua seleccionadas: GUADAHORTUNA-LARVA	LEYENDA GEOLÓGICA		147,	Margas, calizas bioclásticas y margosas	165,	Calizas de algas, y margas blancas	225,	Dolomías, brechas dolomíticas, carníolas y calizas en bancos	354,	Unidad olistostrómic-tectonosómica	731,	Conglomerados, arenas y limos	733,	Conglomerados, arenas, arcillas, calizas, travertinos y yesos (Facies fluvio-lacustres)	755,	Margas, margocalizas, radiolaritas y rocas volcánicas	890,	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies)	907,	Areniscas silíceas y margas blancas a techo	944,	Conglomerados, areniscas y lutitas (Flysch)	954,	Calizas con nummulites, margas y areniscas	971,	Margas y margocalizas (con arenas)	990,	Gravas, arenas, limos (Dep aluviales, fondos de valle y terrazas bajas)
LEYENDA																																						
	Límite provincial																																					
	Sistema de Explotación de Recursos																																					
	Masas de agua seleccionadas: GUADAHORTUNA-LARVA																																					
LEYENDA GEOLÓGICA																																						
147,	Margas, calizas bioclásticas y margosas																																					
165,	Calizas de algas, y margas blancas																																					
225,	Dolomías, brechas dolomíticas, carníolas y calizas en bancos																																					
354,	Unidad olistostrómic-tectonosómica																																					
731,	Conglomerados, arenas y limos																																					
733,	Conglomerados, arenas, arcillas, calizas, travertinos y yesos (Facies fluvio-lacustres)																																					
755,	Margas, margocalizas, radiolaritas y rocas volcánicas																																					
890,	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies)																																					
907,	Areniscas silíceas y margas blancas a techo																																					
944,	Conglomerados, areniscas y lutitas (Flysch)																																					
954,	Calizas con nummulites, margas y areniscas																																					
971,	Margas y margocalizas (con arenas)																																					
990,	Gravas, arenas, limos (Dep aluviales, fondos de valle y terrazas bajas)																																					
PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN																																						
<p>La explotación intensiva de los acuíferos de Cabra de Santo Cristo y Larva en el acuífero de Chotos-Sazadilla-Los Nacimientos hace peligrar los abastecimientos que dependen de ellos (entre otros Cabra y Larva). Ya existen problemas de calidad y de descenso de la superficie piezométrica muy importantes.</p>																																						
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 checked="" type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>																																				
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input checked="" type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>		Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>																																				
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Cabra de Santo Cristo, Larva y Chotos-Sazadilla-Los Llanos (Inf. Ad. 1)																																						

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías	
Detrítico	<input type="checkbox"/>	Carbonatado	<input checked="" type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>	Litología: Calizas (Inf. Ad. 2) Espesores: 300 m (Inf. Ad. 2) Columna litoestratigráfica tipo: (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"/>	

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) 	8.000	2 x 10 ⁻²	12.000

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	c			(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			
Este	c			
Oeste	c			

Observaciones:

Los acuíferos de Larva y Chotos-Sazadilla -Los Nacimientos tienen, el primero, un límite abierto hacia el este y, el segundo, hacia el oeste, con calcarenitas. El resto de los límites son cerrados al flujo subterráneo. Se adjunta información hidrogeológica adicional (Inf. Ad. 3)

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):		Guadiana Menor (Posito)		
Ref. estación aforo:		5023		
Capacidad embalse (hm ³)		-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)		19,4 m ³ /s		
- máxima		50,1		
- mínima		3,2		
Año o Periodo medida:		1911-1989		
		Total Aportación natural media anual (A): Total Caudal medio anual (Q): 19,4 m³/s		

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: La salinidad del agua es alta, sería necesario la instalación de una depuración previa a la recarga.

<i>(2) Distribución media mensual: Q(m³/s)</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1												
Río 1	13,5	17,7	22,6	27,0	28,9	28,9	25,2	19,4	14,4	6,2	5,3	10,7
Canal 1												
Esorrentía												
Comentario:												
Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1			EDAR 2			EDAR 3			EDAR 4		
Nombre (código):												
Municipios conectados:												
Población (hab):				-			-					
Tipo de tratamiento:	Primario			Secundario			Terciario			Complementario		
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 type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/> <u>Comentario:</u> En la actualidad, no se contempla la recarga con aguas depuradas en esta masa.												
<i>(4) Distribución media mensual (m³)</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"/> 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

- Agua de recarga: Río Guadiana Menor
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos)
- Agua del medio receptor
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos) (Inf. Ad. 4)
- 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

- Sería necesario un informe final de viabilidad de las operaciones de recarga artificial desde el Guadiana Menor, el análisis de la depuración del agua previamente a las operaciones de recarga artificial (ósmosis de ser necesaria), y el estudio de la viabilidad de la recarga en el sector de Chotos y/o Hidalgo y Larva.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica: Los acuíferos considerados presentan una gran problemática y son estratégicos dado que las poblaciones abastecidas de los mismos no cuentan con otra fuente alternativa de suministro. Hay problemas de calidad y descenso de niveles. Para la realización de las operaciones de recarga propuestas se requeriría de una conducción de más de 20 km de longitud, desde el Guadiana Menor, en el caso del acuífero de Chotos-Sazadilla-Los Nacimientos y de unos 7 km en el caso de Larva. La recarga se haría con sondeos en las propias calizas.
- Económica:
- Legal o administrativa:

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: ACUÍFEROS IMPLICADOS

Naturaleza del acuífero o acuíferos contenidos en la masa:

Denominación	Litología	Extensión del afloramiento km ²	Geometría	Observaciones
Subunidad de Larva-Solera (Acuífero de Cabra de Santo Cristo)	Carbonatado	11,4		
Subunidad de Larva-Solera (Acuífero de Chotos-Sazadilla-Los Nacimientos)	Carbonatado	29,0		
Subunidad de Larva-Solera (Acuífero de Larva)	Carbonatado	3,5		
Subunidad de Gante-Santerga (Acuífero de los Gallardos)	Carbonatado	9,0	Estructura anticlinal	La extensión de afloramiento pertenece a toda la subunidad de Gante-Santerga
Subunidad de Gante-Santerga (Acuífero de Santerga)	Carbonatado		Estructura anticlinal	
Subunidad de Gante-Santerga (Acuífero de La Sereta-Gante-Cabeza Montosa)	Carbonatado		Estructura anticlinal	
Subunidad Calcarenítica de los Altos de Torecardela		47,0		
Subunidad Pliocuaternalia de la Depresión de Guadahortuna	Detrítico no aluvial	161,0	Geometría subhorizontal	
Subunidad del Aluvial del Río Guadahortuna	Detrítico aluvial	14,0		

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Columna estratigráfica:

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad	
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango		
Limolitas, arcillas versicolores y areniscas con niveles yesíferos y/o dolomíticos y rocas volcánicas dispersas (ofitas)	47,98	>700		Triásico	
Serie carbonatada y dolomítica de aspecto brechoide pasando a calizo hacia techo	8,97	300		Jurásico (Lías, Malm y Dogger)	
Margas, margocalizas y areniscas	71,19	>500		Cretácico	
Margas blanquecinas con intercalaciones de calcarenitas hacia techo	366,22			Terciario	
Margas más o menos arenosas que incluyen niveles de areniscas y conglomerados		400			Oligoceno
Conglomerados de tonos rojizos o pardos		25			Mioceno
Conglomerados	155,64			Plioceno	
				Cuaternario	

Descripción geológica:

La masa de agua subterránea 05.41 Guadahortuna-Larva está situada en el Subbético medio. Al ser la parte más meridional del surco Bético, fue más subsidente por lo que se caracteriza por un predominio de las facies margosas en el Jurásico y Cretácico a las que se asocian, en su parte central, intercalaciones de rocas volcánicas submarinas, especialmente abundantes en el Jurásico medio y superior.

Algunos autores atribuyen esta zona a las denominadas "Unidades Intermedias", debido a:

- La presencia de potentes series, superiores a los 2000 metros, del Jurásico y Cretácico inferior.
- Al gran desarrollo del Domeriense - Toarciense

La historia tectónica del área que ocupa la masa es muy compleja. En el Mesozoico hay evidencias de actividad tectónica, como pone de manifiesto el hecho de que los materiales cretácicos se dispongan discordantemente sobre los infrayacentes, probablemente debido a la actividad halocinética y diapírica de los materiales triásicos. El plegamiento principal tiene lugar entre el Eoceno y el Burdigaliense. Durante esta etapa, además de plegarse y fracturarse los materiales, se producen grandes mantos de corrimiento. Tras esta etapa principal, tiene lugar el depósito de los materiales miocenos, los cuales a su vez se encuentran ligeramente plegados y fracturados y fosilizan las estructuras de cabalgamiento anteriores.

A grandes rasgos, en la masa se pueden diferenciar tres sectores o franjas de orientación claramente bética (S-SE). Son:

- Un sector norte (Cabra de Santo Cristo – Larva), en el que están presentes afloramientos de materiales mesozoicos y neógenos, que conforman una zona de gran complejidad estructural.
- Un sector sur (Torrecardela – Pedro Martínez), en el que aparecen casi exclusivamente sedimentos paleógenos y aquitanienses conformando un extenso sinclinorio.
- Un sector central (Guadahortuna), situado entre los dos anteriores, que se encuentra ocupado por materiales recientes (Mioceno superior – Cuaternario) que ocultan la historia previa de esta zona.

Origen de la información: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

En esta masa de agua los principales acuíferos están constituidos por los niveles carbonatados jurásicos. De menor importancia son los tramos calcareníticos paleógenos y tortonienses, así como los niveles detrítico plio-cuaternarios recientes. Entre los niveles carbonatados jurásicos destacan las dolomías y calizas del Lías inferior que aparecen como acuíferos colgados, libres o confinados, según el sector de que se trate. Deben su elevada permeabilidad a procesos de fracturación y/o karstificación. Las calizas del Dogger y Malm tienen, igualmente, un comportamiento acuífero, pero, debido a la presencia de niveles margosos, la permeabilidad del conjunto es inferior al tramo inferior liásico. La complejidad estructural, unido a la diversidad de materiales acuíferos, individualiza una serie de compartimentos con un funcionamiento hidrogeológico independiente. Con estas premisas, los acuíferos se pueden agrupar de acuerdo a su composición litológica en:

Acuíferos carbonatados jurásicos:

- Larva-Solera: 35 km² de extensión aproximada de afloramientos permeables. Los límites impermeables vienen determinados, en su mayor parte, por areniscas y arcillas del Trías y por formaciones margosas cretácicas y terciarias. Se pueden diferenciar tres acuíferos con un funcionamiento independiente: acuífero de Cabra de Santo Cristo, acuífero de Chotos-Sazadilla-Los Nacimientos y acuífero de Larva.
- Gante-Santerga: La superficie de afloramientos permeables es de unos 9 km². Se distinguen los siguientes acuíferos: Acuífero de los Gallardos, acuífero de Santerga y acuífero de La Serreta – Gante – Cabeza Montosa.

Acuíferos calcareníticos oligocenos:

- Altos de Torrecardela: Está constituido por calcarenitas, areniscas bioclásticas y margas de edad Eoceno medio-Aquitaniense, que afloran en una extensión de unos 60 km². Los afloramientos permeables de esta formación, unos 47 km², constituyen un acuífero de moderada potencialidad.

Acuíferos detríticos:

- Depresión de Guadahortuna: Presenta una gran heterogeneidad en su permeabilidad y en conjunto es de baja a media. La superficie de afloramientos permeables es de 161 km². El tramo superior permeable ha sido erosionado en los cauces de ríos y arroyos, dando lugar a una alta compartimentación del acuífero en sectores de escasa entidad, cada uno de los cuales se encuentra drenado por pequeños manantiales, que nacen en el contacto con el impermeable de base,

condicionados por la topografía. La potencia media del horizonte acuífero no supera los 6 a 7 metros de espesor, de los cuales los 2 ó 3 metros inferiores suelen estar saturados.

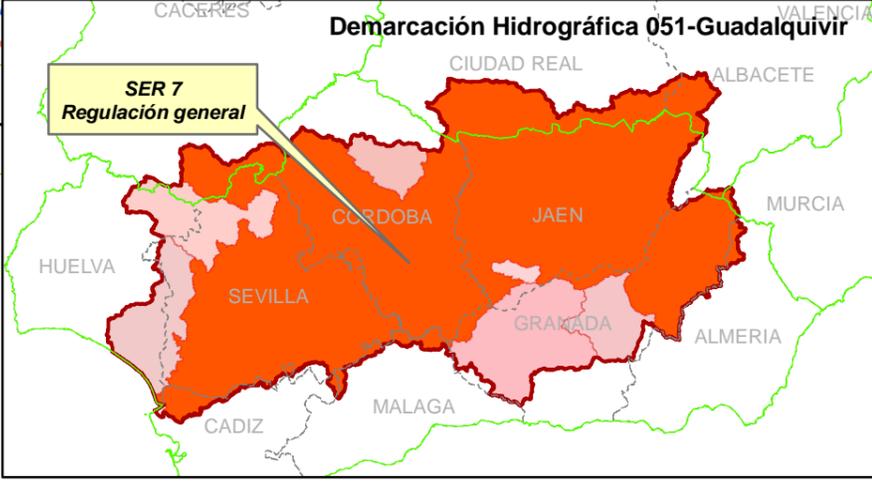
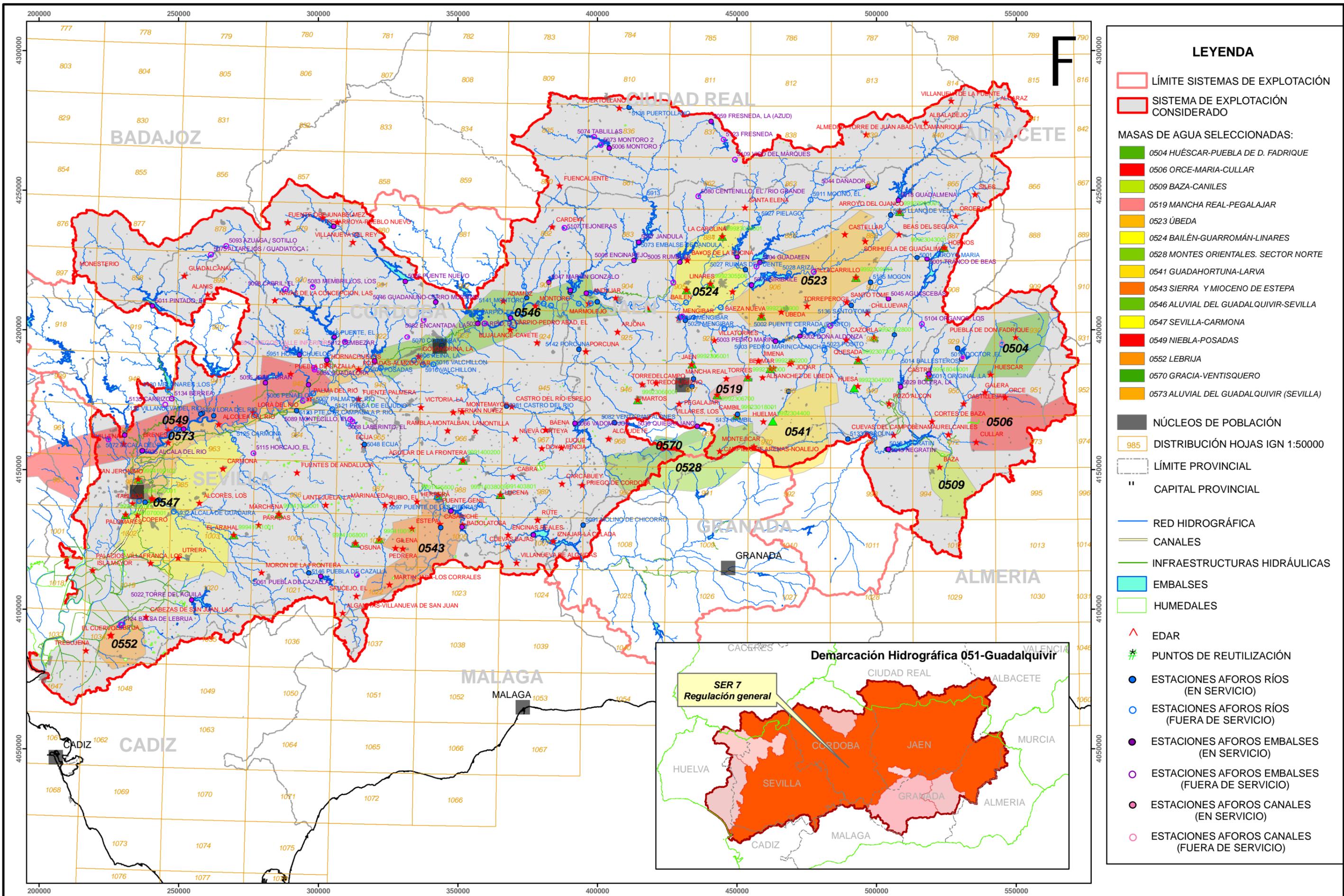
- Aluvial del Río Guadahortuna: Está constituido por niveles de gravas finas y arenas inmersas en una matriz limosa, con una permeabilidad media-baja en su conjunto, debida a porosidad intergranular. Estos materiales permeables reposan sobre los limos de la base Plioceno-Cuaternario, los cuales actúan como impermeables de base. El aluvial del Río Guadahortuna ocupa una superficie de 14 km², con una cuenca de recepción de unos 225 km². La potencia del aluvial varía entre los 15 y 7 metros, aumentando aguas abajo. Desde el punto de vista litológico, existe un predominio de los materiales finos, limos y arcillas, en el que se intercalan niveles de arenas.

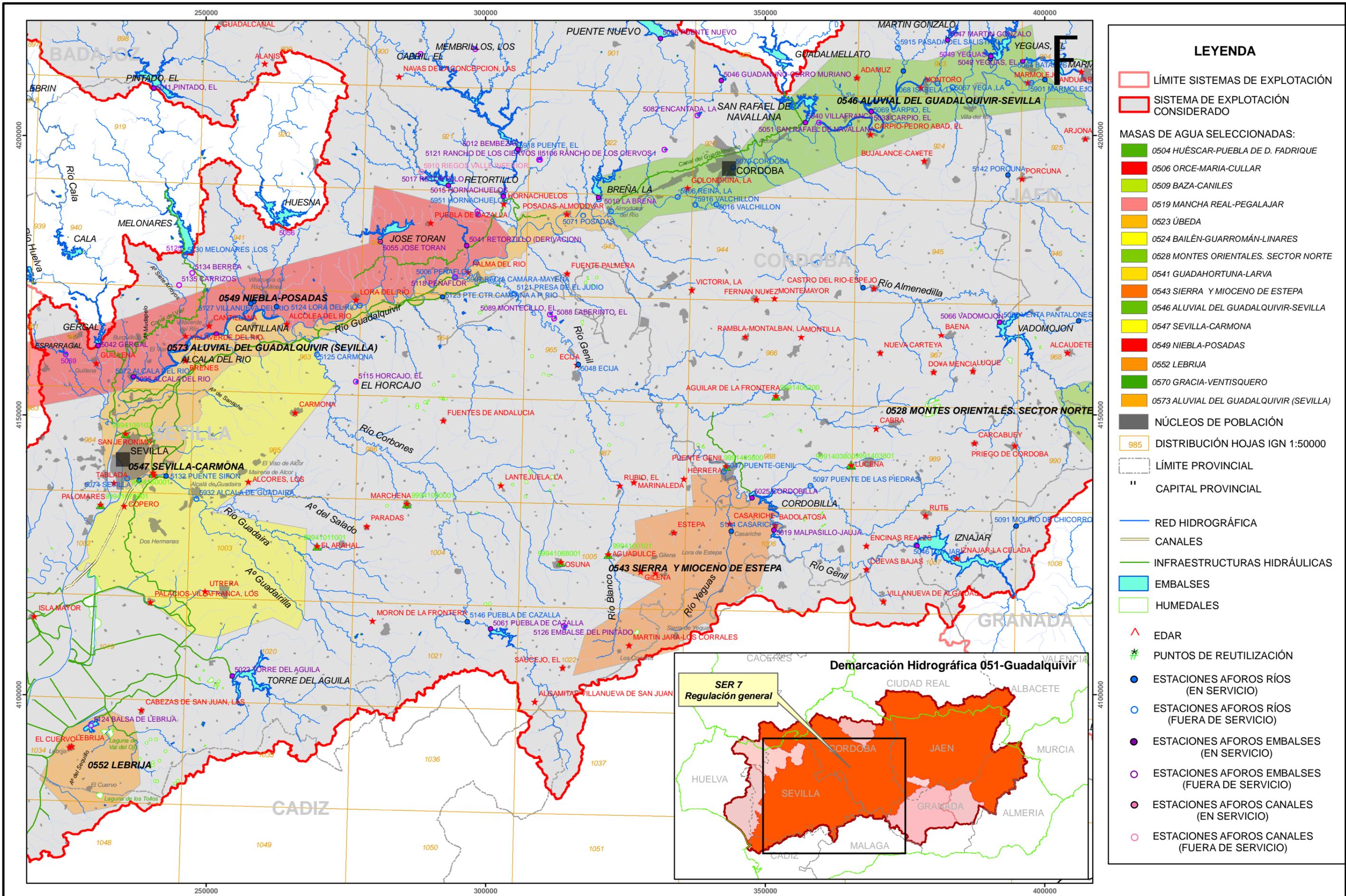
Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL MEDIO RECEPTOR

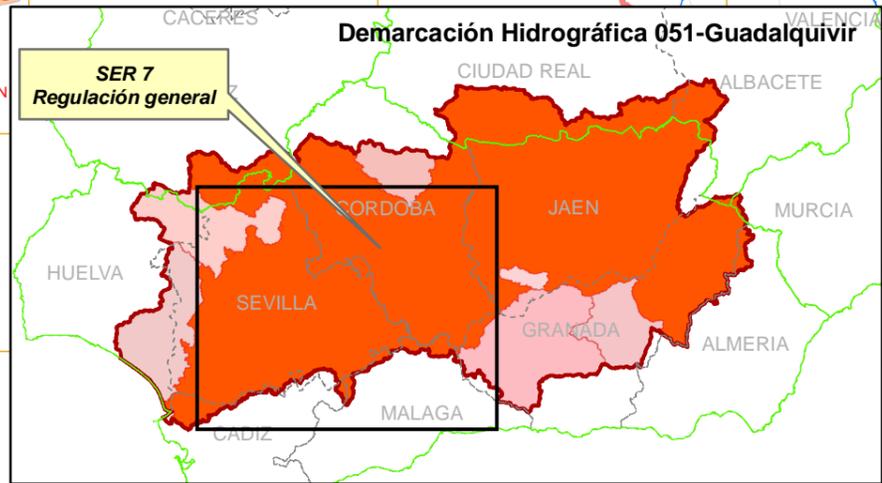
	Medio	Máximo	Mínimo
Cl	88	97	79
SO ₄	98	115	77
HCO ₃	236	335	195
NO ₃	32	39	18
Na	58	70	43
Mg	25	30	16
Ca	89	116	74
pH	7,8	8,1	7,6
Conductividad (μS/cm)	799	950	682

Fuente: Normas de Explotación 2001





- ### LEYENDA
- LÍMITE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN
 - SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADO
- MASAS DE AGUA SELECCIONADAS:
- 0504 HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE
 - 0506 ORCE-MARIA-CULLAR
 - 0509 BAZA-CANILES
 - 0519 MANCHA REAL-PEGALAJAR
 - 0523 ÚBEDA
 - 0524 BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES
 - 0528 MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE
 - 0541 GUADAHORTUNA-LARVA
 - 0543 SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA
 - 0546 ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA
 - 0547 SEVILLA-CARMONA
 - 0549 NIEBLA-POSADAS
 - 0552 LEBRIJA
 - 0570 GRACIA-VENTISQUERO
 - 0573 ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (SEVILLA)
- NÚCLEOS DE POBLACIÓN
 - 985 DISTRIBUCIÓN HOJAS IGN 1:50000
 - LÍMITE PROVINCIAL
 - " CAPITAL PROVINCIAL
 - RED HIDROGRÁFICA
 - CANALES
 - INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS
 - EMBALSES
 - HUMEDALES
 - ^ EDAR
 - # PUNTOS DE REUTILIZACIÓN
 - ESTACIONES AFOROS RÍOS (EN SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS RÍOS (FUERA DE SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS EMBALSES (EN SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS EMBALSES (FUERA DE SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS CANALES (EN SERVICIO)
 - ESTACIONES AFOROS CANALES (FUERA DE SERVICIO)



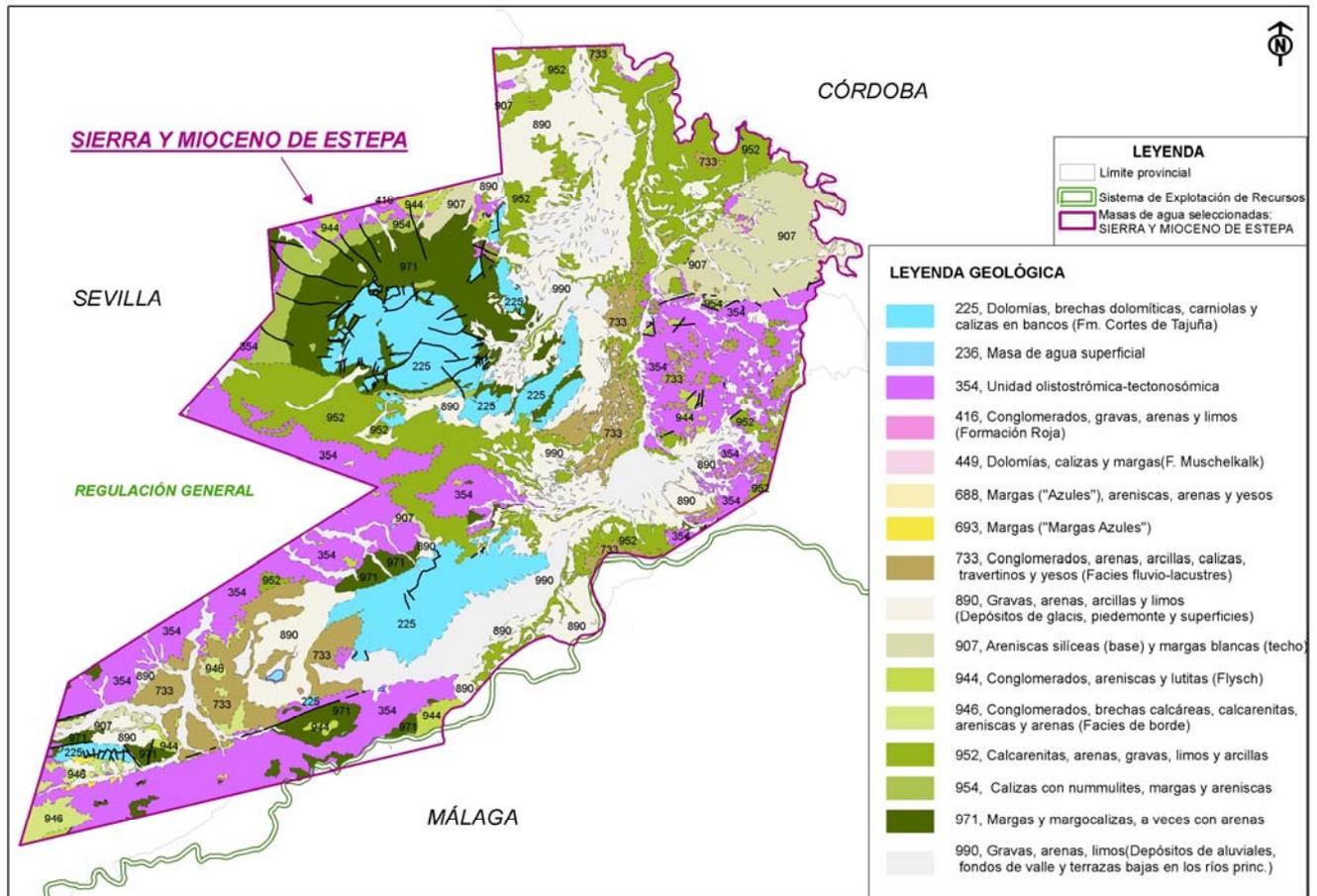
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.07 REGULACIÓN GENERAL	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.43 SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA
---	---	--

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA
Provincias: Sevilla

Municipios: Osuna, El Saucejo, Los Corrales, Martín de la Jara, Sierra de Yeguas, Fuente de Piedra, La Roda de Andalucía, Pedrera, Gilena, Aguadulce, Lora de Estepa, Casariche, Badolatosa, Puente Genil, Herrera y Estepa.

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Las reducidas dimensiones y el alto grado de explotación que se producen en los acuíferos carbonáticos de esta MASb han provocado el agotamiento temporal e incluso permanente de algunos de sus manantiales más emblemáticos. Existen problemas de contaminación derivados de la explotación intensiva en los acuíferos de la Sierra de los Caballos, Hacho de Lora, Mingo, etc. En la actualidad, la mayoría de la población del entorno de la MASb se abastece prácticamente en exclusiva con agua subterránea y está a la espera de conectar la red de abastecimiento en alta con el Plan Écija, que se suministra de las aguas superficiales reguladas en el embalse del Retortillo. La conexión de los abastecimientos a esta red de distribución permitiría realizar la recarga del agua de suministro en épocas invernales y la posterior explotación de los acuíferos en los estiajes o en los periodos de sequía. Estas operaciones de recarga y de uso conjunto de agua superficial y subterránea permitirían, además de dotar de mucha mayor garantía al sistema de abastecimiento, recuperar las salidas naturales perdidas por la inadecuada gestión de estos acuíferos.

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro
 Abastecimiento urbano Riego

Mejora de impactos
 Calidad Sobreexplotación Intrusión

Mejora ecosistemas	Mejora sequía <input checked="" type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>
Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input checked="" type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>		

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Acuíferos de Sierra de los Caballos, Becerrero, Águilas-Guinchón

ACUÍFERO RECEPTOR

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 checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>

Litología: Calizas y dolomías (Inf. Ad. 1)
Espesores: 200-300 m (Inf. Ad. 1)
Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad.1)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	Máximo
▪ Porosidad	0,5	2,5	4,7
▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día)			
▪ Transmisividad (m ² /día)	8,5	117	1.622
▪ Coeficiente almacenamiento		2x10 ⁻²	
▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): Oscilación estacional (m):			
▪ Espesor ZNS (m)	0		130
▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año)	7 años		75 años

Geometría

	(1)	(2)	(3)
Norte			
Sur			
Este			
Oeste			

(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)

Observaciones: Esta masa de agua subterránea la forman un número importante de acuíferos, cada uno con unas condiciones específicas de borde. Por lo general, en el caso de los acuíferos carbonáticos, suelen presentar casi todos sus límites de flujo nulo, si bien puede existir algún límite abierto en contacto con materiales detríticos cuaternarios o miocenos. Es precisamente en estas condiciones cuando, como consecuencia de la explotación intensiva, se invierte el flujo y se produce la entrada de nitratos hacia los acuíferos jurásicos. En otras ocasiones, la explotación intensiva provoca la mezcla de las aguas de los materiales jurásicos con aguas de los materiales triásicos dando lugar a un incremento de la salinidad, con el consecuente empeoramiento de la calidad del agua para distintos usos.

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):	Retortillo			
Ref. estación aforo:	5017			
Capacidad embalse (hm ³)	61 hm ³	-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	44,1 hm ³ /año			
- máxima	172			
- mínima	0			
Año o Periodo medida:	1969-2006			

Total Aportación natural media anual (A): **44,1** hm³/año
 Total Caudal medio anual (Q):

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: La red de conexión de la comarca de Estepa con el Plan Écija está proyectada por la Junta de Andalucía, por lo que se prevé que en poco tiempo el agua superficial regulada en el Retortillo esté en la Sierra de Estepa. Los depósitos de regulación en alta están previstos a una cota y junto a sondeos que podrían ser utilizados para la recarga artificial de estos sistemas.

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

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Retortillo	1,1	3,4	12,1	12,3	8,5	5,5	2,5	1,2	0,5	0	0	0
Río 1												
Canal 1												
Escorrentía												

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):				
Municipios conectados:				
Población (hab):		-	-	
Tipo de tratamiento:	Primario	Secundario	Terciario	Complementario
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 actualidad, no se contempla la recarga con aguas depuradas en esta 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 (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:
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos)
- Agua del medio receptor
 - Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos) (Inf. Ad.4)
- 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

Cuando finalice la conexión de la Comarca de Estepa con el Sistema de Abastecimiento del Écija, la recarga sería posible, sin embargo habría que realizar nuevos sondeos, en algunos de estos acuíferos, con los correspondiente ensayos de inyección. Esa información más la existente permitirá modelizar el flujo en cada uno de estos acuíferos para su mejor integración en un sistema de uso conjunto.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica:**

La recarga se realizaría en los acuíferos carbonáticos de la Sierra de Becerrero (o Estepa), Águilas-Guinchón y de los Caballos. Se debería utilizar la infraestructura de transporte del Plan Écija. La infraestructura de recarga dotaría de una mayor garantía a los abastecimientos, permitiría regular recursos en el volumen no saturado disponible en la actualidad y también conseguiría recuperar el funcionamiento de los manantiales emblemáticos de esta comarca, secos en la actualidad.
- Económica:**
- Legal o administrativa:**

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES
INFORMACIÓN ADICIONAL 1. COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
Arcillas, margas abigarradas, yesos y areniscas con bloques aislados de dolomías, brechas dolomíticas, calizas y carnioles	0,01			Triásico
Dolomías	61,17	50	60	Jurásico
Serie calcárea de calizas micríticas, oolíticas y pisolíticas		700		
Calizas		50		
Calizas con intercalaciones dolomíticas		200		
Calizas margosas, nodulosas y falsas brechas		25		
Dolomías brechoides masivas		500		
Margocalizas grises amarillentas		200		
Margocalizas grises con sílex	64,4	25		Cretácico
Margocalizas y margas blancas		200		
Margas arenosas, conglomerados, areniscas, limolitas y calizas	163,41			Mioceno sup.
Conglomerados y molasas				
Glacis, derrubios de ladera, pie de monte y aluviales	146,9			Pliocuaternario
Depósitos coluviales, aluviales y travertinos	190,11			Cuaternario

Descripción geológica:

La masa de agua subterránea 05.43 Sierra y Mioceno de Estepa está situada en el dominio Subbético medio que fue la parte mas meridional del surco Bético y, por ende, la de mayor subsidencia, de ahí que se caracterice por un predominio de las facies margosas en el Jurásico y Cretácico a las que se asocian, en su parte central, intercalaciones de rocas volcánicas submarinas, especialmente abundantes en el Jurásico medio y superior. Un hecho destacado en esta masa es la existencia de un amplio afloramiento de Trías salino que sirve de base a la cobertera mesozoica y terciaria. Desde el punto de vista tectónico, la Sierra de Estepa responde a una especie de domo anticlinal jurásico cabalgante hacia el norte, siendo un claro reflejo de la disposición habitual en las Cordilleras Béticas (empujes tangenciales de dirección NO, diapirismo parcial del Trías Keuper y diferente comportamiento de los macizos calcáreos potentes frente a las series margosas a su techo y muro). La Sierra de los Caballos es un anticlinal de dirección N45°E vergente al norte cuyo flanco meridional prácticamente ha desaparecido como consecuencia de una falla de borde que lo hunde, hallándose oculta por los materiales más recientes. Los terrenos postorogénicos (Mioceno y Cuaternario) se puede decir que no han sufrido deformaciones importantes habiendo sido afectados por plegamientos laxos, de gran radio y por fallas y movimientos verticales en su conjunto.

Origen de la información: Caracterización adicional

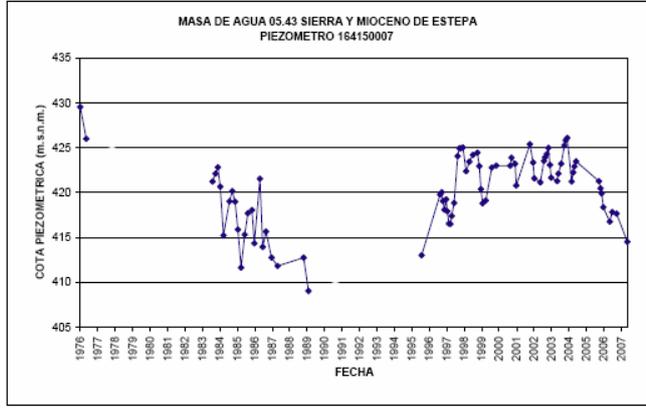
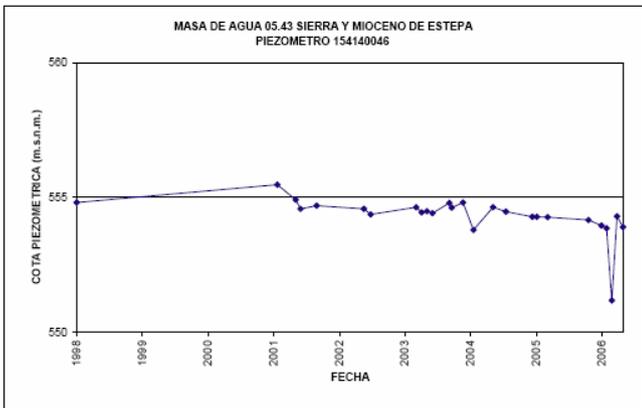
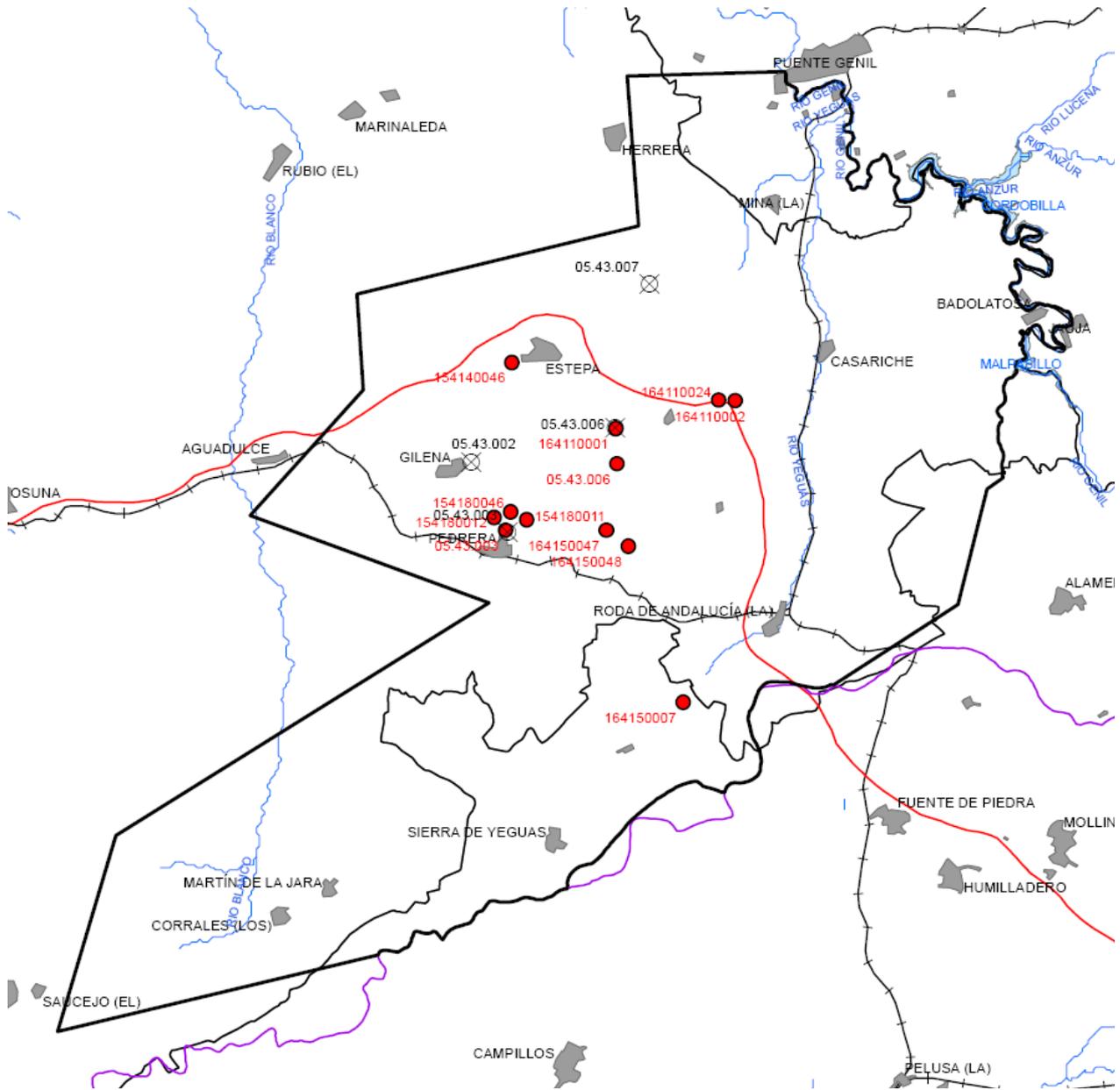
INFORMACIÓN ADICIONAL 2. PIEZOMETRÍA

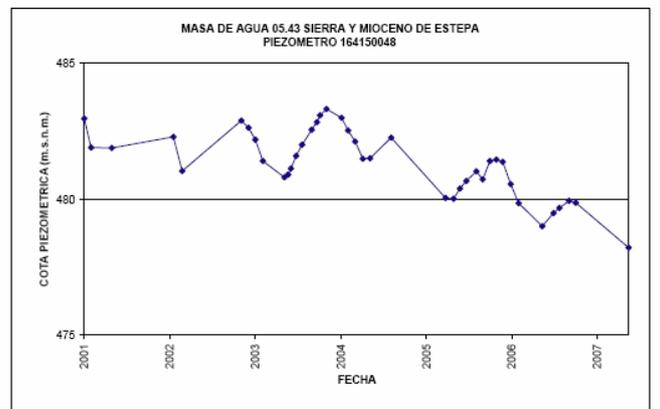
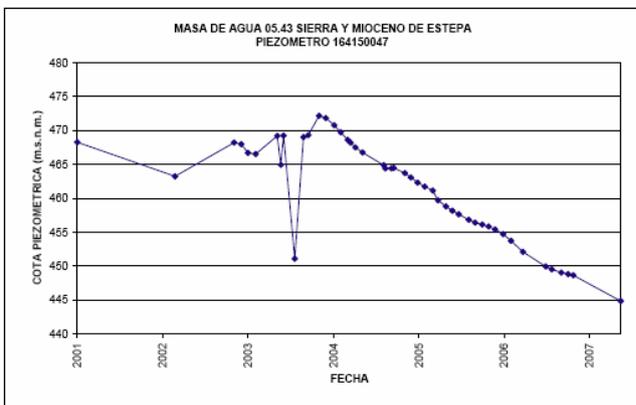
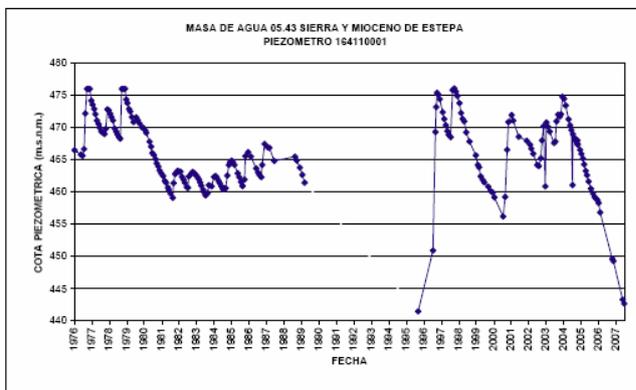
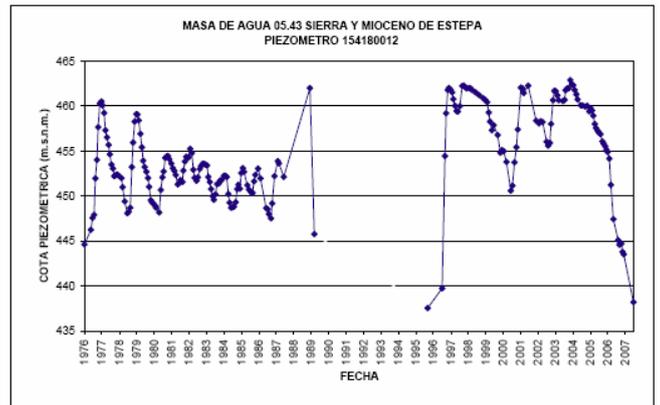
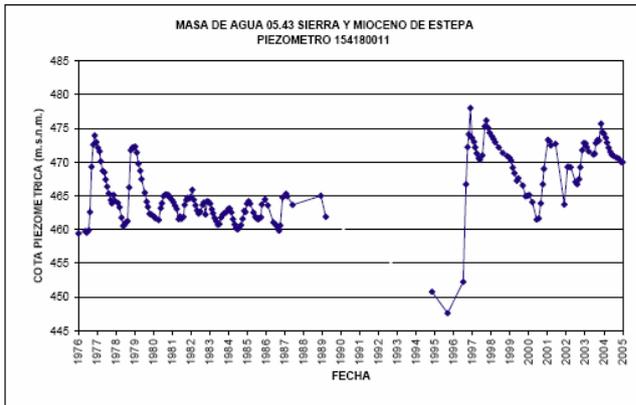
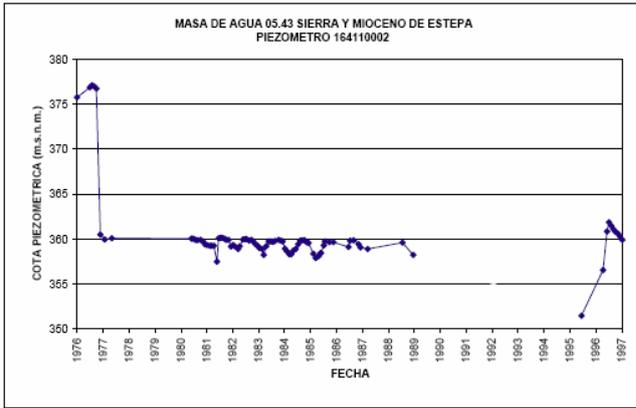
Isopiezas	Año	Nº de puntos	Nivel piezométrico (m.s.n.m.)		Diferencia (máx-min) (m)	Rango de oscilación estacional (m)	Sentido de flujo	Gradiente ⁽¹⁾
			máx.	min.				
De referencia	1976/1977	7	475,95	359,93	116,02	De -16,46 a 10,33	(*)	(*)
Actuales estiaje	2005/2006	6	558,92	322,61	236,31	De -5,68 a 1,69	(*)	(*)
Actuales per. húmedo	2005/2006	11	480,39	331,84	148,55		Noreste	0,02
De año seco	2004/2005	15	554,27	334,64	219,63	De -5,15 a 2,84	Noreste	0,018
De año húmedo	1996/1997	9	479,4	356,56	122,84	De -4,43 a 21,63	(*)	(*)

(1) Gradiente medio en el sentido del flujo principal

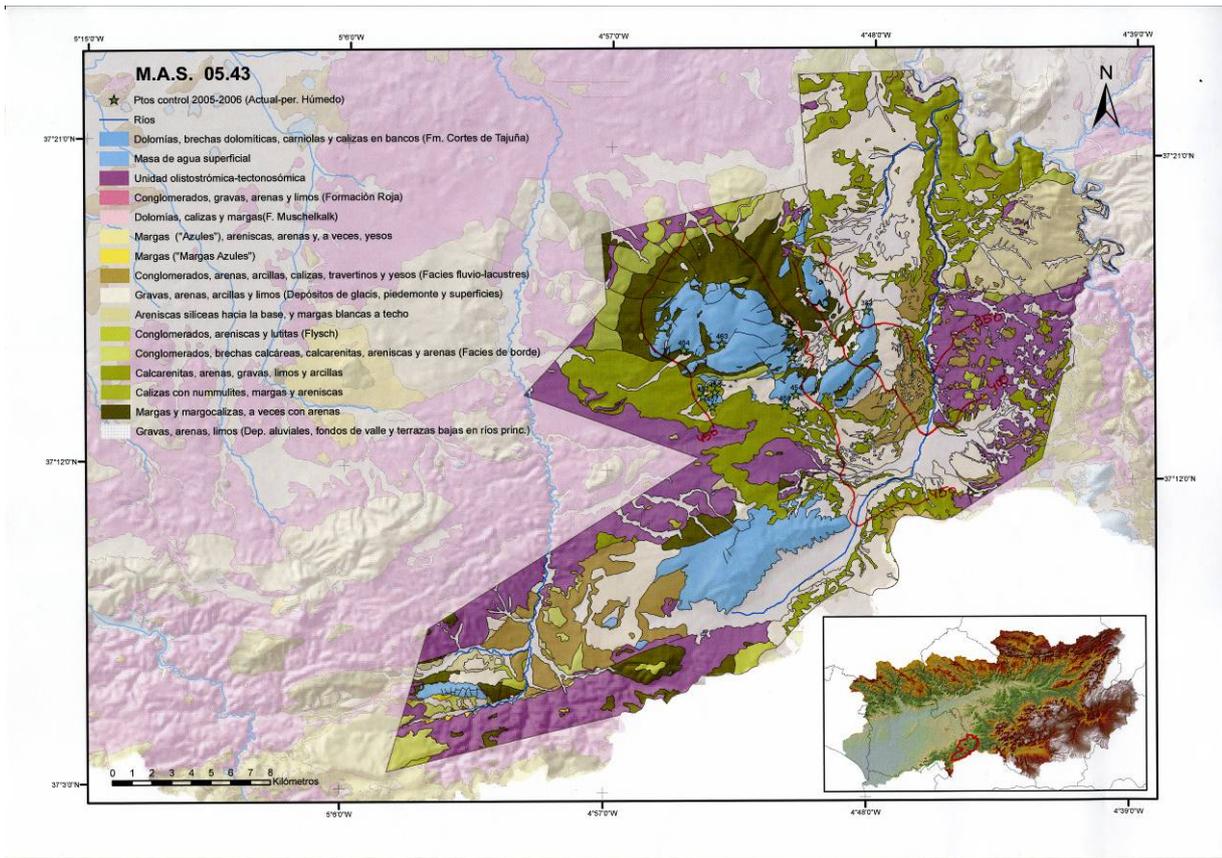
(*) No se disponen de suficientes piezómetros para su determinación

GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN

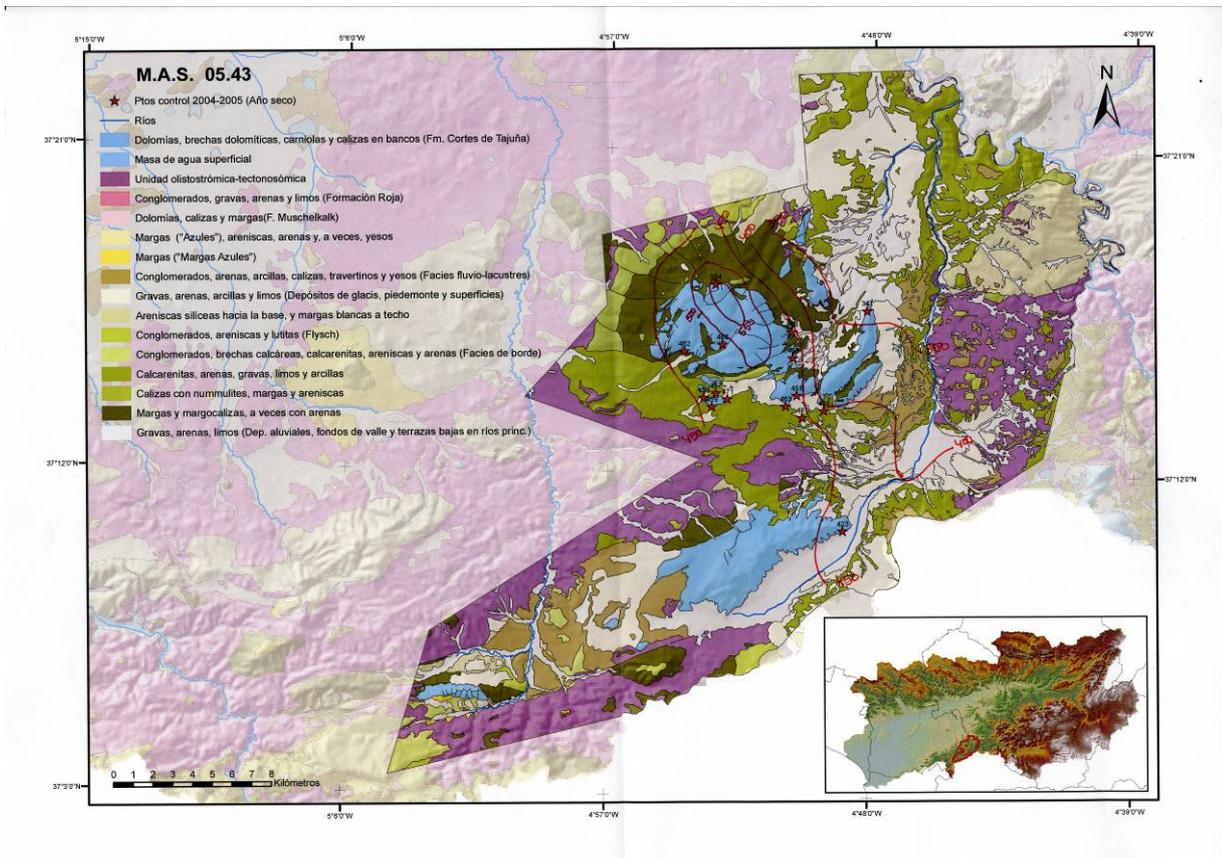




Isopiezas actual periodo húmedo (año 2005-2006)



Isopiezas año seco (2004-2005)



INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Los materiales que presentan mayor interés corresponden a las series calcáreo-dolomíticas del Jurásico (Sierra de Estepa y Sierra de los Caballos) los materiales detrítico-carbonatados del Mioceno en el sur y noroeste de Estepa, los piedemonte y aluviales al sureste de la Sierra de los Caballos (Arroyo de la Albina) y el Terciario de Martín de la Jara-Los Corrales. Tiene una superficie total de 261,7 km² distinguiéndose fundamentalmente cuatro subunidades hidrogeológicas cuyas permeabilidades, geometría y edad son diferentes:

Sierra de Estepa: Se puede dividir en cinco sectores que son los siguientes:

- Sector de Estepa o de Becerrero: La superficie aflorante alcanza una extensión de 24 km².
- Sector de Águilas-Guinchón: Se trata de una alineación de 1 Km. de ancho de dirección suroeste-noreste con una superficie aflorante de 4,2 km².
- Sector de Pleites: Presenta una superficie de 2,5 km². Está constituido por dolomías, brechas dolomíticas y calizas micríticas oolíticas y nodulosas. La descarga se produce de forma difusa hacia el río Yeguas a través de materiales cuaternarios (raña).
- Sector del Hacho de Lora: Constituye una alineación con dirección aproximada norte-sur de 1,2 km² de extensión. Corresponde a un afloramiento de calizas micríticas y oolíticas situadas al norte de Lora de Estepa.
- Sector de Alamedilla: Corresponde a un afloramiento de calizas micríticas, oolíticas y nodulosas, situadas al oeste del sector de Águilas, con una extensión de afloramiento en torno a los 0,8 km². La descarga se produce por el manantial de La Alamedilla.

Presenta un carácter libre. El drenaje de todas las formaciones se establece hacia la vertiente meridional y oriental de cada alineación. La circulación debe establecerse en sentido preferente hacia las surgencias, desde las principales zonas de recarga, aprovechando las zonas de fracturación del material carbonatado

Sierra de los Caballos: La superficie total es de 38 km². La potencia visible de materiales permeables es del orden de 600 m. El espesor de acuífero saturado es desconocido y el sustrato impermeable lo forman los materiales margoso-arcillosos del Triásico.

Su alimentación procede únicamente de la infiltración del agua de lluvia. El drenaje tiene lugar en su mayor parte por el borde suroriental de la sierra hacia los depósitos aluviales que ocupan el sector topográficamente deprimido del arroyo de la Albina. La cota del nivel piezométrico se sitúa ligeramente por encima de los 400 m s.n.m..

Mioceno de Estepa: La potencia varía entre 10 y 40 metros y la superficie aflorante de materiales permeables es de aproximadamente 170 km². Se incluyen en este conjunto las facies "fan delta" que afloran entre los núcleos de Casariche y Puente Genil cuya superficie permeable está en torno a 21 km².

Se trata de un acuífero de carácter libre. La recarga se produce principalmente por infiltración del agua de lluvia y en pequeña proporción por retorno de riegos. La descarga se produce mediante drenajes difusos y en forma de pequeños manantiales.

Terciario de Martín de la Jara-Los Corrales: Este acuífero ocupa una extensión de unos 45 km² y está constituido por arenas y areniscas calcáreas del Mioceno. Ambas formaciones se encuentran superpuestas e íntimamente conectadas entre sí conformando un único acuífero libre cuyo espesor oscila entre 2-3 metros en la zona de borde y 15-20 metros en los sectores centrales.

El acuífero es de carácter libre y su alimentación se produce, de forma primordial, por infiltración del agua de lluvia y, en menor grado, por el retorno de una parte del agua empleada en los regadíos, que se localizan en la zona de Las Lebronas y en las cercanías de la Laguna del Gosque. Las salidas naturales se producen por evapotranspiración, drenaje directo a través de los manantiales de borde y por drenaje difuso hacia los arroyos.

Fuente: Caracterización adicional

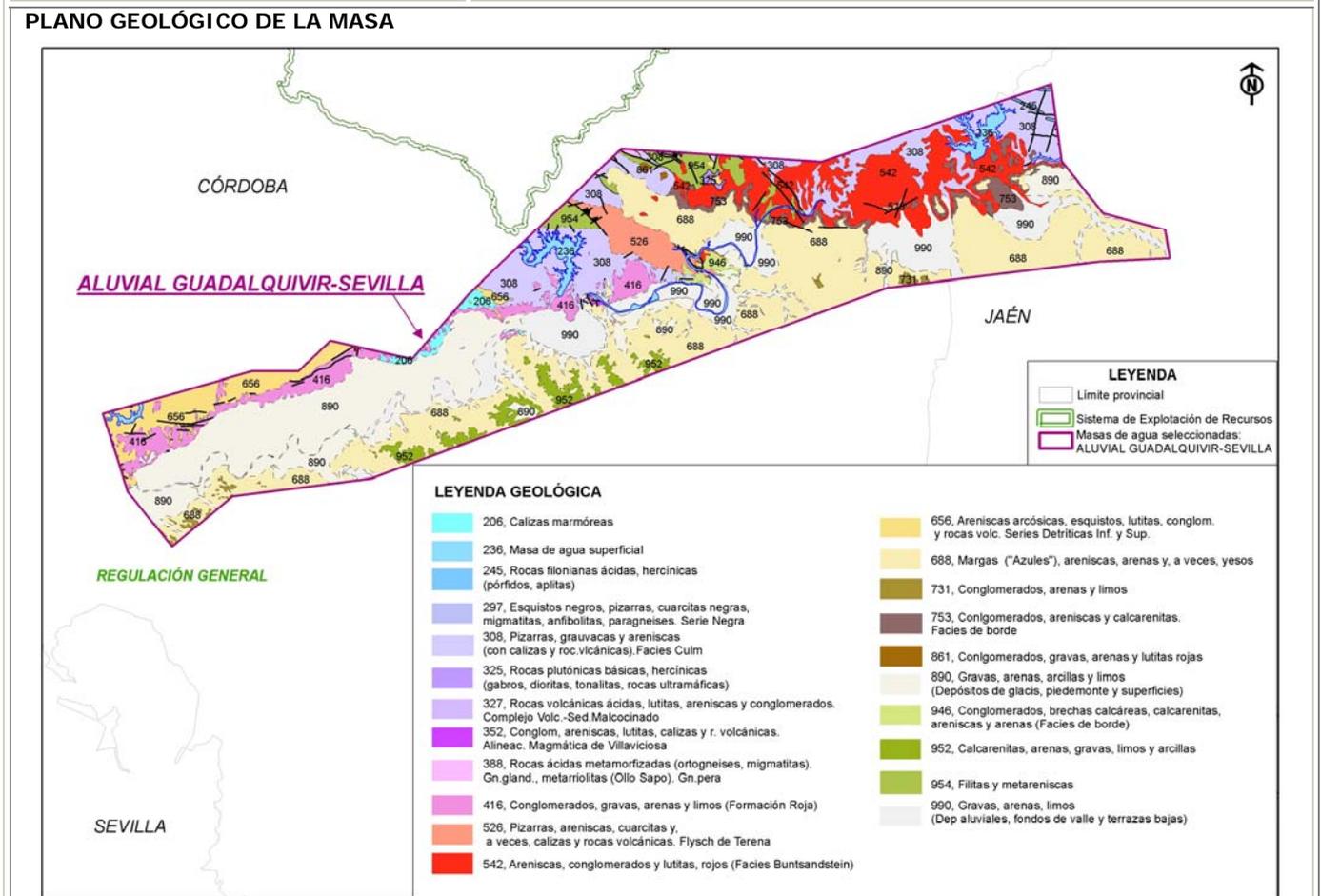
INFORMACIÓN ADICIONAL 4. CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL MEDIO RECEPTOR

	Máximo	Mínimo	Medio
Cl	541	6	69
SO ₄	806	3	58
HCO ₃	1.650	66	282
NO ₃	224	4	28
Na	270	3	41
Mg	152	1	14
Ca	297	18	90
pH	8,5	7	7,6
Cond. (µmhos/cm)	2.800	320	649
R.S.	1.600	212	534
T ^a (°C)	20	12	17

Fuente: Normas de Explotación 2001

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.S7 REGULACIÓN GENERAL	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.46 ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-MEDIO
---	---	--

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
<u>Comunidades Autónomas:</u> ANDALUCÍA <u>Provincias:</u> Córdoba y Jaén	<u>Municipios:</u> Almodovar del Río, Guadalcazar, Córdoba, Adamut, Villafranca de Córdoba, El Carpio, Pedro Abad, Bujalance, Montoro y Villa del Río (en Córdoba) Marmolejo, Lopera, Arjonilla, Arjona y Andújar, (en Jaén).	



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

En esta MASb coinciden, puntualmente, hasta tres formaciones acuíferas con entidad regional, reconocidas como: aluvial del Guadalquivir, mioceno basal y calizas cámbricas. Este hecho, junto a la presencia de infraestructura hidráulica de regulación (canales del Guadalmellato y canal de las vegas bajas sectores 5 y 6), y la propia existencia de caudales no regulados de algunos afluentes de la margen derecha del Guadalquivir posibilitan, en conjunto, unas zonas con interés donde plantear actuaciones de recarga artificial.

Dentro de esta MASb el aluvial tiene escasa extensión, por lo que el acuífero donde plantear recarga artificial sería el Mioceno Basal y/o Calizas Cámbricas a partir de actuaciones en el propio aluvial. La recarga en el propio aluvial presenta problemas de permanencia ya que, de forma natural y en un corto período de tiempo, sería drenado hacia el río.

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 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 checked="" type="checkbox"/>	Otras <input type="checkbox"/>

ACUÍFEROS IMPLICADOS:
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: Gravas, arenas y cantos Espesores: 15-60 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) (Aluvial) (Mioceno de base) ▪ 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) 	432	Alta: 10 ² -10 ⁻¹ Alta: 10 ² -10 ⁻¹ 1X10 ⁻³	1.659

Geometría

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

Observaciones:

El principal nivel acuífero, constituido por las terrazas aluviales, reposa subhorizontal y de forma discordante sobre las margas miocenas de la depresión y en otras zonas puede encontrarse sobre materiales triásicos o paleozoicos, e incluso sobre materiales permeables del Mioceno con los que está en conexión hidráulica. Este último caso es el predominante entre Almodóvar del Río y Villafranca de Córdoba, excepto en el sector más próximo a Córdoba en que aparecen calizas cámbricas. El sector de mayor continuidad e interés es el que ocupa la mitad occidental de la masa (entre Almodóvar del Río y Alcolea, aproximadamente) en el que las terrazas son más continuas y con desarrollos variables de 3 a 5 km de anchura. (Inf. Ad. 2)

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA Recursos hídricos naturales Depuración Desalación

Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Embalse 2	Embalse 3	Canal 1
Nombre (código):	E30_101_X San Rafael de Navallana	E36_101_X La Breña II	E26_101_X Yeguas	E30_235_X Canal del Guadalmellato
Ref. estación aforo:	5051	5010	5049	
Capacidad embalse (hm ³)	157 hm ³	823 hm ³	229 hm ³	-
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	88,58 hm ³	63 hm ³	120 hm ³	35,27 hm ³ /año
-mínima	17,6 hm ³	11 hm ³	12,3 hm ³	
- máxima	152 hm ³ (mar-2010)	429 hm ³ (mar-2010)	229 hm ³ (mar-2010)	

Año o Periodo medida:	2000-2009	2000-2009	1999-2009	2000-2009								
		Total Aportación natural media anual (A):										
		Total Caudal medio anual (Q):										
Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):												
Comentario:												
<i>(2) Distribución media mensual: $Q(m^3/s)$</i>												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1	36,01	41,72	60,77	69,22	101,4	120,2	120,4	96,91	74,26	69,93	63,71	58,00
Embalse 2	29,26	31,16	32,40	35,00	60,19	67,02	64,87	61,86	56,68	58,66	55,36	46,03
Embalse 3	29,38	32,35	37,43	43,96	52,59	97,52	102,1	95,88	84,82	81,12	72,39	67,73
Canal 1	0,053	0,032	0,324	0,001	0	0,118	0,068	1,48	2,869	2,903	1,974	0,726
<u>Comentario:</u> Datos S.A.I.H. Guadalquivir 2008/2009												
Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1		EDAR 2		EDAR 3		EDAR 4					
Nombre (código):	1140210009010 Golondrina		1140010001010 Adamuz		1230590001010 Marmolejo							
Municipios conectados:	Córdoba		Adamuz		Marmolejo							
Población (hab):	328.428		4.419		7.595							
Tipo de tratamiento:	Secundario		Sin especificar		Secundario							
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	3.1467.507		423.395		727.696							
¿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 type="checkbox"/> estudiar <input type="checkbox"/> sin datos <input type="checkbox"/> condicionado <input type="checkbox"/>												
<u>Comentario:</u> Datos de población procedentes del INE 2009.												
Las EDARs de los municipios de Montoro y El Carpio-Pedro Abad no han sido reflejadas por su gran proximidad al río Guadalquivir.												
<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"/>												
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: Embalses y canal
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos)
- Agua del medio receptor: Mioceno de base
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico (adjuntar datos) (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	Estudios previos de caudales <input type="checkbox"/>
Profunda	Estudios previos del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>
Balsas <input checked="" type="checkbox"/>	Otros estudios: Murillo Díaz, Jose Manuel (2004) Recarga de acuíferos. Evaluación y análisis de condicionantes técnicos y económicos. Acuífero aluvial del bajo Guadalquivir. Tesis (Doctoral),
Inundación <input type="checkbox"/>	
Zanjas <input type="checkbox"/>	
Canales <input checked="" type="checkbox"/>	
Cauces <input type="checkbox"/>	
Represas <input type="checkbox"/>	
Otros <input type="checkbox"/>	
Planta de recarga <input type="checkbox"/>	
Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/>	
o Canal:	Canal del Guadalmellato Canal de las Vegas Bajas, sectores 5 y 6
o Azud:	
o Otros:	
Otras infraestructuras:	Balsas de regulación superficial de riego (2 hm ³ de capacidad)

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica:
- Económica:
- Legal o administrativa:

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Columna litológica tipo:

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
Pizarras, esquistos, cuarcitas y gneises	316,13			Paleozoico
Conglomerados y microconglomerados calizo-arenosos coronado por margas	399,96	12	60	Mioceno
Depósitos aluviales y de glaciares en forma de terrazas: gravas, arenas, limos y arcillas	346,91	15	20	Pliocuatrnario

Origen de la información: Caracterización adicional

Descripción geológica:

La masa de agua subterránea 05.46 Aluvial del Guadalquivir-Curso Medio se encuentra localizada en la Depresión Neógena del Guadalquivir. Está constituida esencialmente por sedimentos aluviales cuaternarios ligados al cauce del Guadalquivir y sus principales tributarios que se disponen, generalmente discordantes, sobre las margas marinas miocenas de la Depresión del Guadalquivir en la margen izquierda del río. En la mayor parte de la margen derecha reposan bien sobre materiales permeables del denominado Mioceno de Base del borde de la meseta o directamente sobre materiales impermeables paleozoicos triásicos. La masa incluye también los depósitos permeables de la parte basal del Mioceno, que constituyen localmente un acuífero cautivo y en carga bajo las margas miocenas que rellenan la depresión, y que afloran en estrechas bandas discontinuas de anchura variable entre unos centenares de metros hasta 2 km, con longitudes de unos pocos a más de 22 km. Los espesores son también muy variables. Los depósitos fluviales están representados por los niveles de terrazas del Río Guadalquivir, y se pueden reconocer hasta 3 niveles principales sobre la base de criterios morfológicos y topográficos, aunque litológicamente se diferencian muy poco, salvo la terraza más antigua que puede presentar lechos de arcillas rojas. La composición general es de gravas, arenas y limos, con un grado de cementación que se incrementa en las terrazas más antiguas. La altura a que se sitúan las terrazas respecto al Río es variable de 0 a 40 metros. Hay que destacar que dentro de esta masa los depósitos fluviales se ven interrumpidos en varias zonas al discurrir el propio río Guadalquivir encajado entre materiales impermeables paleozoicos o triásicos, sin más conexión entre los distintos sectores de terraza que el propio río y los depósitos aluviales actuales. El sector de mayor continuidad e interés es el que ocupa la mitad occidental de la masa (entre Almodóvar del Río y Alcolea, aproximadamente) en el que las terrazas son más continuas y con desarrollos variables de 3 a 5 km de anchura.

El principal nivel acuífero, constituido por las terrazas aluviales, reposa subhorizontal y de forma discordante sobre las margas miocenas de la depresión y en otras zonas puede encontrarse sobre materiales triásicos o paleozoicos, que ocasionan la pérdida de continuidad en varios sectores entre Marmolejo y Alcolea, e incluso sobre materiales permeables del Mioceno. Este último caso es el predominante entre Almodóvar del Río y Villafranca de Córdoba, excepto en el sector más próximo a Córdoba en que aparecen calizas cámbricas. La estructura en terrazas a diferentes niveles permite la aparición del substrato margoso, en ocasiones, entre algunas de las terrazas o entre éstas y el cauce actual, dejando colgado el acuífero localmente.

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Se trata de una masa detrítica, de carácter libre y permeable por porosidad intergranular en el caso del aluvial y con carácter libre y/o confinado y permeabilidad mixta por porosidad y fisuración para el acuífero secundario del Mioceno de Base. Tiene una superficie permeable de unos 464 km², de los que unos 102 km² corresponden a afloramientos del Mioceno basal. Los depósitos aluviales tienen espesores muy variables debido a que constituyen por lo general una serie de terrazas, en ocasiones colgadas como consecuencia de la erosión del río. Las potencias máximas que aparecen no suelen superar los 40 m y generalmente están comprendidas entre 15 y 20 m entre Almodóvar del Río y Córdoba, y entre 8 y 10 m en el sector Villa del Río-Marmolejo. El sustrato está casi siempre constituido por los materiales margosos del mioceno y, en ocasiones, por los conglomerados y areniscas del "Mioceno de Base" con los que existe conexión hidráulica. También puede estar constituido, localmente, por materiales de baja permeabilidad triásicos o paleozoicos.

Un hecho que debe condicionar significativamente el flujo a través del aluvial, dada su conexión con el río, y también el propio desarrollo espacial y vertical de los depósitos aluviales, es la pendiente del río en sus diversos tramos, relativamente uniforme dentro de esta masa de agua: en su mitad oriental. Entre Marmolejo y Villafranca de Córdoba la pendiente media es de un 0.8‰ y entre Villafranca y Almodóvar del Río es de un 0.75‰, frente a valores comprendidos entre el 1.2 y el 4‰ en el aluvial del Curso Alto (entre Mogón y el Jándula).

Por lo que respecta al acuífero secundario del Mioceno de Base aflora de forma discontinua en casi toda su extensión, con un acuñamiento progresivo de este a oeste desde unos 12 metros en la margen izquierda del Jándula hasta 8 metros al NE de Marmolejo y 4-5 metros en las Lomas de la Aragonesa, si bien más al oeste alcanza espesores de 13-14 m en Alcolea, 30 m en Pedro Abad, hasta 50-60 m en las inmediaciones de Córdoba y variables de 15 a 23 entre Almodóvar del Río y Córdoba

La alimentación de los depósitos aluviales procede fundamentalmente de la recarga producida por el propio Río Guadalquivir, además de los retornos de regadíos y el agua de lluvia caída sobre las propias terrazas y sobre las cuencas vertientes con materiales impermeables, mientras que los depósitos Miocenos se alimentarían esencialmente de la infiltración del agua de lluvia y afluentes de la margen derecha del Guadalquivir, aunque podrían recibir alimentación diferida a través de los aluviales en sus zonas de contacto directo.

Las salidas están igualmente condicionadas por el cauce del río en los tramos "ganadores" y una parte se produce a través de los pozos y sondeos existentes. Las terrazas que aparecen colgadas respecto al cauce del río, suelen drenar por medio de manantiales que surgen en el contacto con las margas infrayacentes. Las salidas del acuífero basal del Mioceno tendrían lugar por pequeños manantiales y explotaciones por bombeo en algunos sondeos.

La superficie piezométrica de la masa está comprendida, para los depósitos aluviales, entre unos 200-205 m s.n.m. en su extremo oriental y 75-80 m s.n.m. en el límite occidental, con gradientes hidráulicos comprendidos entre el 4‰ y el 2‰, que deben estar en relación con las pendientes del propio cauce salvo en tramos de terrazas colgadas. La profundidad hasta el agua es variable desde unos pocos metros hasta 15.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL MEDIO RECEPTOR

	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. ($\mu\text{S/cm}$)	1113	3620	340
pH	8,0	8,2	7,9
CO ₃ H	1084	2430	60
SO ₄	219	1248	3
NO ₃	74	92	52
Ca	109	290	6
Mg	47	218	5
Cl	125	923	18
Na	51	182	9

Fuente: Normas de Explotación 2001

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA
051
GUADALQUIVIR

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
05.S7 REGULACIÓN GENERAL

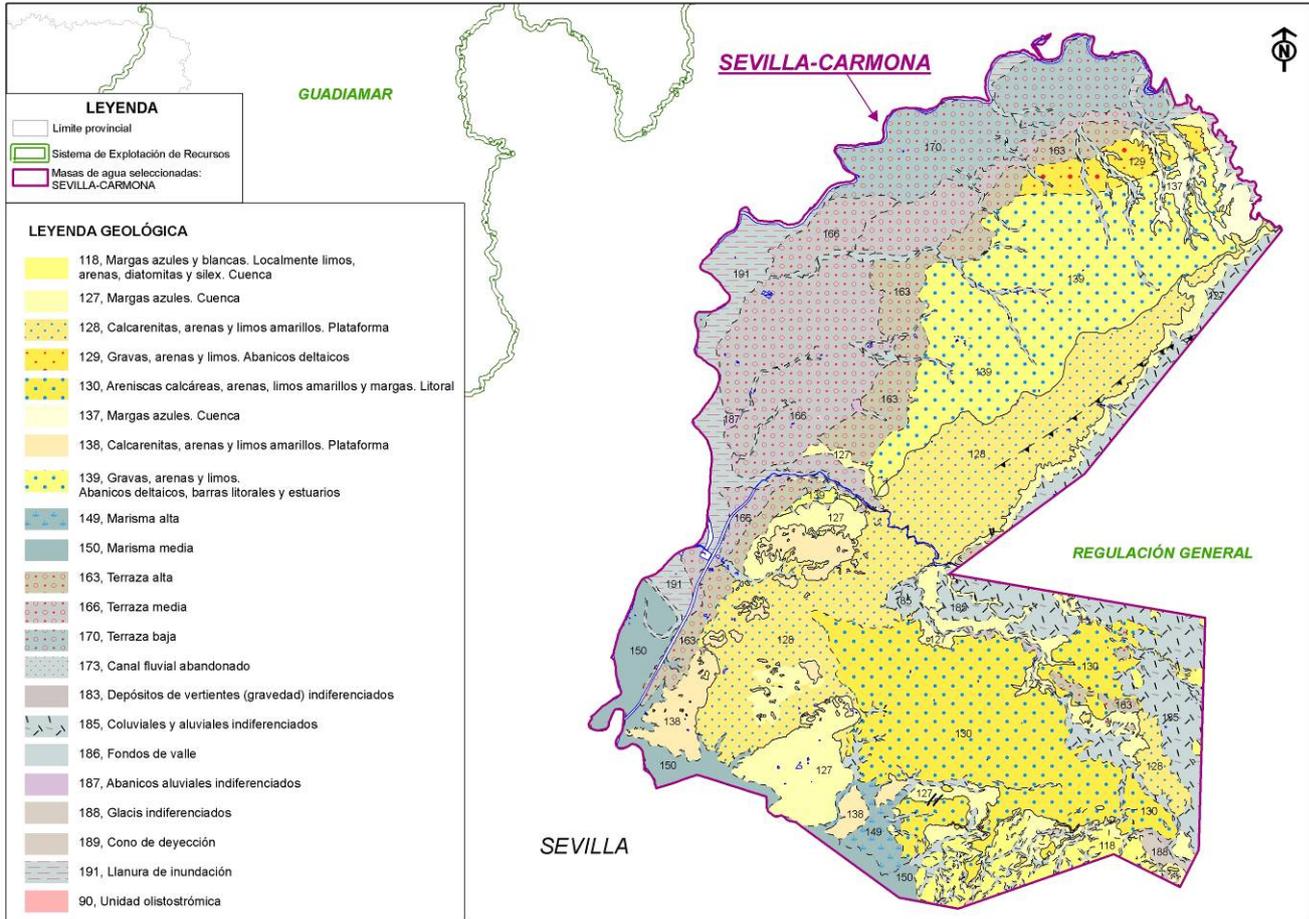
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA
05.47 SEVILLA - CARMONA

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA
Provincias: Sevilla

Municipios: Alcalá de Guadaíra, Brenes, Carmona, Coria del Río, Dos Hermanas, Los Molares, La Rinconada, Sevilla, Tocina y El Viso de Alcor

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Existen antecedentes que recomiendan la recarga artificial en esta masa (PHG, 1995; DGOHCA, 2000), se trata de un acuífero parcialmente sobreexplotado, designado en riesgo cuantitativo de acuerdo con las especificaciones de la DMA y ya se han realizado experiencias piloto de recarga.

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro	Mejora de impactos
Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input 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 type="checkbox"/>	

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Calcarenitas de Carmona (Mioceno)

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: Margas grises y azules, areniscas, arenas, conglomerados y calcarenitas (**Inf. Ad. 1**)
Espesores: 40 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) 	50,0	Mixta 10 ⁻¹ a 10 ⁻⁴	430,0
Oscilación estacional (m): de 2,7 a 2,1 (2006-07, periodo húmedo)	0,01000		0,02000
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espesor ZNS (m): (Inf. Ad. 3) (2006-07, periodo húmedo) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	22,10	14,60	3,80

Geometría

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

Observaciones:

Las calcarenitas de Carmona constituyen un acuífero libre, de 150 km² de superficie conectado hidráulicamente con el conjunto de terrazas aluviales del Guadalquivir que conforman la MASb 05.73 Aluvial del Guadalquivir-Sevilla. Desde el punto de vista estructural, las formaciones litológicas se caracterizan por una disposición horizontal o subhorizontal encontrándose, de este a oeste, las calcarenitas situadas en la cabecera del acuífero y sobre ellas se sitúan las terrazas del Cuaternario antiguo, medio y reciente, que descienden escalonadamente hasta el río Guadalquivir. El límite impermeable de estos materiales acuíferos está constituido por las margas azules del mioceno. (**Inf. Ad. 4**)

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	Canal
Nombre (código):	El Horcajo	Guadaira	Corbones	Canal del Bajo Guadalquivir
Ref. estación aforo:	5115	5132	5125	
Capacidad embalse (hm ³)	Sin datos	-	-	Sin datos
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)		(Q) 0,649	(Q) 1,967	
- máxima		(Q) 1,69	(Q) 10,97	
- mínima		(Q) 0,07	(Q) 0,07	
Año o Periodo medida:		1970-2005	1945-2003	
	Total Aportación natural media anual (A): Total Caudal medio anual (Q): 2,616			

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}): desde los ríos, del orden de 2 m³/s (valor próximo al sumatorio del valor medio menos el valor mínimo)

Comentario: No se dispone de datos para evaluar la opción del canal del bajo Guadalquivir ni del pequeño embalse de El Horcajo. El volumen potencialmente recargable, según documentación general previa (Inf. Ad. 5), es de 10 hm³/a para paliar la sobreexplotación, lo que significa un caudal continuo de recarga de 0,32 m³/s.

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

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
El Horcajo												
Río 1 (Q)	0,21	0,98	1,73	2,24	1,67	1,07	0,91	1,05	0,29	0,11	0,11	0,13
Río 2 (Q)	0,64	1,67	1,71	5,40	5,71	3,65	1,12	1,17	0,35	0,27	0,19	0,11
Canal												

Comentario:

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):	Carmona	Los Alcores		
Municipios conectados:				
Población (hab):				
Tipo de tratamiento:	Secundario	Secundario		
Volumen depurado (V_d) (m ³ /año) (4):	3.302.609	4.579.240		
¿Existe reutilización?	No	No		
Referencia Concesión:				
Volumen reutilizado (V_r) (m ³ /año):	3.302.609	4.579.240		
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):				

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

Comentario: Se producen del orden de **7,5 hm³/a** de efluentes que podrían utilizarse potencialmente para la recarga si se realiza una mejora sustancial en el tratamiento. Si bien esta fuente, en volumen, no resulta suficiente para cubrir los 10 hm³/a de déficit que presenta la MASb, podría utilizarse como fuente complementaria del agua de otro origen (p.e. en la época de máximo riego del canal del Bajo Guadalquivir)

(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

- Agua de recarga: Embalse El Horcajo; Ríos Corbones y Guadaira
Canal del Bajo Guadalquivir EDARs Carmona y Los Alcores
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico
Datos del canal (Inf. Ad. 7), resto sin datos
- Agua del medio receptor: Acuífero Calcarenitas de Carmona
- Parámetros: físico, químico y bacteriológico Se adjuntan valores medios (Inf. Ad. 6)
- 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 type="checkbox"/>	Mixta: <input checked="" type="checkbox"/>	<u>Planta de recarga</u> <input checked="" type="checkbox"/> (Inf. Ad. 5)	
Canales <input type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	- "Experiencia de recarga artificial en el sistema hidrogeológico de las calcarenitas de Dos Hermanas. Primer informe". (IGME. Diciembre 1989)	
Cauces <input type="checkbox"/>		- "Proyecto para la continuación y nuevas experiencias de recarga artificial en el sistema hidrogeológico de las calcarenitas de Carmona. Sevilla. Tomo 1. Memoria". (IGME, Diciembre 1.991)	
Represas <input type="checkbox"/>		Infraestructuras de transporte <input checked="" type="checkbox"/>	
Otros <input type="checkbox"/>		o Canal: Canal del Bajo Guadalquivir	
		o Azud:	
		o Otros:	
		Otras infraestructuras:	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

- Estudio específico de caudales disponibles para cada una de las alternativas de disponibilidad hídrica aquí presentadas (embalse, ríos, canal de riego, EDARs).
- En función del agua fuente, selección del área de recarga y estudio hidrogeológico de detalle (inventario de puntos acuíferos, sondeos de reconocimiento hidrogeológico, ensayos de permeabilidad, ensayos de bombeo, balance hídrico, estudio hidroquímico y elaboración de modelos de flujo). Con éstos resultados se definirá el método de recarga: superficial (balsas), profundo o mixto.
- Análisis técnico-económico de las alternativas posibles de ubicación y sistema de recarga a adoptar.
- Valoración medioambiental y evaluación de los posibles impactos negativos que la recarga artificial pudiera ocasionar en la MASb o en los sistemas superficiales asociados.
- Diseño de las obras de infraestructura: obras de derivación, equipos de impulsión, conducciones y/o canales para la puesta del agua en el punto de recarga, dimensionado y características de la balsa o los sondeos de inyección, balsas de decantación,...
- Instrumentación y equipamiento necesario para la operación y seguimiento de la operación de recarga (piezómetros, puntos de muestreo, aforadores, estaciones meteorológicas, limnógrafos, medidores de parámetros hidroquímicos, etc).

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

Los resultados obtenidos en los diferentes ensayos de recarga realizados (Inf. Ad. 5), permiten afirmar que la recarga artificial resulta técnicamente viable y altamente eficaz para mejorar la regulación de los recursos hídricos en la unidad acuífera de las calcarenitas de Carmona. La interpretación de los 4 ensayos de recarga artificial realizados permite suponer que, para futuras experiencias de recarga artificial de larga duración, se pueden conseguir valores medios de tasa de infiltración superiores a los 5 m/día, e incluso superiores a los 10 m/día si dichas experiencias se localizan en las zonas de mayor densidad de fracturación. Para una hipótesis conservadora, considerando coeficientes medios de infiltración de 5 m/día, sería necesaria una superficie útil de infiltración de 1,5 ha para recargar los 9,5 hm³/año en que se evalúa el déficit actual para la totalidad de la unidad de las calcarenitas de Carmona, en un período de operación de 4 meses/año.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Columna litológica tipo:

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
Margas grises y azules, areniscas, arenas, conglomerados y calcarenitas.	417,79	30	60	Mioceno
Calcarenitas, arenas, gravas, limos y arcillas	526,95			Plioceno
Conglomerados y arenas con intercalaciones de finos	295,4	5	20	Cuaternario

Descripción geológica:

La masa de agua subterránea 05.47 Sevilla-Carmona se encuentra enmarcada en plena Depresión del Guadalquivir.

Las unidades litoestratigráficas que aparecen son, de muro a techo, las siguientes:

- Mioceno: Se trata de un paquete de margas grises y azules a las que se les asigna una edad Tortonense y que forman el relleno principal de la cuenca miocena. Sobre estas margas se dispone en concordancia estratigráfica, un conjunto denominado de facies tortonienses superiores o sahelenses. Este conjunto tiene un espesor que oscila entre 30 y 60 metros y comprende varios cambios de facies cuyos nombres diferenciadores son las Calcarenitas de Carmona (al norte), de Alcalá de Guadaíra y de Dos Hermanas (en el centro) y las arenas y arcillas de Utrera (al sur).
- Plioceno: Suprayacente al Mioceno existe un paquete de calcarenitas, arenas, gravas, limos y arcillas del Rusciniense.
- Cuaternario: Sobre los materiales del mioceno y plioceno anteriormente descritos se dispone el sistema de terrazas del río Guadalquivir que forman la masa de agua subterránea 05.73 Aluvial del Guadalquivir-Sevilla.

Desde el punto de vista estructural las formaciones litológicas se caracterizan por una disposición horizontal o subhorizontal encontrándose las calcarenitas encima de las margas gris-azuladas y las terrazas del Guadalquivir dispuestas escalonadamente desde las calcarenitas y hacia el cauce actual.

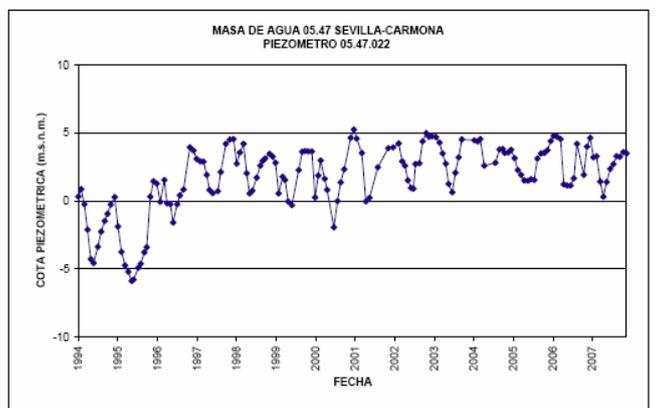
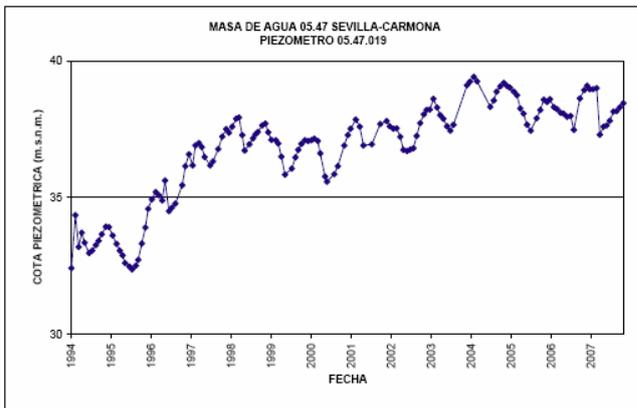
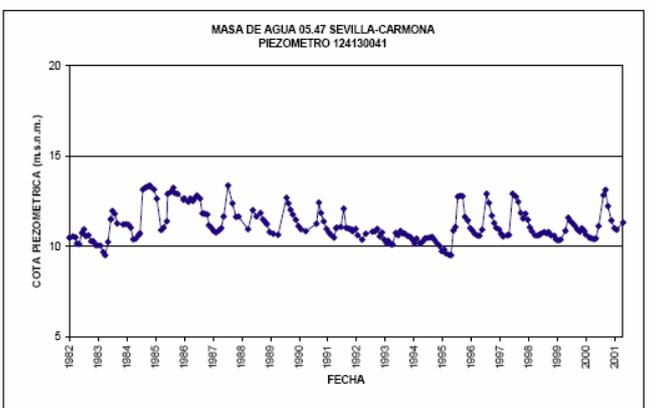
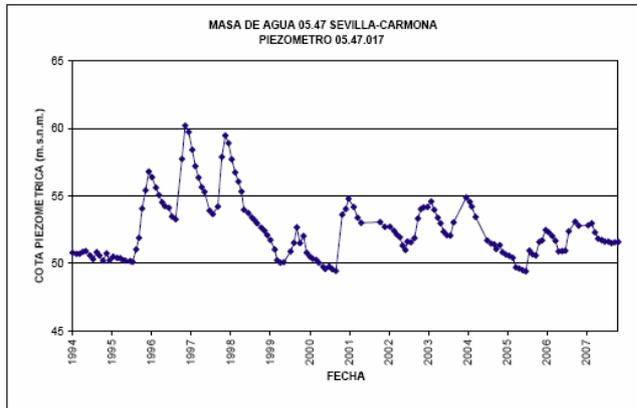
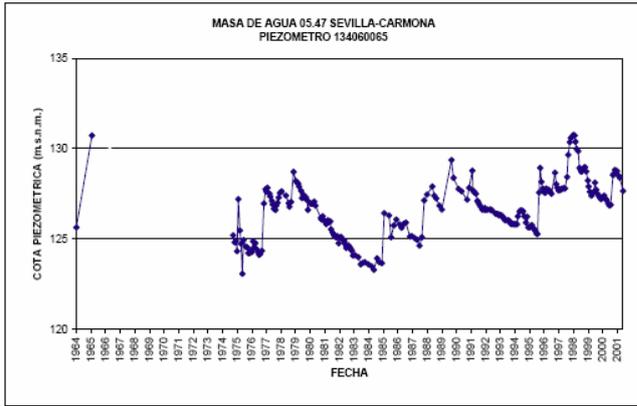
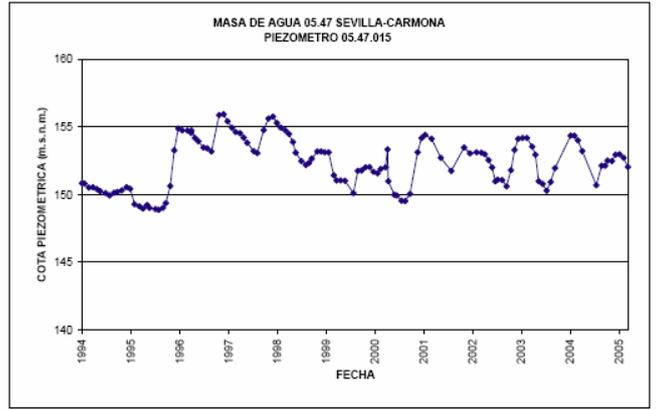
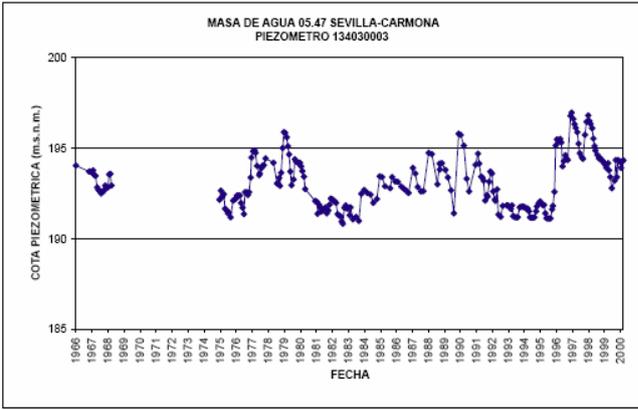
Origen de la información: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA

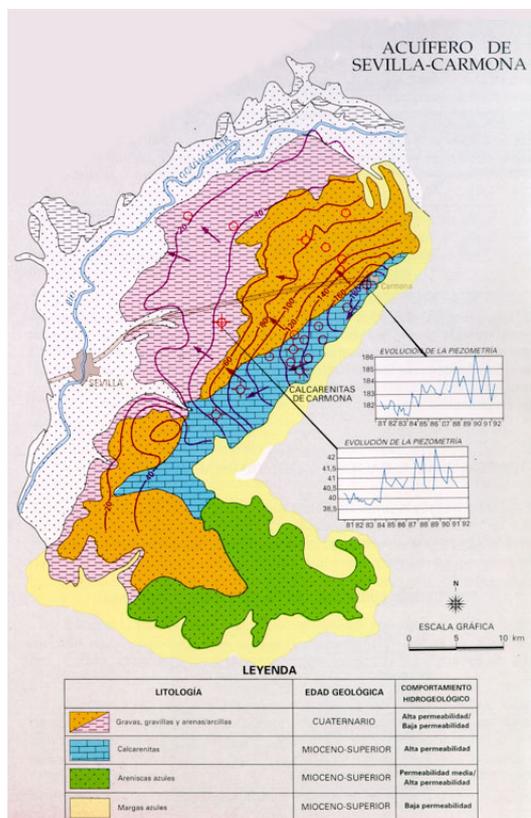
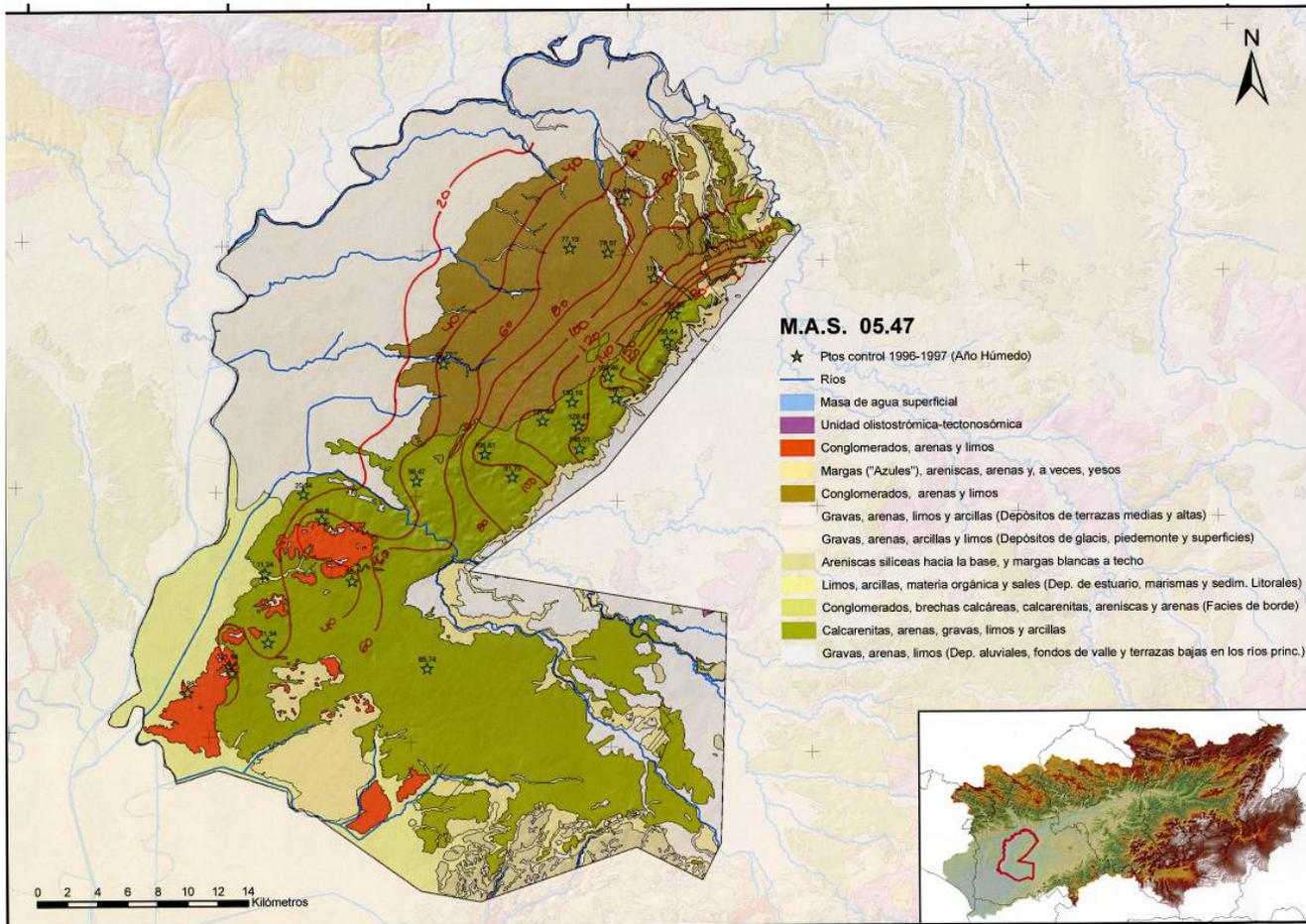
Isopiezas	Año	Nº de puntos	Nivel piezométrico (m.s.n.m.)		Diferencia (máx-min) (m)	Rango de oscilación estacional (m)	Sentido de flujo	Gradiente ⁽¹⁾
			máx.	min.				
De referencia	1975/1976	5	192,4	75,66	116,74	De -1,16 a 1,52	(*)	(*)
Actuales estiaje	2006/2007	7	129,06	0,3	128,76	De -2,67 a 2,1	(*)	(*)
Actuales per. húmedo	2006/2007	7	129,18	1,64	127,54		(*)	(*)
De año seco	2004/2005	11	190,3	1,48	188,82	De -1,42 a 0,96	Noroeste	0,0098
De año húmedo	1996/1997	26	196,97	0,4	196,57	De -5,85 a 5,61	Noroeste	0,012

(1) Gradiente medio en el sentido del flujo principal

(*) No se disponen de suficientes piezómetros para su determinación

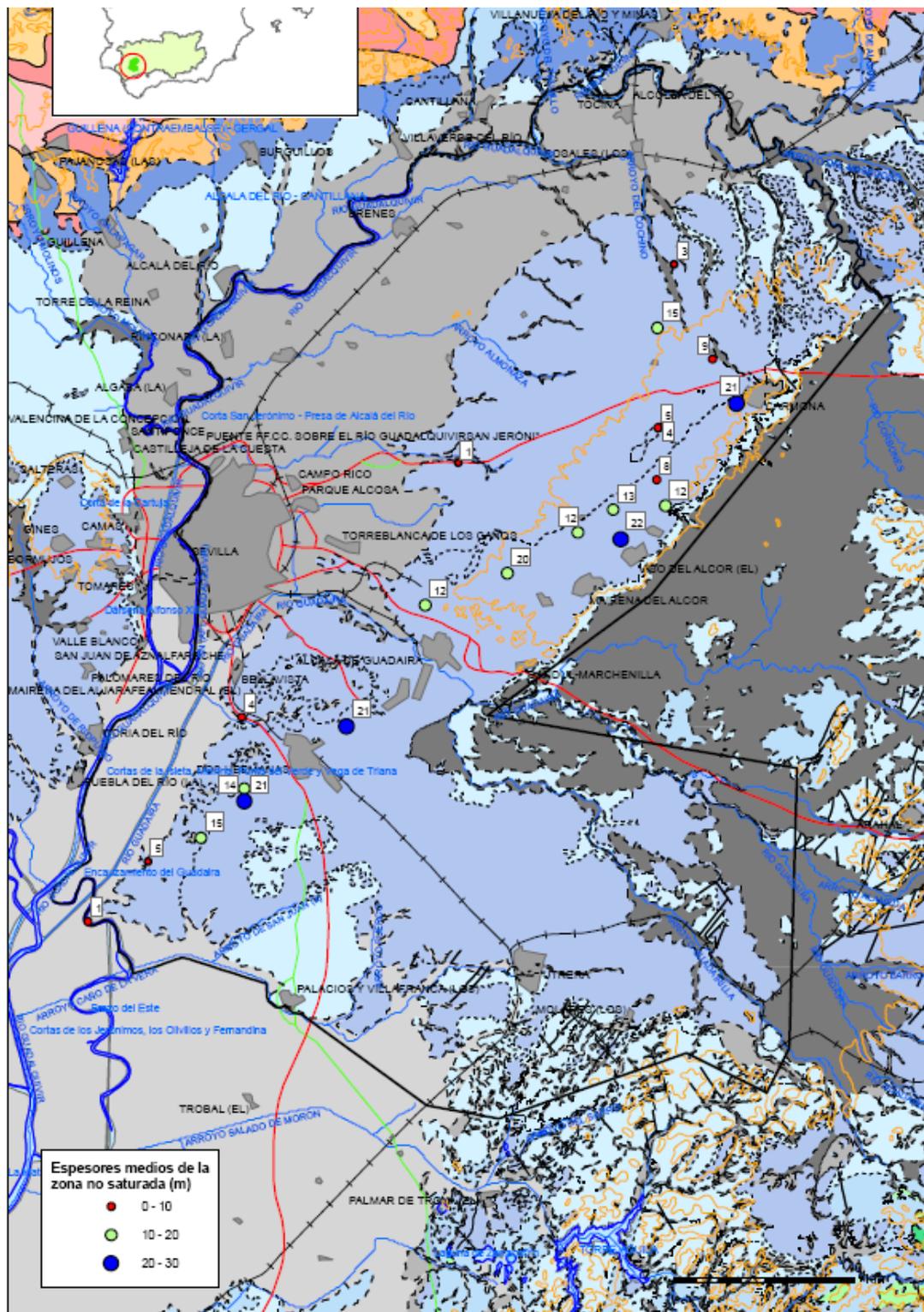


Isopiezas año húmedo (1996-1997)



Isopiezas Atlas Hidrogeológico de Andalucía (1998)

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: ESPESOR DE ZNS



Mapa 4.2. Mapa de espesores de la zona no saturada en el periodo 2001-2002 de la masa Sevilla-Carmona (050047)

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Fuente: Caracterización adicional

Los materiales que presentan un mayor interés desde el punto de vista hidrogeológico son las denominadas Calcarenitas de Carmona y el conjunto de las terrazas aluviales del Guadalquivir que forman la masa de agua subterránea 05.73 Aluvial del Guadalquivir-Sevilla. En cuanto a su relación espacial, de este a oeste se suceden las calcarenitas situadas en la cabecera del acuífero y sobre ellas se sitúan las terrazas del Cuaternario antiguo, medio y reciente, que descienden escalonadamente hasta el río Guadalquivir. El límite impermeable de estos materiales acuíferos está constituido por las margas azules del mioceno.

Calcarenitas de Carmona: Su superficie de afloramiento permeable es de aproximadamente 150 km² y la potencia de la formación acuífera puede alcanzar los 40 metros. No obstante, considerando el conjunto de la formación con sus cambios de facies (calcarenitas de Alcalá de Guadaíra, de Dos Hermanas y arenas y arcillas de Utrera), el total de la superficie de afloramiento está en torno a 530 km². En conjunto, constituyen un acuífero permeable por porosidad y fisuración que funciona en régimen libre.

La alimentación del sistema se produce por infiltración directa del agua de lluvia. También, aunque en menor cuantía, existe un aporte adicional por infiltración del agua de los regadíos procedente del río Guadalquivir (Canal del Bajo Guadalquivir). Las salidas de agua se producen por bombeo y como salidas subterráneas y drenaje a los ríos Guadalquivir y Guadaira.

La circulación del agua en el interior del acuífero se produce hacia el río Guadalquivir. Además, parte del flujo en las calcarenitas se dirige hacia el río Guadaira que actúa como eje de drenaje y en cuya proximidad se encuentran varios manantiales en ambas márgenes.

La pendiente de la superficie piezométrica en las calcarenitas es bastante constante (0,8%) salvo en la zona de drenaje del río Guadaíra donde sube al 2%. Además, existe al sur del río Guadaíra un domo en la superficie piezométrica que corresponde con una altura topográfica mayor.

Fuente: Proyecto para la continuación y nuevas experiencias de recarga artificial en el sistema hidrogeológico de las calcarenitas de Carmona. Sevilla. Diciembre 1.991. Tomo 1 .- Memoria

Aunque de manera general, y en base a lo expuesto, la unidad se comporta como un acuífero libre, hay que hacer constar que, según ponen de manifiesto las columnas litológicas obtenidas en los sondeos existentes, en el sector Suroccidental del acuífero, las calcarenitas quedan recubiertas por sedimentos margosos, de muy baja permeabilidad y espesores del orden de los 5-8 m, pudiéndose afirmar que, en dicho sector, la unidad funciona como un acuífero semiconfinado.

El fuerte encajamiento del cauce del río Guadaira en las calcarenitas, condiciona que el acuífero se encuentre subdividido hidrogeológicamente en dos subunidades entre las que no se produce intercambio hídrico:

- Subunidad Carmona-Alcalá de Guadaira: con una superficie aproximada de 100 Km², se extiende desde la margen derecha del río Guadaira hasta la localidad de Carmona.
- Subunidad Alcalá de Guadaira-Dos Hermanas: con una superficie de 50 Km², comprende el sector Sur, desde el río Guadaira hasta la localidad de Dos Hermanas.

Ambas subunidades, presentan un funcionamiento hidrogeológico similar. La recarga natural se produce, de manera fundamental, por infiltración directa del agua de lluvia y, en menor medida, por retorno de los excedentes empleados en regadío. Las salidas naturales tienen lugar a través de una serie de manantiales de borde situados en las proximidades del río Guadaira, y por descarga oculta a la terraza superior del Guadalquivir y, en menor cuantía, al aluvial del río Guadaira. Las salidas artificiales se producen por bombeo en pozos y sondeos, destinándose la mayor parte del agua extraída, a regadíos. El flujo subterráneo se produce, de manera preferencial, hacia el Suroeste, con gradientes hidráulicos comprendidos entre el 1 % y el 2 %.

Según datos del ITGE, referidos a 1.987, el déficit para la totalidad de la unidad de las calcarenitas de Carmona, asciende a unos 9,5 hm³/año, de los que 5,5 hm³/año corresponden a la subunidad septentrional y el resto, 4 hm³/año, a la subunidad meridional. Este déficit, se traduce en un notable y generalizado descenso de los niveles piezométricos, que en las zonas de mayor explotación llega a alcanzar, para el período comprendido entre 1 .966 y 1. 987, los 10 metros.

INFORMACIÓN ADICIONAL 5: INFORMACIÓN GENERAL PREVIA (ANTECEDENTES DE RECARGA)

Informe: "ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA POSIBILIDAD DE APLICAR LA RECARGA ARTIFICIAL A LAS CALCARENITAS DE CARMONA (Julio 1985)" (Ref. nº 46(V)85)

Establece por primera vez la posibilidad de emplear aguas excedentarias procedentes del embalse del Huesna, en determinadas cantidades y momentos, para recargar artificialmente las calcarenitas de Carmona.

Los ordenes de magnitud de los excedentes de agua que muy probablemente se producirán (en teoría del orden de 42 hm³/año), son muy superiores al déficit que actualmente sufre el acuífero (del orden de 5 hm³/año).

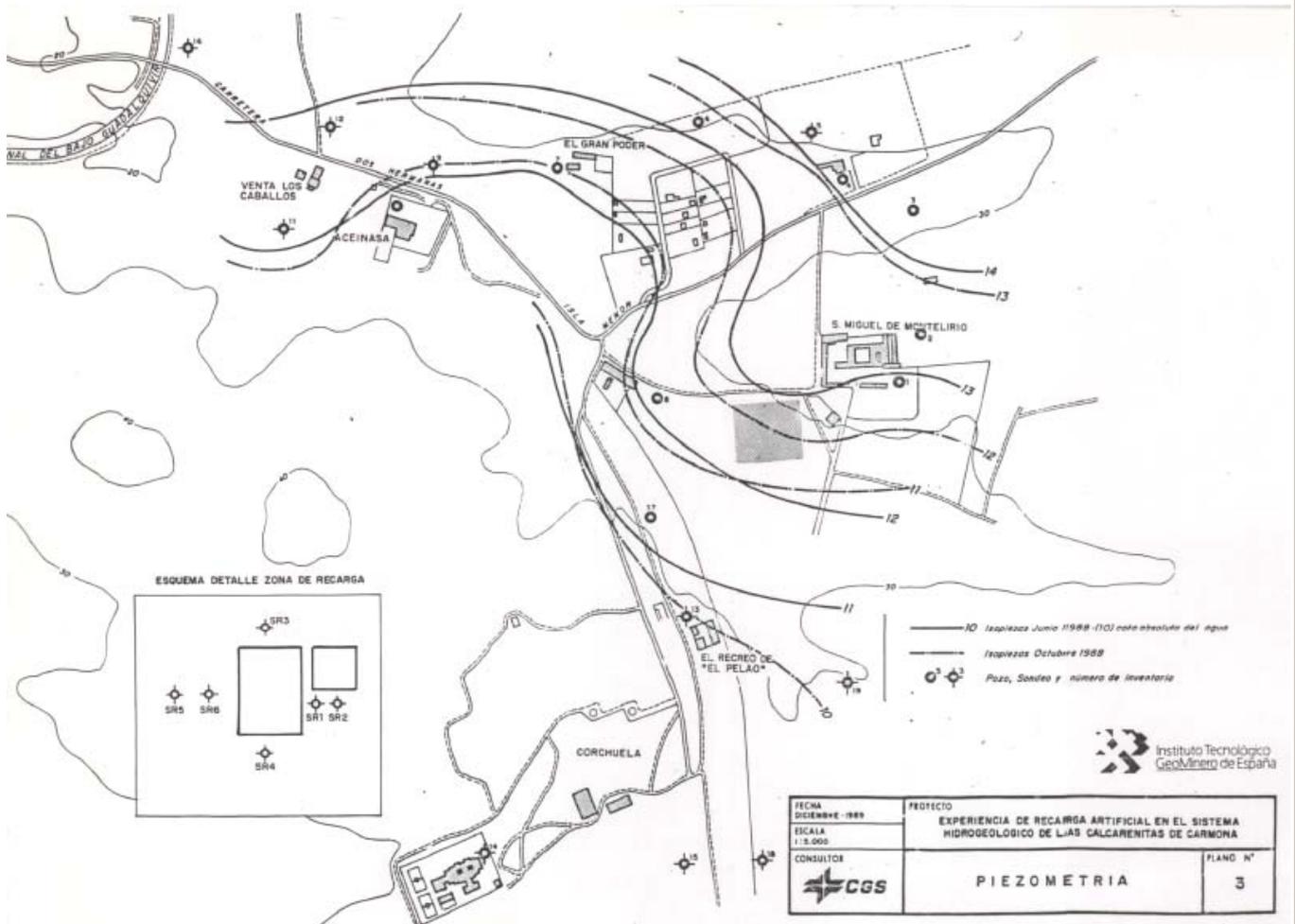
En consecuencia, el hecho de distraer anualmente unos volúmenes comprendidos entre 3 hm³ y 5 hm³ destinados a la recarga, no modificarán en la práctica, cualquier política de uso y regulación que se adopte para las aguas procedentes del Huesna.

Las fechas y momentos en que se utilizarían para la recarga, parte de los presuntos excedentes, serían necesariamente aquellos en que estos excedentes tendrían como destino el mar (inviernos lluviosos), sin ninguna posibilidad de utilización práctica.

Informe: "EXPERIENCIA DE RECARGA ARTIFICIAL EN EL SISTEMA HIDROGEOLOGICO DE LAS CALCARENITAS DE DOS HERMANAS. Primer informe. Diciembre 1989"

En este informe se describen las obras de infraestructura llevadas a cabo para la puesta en marcha de la experiencia piloto de recarga artificial y los resultados obtenidos del seguimiento previo al inicio de la misma.

La zona seleccionada para la realización de la recarga se localiza 3 km al SO de la localidad de Dos Hermanas (dentro de su término municipal), en la finca denominada San Miguel de Montelirio; y se encuentra a una distancia aproximada de 1.000 metros del canal del Bajo Guadalquivir, del que se realizará la toma de agua para la puesta en marcha del ensayo.



Para la puesta en funcionamiento del ensayo de recarga artificial, ha sido necesario realizar las siguientes obras de infraestructura:

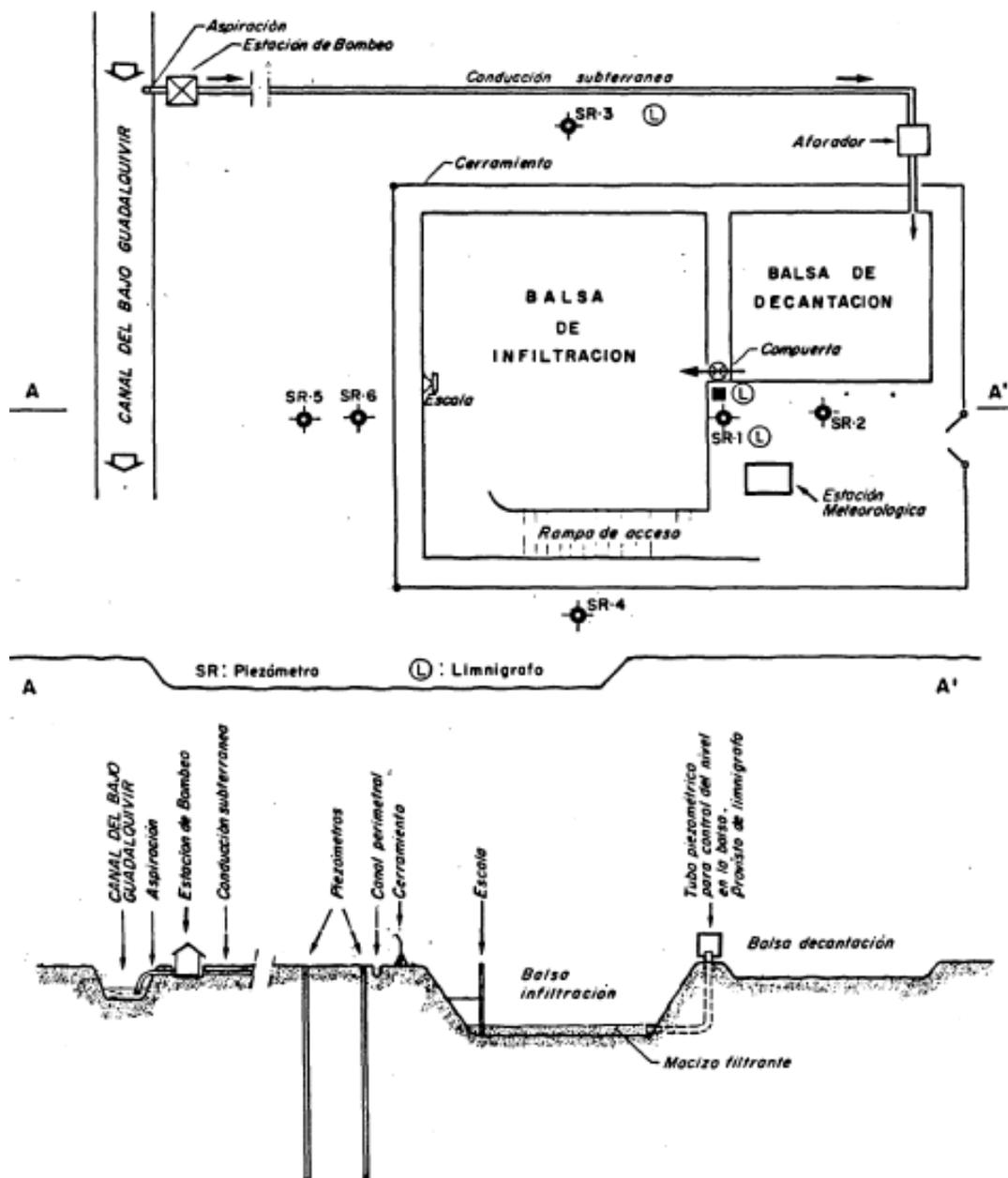
ESTACION DE BOMBEO.- Se encuentra situada en la margen izquierda del canal del Bajo Guadalquivir, unos 60 metros aguas abajo del puente de la carretera Dos Hermanas-Isla Menor. Consta de un motor eléctrico de 25 CV de potencia con una capacidad para 55 L/s con una altura manométrica de 10 m. El grupo motobomba, se encuentra alojado en caseta de obra y la toma del canal se hace a través de un tubo enterrado bajo el camino de servicio.

CONDUCCION DESDE LA ESTACIÓN DE BOMBEO AL ÁREA DE RECARGA.- Se ha construido una conducción de 1.050 metros de longitud y 300 mm de diámetro. La tubería, de fibrocemento, va enterrada, paralelamente a la carretera Dos Hermanas-Isla Menor, a una profundidad media de 1 metro.

BALSA DE DECANTACION.- Tiene una capacidad de unos 650 m³, con unas dimensiones de 26x28x1.2 metros y taludes de 45 grados.

BALSA DE INFILTRACION.- Tiene una capacidad aproximada de 6.000 m³, con unas dimensiones de 55x26 m en la base superior y de 40x12 m en la base inferior y una altura / profundidad media de 6.6 m. Los taludes de esta balsa son de 45 grados. La balsa va provista de escala para control de niveles y de limnógrafo alojado en tubo piezométrico (ver figura 1) para registro continuo de los mismos. En el fondo de la balsa se instaló un macizo filtrante de unos 90 cm de espesor, compuesto por un lecho inferior de arena silícea tipo TAK (50 m³) y un lecho superior de arena silícea tipo 50/60 (123 m³). La instalación del filtro se realizó íntegramente a mano, sin empleo de maquinaria pesada para evitar la compactación de las calcarenitas en el fondo de la balsa. Los taludes de la balsa de infiltración, se impermeabilizaron con tela de polietileno, tipo GALGA 800. Dicha impermeabilización ha sido totalmente desmantelada, en dos ocasiones, por efecto de los temporales. Entre la balsa de decantación y la de infiltración se construyó un rebosadero con compuerta metálica accionable.

ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL



Como obras complementarias, necesarias para el seguimiento de la experiencia, se han realizado las siguientes:

- 6 sondeos de investigación de pequeño diámetro
- 2 sondeos de investigación-preexplotación
- Instalación de una estación meteorológica
- Construcción de un aforador para control de caudales de entrada a la balsa de decantación

Además, se han instalado los siguientes instrumentos para el seguimiento de la experiencia de recarga:

- 2 Limnógrafos de eje vertical SEBA (modelo ALPHA) instalados en el sondeo piezométrico SR-3, para controlar la evolución

del nivel piezométrico en las proximidades de la balsa de infiltración; y en el tubo piezométrico construido para controlar la altura de agua en la propia balsa de infiltración.

- 1 Limnógrafo SEBA, tipo DATA LOGGER MDS II se encuentra instalado en el sondeo piezométrico SR-1, situado a 0.75 m de la balsa de infiltración.

- 1 Pluviómetro SEBA, modelo RG 100.

Informe: "PROYECTO PARA LA CONTINUACION Y NUEVAS EXPERIENCIAS DE RECARGA ARTIFICIAL EN EL SISTEMA HIDROGEOLOGICO DE LAS CALCARENITAS DE CARMONA. SEVILLA. Diciembre 1.991. TOMO 1 .- MEMORIA"

Este informe recopila la información del anterior informe y recoge la descripción y resultados de las **4 experiencias** de recarga realizadas.

8.- DESCRIPCION DE LAS EXPERIENCIAS DE RECARGA ARTIFICIAL. RESULTADOS OBTENIDOS

Entre julio de 1.990 y noviembre de 1.991, se han llevado a cabo un total de 4 ensayos de recarga artificial. Los tres primeros mediante sistemas de superficie (recarga en balsa) y el último mediante recarga en profundidad.

8.1.- Ensayos de recarga en superficie

Los ensayos se realizaron introduciendo agua del canal del Bajo Guadalquivir, sometida a un proceso de decantación previa, en una balsa de infiltración.

8.1.1.- Ensayos de corta duración

El **primero** tuvo como finalidad comprobar el correcto funcionamiento de las instalaciones y dispositivos de recarga. Se llevó a cabo entre el 4 y el 12 de julio de 1.990. Durante los 9 días se recargaron unos 35.000 m³ de agua, con un caudal medio de unos 45 L/s. Los ascensos máximos conseguidos, en el tiempo de duración del ensayo, oscilaron entre los 4.58 m, en el piezómetro 1 (situado a 14 m del centro geométrico de la balsa de infiltración) y los 2.62 m, en el piezómetro 5 (situado a 53 m de la balsa de infiltración). La capacidad de infiltración media obtenido en éste primer ensayo fue ligeramente superior a los **8 m/día**.

El **segundo** ensayo de recarga en superficie se inició el día 5 de abril de 1.991, dándose por finalizado el día 15 del mismo mes. Durante éste tiempo (11 días) se recargaron unos 76.000 m³ de agua, con un caudal medio de 78 L/s. Debido a la acumulación de aire en la tubería de conducción, ya que ésta no dispone de ventosas para la purga automática, se produjeron importantes fluctuaciones de caudal, variando éste entre 70 L/s y 85 L/s. El valor medio de la capacidad de infiltración conseguido fue del orden de **14 m/día**. Los ascensos máximos, registrados en los piezómetros de control, variaron entre los 5.23 m del piezómetro 1 y los 0.53 m del piezómetro 8. Los ascensos residuales, transcurridos 15 días desde la finalización de la recarga, variaron entre 1.52 m en el piezómetro 9 y 0.49 m en el piezómetro 8.

Durante la realización de éste ensayo, durante las cuatro primeras horas, se produjo un ascenso rápido del agua, que se vio amortiguado sensiblemente en las 4 siguientes. A las ocho horas de comenzado el llenado de la balsa de infiltración, el nivel de agua en la misma comenzó a descender de forma rápida y continua, observándose durante esta fase la existencia de tres zonas de infiltración preferente, que actuaban como auténticos sumideros.

A la finalización de este ensayo, se llevó a cabo una inspección del estado del macizo filtrante, en diferentes puntos de la balsa de infiltración, constatándose la presencia de finos acumulados en los 3-4 cm más superficiales, por lo que se procedió a la retirada manual de unos 8 cm del mismo. En las tres zonas de infiltración preferente, antes mencionadas, el filtro fue arrastrado y quedó parcialmente desmantelado, dejando visible tres cavidades, alineadas según una dirección NO-SE, y que parecen corresponder a una zona de fracturas, bien desarrolladas. Para evitar éste problema, en futuros ensayos, se procedió a sanear éstas zonas y a su relleno con grava gruesa, sobre la que se volvió a instalar el macizo de arena.

8.1.2.- Ensayo de larga duración

El **tercer** ensayo de recarga en superficie, se llevó a cabo entre el 23 de mayo y el 6 de agosto de 1.991. El volumen recargado durante los 76 días que duró la experiencia, fue de 326.000 m³, con un caudal medio de unos 38 L/s. La acumulación de aire en la tubería de conducción, que obligó a frecuentes operaciones de purga, la parcial obturación por maleza y plásticos de la alcachofa de aspiración, el rápido desgaste de los prensas de la bomba, y los cortes de fluido eléctrico, frecuentes en la zona, impidieron mantener un caudal de bombeo más o menos continuo, oscilando éste entre 80 L/s y 10 L/s.

La altura de la lámina de agua en la balsa de infiltración varió, en función del caudal bombeado desde el canal del Bajo Guadalquivir, entre 1.20 m y 5 cm aunque, excepto durante las 8 primeras horas, al igual de lo que ocurriera en el segundo ensayo, siempre se mantuvo por debajo de los 0.55 metros. Durante la realización de la experiencia de recarga artificial, se bombearon 280.000 m³ de agua en el pozo 1241-3-0073, situado a una distancia de 300 metros en dirección Noreste, del punto de recarga, empleándose el agua extraída para riego de algodón. En el pozo 1241-3-071, situado a 145 m en dirección Noroeste del punto de recarga, se extrajo, durante éste período, un volumen de unos 500 m³.

8.1.2.2.- Resultados obtenidos en el ensayo de larga duración

A.- **Tasa de infiltración:** durante el ensayo se consiguió una tasa de infiltración media de **9 m/día**, con valores superiores a los 14 m/día, para los primeros días de la experiencia, en los que el caudal bombeado fue mayor.

B.- **Evolución de niveles:** los ascensos máximos, registrados en los piezómetros de observación, oscilaron, entre 5.12 m y 0.92 m. En los piezómetros más próximos a la zona de recarga, el ascenso de nivel fue mayor y se produjo de forma rápida, alcanzándose los máximos incrementos en los 15 primeros días de recarga, mientras que en los más alejados, el valor máximo no se registró hasta transcurridos 43 días desde el inicio del ensayo.

La distribución espacial de los máximos ascensos registrados, en el entorno próximo al área de recarga, queda reflejada en la figura nº 17. Según puede observarse en la figura 18.a, durante las 24 primeras horas de recarga, momento en el que predomina el flujo vertical, se produce una rápida elevación de los niveles en las proximidades del área de recarga, lo que provoca un fuerte gradiente hidráulico, del orden del 2.5 %. Durante los siguientes 15 días, tiene lugar una lenta expansión en sentido horizontal del domo y una amortiguación en la elevación del mismo bajo la balsa de infiltración (figura 18.b), así

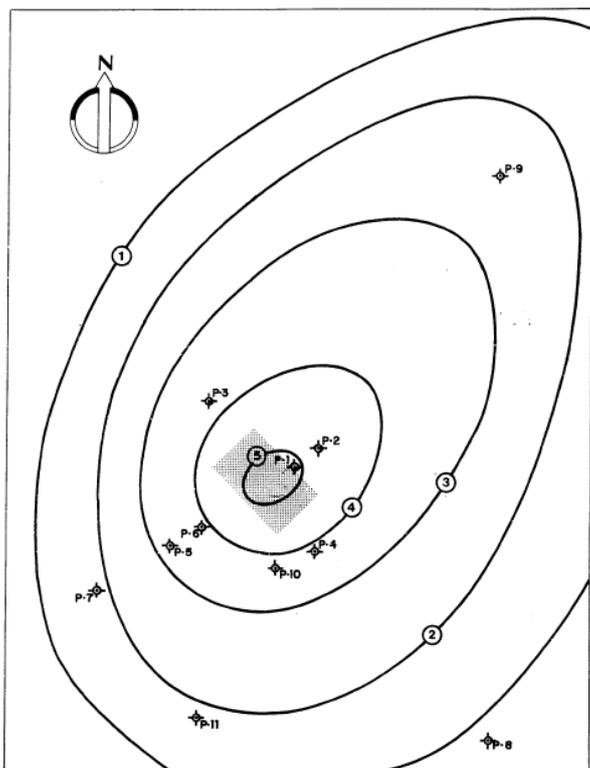
como un decrecimiento progresivo de los gradientes provocados durante la fase inicial. Transcurridos 15 días, desde el inicio de la experiencia, los niveles en el área más próxima a la balsa de infiltración se estabilizan, predominando, a partir de ese momento el desplazamiento del agua en sentido horizontal, éste hecho se traduce en una elevación, relativamente rápida, de niveles en los puntos de observación más alejados de la zona de recarga y en una disminución progresiva de los gradientes hidráulicos, que pasan a ser del orden del 1.5 % (figura 18.c). En la última fase (figura 18.d), se observa una clara tendencia a la estabilización de niveles en las zonas más alejadas del área de recarga. Tras el cese de la experiencia, se produce un rápido decrecimiento del domo, bajo la balsa de infiltración, y un progresivo y lento descenso de niveles en las zonas más alejadas de ésta, hasta lograrse una situación hidrodinámica similar a la existente antes de iniciarse el ensayo.

EVOLUCION PIEZOMETRICA TERCER ENSAYO DE RECARGA EN SUPERFICIE

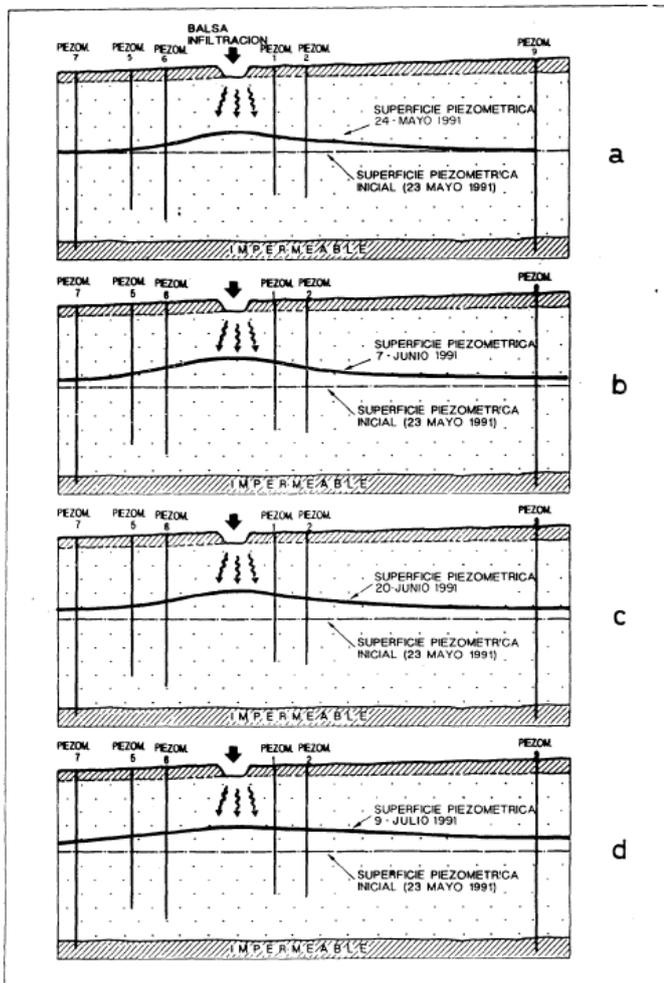
FIGURA 18

ASCENSO MAXIMOS REGISTRADOS

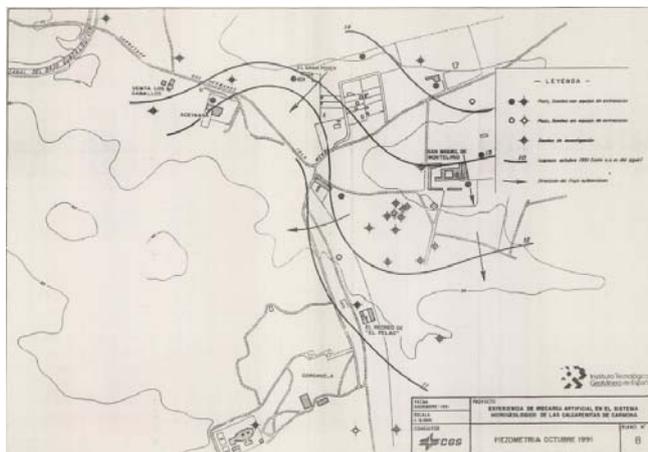
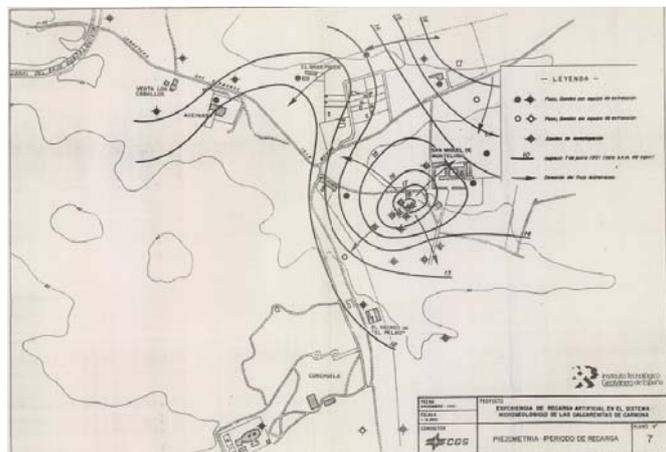
FIGURA 17



- ◆ PIEZOMETRO DE CONTROL Y NUMERO IDENTIFICACION
 - LINEA DE IGUAL ASCENSO MAXIMO Y VALOR EN METROS
 - Balsa de Infiltración
- ESCALA GRAFICA
0 50 100 m



Las medidas de nivel realizadas en 30 puntos de la zona, ha permitido elaborar el mapa piezométrico correspondientes al 7 de junio de 1.991 (fecha en la que se produce la estabilización de niveles en el entorno de la balsa de infiltración (plano n° 7), y en el cual puede apreciarse claramente la alteración del sentido del flujo subterráneo provocado por la recarga. Transcurridos 45 días desde la finalización del ensayo de recarga (21 octubre de 1.991), se llevó a cabo una nueva campaña de medidas piezométricas (plano n° 8), donde se aprecia el restablecimiento casi absoluto de las condiciones naturales del flujo subterráneo.



Comparando las piezometrías de octubre de 1.990 y octubre de 1.991, se aprecia que, entre ambas fechas, el ascenso medio de niveles en la zona próxima al área de recarga es de **1 metro**, a pesar de que la lluvia registrada entre octubre del 90 y octubre del 91 (608 mm) fue sensiblemente inferior a la registrada en el mismo periodo del año anterior (873 mm), y de que el volumen de agua subterránea extraída en el entorno del área de recarga, fue mayor entre octubre de 1.990 y octubre de 1.991 (unos 280.000 m³), que en el mismo periodo de año anterior (unos 190.000 m³).

D.- Superficie afectada por la recarga artificial.

Con los registros de evolución piezométrica, obtenida en los 11 piezómetros de control existentes, se ha determinado la superficie total afectada por la experiencia de recarga artificial. El radio máximo de influencia, calculado por extrapolación de los gradientes hidráulicos observados, resulta ser de diferente magnitud en función de la dirección considerada, hecho que pone de manifiesto una falta de homogeneidad en el medio receptor debida, posiblemente, a la existencia de zonas con mayor densidad de fractura y, por consiguiente con mayores valores de permeabilidad. Así, mientras hacia el Sur y hacia el Oeste, el radio de influencia es de unos 250 m, hacia el Norte resulta ser de 300 m y hacia el Este de 450 m. Según éstos datos, la superficie afectada por la recarga, resulta ser de unos 320.000 m². Aplicando Jacob y Theis, se obtienen radios de influencia medios, para un periodo de recarga de 120 días, de **800 y 650 m**, respectivamente. Para los 15 primeros días de recarga, el radio de influencia calculado, mediante Thiem, fue de 280 m.

8.2.- Ensayo de recarga en profundidad

El **cuarto** ensayo de recarga se realiza entre el 28 de octubre y el 3 de noviembre de 1.991 (7 días de duración) por el método de recarga en profundidad.

Para llevar a cabo el ensayo, fue necesaria la construcción de un pozo, de 10 m de profundidad y 1.20 m de diámetro, y con una superficie útil de infiltración de 28 m². El agua bombeada desde el canal del Bajo Guadalquivir, se introducía por gravedad al interior del pozo a través de una tubería de PVC, instalada al efecto, tras ser sometida a un proceso previo de decantación. El ensayo se inició el día 28 de octubre, con un caudal de 10 L/s, que tuvo que ser reducido en los días siguientes, ya que el pozo era incapaz de infiltrar dicho caudal, a 8 L/s (29 de octubre) y a 6 L/s desde el día 30 de octubre hasta la finalización de la experiencia, el día 3 de noviembre, por lo que el caudal medio, para los 7 días del ensayo, resultó ser de **6.8 L/s**.

El volumen total infiltrado fue de unos 3.600 m³, lo que supone una tasa de infiltración media, considerando una superficie útil de recarga de 28 m², de **18 m³/día**. Sin embargo, la corta duración del ensayo, resta representatividad a los resultados obtenidos.

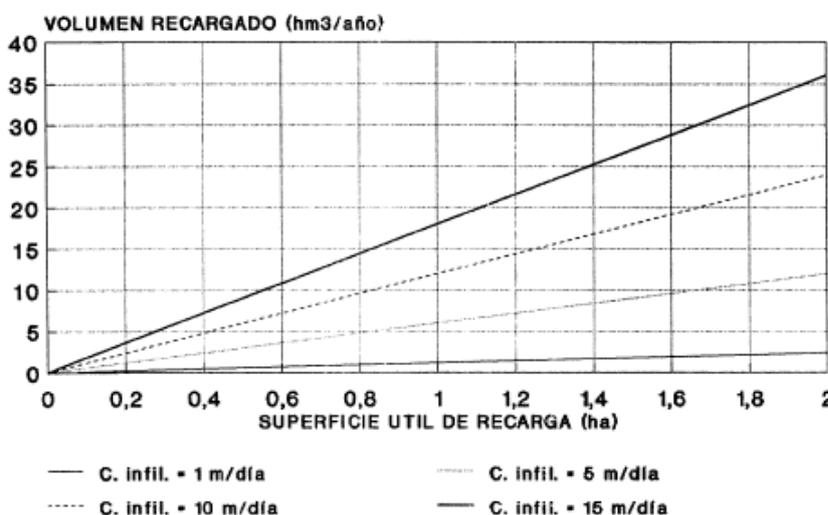
9.1.- VALORACION DE RESULTADOS

A la vista de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados, se puede afirmar que el método de recarga artificial resulta técnicamente viable y altamente eficaz para mejorar la regulación de los recursos hídricos en la unidad acuífera de las calcarenitas de Carmona. La interpretación de los datos obtenidos mediante el seguimiento de los diferentes ensayos llevados a cabo, permiten suponer que, para futuras experiencias de recarga artificial de larga duración, se pueden conseguir, en la unidad de las calcarenitas de Carmona, valores medios de tasa de infiltración superiores a los **5 m³/día**, e incluso superiores a los **10 m³/día**, si dichas experiencias se localizan en las zonas de mayor densidad de fracturación.

Los coeficientes de infiltración obtenidos en el ensayo mediante métodos de profundidad (recarga en pozo) son superiores a los obtenidos mediante los métodos de superficie (recarga en balsa). Aunque la corta duración de la experiencia de recarga en pozo, resta representatividad a los resultados de la misma, parece lógico pensar que, mediante ambos métodos, y en experiencias de duración prolongada, se podrían obtener tasas de infiltración similares.

Con dichas tasas de infiltración, y considerando periodos de recarga de 4 meses/año, se ha calculado el volumen anual susceptible de ser recargado, para distintos valores de superficie útil de infiltración (figura siguiente).

VOLUMEN RECARGADO (Hm³/año) EN FUNCION DEL COEFICIENTE DE INFILTRACION Y DE LA SUPERFICIE UTIL DE RECARGA CONSIDERADOS



Para una hipótesis conservadora, considerando coeficientes medios de infiltración de 5 m³/día, sería necesaria una superficie útil de infiltración de 1.5 ha para recargar los 9.5 hm³/año, en que se evalúa el déficit actual para la totalidad de la unidad de las calcarenitas de Carmona, en un periodo de operación de 4 meses/año.

En las zonas en las que las calcarenitas afloran, o cuando el recubrimiento de material poco permeable sea de espesor inferior a los tres metros, se debe emplear, de manera preferente, la recarga artificial mediante métodos de superficie; mientras que en aquellas zonas en las que las calcarenitas se encuentren recubiertas por sedimentos de baja permeabilidad con espesores superiores a los tres metros, se debe emplear el método de recarga en profundidad.

Para minimizar los fenómenos de colmatación, se requiere someter las aguas de recarga, a un proceso de decantación previa. El cálculo del tiempo óptimo de retención, y el dimensionado de las balsas de sedimentación, necesarias para ello, deberá hacerse en base a ensayos de laboratorio.

En base a los valores de radios de influencia calculados, las obras de explotación para la recuperación/aprovechamiento del agua recargada deberán ubicarse a distancias inferiores a los 750 metros del área o áreas de recarga.

En el caso de que se realicen experiencias de recarga artificial en pozos o sondeos, los propios puntos de infiltración y/o inyección pueden ser empleados, en los períodos de no recarga, consiguiéndose de ésta forma, la descolmatación de los mismos.

Informe: "Identificación de acciones y programación de actividades de recarga artificial de acuíferos en las cuencas intercomunitarias" (DGOHCA-IGME, 2000)

U.H. 05.47 SEVILLA-CARMONA. Las calcarenitas de Carmona constituyen un acuífero de 150 km² de superficie conectado hidráulicamente con las diferentes terrazas del río Guadalquivir. La unidad se asienta sobre un sector de gran demanda agrícola y presenta un balance hídrico deficitario. El actual déficit se puede paliar o solucionar mediante la realización de recarga artificial, durante los meses invernales, aprovechando para ello los excedentes superficiales que se generan en dicha época. El Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE, 1989) realizó un estudio preliminar mediante la construcción de las obras de infraestructura precisas para poder efectuar un ensayo a escala reducida. La instalación piloto utilizada durante la experiencia de recarga artificial se localiza a 3 km al suroeste de la localidad de Dos Hermanas. El agua para la recarga procedía del canal del Bajo Guadalquivir. Los resultados obtenidos a lo largo de la experiencia piloto (aproximadamente 3 meses de duración) demuestran que la recarga artificial resulta técnicamente viable y altamente eficaz para mejorar la regulación de los recursos hídricos en esta unidad acuífera. Se estima que para recargar los 9,5 hm³/a, en que se evalúa el déficit actual, se precisaría una superficie útil de infiltración ligeramente superior a 1,5 ha.

Informe: "Norma de explotación de la Unidad Hidrogeológica 05.47 (Sevilla-Carmona). Actualizada y modificada año 2001" (DHG-IGME, 2001)

El IGME realizó en 1983 un modelo de gestión considerando conjuntamente esta Unidad y el Aluvial del Guadalquivir para establecer las relaciones río-acuífero y las posibilidades de recarga artificial a partir de los excedentes de invierno (IGME, 1985-86. Proyecto de estudios previos para el ensayo de la recarga artificial en zonas de Sevilla y Huelva. Estudio hidrogeológico de detalle de la zona de Calcarenitas de Carmona.)

Además, en colaboración con la CHG se realizaron cuatro ensayos de recarga artificial en las Calcarenitas de Carmona de los que se concluye que, para una hipótesis conservadora (coeficiente medio de infiltración de 5 m/d) sería necesaria una superficie útil de infiltración de 1,5 ha para recargar los 9,5 hm³/a en que se evalúa el déficit anual para la totalidad del acuífero en un periodo de operación de 4 meses al año (ITGE-Junta de Andalucía, 1998. Atlas hidrogeológico de Andalucía).

INFORMACIÓN ADICIONAL 6: CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL ACUÍFERO RECEPTOR

Características químicas de la unidad 05.47 (Fuente: Normas de Explotación, 2001)			
	Máximo	Mínimo	Medio
Cl (mg/L)	1450	20	225
SO ₄ (mg/L)	390	1	116
HCO ₃ (mg/L)	550	60	246
NO ₃ (mg/L)	440	0	127
Na (mg/L)	438	8	124
Mg (mg/L)	91	2	25
Ca (mg/L)	492	29	150
pH	8,4	6,8	7
Cond. (µmhos/cm)	5.022	375	1.453
R.S. (mg/L)	968	272	475

INFORMACIÓN ADICIONAL 7: ANÁLISIS QUÍMICOS CANAL

BOLETIN INFORMATIVO DE ANALISIS DE AGUAS NUM. 214
 REMITIDA POR.....C.G.S. SEVILLA FECHA 27.2.86
 PROCEDENTE DE.....BG-S - CANAL DEL BAJO GUADALQUIVIR - M. SUPERFICIAL - (A)

RESULTADOS

RESULTADOS	meq/l	mg/l	%meq/l
Cloruros	2.60	92.56	31.91
Sulfatos	2.16	103.51	26.47
Bicarbonatos	3.08	187.88	37.80
Carbonatos	0.00	0.00	0.00
Nitratos	0.31	19.29	3.82
Nitritos		0.31	
Silice		0.00	

ANIONES TOTALES 8.15

	meq/l	mg/l	%meq/l
Sodio	3.33	76.59	39.86
Potasio	0.18	6.83	2.09
Calcio	3.55	71.00	42.49
Magnesio	1.30	15.73	15.56
Amonio		0.00	

CATIONES TOTALES 8.36 MEDIA CAT. Y AN. 8.25

C.E. 25°C (mmhos/cm)= 0.66 PH = 8.10

C.E. especifica = 12.50 SOLIDOS/C.E. = 869.25

DUREZA TEMPORAL (° FRAN.) = 15.40 DUREZA TOTAL (° FRAN.) = 24.25

RESIDUO A 110 °C, mg/l = 0.00 RESIDUO CALCULADO = 573.70mg/l

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO, mg/l de O2 = 0.00

S.A.R. = 2.14

COEFICIENTE DE ACTIVIDADES IONICAS

FUERZA IONICA = 0.01 Act. Monoval. = 0.89 Act. Dival. = 0.63

SOLUBILIDADES

Acido Carbonico (mmoles/l) = 0.00007 mg/l de CO2 = 3.20

pKs de la Calcita = 7.63 pKs de la Anhidrita = 6.11

CLASIFICACION FRENTE A REGADIO

CLASIFICACION C-S: C 2 -S 1

INDICE DE SKOTT = 20.85

OBSERVACION SEGUN SKOTT: AGUA BUENA; NO PRESENTA PROBLEMAS

RELACION Cl/Na = 0.78

SOLIDOS EN SUSPENSION = 130 mgr/l

MATERIA ORGANICA en DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO = 12 mgr/l

CONTAGA, S. A.

BOLETIN INFORMATIVO DE ANALISIS DE AGUAS NUM. 213
 REMITIDA POR.....C.G.S. SEVILLA FECHA 27.2.86
 PROCEDENTE DE.....BG-P - CANAL DEL BAJO GUADALQUIVIR - M. PROFUNDA (B)

RESULTADOS

RESULTADOS	meq/l	mg/l	%meq/l
Cloruros	2.75	97.90	33.41
Sulfatos	2.09	100.16	25.35
Bicarbonatos	3.06	186.66	37.18
Carbonatos	0.00	0.00	0.00
Nitratos	0.33	20.70	4.06
Nitritos		0.34	
Silice		0.00	

ANIONES TOTALES 8.23

	meq/l	mg/l	%meq/l
Sodio	3.70	85.10	41.34
Potasio	0.10	3.90	1.12
Calcio	3.90	78.00	43.58
Magnesio	1.25	15.12	13.97
Amonio		0.00	

CATIONES TOTALES 8.95 MEDIA CAT. Y AN. 8.59

C.E. 25°C (mmhos/cm)= 0.66 PH = 8.10

C.E. especifica = 13.02 SOLIDOS/C.E. = 890.73

DUREZA TEMPORAL (° FRAN.) = 15.30 DUREZA TOTAL (° FRAN.) = 25.75

RESIDUO A 110 °C, mg/l = 0.00 RESIDUO CALCULADO = 587.88mg/l

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO, mg/l de O2 = 0.00

S.A.R. = 2.31

COEFICIENTE DE ACTIVIDADES IONICAS

FUERZA IONICA = 0.01 Act. Monoval. = 0.89 Act. Dival. = 0.63

SOLUBILIDADES

Acido Carbonico (mmoles/l) = 0.00007 mg/l de CO2 = 3.18

pKs de la Calcita = 7.60 pKs de la Anhidrita = 6.09

CLASIFICACION FRENTE A REGADIO

CLASIFICACION C-S: C 2 -S 1

INDICE DE SKOTT = 19.47

OBSERVACION SEGUN SKOTT: AGUA BUENA; NO PRESENTA PROBLEMAS

RELACION Cl/Na = 0.74

SOLIDOS EN SUSPENSION = 150 mgr/l

MATERIA ORGANICA en DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO = 12 mgr/l

CONTAGA, S. A.

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA
051
GUADALQUIVIR

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
05.S7 REGULACIÓN GENERAL
(05.S1 GUADIAMAR)

**MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA
05.49 NIEBLA-POSADAS**

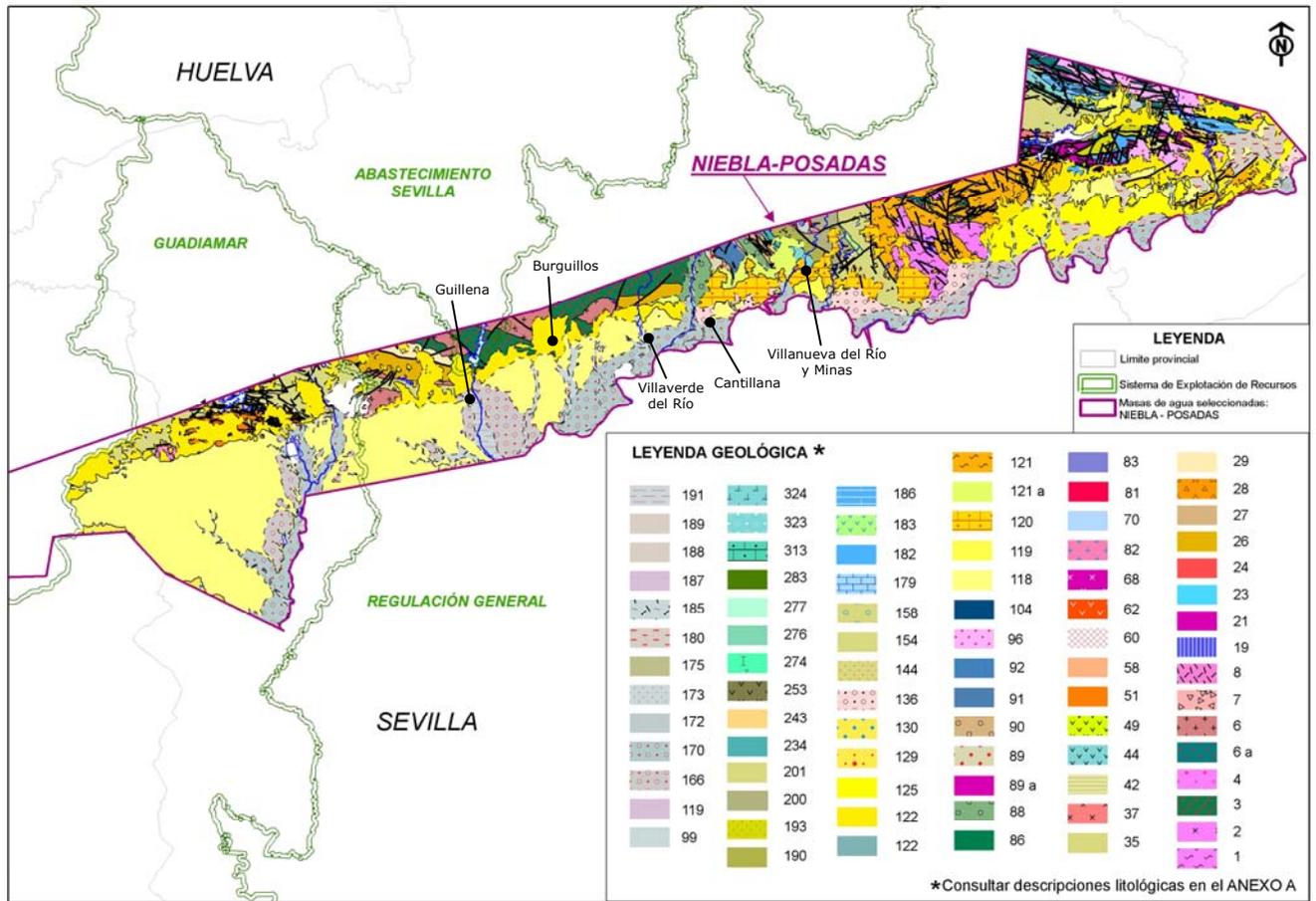
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA

Provincias: Huelva, Sevilla y Córdoba

Municipios: Alcalá del Río, Alcolea del Río, Algaba (La), Aznalcóllar, Beas, Bonares, Brenes, Burguillos, Cantillana, Castilleja del Campo, Castilblanco de los Arroyos, Escacena del Campo, Gerena, Guillena, Huévar, Hornachuelos, Lora del Río, Manzanilla, Niebla, Olivares, Palma del Río, Paterna del Campo, Peñaflor, La Palma del Condado, Palma del Río, Puebla de los Infantes (La), Villalba del Alcor, Villanueva del Río y Minas, San Juan del Puerto, Sanlúcar la Mayor, Trigueros, Villarrasa, Villaverde del Río.

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



La descripción litológica de la leyenda se adjunta en Información Adicional 0

PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN: Existen antecedentes que recomiendan la recarga artificial en esta masa (PHG, 1995; DGOHCA, 2000), la demanda para abastecimiento es alta y existen problemas de sobreexplotación, estando designada en riesgo cuantitativo de acuerdo con las especificaciones de la DMA. Los acuíferos que componen esta MASb presentan un elevado valor estratégico tanto para abastecimiento urbano como para fines agrícolas por lo que su gestión debe incorporar actuaciones de recarga que incrementen los recursos disponibles en el SER.

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro

Abastecimiento urbano Riego

Mejora de impactos

Calidad Sobreexplotación Intrusión

Mejora ecosistemas

Riberas Manantiales Humedales

Mejora sequía

Otras

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Acuífero Mioceno de base (Código leyenda mapa geológico: 122, 121a, 120)

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 checked="" type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>

Litologías
Litología: Areniscas fosilíferas, arenas, conglomerados, brechas calcáreas
Espesores: 10-80 m (Inf. Ad. 1)
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) 	10	5x10 ⁻³	500
	10-5		10-2
	1,85		68,7

Geometría

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

Observaciones: Se trata de una estructura monoclinal típica de fondo de saco; el acuífero se presenta en forma de prisma que se acuña progresivamente hacia el SE bajo las margas azules del Tortoniense. En general la geometría es sencilla pero localmente condicionada por la morfología del substrato y la tectónica regional, lo cual determina que tradicionalmente se hayan diferenciado 5 sectores de distinto comportamiento hidráulico (actualmente el sector Niebla-Gerena quedaría incluido en su mayor parte en la Cuenca Atlántica Andaluza). El límite oeste coincide con el límite de la cuenca. En este SER, se presentan todos los sectores excepto el de Niebla-Gerena y parcialmente el de Gerena-Cantillana, que quedan incluidos en el SER 1. (Inf. Ad. 3).

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	Embalse 2	Embalse 3
Nombre (código):	Esparragal	Gergal	Melonares
Ref. estación aforo:	5069	5042	5125
Capacidad embalse (hm ³)	2	35	135
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s) (datos de salida)		(A) 209,8	(A) 98,1
- máxima		(A) 748,3	(A) 282,2
- mínima		(A) 7,6	(A) 5,4
Año o Periodo medida:		1979-2006	1991-2006
Recursos hídricos naturales	Embalse 5	Embalse 6	Esorrentía no regulada
Nombre (código):	José Torán	El Retortillo derivación	Sector: Rivera Huelva-Rivera Huelva (Guillena-Villanueva del Río y Minas)
Ref. estación aforo:	5055	5041	
Capacidad embalse (hm ³)	113	4	-

Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	(A) 49,3	(A) 69,1	(A) 52,88
- máxima	(A) 149,2	(A) 230,5	(A) 157,35
- mínima	(A) 1,3	(A) 5,4	(A) 17,55
Año o Periodo medida:	1991-2006	1978-2006	
Total Aportación natural media anual (A): 479,18			
Total Caudal medio anual (Q):			

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: Alternativa 1: Por su situación, los embalses de los cuales se podría derivar agua desde la cerrada y hacerla llegar mediante una conducción directa a los afloramientos del Mioceno son: El Esparragal, Gergal, José Torán y El Retortillo (Derivación). Los embalses de Melonares y Huesna están más alejados de los afloramientos por lo que requerirían la detracción de los caudales en el río, aguas abajo del embalse; en el caso del de Melonares podría utilizarse el canal de riego del Viar como canal de transporte hasta la ubicación de la recarga.

Respecto a la escorrentía superficial no regulada (Alternativa 2), el proyecto realizado por el IGME en el 2002 (Estudio de la incorporación de las aguas subterráneas al sistema de emergencia del abastecimiento a la ciudad de Sevilla y su área de influencia) evalúa la disponibilidad hídrica para la recarga en los cauces superficiales principales de su zona de estudio que son, de oeste a este: Rivera de Huelva, Arroyo Herrero, Arroyo de Burguillos, Arroyo del Pilar, Arroyo Mudapelos, Río Siete Arroyos, Río Viar, Arroyo Trujillo, Arroyo El Parroso y Rivera del Huezna. Del análisis de datos diarios de caudales en las estaciones de aforo concreta unos recursos medios disponibles de **25,15 hm³/año** para el conjunto Parroso, Viar, Siete Arroyos y arroyos Villaverde-Guillena. (Inf. Ad. 4)

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

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
E. Gergal	1,6	5,2	16,3	16,9	8,7	5,2	1,9	1,5	0,7	0,6	0,7	0,9
Guadimar (Q)	0,27	1,66	2,52	1,46	1,62	1,28	0,53	0,53	0,07	0,00	0,01	0,02
Escorr. no reg.												

Comentario: Alternativa 2: los excedentes se producirían en los meses más lluviosos que son, en orden decreciente, Diciembre, Noviembre, Enero, Febrero, Octubre y Abril. Respecto a la distribución temporal de las avenidas, la mayoría de coinciden con la época que va desde finales de noviembre a finales de abril pero los caudales disponibles se producen en tan sólo 60 días al año.

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3
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 actualidad, no se contempla la utilización de aguas depuradas para la recarga artificial en esta MASb.

(4) Distribución media mensual (m³)

	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 (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:** Embalses; Escorrentía no regulada (sector Rivera de Huelva-Rivera de Huelva)

- Parámetros: físico, químico y bacteriológico

Embalses

Sin datos

Escorrentía no regulada:

3 análisis (18/09/2001) (Inf. Ad. 4)

SS (mg/L)

Siete Arroyos 2,5

Arroyo Parroso 9,1

Rivera del Huelva 6,7

- **Agua del medio receptor** Acuífero Mioceno de Base

- Parámetros: físico, químico y bacteriológico Se adjunta valores medios (Inf. Ad. 5)

La gran extensión de la MASb determina distintos niveles de calidad. En general, por la propia geometría del acuífero (en fondo de saco), al norte, donde el acuífero es libre o a escasa distancia del afloramiento, predomina la facies bicarbonatada Ca-Mg con baja mineralización (500-600 µS/cm). Hacia el SE, ya confinado el acuífero, las aguas van pasando progresivamente a facies intermedias, hasta llegar a ser claramente cloruradas sódicas de elevada mineralización. Además, existen documentadas anomalías puntuales de elevada salinidad (proximidades de Aznalcóllar, arroyo Trujillo en Cantillana, Villanueva del Río y Minas...), de posible origen congénito, cuya localización y caracterización resulta de vital importancia a la hora de seleccionar las áreas potenciales de recarga artificial.

- **Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor** (prevista)

Buena Regular Media Sin datos

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES
Superficial	Profunda	<u>Estudios previos de caudales</u> <input checked="" type="checkbox"/> - IGME (2002). Estudio de la incorporación de las aguas subterráneas al sistema de emergencia del abastecimiento a la ciudad de Sevilla y su área de influencia. (Inf. Ad. 4)
Balsas <input checked="" type="checkbox"/>	Sondeos <input checked="" type="checkbox"/>	
Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>	<u>Estudios previos del acuífero</u> <input checked="" type="checkbox"/> - IGME (1983). Plan de Acción Regional. Estudio hidrogeológico actualizado del sistema acuífero 26 "Mioceno de Base". Tramo Niebla - Posadas. Tomos I y II. - CGS (1984). Isopacas de la base del Mioceno en el sector Escacena del Campo-Gerena (Sevilla).
Zanjas <input checked="" type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	
Canales <input checked="" type="checkbox"/>	ASR: <input type="checkbox"/>	
Cauces <input type="checkbox"/>		
Represas <input checked="" type="checkbox"/>		
Otros <input type="checkbox"/>		
		<u>Otros estudios:</u>

	<ul style="list-style-type: none"> - IGME (2002). Estudio de la incorporación de las aguas subterráneas al sistema de emergencia del abastecimiento a la ciudad de Sevilla y su área de influencia. (Inf. Ad. 4) <p>Planta de recarga <input type="checkbox"/></p> <p>Infraestructuras de transporte <input checked="" type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none"> o <u>Canal:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Canal de riego del Viar - Conducción de abastecimiento de EMASESA (100 mm Ø) desde Alcalá del Río hasta El Viar del Caudillo - Conducción del Consorcio del Huelva desde Villanueva del Río hasta Villaverde del Río - De próxima construcción: unión entre el Gergal y el futuro pantano de Melonares, para abastecimiento (2.000 mm Ø). o Azud: o Otros: <p>Otras infraestructuras:</p>
<p>ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - La alternativa 1, de recarga a partir de los embalses, está menos avanzada y requiere iniciar los estudios hidrogeológicos del acuífero concretos en el entorno de los embalses y un estudio para la determinación de los caudales excedentes disponibles para la recarga. - La alternativa 2, de los excedentes invernales procedentes del paleozoico en el sector Rivera de Huelva-Rivera del Huelva está más avanzada y requiere la realización de un estudio para la selección de un emplazamiento donde ubicar una planta piloto de recarga que sirva como experiencia para obtener con mayor exactitud los parámetros y datos a considerar en el diseño de una planta de recarga a gran escala. 	
<p>VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA</p> <ul style="list-style-type: none"> - La viabilidad técnica de las actuaciones de recarga consideradas en la alternativa 2 queda justificada en el referido informe del IGME de 2002, donde se comprueba la existencia de capacidad de almacenamiento en el acuífero y de agua excedente en los cauces de la zona con suficiente calidad para la recarga, aunque sea preciso profundizar en determinados aspectos del mismo. Muchos de los aspectos que justifican esta recarga pueden aplicarse también a la alternativa 1; en cualquier caso ambas alternativas no son excluyentes y son las dos son recomendables. 	
<p>INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES</p> <p>INFORMACIÓN ADICIONAL 0. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE LA LEYENDA DEL PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA NIEBLA-POSADAS (LEYENDA GEOLÓGICA)</p> <p>324, Pizarras, areniscas, capas de carbón. Cuenca de Benajazafe 323, Conglomerados 313, Calizas biotriticas 283, Lutitas grises con nódulos carbonatados y areniscas limoarcillosas carbonatadas 277, Ampelitas, lutitas negras carbonosas, lúditas y cineritas 276, Lutitas grises, areniscas y pizarras negras con nódulos volcanoclasticos 274, Cuarzitas 253, Vulcanitas básicas 243, Pizarras, grauvacas y conglomerados. U. Terena inferior 234, Esquistos con metavulcanitas. Fm. Cubito 201, Metaarcosas y micaesquistos con intercalaciones de metavulcanitas ácidas y básicas. S.Hueznar 200, Esquistos y micaesquistos grises y violáceos. Serie del Hueznar 193, Pizarras verdes y violáceas con niveles arenosos bioturbados a techo 191, Llanura de inundación 190, Areniscas feldespáticas y pizarras. Alternancia de Cumbres 189, Cono de deyección 188, Glacis indiferenciados 187, Abanicos aluviales indiferenciados 186, Calizas y dolomías masivas 185, Coluviales y aluviales indiferenciados 183, Vulcanitas básicas 182, Calizas y lutitas carbonatadas 180, Suelos vérticos 179, Calizas, dolomías, pizarras 175, Materiales antrópicos 173, Canal fluvial abandonado 172, Abanicos aluviales de 6ª generación 170, Terraza baja 166, Terraza media 158, Conglomerados, arcosas masivas. Fm Torrearboles Basal 154, Arcosas, pizarras, areniscas. Fm Torrearboles 144, Tobas, metavulcanitas ácidas, aglomerados volcanoclasticos y calizas. Porfiroides de Bodonal 136, Arcillas rojas, arenas y conglomerados. Abanicos aluviales</p>	

130, Areniscas calcáreas, arenas, limos amarillos y margas. Litoral
 129, Gravas, arenas y limos. Localmente margas. Abanicos deltaicos
 125, Gravas, arenas y limos. Localmente margas. Abanicos deltaicos
 122, Neises con intercalaciones de metavolcanitas. Gneises de José Torán
 122, Calcarenititas, calizas de algas y brechas, arenas y limos amarillos. Plataforma
 121, Migmatitas neises y esquistos biotíticos
 121a, Conglomerados. Facies fluviales
 120, Conglomerados y calcarenitas. Plataforma con influencia deltaica
 119, Areniscas, arenas y limos amarillos. Frente deltaico
 118, Margas azules y blancas. Localmente limos, arenas, diatomitas y silex. Cuenca
 104, Anfibolitas
 99, Gravas, arenas, limos y arcillas. Aluvial
 96, Esquistos, cuarcitas negras, gneises y migmatitas. Fm. Montemolín
 93, Diques de cuarzo
 92, Calizas claras
 91, Lutitas grises, margas policolores y capas de carbonato
 90, Conglomerados, areniscas y lutitas rojas
 89a, Diques de Pórfidos Rioliticos
 89, Areniscas, lutitas carbonatadas y carbonatos nodulizados versicolores
 88, Conglomerados, areniscas y lutitas rojas
 86, Diques de diabasas
 83, Leucogranitos cordieríticos
 82, Monzogranitos biotíticos
 81, Granitos biotíticos
 70, Alternancia de pizarras y limolitas. Pizarras negras con nódulos (Niveles de Goniátidos y Posidonias) -Pizarras inferiores
 68, Gabros
 62, Vulcanitas ácidas (riolitas y dacitas)
 60, Stockwork y zona de alteración intensa. Sulfuros masivos
 58, Pizarras negras y vinosas con radiolaritas policolores, jaspes y epiclastitas
 51, Vulcanitas ácidas (riolitas y dacitas) y Serie epiclástica de composición ácida
 49, Andesitas
 44, Vulcanitas básicas (basaltos)
 42, Pizarras negras, limolitas, cuarcitas blancas, lenticulas de carbonato y piritita
 37, Granito biotítico de grano grueso tectonicizado. El Garrotal
 35, Alternancia de pizarras, limolitas, metareniscas y cuarcitas
 29, Alternancia de pizarras negras, areniscas y grauvacas
 28, Cuarcitas laminadas claras
 27, Esquistos y micaesquistos grafitosos con cuarzos acintados, cuarcitas negras y boudines de granitoides
 26, Esquistos negros, cuarcitas y metagrauvacas
 24, Diques de Cuarzo
 23, Diques de diabasas
 21, Diques de pórfidos graníticos trondhjemiticos
 19, Diques de Microdiorita
 8, Granodiorita Biotítico-Hornbléndica.
 7, Zona de mezcla de magmas
 6, Granito-Monzogranito-Granodiorita, granitoides de tendencia trondhjemitica
 6a, Metabasitas y/o anfibolitas
 4, Granodiorita. Macizo de Vallehermoso
 3, Rocas Básicas (Gabros, Dioritas, Cuarzodioritas)
 2, Leucogranitos cordieríticos
 1, Granodiorita neisificada. Macizo de Lora del Río

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA TIPO Y DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Columna litológica tipo:

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
Pizarras, esquistos, calizas, dolomías, conglomerados, filitas, rocas intrusivas	424,14			Paleozoico (Cámbrico inferior- Pérmico)
Areniscas calcáreas, gravas, biomicritas arenosas, conglomerados, calizas.	552,16			Mioceno Transgresivo
Margas azules			150	Mioceno (Tortonense)
Limos arenosos y margas de colores amarillentos		20	80	Mioceno Regresivo
Arenas, arenas con gravas arenas limosas y localmente alguna intercalación de láminas arcillo-limosas	87,85			Pliocuaternario
Gravas, arenas y areniscas	131,94			Cuaternario

Descripción geológica:

La masa de agua subterránea 05.49 Niebla-Posadas se extiende a lo largo del borde meridional de la Meseta, por tanto, se encuentra en el contacto entre los materiales paleozoicos y los de la depresión del Guadalquivir, del Neógeno y Cuaternario. Se extiende como una franja de unos 10-15 km de ancho desde Mesas del Guadalora hasta Gibrleón. La superficie de la poligonal supera los 1500 km².

Hay que distinguir dos zonas, la compuesta por materiales paleozoicos y la compuesta por materiales más recientes. Los primeros configuran el sustrato impermeable del acuífero y están afectados por la deformación hercínica.

Los más recientes, que componen la serie neógena, dentro de los que se encuentra el acuífero, apenas se encuentran deformados, y presentan suaves buzamientos hacia el sur. El acuífero está compartimentado debido a una serie de fallas de orientación norte-sur y NNE-SSO.

El relieve en la masa de agua está caracterizado por una topografía de pendiente variable. Las máximas elevaciones, cercanas a los 900 m, se localizan al norte, en el contacto con los relieves de Sierra Morena, aunque la altitud media de este contacto se sitúa entre los 100 y 300 m. El borde meridional se sitúa entre los 100 m, al este y los 20 m hacia el oeste del límite situado en el cauce del Guadalquivir.

Origen de la información: Caracterización adicional

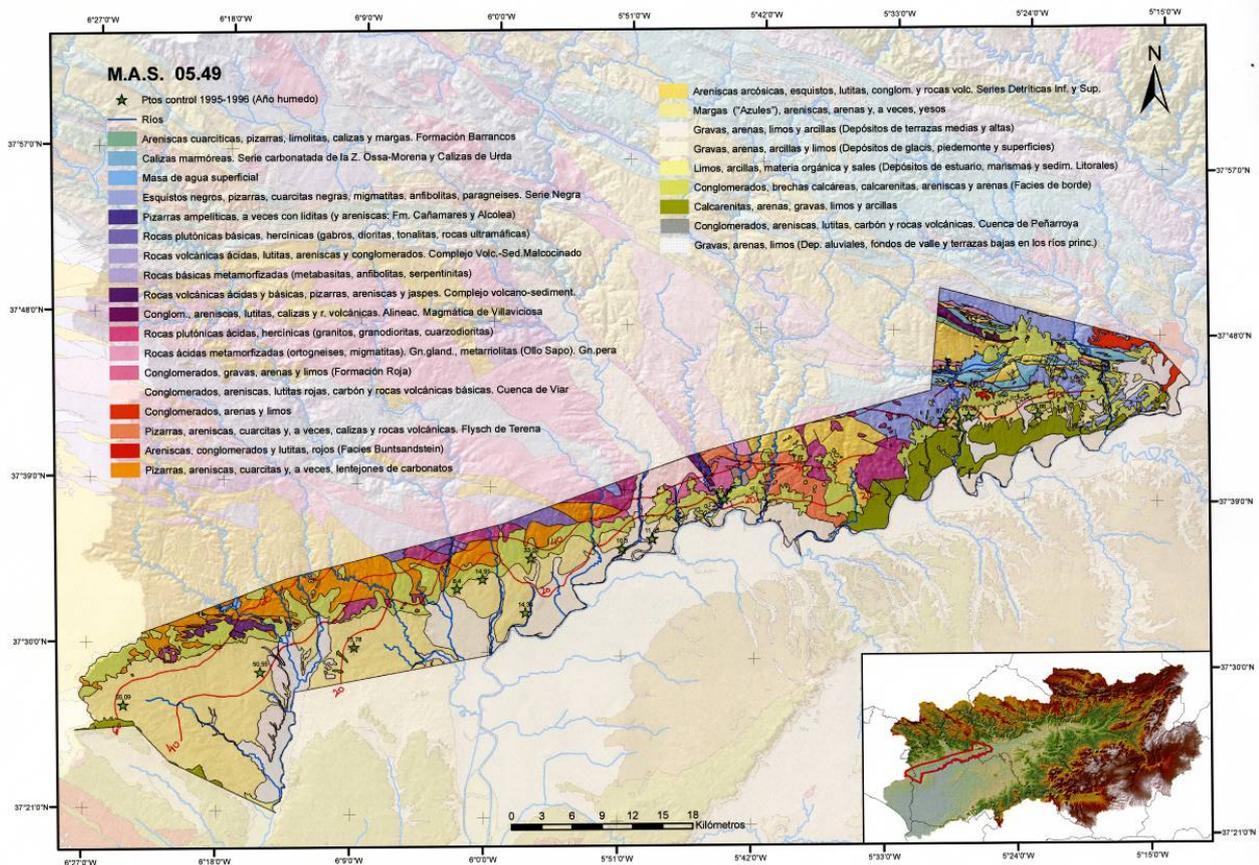
INFORMACIÓN ADICIONAL 2. PIEZOMETRÍA

Isopiezas	Año	Nº de puntos	Nivel piezométrico (m.s.n.m.)		Diferencia (máx-min) (m)	Rango de oscilación estacional (m)	Sentido de flujo	Gradiente ⁽¹⁾
			máx.	min.				
De referencia								
Actuales estiaje	2006/2007	1	20,40	20,08	0,32	De -0,65 a 1,5	(*)	(*)
Actuales per. húmedo	2006/2007	5	31,13	12,24	18,89		(*)	(*)
De año seco	1993/1994	14	92,20	-24,00	116,20	De -5,69 a 31,04	Sureste	0,0064
De año húmedo	1995/1996	14	87,42	0,64	86,78	De -8,34 a 14,12	Sureste	0,0064

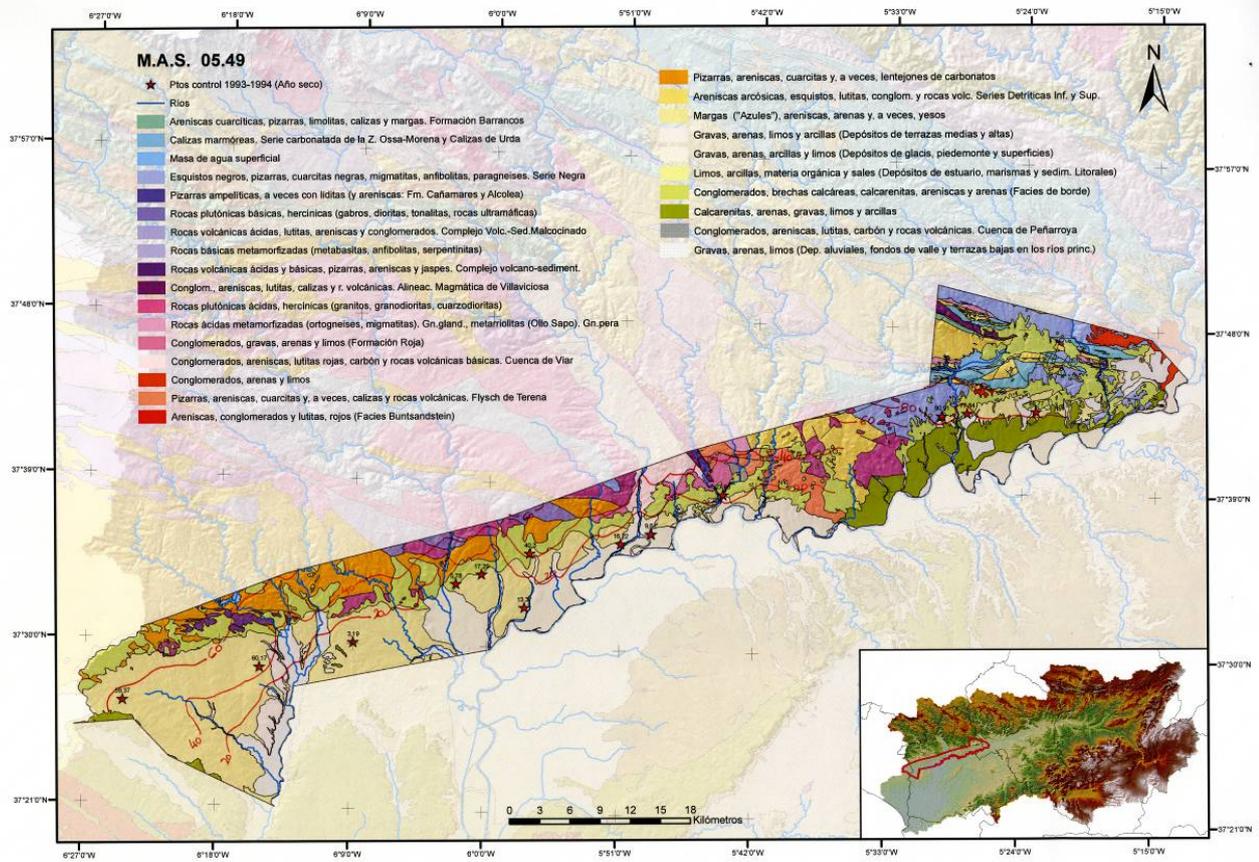
(1) Gradiente medio en el sentido del flujo principal.

(*) No se disponen de suficientes piezómetros para su determinación

Isopiezas año húmedo (1995-1996)

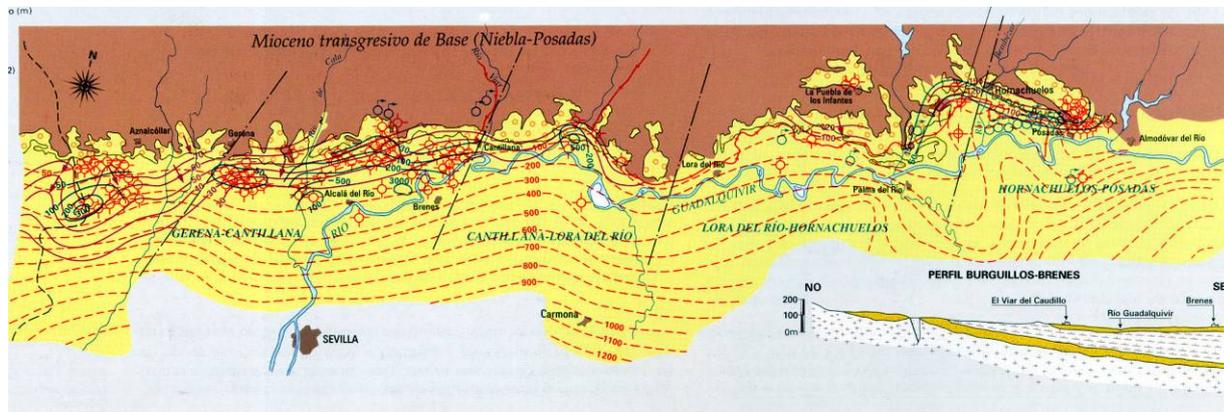


Isopiezas año seco (1993-1994)



Origen de la información: Caracterización adicional

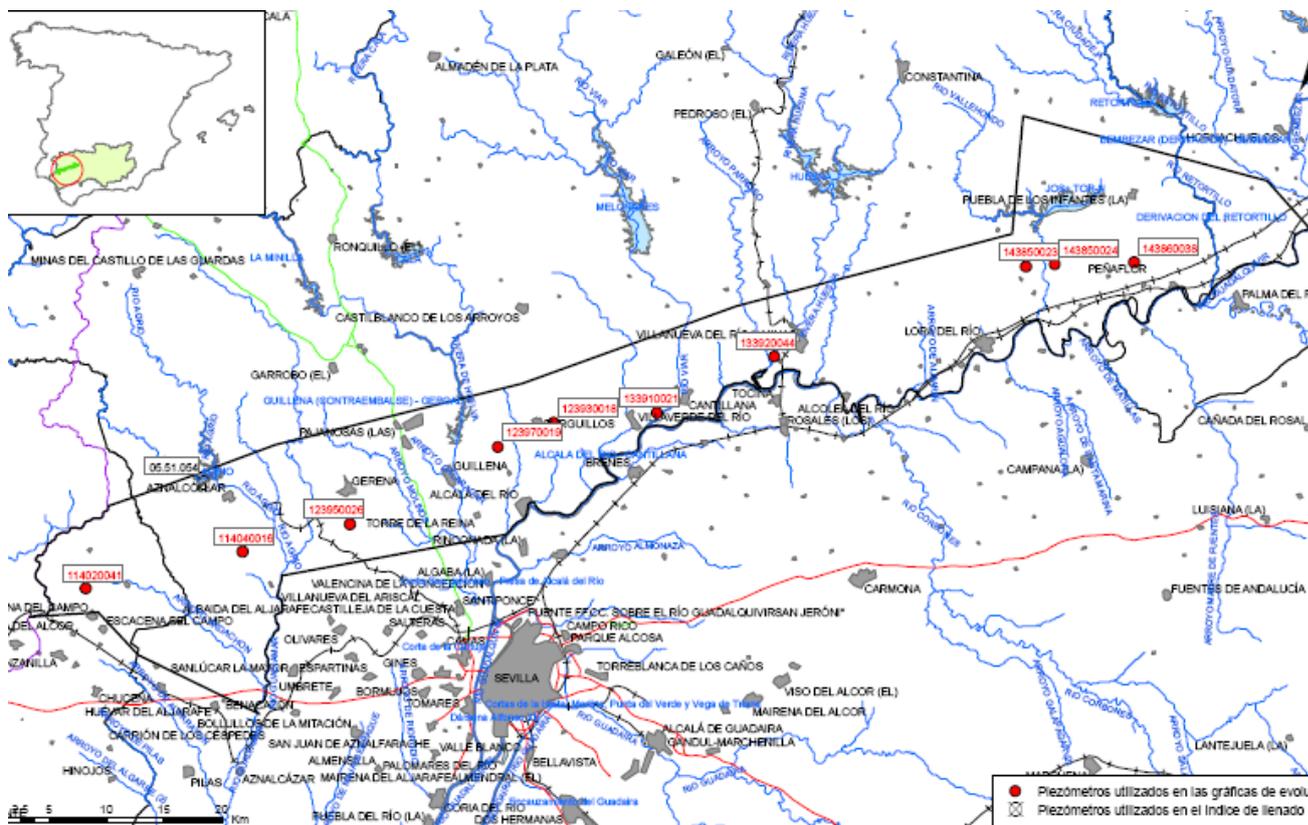
Isopiezas del acuífero Niebla-Posadas



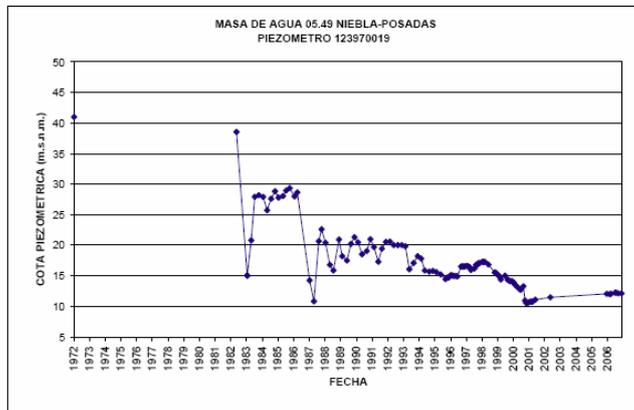
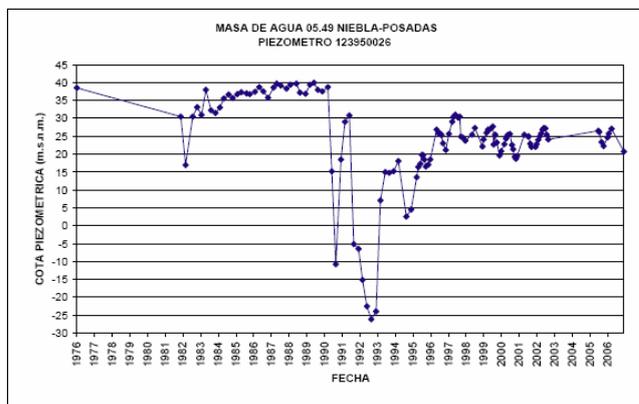
Origen de la información: Atlas Hidrogeológico de Andalucía, 1998

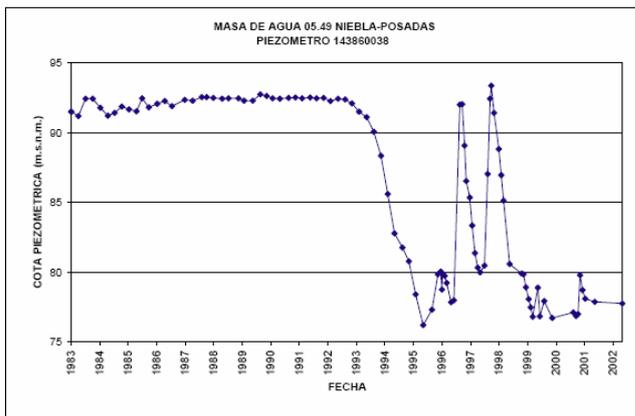
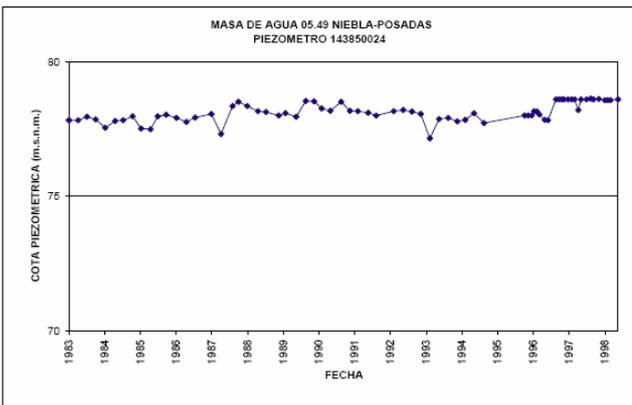
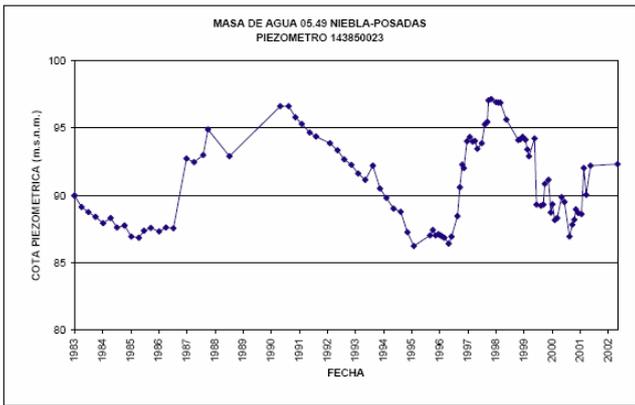
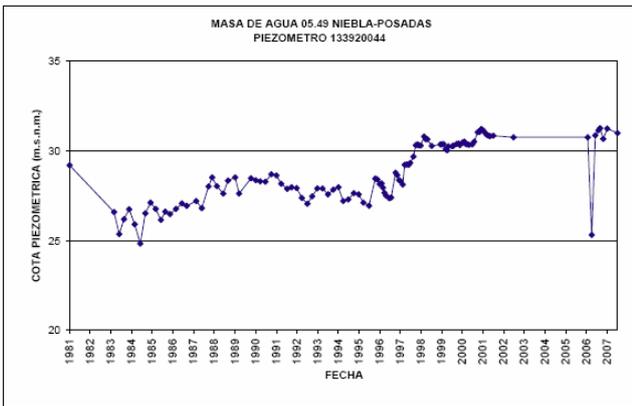
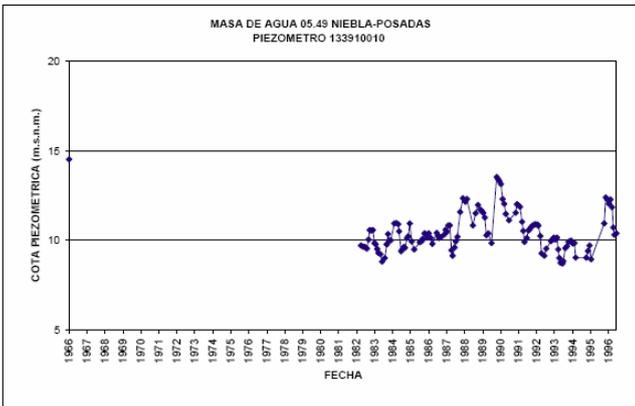
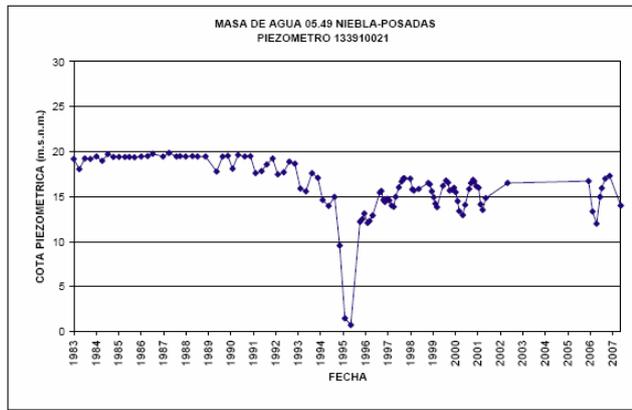
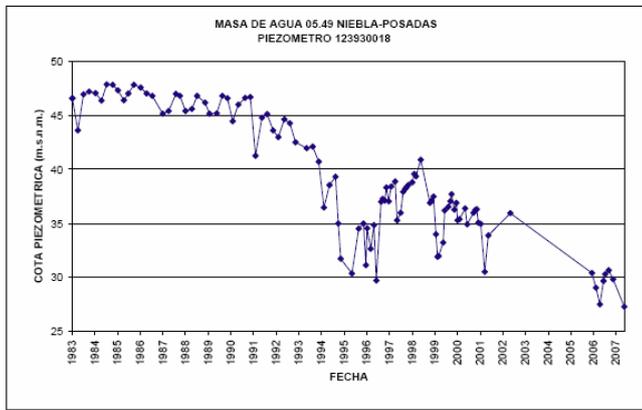
EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

Situación de los piezómetros en la MASb



Gráficos de evolución piezométrica





Origen de la información: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Los acuíferos están constituidos fundamentalmente por materiales detríticos con porosidad primaria cuya potencia varía desde 10-15 m en Niebla, hasta 80-100 m en su límite más oriental, aunque la potencia depende de las deformaciones que haya sufrido el zócalo. El acuífero se hunde progresivamente en dirección sur, con pendientes suaves (2-6 %), hasta alcanzar la línea de flexión del zócalo a distancias comprendidas entre 5-6 km en los extremos y 9 km en el centro. El sustrato impermeable está constituido por materiales paleozóicos del borde meridional de la Meseta. Al sur, sobre los

afloramientos permeables, se sitúan las margas azules tortonienses que confinan el acuífero.

Se distinguen cinco subunidades hidrogeológicas:

- Niebla-Gerena: El acuífero está constituido fundamentalmente por arenas. Se extiende desde los afloramientos situados al oeste de Gibraleón hasta el límite de las provincias del Huelva y Sevilla.
- Gerena-Cantillana: Los materiales acuíferos son conglomerados y calizas detríticas sobre las que se apoyan niveles de arenas y areniscas de facies más carbonatadas hacia el este.
- Cantillana-Lora del Río: Predominan los conglomerados sobre los que descansan arenas fosilíferas y areniscas con niveles arcillosos. Su potencia es de 90-100 m en Villanueva del Río y Minas, disminuyendo hacia el oeste, hasta los 30-40 m en Cantillana.
- Lora del Río-Hornachuelos: el acuífero está constituido por conglomerados de base y calizas detríticas que se hacen arcillosas hacia techo. La potencia es de 20 a 70 m, condicionada por la morfología del Paleozoico sobre el que descansa.
- Puebla de los Infantes: Se sitúa al norte y está desconectada del resto. Tiene una superficie de 29 km² y está constituida por calizas con intercalaciones de pizarras del Cámbrico inferior y sedimentos carbonatados y arenosos miocenos, ambos estrechamente relacionados hidráulicamente.

Las entradas se producen por infiltración del agua de lluvia caída sobre la unidad y por infiltración de agua procedente de la escorrentía de los relieves próximos de Sierra Morena. La importancia de los retornos de riego varía mucho en cada subunidad. Aparentemente los ríos que atraviesan los acuíferos en sentido norte-sur no recargan el acuífero, aunque aún no se conoce con detalle este extremo, por falta de aforos diferenciales. Las salidas se producen por bombeos en la zona confinada, y a través de pequeños manantiales situados en el contacto entre los materiales acuíferos y los impermeables del techo, margas tortonienses, en las zonas libres. La importancia de estos manantiales está directamente relacionada con las extracciones, puesto que se llegan a secar en las zonas donde la extracción es relevante. El sentido general del flujo es norte-sur, aunque localmente en cada subunidad toma direcciones distintas.

Origen de la información: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: SÍNTESIS VIABILIDAD DE LA RECARGA ARTIFICIAL EN EL SECTOR RIVERA DE HUELVA-RIVERA DE HUEZNA

Informe: "Estudio de la incorporación de las aguas subterráneas al sistema de emergencia del abastecimiento a la ciudad de Sevilla y su área de influencia (IGME, 2002)".

El proyecto estudia la incorporación potencial de las aguas subterráneas al sistema de abastecimiento urbano de emergencia de la ciudad de Sevilla y su entorno en dos zonas, al SO de Sevilla, en el Aljarafe, y al NE de Sevilla, en la región situada entre la Rivera de Huelva al O y la Rivera del Huezna al E (ambos afluentes del río Guadalquivir por su margen derecha), en concreto en la parte del acuífero Mioceno de Base (acuífero Niebla-Posadas; UH 05.49) que se extiende desde la localidad de Guillena hasta Villanueva del Río y Minas. El proyecto contiene un estudio hidrogeológico de detalle en el que destaca la definición que se alcanza en la geometría del acuífero Mioceno, especialmente en la zona entre Cantillana y Villanueva del Río y Minas donde se emplean técnicas específicas de investigación (geofísica y sondeos mecánicos de reconocimiento); y la completa caracterización hidroquímica de sus aguas. El estudio finaliza en noviembre de 2002 con la recomendación de, entre otras, realizar una serie de obras de captación en el acuífero Niebla-Posadas (U.H. 05.49) e incluye un análisis preliminar de la viabilidad de recarga artificial en este acuífero a partir del agua de escorrentía superficial no regulada procedente del zócalo paleozoico. A continuación se presenta una síntesis del citado estudio de viabilidad de recarga artificial con los datos más relevantes para el presente proyecto.

9.- VIABILIDAD DE LA RECARGA ARTIFICIAL

9.1- JUSTIFICACIÓN DE UNA OPERACIÓN DE RECARGA ARTIFICIAL

Para el planteamiento de una instalación de recarga artificial es necesario; disponer de caudales excedentes en determinada época del año, capacidad de almacenamiento de dichos caudales en el acuífero en esa misma época y una demanda que atender. Además de estos parámetros principales, deben tenerse en cuenta también por su elevada

importancia, la calidad de las aguas a infiltrar, tanto por su potabilidad como por los elementos en suspensión que arrastre y que puedan dificultar la operación de infiltración, y las características del terreno desde la perspectiva de la capacidad de infiltración y facilidad de colmatación del mismo, así como los tiempos de retención del agua recargada.

Para la comprobación de la capacidad de recarga o de almacenamiento en este tramo de acuífero se han analizado las series piezométricas de los puntos de la red de control del IGME en la zona. De su observación se estima que existe una diferencia de cota piezométrica de **10 m** respecto al funcionamiento natural del acuífero que puede ser objeto de una recarga artificial, incluso en periodo invernal en el que los niveles alcanzan sus máximos.

9.2.- EVALUACIÓN DE APORTACIONES Y DETERMINACIÓN DE EXCEDENTES HÍDRICOS

9.2.1.- ORIGEN DEL AGUA DE RECARGA. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS APORTACIONES: VOLUMEN ANUAL POTENCIALMENTE RECARGABLE.

El acuífero en la zona es atravesado, de oeste a este, por los siguientes cauces superficiales principales: Rivera de Huelva, Arroyo Herrero, Arroyo de Burguillos, Arroyo del Pilar, Arroyo Mudapelos, Río Siete Arroyos, Río Viar, Arroyo Trujillo, Arroyo El Parroso y Rivera del Huezna. Las aportaciones de estos cauces a la entrada del Mioceno para años medios húmedos, medios y secos se muestran en la siguiente tabla:

CAUCE	Lluvia caída Cuenca (hm ³ /año)	Aportación Cuenca (hm ³ /año)	Infiltración Cauce (hm ³ /año)	Recursos no Regulados (hm ³ /año)
Rivera del Huezna	12,08	4,83	0,24	4,59
	8,23	1,65	0,08	1,57
	5,27	0,53	0,03	0,5
Aº Parroso	119,3	47,72	2,38	45,34
	80,56	16,11	0,81	15,3
	51,54	5,1	0,26	4,84
Aº Trujillo	15,53	6,21	0,31	5,9
	10,47	2,1	0,11	2
	6,71	0,7	0,04	0,66
Río Viar	184,1	73,6		73,6
	123,5	24,7		24,7
	82,7	8,3		8,3
Aº Siete Arroyos	41,86	16,7	0,84	15,86
	27,2	5,5	0,3	5,2
	18,9	1,9	0,1	1,8
Aº Villaverde-Guillena	31,7	12,7	0,64	12,06
	21,6	4,3	0,22	4,08
	14,5	1,5	0,08	1,42
TOTAL (MÁXIMA)	404,57	161,76	4,41	157,35
(MEDIA)	282	54,36	1,48	52,88
(MÍNIMA)	179,6	18,03	0,48	17,55

Por tanto, se dispone de caudales excedentarios (157,35 hm³/año, 52,88 hm³/año, 17,55 hm³/año), al menos en volumen, para realizar operaciones de recarga artificial en el acuífero que, como se ha demostrado en el apartado anterior, dispone de capacidad para ello.

Para restringir la recarga a una zona más concreta del acuífero se analiza de nuevo la piezometría de la zona. Se pone de manifiesto que el tramo comprendido entre Cantillana y Villanueva del Río y Minas, si bien no dispone de mucha información, presenta los valores más elevados de nivel piezométrico y por tanto el acuífero se encuentra más próximo a su situación natural y dispone de menos capacidad de recarga. Por tanto, la zona de recarga se acota, pudiendo descartar del cuadro anterior, en principio, los caudales provenientes de la Rivera del Huezna, del Arroyo el Parroso y del Arroyo Trujillo.

9.2.2.- DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS APORTACIONES: CAUDALES POTENCIALMENTE APROVECHABLES

Los caudales excedentarios disponibles en los diversos cauces del área de estudio, no son completamente aprovechables para realizar operaciones de recarga artificial, sino que el porcentaje de su uso dependerá de diversos factores, entre los que destaca la distribución y forma de las avenidas, que en última instancia va a determinar las posibilidades técnicas de captación de dichos caudales. Si bien no se dispone de datos diarios de aforos de todos los cauces, se han analizado los de la Rivera de Huezna y El Parroso y extrapolado al resto de cauces.

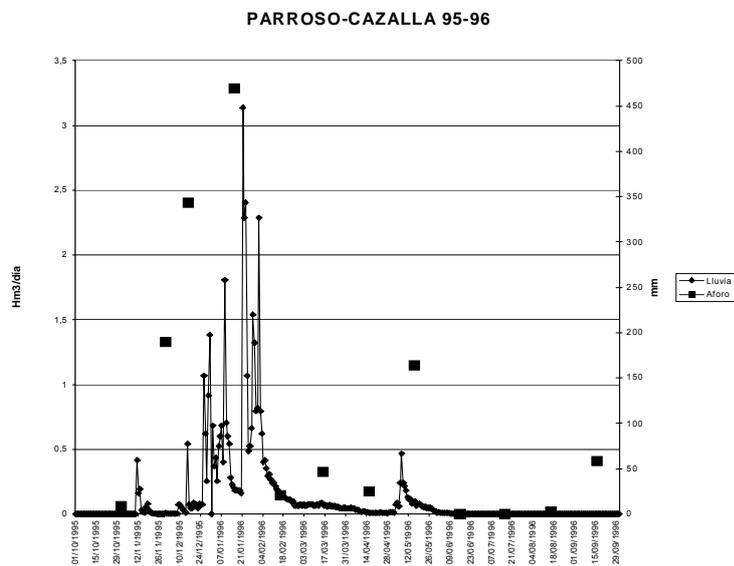


Figura 32. Aforo de Arroyo El Parroso en Villanueva y precipitaciones en Cazalla de la Sierra. Año lluvioso.

En la gráfica (Figura 32) se observa que la curva de descarga de la avenida sigue una función exponencial y tarda entre 15 días y 20 días en alcanzar el nivel base, si bien en los dos o tres primeros días se ha evacuado hasta el 80% de la avenida.

En términos de caudales hay que decir que, en el caso del año analizado (95-96), del total de aportaciones de la cuenca del arroyo Parroso, 44 hm³, más del 50% se evacuaron en enero, el 20% en febrero, el 15% en diciembre y el resto entre marzo y mayo.

Se deduce también, que desde el comienzo desde las primeras avenidas se cuenta con 45 días con un caudal superior a 0,25 hm³/día y casi 100 días con más de 50.000 m³ disponibles. Estas cantidades hacen un total de 14 hm³ de aportación en años lluviosos en régimen más o menos laminar, y en un plazo total de hasta 100 días.

Si analizamos en esta misma cuenca un año catalogado como medio, como el 90-91, se llega a los siguientes resultados (Figura 33). En este caso, a parte de la avenida extraordinaria de principios de marzo, se aprecia como las lluvias han sido más primaverales que de costumbre, si bien su suma corresponde a la de un año medio, y se aprecia también como se dispone de un periodo de 30 días con caudales superiores a los 0,2 hm³/día, quedando luego otros 30 días con un caudal próximo a los 40.000 m³/día.

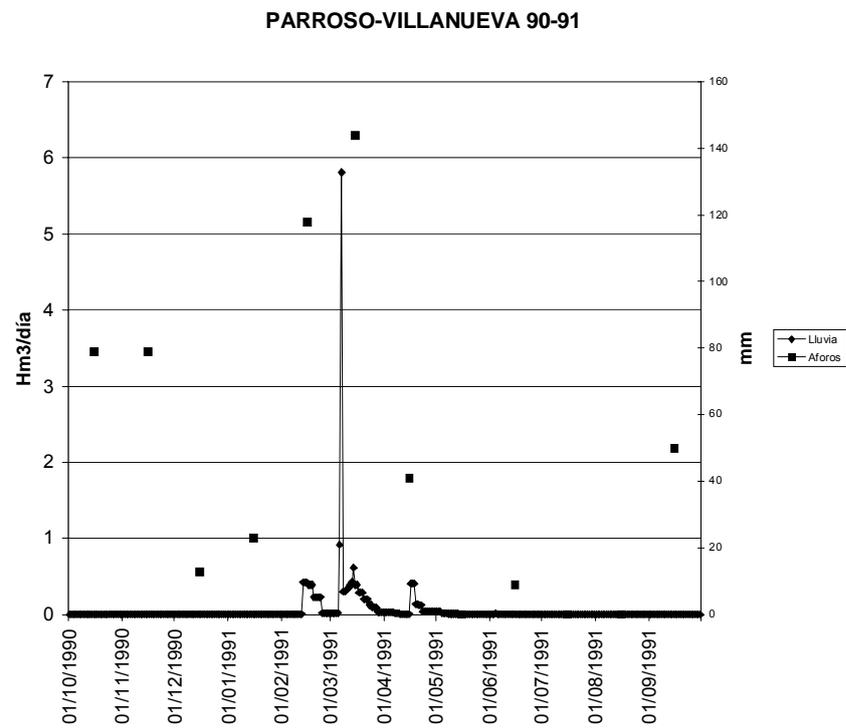


Figura 33. Aforo del Aº El Parroso en Villanueva y precipitaciones de Villanueva. Año medio.

En este caso el total de aportaciones del arroyo, en año medio, y descontadas las avenidas, es decir aprovechando un régimen casi laminar sería de 10 hm³ al año. Se muestra en esta gráfica la precipitación media mensual y se le adjudica el valor al día 15 de cada mes, y de su análisis se deduce que en los primeros meses del año meteorológico, las precipitaciones se invierten en cubrir el déficit de humedad del suelo y reponer los niveles piezométricos en las zonas permeables, por lo que en esta época, no basta con lluvias de valores medios para provocar la escorrentía.

En los meses de invierno, una vez que los déficits de agua del suelo han sido total o parcialmente cubiertos, la llegada de una precipitación media o alta provoca la inmediata creación de una escorrentía que, por lo general, tiene una distribución torrencial y respuesta puntual que decrece rápidamente (hasta un 80% en 48 horas).

Análogos resultados se obtienen en la estación de aforo del Huezna, si bien en este caso ha de tenerse en cuenta los diversos desembalses que se han venido realizando desde el embalse del Huezna.

En términos de años y valores medios se estima que el caudal de escorrentía aprovechable es del orden del 60% de la

aportación de la cuenca, si bien debe considerarse que del caudal que se detraiga para uso en recarga artificial del acuífero el 5% ya no formará parte de la infiltración en el cauce, al no pasar por la zona de afloramiento del acuífero.

Extrapolando los datos al resto de cauces, los caudales aprovechables estimados serán los siguientes:

CAUCE	Lluvia caída Cuenca (hm ³ /año)	Aportación Cuenca (hm ³ /año)	Recurso aprovechable (hm ³ /año)
A ^o Parroso	80,56	16,11	9,60
Río Viar	123,5	24,7	14,8
A ^o Siete Arroyos	27,2	5,5	3,3
A ^{os} Villaverde-Guillena	21,6	4,3	2,60
TOTAL	252,86	50,61	30,3

Por tanto, de una forma estimada, se dispone de caudales excedentes y técnicamente aprovechables para realizar operaciones de recarga artificial. Análogamente a la proporcionalidad de los aportes totales, puede suponerse una proporcionalidad en las aportaciones diarias de la avenida con lo que tendríamos los siguientes datos:

CAUCE	Recurso aprovech. (hm ³ /año)	Q max avenida (hm ³ /día)	Duración (días)	Aportación (hm ³ /año)	Q medio avenida (hm ³ /día)	Duración (días)	Aportación (hm ³ /año)
A. Parroso	9,6	>0,2	30	>6	0,04	30	1,2
R. Viar	14,8	>0,3	30	>9	0,06	60	3,6
A. Siete Arroyos	3,3	>0,08	30	>2,5	0,02	30	0,6
A.Villaverde-Guillena	2,6	>0,06	30	>1,8	0,015	30	0,45
TOTAL	30,3			>19,3			5,85

Por tanto, el caudal disponible para unas instalaciones de recarga artificial, siempre que cumpla los requerimientos técnicos necesarios, es algo superior a **25,15 hm³/año**.

9.2.3.- CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD Y VARIABILIDAD TEMPORAL DEL AGUA DE RECARGA.

PUNTO	FECHA	DOO	CL	SO4	NO3	NA	MG	CA	K	PH	COND	RS	NO2	NH4	TEM	B	F	
VALORES LÍMITE DIR 98/83/CE			250	250	50	200	50			9,5	2500		0,5	0,5		1	1,5	
VALORES LÍMITE R.D. 1138/90		5	200	250	50	150	50	200	12	9,5	2500	1500	0,1	0,5	25	1	0,7-1,5	
MUESTRA	FECHA	DOO	CL	SO4	HCO3	CO3	NO3	NA	MG	CA	K	PH	COND	NO2	NH4	P2O5	SIO2	SS
Rivera del Huezna	18/09/2001	1,9	13	11	166	0	3	12	9	40	2	7,1	244	0,00	0,00	0,00	7,5	6,7
Arroyo Parroso	18/09/2001	0,8	16	13	310	0	1	17	12	87	1	7,5	434	0,00	0,00	0,00	26,4	9,1
Siete Arroyos	18/09/2001	1,4	45	15	284	0	2	24	33	53	0	7,7	497	0,00	0,00	0,00	39,1	2,5

En la tabla se muestran las características físico-químicas de las aguas de tres de los cauces de la zona de estudio y se observa como las aguas se pueden catalogar como aptas para el consumo, estando todos los parámetros analizados dentro de los valores límites de potabilidad y por tanto son aptas para la recarga, además, el parámetro de sólidos en suspensión, que es un valor crítico a la hora de infiltrar el agua en el terreno, por los problemas de colmatación que suponen, tiene unos valores excepcionalmente bajos e ideales para una instalación de recarga artificial.

Si bien los estudios previos para la realización de una instalación de recarga artificial, deben contemplar el seguimiento de la analítica de las aguas de partida en sus diferentes circunstancias (tanto régimen de avenida como los diversos caudales del régimen laminar), tanto los valores obtenidos en este análisis en régimen laminar como el conocimiento de los materiales sobre los que se ubican las cuencas de dichos cauces, hace suponer que excepto en las puntas de avenida, los valores de los parámetros no deben variar mucho de los reflejados.

No obstante, cabe suponer que las aguas del río Viar, que atraviesan en su último tramo del curso el afloramiento de conglomerados, areniscas y lutitas del Pérmico, tengan características físico-químicas ligeramente diferentes y

principalmente una mayor concentración de sólidos en suspensión que habría que estudiar con detalle.

Respecto a los parámetros bacteriológicos, si bien no se dispone de información, se puede deducir de forma aproximada que los bajos valores de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) hacen pensar que es difícil la contaminación bacteriana. En cualquier caso, es una analítica previa imprescindible en la planificación de cualquier proyecto de recarga artificial.

9.3.- ESTUDIO DEL MEDIO ACUÍFERO: SELECCIÓN DE LAS ZONAS MÁS FAVORABLES.

Una vez comprobada la existencia de capacidad excedente en el acuífero, de agua excedente en los cauces próximos y que dicha agua cumple los requerimientos físico-químicos y bacteriológicos de calidad, se plantea caracterizar los materiales del acuífero y seleccionar las zonas más adecuadas para la realización de una experiencia de recarga artificial.

Criterios de selección hidrogeológicos:

- Zona con mayor espesor de ZNS. Las zonas con mayor espesor acuífero son las zonas de afloramiento, la zona entre Esquivel y Villaverde del Río y la zona al este del arroyo Trujillo. De entre éstas, la piezometría indica que la zona con mayor espesor no saturado está al oeste de Cantillana, por lo que la zona seleccionada siguiendo este criterio sería la que se encuentra **entre Esquivel y Villaverde del Río**.

- Otros criterios a tener en consideración: elección de zonas de infiltración favorable (pendientes suaves, desarrollo de vegetación, zonas fracturadas...) y localización de los controles laterales de la recarga

Criterios de selección técnico-económicos:

- Disponibilidad de terrenos públicos.- Se requiere realizar un inventario de los terrenos públicos de la zona de estudio como zonas preferentes.

- Aprovechamiento de la infraestructura existente. Entre las infraestructuras existentes en la zona destacan el Canal del Viar para riego y la conducción de abastecimiento de EMASESA desde Alcalá del Río hasta El Viar del Caudillo de diámetro 100 mm, así como la conducción del Consorcio del Huesna desde Villanueva del Río hasta Villaverde del Río y como conducción futura de próxima construcción, debe mencionarse la unión entre el Gergal y el futuro pantano de Melonares, para abastecimiento, con una tubería de diámetro 2.000 mm. Todas las canalizaciones mencionadas, atraviesan la zona de estudio próximas a la carretera Alcalá- Cantillana- Villanueva del Río.

- Dificultades técnicas para la toma de agua de los cauces debido a la topografía desfavorable de los mismos. A modo de orientación, la instalación de toma y transporte podría consistir en un azud de derivación y una conducción por gravedad hasta la instalación de recarga. Dependerá de cada cauce la ubicación necesaria de la instalación de toma, para alcanzar la cota de toma suficiente, que facilite el transporte por gravedad del agua desviada hasta la instalación de recarga.

9.4.- MÉTODO DE RECARGA

Para la elección del método de recarga artificial, es necesario conocer tanto la capacidad de infiltración del terreno para los métodos de superficie como la permeabilidad horizontal o en su caso el coeficiente de almacenamiento para los métodos de inyección profunda.

En la bibliografía se recogen algunos datos orientativos a cerca de la capacidad de infiltración de los materiales similares a los del Mioceno de Base en su zona de afloramiento, en general arenas y arenas limosas, y oscilan entre **0,6 m/día y 1 m/día**, por lo que la superficie necesaria para recargar 100.000 m³/día, sería de **10 ha**, en las cuales se pueden recargar, hasta 100.000 m³/día durante 30 días (periodo máximo estimado de grandes aportaciones), que suman un total de **3 hm³/año**, y de hasta 0,015 hm³/año durante otros 30 días (periodo máximo de aportaciones aprovechables), que suma un total de 0,45 hm³/año.

Como inyección profunda, se está ensayando en la explotación minera de Las Cruces (Gerena) para recargar mediante un anillo de inyección el agua previamente drenada por otro anillo interno de drenaje en las proximidades de la mina. Los valores ensayados en la actualidad permiten la inyección de caudales de hasta 11 L/s con una presión superior a 7 bares. Suponiendo unas condiciones similares en este sector de acuífero, de forma aproximada, con los parámetros obtenidos en los pozos de inyección de esa mina, se puede estimar que el caudal diario a recargar por pozo sería de 1.000 m³/día, siendo necesaria la construcción de más de 100 sondeos para aprovechar los caudales disponibles en nuestra zona durante un mes.

La presencia de caudales disponibles en tan solo 60 días al año condiciona enormemente la elección del método. Aún así, habría que considerar también dos opciones adicionales que incrementarían la disponibilidad de caudales y, al tiempo, el

uso de las instalaciones. Estas opciones serían las siguientes:

- Uso de los excedentes del canal de riego del Viar así como utilización de este canal para toma de agua en inviernos excedentarios cuando no está en funcionamiento, tanto para la recarga en superficie como para la recarga en profundidad.
- Uso de los excedentes del Parroso y la Rivera del Huezna para recargar mediante inyección en el entorno de las zonas de extracción que se seleccionen.

En todo caso, sería necesario plantear la instalación de una planta piloto a título de experiencia, con el fin de definir con más exactitud los parámetros y datos a considerar en una planta de explotación industrial.

INFORMACIÓN ADICIONAL 5: CALIDAD QUÍMICA DEL ACUÍFERO

Informe: Norma de Explotación de la U.H. 05.49 Niebla- Posadas (IGME, 2001)

Dada la gran extensión de la unidad sus aguas presentan distintos niveles de calidad. La facies mayoritaria es bicarbonatada cálcico-magnésica, salvo en algunos sondeos que tienen facies clorurada sódica (proximidades de Aznalcóllar). Estos puntos de mayor salinidad pueden tener su origen en aguas congénitas depositadas en terrenos sedimentarios de origen marino, de naturaleza más arcillosa que el resto del acuífero.

Los datos recogidos en el Cuadro 3 fueron obtenidos de una serie de 180 análisis, desde 1966 hasta el año 2000, realizados por el IGME.

Cuadro 3. Características químicas de la unidad 05.49. Conductividad eléctrica en $\mu\text{mhos/cm}$, contenidos iónicos en mg/l .

Parámetros	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. Eléctrica	820	2526	154
.pH	7,7	8	7
CO ₃ H	290	420	39
SO ₄	60	221	1
NO ₃	25	310	0
Ca	100	680	3
Mg	20	139	1
Cl	235	638	1
Na	125	534	1

Informe: "Estudio de la incorporación de las aguas subterráneas al sistema de emergencia del abastecimiento a la ciudad de Sevilla y su área de influencia (IGME, 2002)".

La analítica presentada, pone de manifiesto la existencia de la distribución espacial de las facies químicas en el acuífero. Al norte de la unidad, entre Guillena y el oeste de Cantillana, donde el acuífero es libre o está confinado por las margas a escasa distancia del afloramiento, predomina la facies bicarbonatada cálcica y/o magnésica con baja mineralización (500-600 $\mu\text{S/cm}$). Hacia el SE, pasan progresivamente a facies intermedias bicarbonatadas - cloruradas, hasta llegar a ser claramente cloruradas sódicas, de elevada mineralización. En la región de Villanueva del Río y Minas dominan las aguas cloruradas-bicarbonatadas o cloruradas sódicas al E de la Ribera del Huesna, apareciendo también términos sulfatados. La conductividad y el contenido en cloruros observado aumentan en dos direcciones, hacia el NE y el SE de la unidad, presentando valores extremos en el sector de Cantillana-A^o Trujillo y concentraciones elevadas en el entorno de Villanueva del Río y Minas.

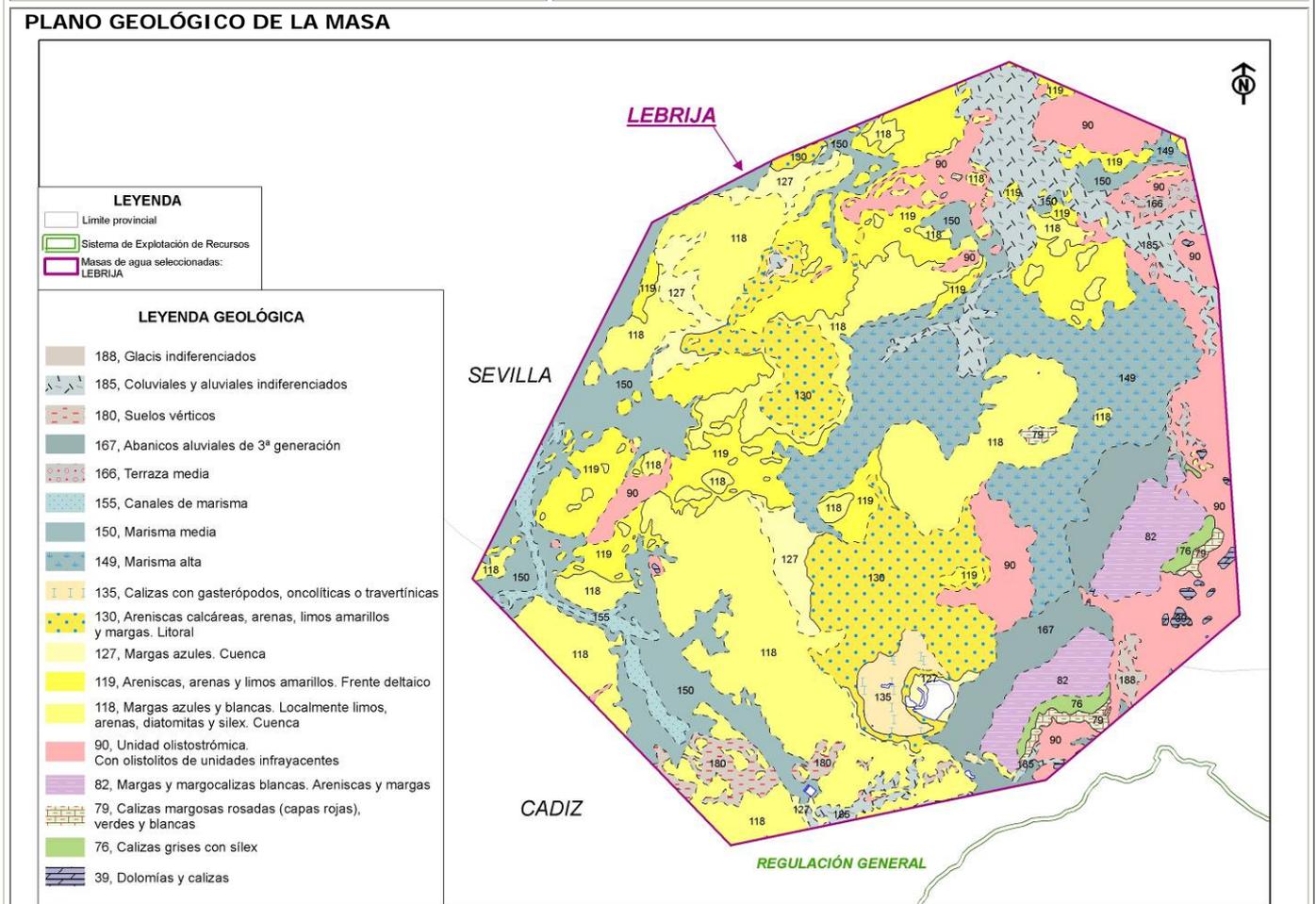
Esta configuración determina un frente salino en la dirección Brenes-Tocina con una fuerte anomalía química entre el A^o Trujillo y el E de Cantillana. En general, la salinidad se detecta en los sondeos que se sitúan sobre la margen izquierda del río Guadalquivir.

Los análisis periódicos existentes indican que las aguas del acuífero mantienen sus características más o menos estables, únicamente se detecta un ligero incremento de conductividad en el sondeo de abastecimiento a Villanueva del Río y Minas, posiblemente relacionado con un aumento de las extracciones en una zona donde se han detectado concentraciones elevadas.

En general, las aguas del acuífero presentan una buena calidad química, con una mineralización baja a media y son aptas para abastecimiento urbano, salvo en el sector de Cantillana y en el citado "frente salino".

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.S7 REGULACIÓN GENERAL	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.52 LEBRIJA
--	--	---

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA		
Comunidades Autónomas:	ANDALUCÍA	Municipios: Lebrija, Trebujena, El Cuervo, Las Cabezas de San Juan y Jerez de la Frontera.
Provincias:	Sevilla y Cádiz	



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Actualmente no se abastece ninguna población con aguas provenientes de esta masa de agua subterránea. El motivo de su elección radica en la escasez estacional del agua para regadío. Además existen problemas de salinización y alcalinización por efecto de los materiales triásicos y por contaminación agrícola. Existe una excesiva explotación en el sector nororiental de la MASb y al Sur de la Laguna de los Tollos (recuperada por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía tras la explotación minera de atapulgita de la empresa TOLSA S.A.), la cuál se ve afectada por problemas de desecación como consecuencia estas extracciones. En igual consideración hay que tener a la Laguna del Val del Ojo.

FINALIDAD DE LA RECARGA		
Mejora de la regulación y garantía de suministro	Mejora de impactos	
Abastecimiento urbano <input 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: Sierra de Lebrija (Paleógeno) y arenas fosilíferas (Plioceno)

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	Litología: Arenas y calizas arenosas (Paleógeno); arenas finas fosilíferas (Plioceno); arcillas con arenas y cantos (Cuaternario) (Inf. Ad. 1) Espesores: 10-150 Columna litoestratigráfica tipo: (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
▪ Porosidad			
▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día)	0,1		>100
▪ Transmisividad (m ² /día)	100	550	1.000
▪ Coeficiente almacenamiento	0,03	0,04	0,05
▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.): (Inf. Ad. 2) Oscilación estacional (m):			
▪ Espesor ZNS (m)	2,20	8,88	19,40
▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año)			

Geometría

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

Observaciones:

Esta masa de agua constituye un acuífero detrítico y libre, constituida por arenas y calizas arenosas del Paleógeno, arenas finas fosilíferas del Plioceno y recubrimientos cuaternarios de arcillas con arenas y cantos, así como glaciés que descienden desde la Sierra de Gibalbín hasta la Laguna de los Tollos. La potencia de estas formaciones está comprendida entre los 10 a 15 m (aproximadamente un 85% de la superficie de la MASb posee este espesor), salvo en dos zonas: en la Laguna de los Tollos donde se alcanzan espesores del orden de 150 m, y una zona al NO de la citada Laguna situada a unos 5 km en la que se observan espesores próximos a los 80 m. Los límites y el substrato impermeable del acuífero lo constituyen las arcillas y margas del Trías y Mioceno inferior ("albarizas"), las margas azules del Tortonense-Andalucense y las arcillas y limos cuaternarios que constituyen las marismas. (Inf. Ad. 3)

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):	C14_106_X BALSA DE LEBRIJA		C14_212 CANAL BXII b+c	
Ref. estación aforo:	3878		2048	
Capacidad embalse (hm ³)	8 hm ³	-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	5,70 hm ³		47,44 hm ³ /año	
- máxima	7,044 hm ³		71,33	
- mínima	4,555 hm ³		34,79	
Año o Periodo medida:	2004-2009		2000-2008	
	Total Aportación natural media anual (A):			

	Total Caudal medio anual (Q):
--	-------------------------------

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario: * Datos S.A.I.H. del Guadalquivir

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

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embal. 1	5,34	5,18	2,38	5,35	5,88	5,46	5,9	6,23	6,36	6,50	6,48	6,02
Río 1												
Canal 1	0,412	1,604	0,592	1,078	1,244	1,481	4,581	5,751	5,825	3,663	2,156	0,163
Escorr.												

Comentario: * Datos S.A.I.H. del Guadalquivir en m^3/s

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):	ES1410530002010 El Cuervo	ES1410530005010 Lebrija		
Municipios conectados:	El Cuervo	Lebrija		
Población (hab):	8.562	26.434	-	
Tipo de tratamiento:	Sin especificar	Secundario		
Volumen depurado (V_d) ($m^3/año$) (4):	820.346 $m^3/año$	2.530.000 $m^3/año$		
¿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: Datos de población INE 2009

(4) Distribución media mensual (m^3)

	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 ($m^3/año$):

¿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												

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOLÓGICA TIPO Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Columna litológica tipo:

Litología	Extensión de afloramiento (km ²)	Rango de espesor (m)		Edad
		Valor menor del rango	Valor mayor del rango	
Margas, arcillas y yesos con grandes masas de calizas y dolomías	0,1			Triásico
Margas blancas con intercalaciones arenosas, calizas y calizas arenosas blancas y amarillentas	2,77	85		Cretácico
Calizas, areniscas y margas arenosas	30,48	90		Paleógeno
Margas blancas y grises	97,7			Mioceno
Arenas, gravas, limos y arcillas	24,8	37		Plioceno y Cuaternario lacustre
Depósitos fluviales: Arcillas rojas y grises con arenas y cantos	79,15	10		Plioceno-Cuaternario
Glacis de acumulación: limos rosados carbonatados con nódulos calcáreos y limos arenosos rojizos		2		
Marismas: depósitos arcillosos rojos		5	30	
Aluviales (arenas con cantos calcáreos poco redondeados)				
Coluviones: cantos calcáreos algo redondeados, cementados por arenas y arcillas		10	30	

Origen de la información: Caracterización adicional

Descripción geológica:

La masa de agua subterránea 05.52 Lebrija se sitúa en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas. Se diferencian dos tipos de formaciones. Por un lado la formación alóctona que se corresponde con el Olistostroma, resultado de los deslizamientos de dirección sur a norte acaecidos durante el Mioceno y que dieron lugar al transporte de importantes masas de materiales cuya componente principal son las margas yesíferas del Trías Subbético que arrastran y engloban los materiales situados sobre el mismo, así como los que se estaban depositando en ese momento, dando lugar a una masa caótica de materiales de edades comprendidas entre el Trías y el Mioceno Inferior. Por otro lado, una formación autóctona que aparece discordante sobre la anterior y está constituida por depósitos detríticos terciarios y cuaternarios de relleno de la Depresión del Guadalquivir. La tectónica de la zona esta marcada, en los materiales alóctonos, por los movimientos gravitatorios ocurridos durante el Mioceno. Deslizamientos que se produjeron de sur a norte, teniendo como principal componente las margas yesíferas del Trías Subbético, lo que da lugar a una estructura caótica, entremezclándose entre sí materiales de muy diversas edades. Las formaciones autóctonas, con excepción de los depósitos cuaternarios, aparecen suavemente plegadas debido a fenómenos de reajuste, diapirismo y tectónica post-manto.

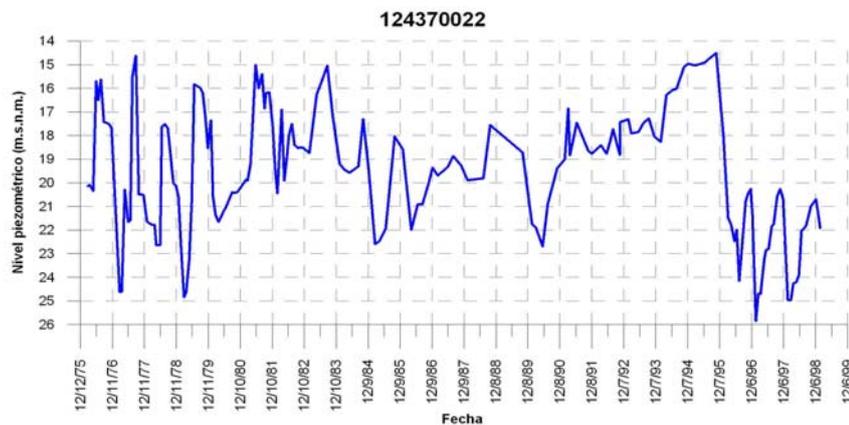
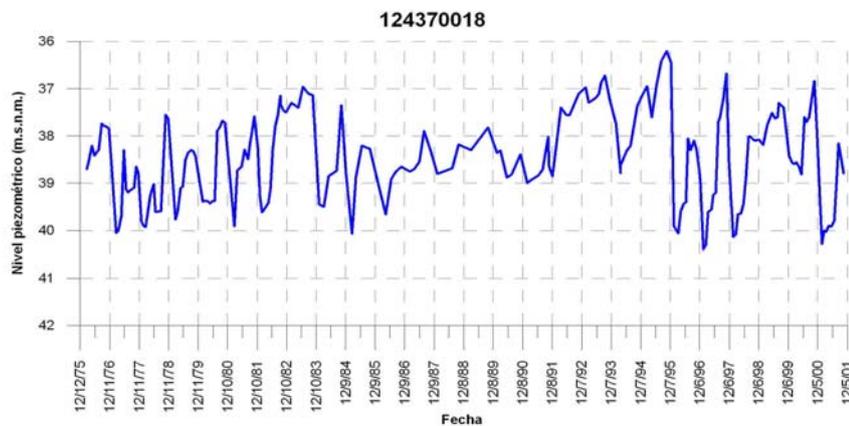
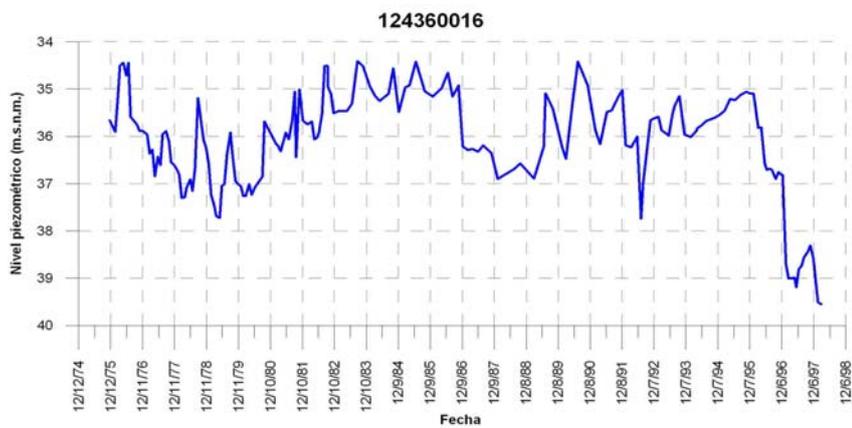
INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PIEZOMETRÍA

Características piezométricas:

Isopiezas	Año	Nº Puntos	Nivel piezométrico (m.s.n.m.)		Diferencia (max-min) (m)	Rango de oscilación estacional (m)	Sentido de flujo	Gradiente (1)
			Max.	Min.				
De referencia								
Recientes estiaje	2006/2007	4	50,50	25,40	25,20	De -2.9 a 4.9		
Recientes periodo húmedo	2006/2007	4	50,20	12,60	37,50	De -2.9 a 4.9		
De año seco	2004/2005	5	51,00	15,80	35,20	De -2.0 a 2.8		
De año húmedo	1996/1997	5	45,80	15,80	30,00	De -2.8 a 2.9		

(1) Gradiente medio en el sentido del flujo principal

Gráficos de evolución piezométrica



INFORMACIÓN ADICIONAL 3: DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA

Esta masa de agua constituye un acuífero detrítico y libre, permeable por porosidad intergranular, con una superficie de materiales permeables aflorantes de unos 80 km², constituidos por arenas y calizas arenosas del Paleógeno, arenas finas fosilíferas del Plioceno y recubrimientos cuaternarios de arcillas con arenas y cantos, así como glacis que descienden desde la Sierra de Gíbalbín hasta la Laguna de los Tollos. La potencia de estas formaciones está comprendida entre los 10 a 15 m, salvo en dos zonas, la primera se localiza en la Laguna de los Tollos donde se alcanzan espesores del orden de 150 m, y la segunda se sitúa a unos 5 km al noroeste de la citada laguna en la que se observan espesores próximos a los 80 m. Los límites y el substrato impermeable del acuífero lo constituyen las arcillas y margas del Trías y Mioceno inferior ("albarizas"), las margas azules del Tortoniense-Andaluciense y las arcillas y limos cuaternarios que constituyen las marismas.

En el área de la Laguna de los Tollos los materiales acuíferos (arenas y areniscas pliocenas), se encuentran recubiertos por depósitos de origen lagunar, constituidos por margas y arcillas de baja permeabilidad. Esta circunstancia hace que el acuífero, en este entorno, se encuentre en régimen "cautivo" y "en carga". Los depósitos impermeables se sitúan "a techo" de los materiales acuíferos.

La recarga se produce por infiltración directa del agua de lluvia, por infiltración de los arroyos y lagunas que discurren sobre materiales permeables cuaternarios, y por retorno de las aguas de riego. La dirección del flujo subterráneo se establece desde Lebrija hacia el este y desde la Laguna de los Tollos hacia el norte, en ambos casos hacia la Laguna de Val de Ojo y las Marismas del Guadalquivir. Las salidas naturales se producen por manantiales y por el drenaje subterráneo hacia las Marismas. A éstas, hay que añadir las salidas producidas por bombeos para riego. Durante el periodo estival, los niveles piezométricos en el acuífero descienden fuertemente debido a la explotación por bombeos, secándose la laguna al no recibir aportes superficiales y estar sometida a una fuerte evaporación. Se produce un aumento de la salinidad, también en la dirección de la escorrentía subterránea. Con las primeras lluvias, debido a la menor permeabilidad de los materiales lacustres, el agua de escorrentía superficial se acumula en estas zonas y posteriormente se infiltra lentamente lo que confiere al agua del acuífero una elevada salinidad. Los niveles piezométricos se sitúan entre los 10 y 12 m de profundidad, en la zona norte del acuífero. En las márgenes meridional y oriental del mismo se localiza a mayores profundidades, en ocasiones superando los 30 m.

Fuente: Caracterización adicional

INFORMACIÓN ADICIONAL 4: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Instituto Tecnológico GeoMinero de España
 De Laboratorio **AGUAS** a División de Aguas Subterráneas

Bono de envío n° 99/231
 Referencia de Laboratorio N: 22
 Referencia de envío (Ident. de la muestra) SEVILLA-22
 Fecha de entrega a Laboratorio 27 05 99

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

N° DE REGISTRO			Fecha de toma			Fecha de análisis			Prof. Toma		N° Muestra		Min. inicio prueba						
1248 6 5024			19 05 99			11 08 99													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
M.T.	D.Q.O.	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₂	NO ₃	Na	Mg	Ca										
	10	410	190	346	10	28	231	61	165										
33	34	37	38	42	43	47	48	51	52	54	55	58	59	63	64	67	68	72	
K	pH	Conductividad 20°C (1)		R.S 110°C		NO ₂	NH ₄	P ₂ O ₅	SiO ₂	Temp. en campo		F ₂							
	5	34		1873					860										
73	76	77	79	80	85	86	91	92	95	96	99	100	103	104	107	108	109	110	
B	F	Li	Br	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cr										
111	115	116	119	120	123	124	127	128	131	132	135	136	139	140	143	144	147	148	151
Ni	Cd	As	Sb	Se	Al	CN	Detergentes	Hg											
152	155	158	160	161	164	165	168	169	172	173	176	177	180	181	184	185	189		
Fenoles			H.A.P.			Plaguicidas total			Radiactividad ALFA (2)			Radiactividad BETA (2)							
190	194	195	200	201	207	208	212	213	216	217	221	222	225						
Elemento 1			Elemento 2			Elemento 3			Elemento 4			MANT.							
226 227			228 233			234 235			236 241			258							
Elemento 3			Elemento 4																
242 243			244 249			250 251			252 257										

El Jefe de Laboratorio:	RECIBIDO D.A.S.	V° B°	Recibido Gabinete Informática

INDICACIONES

- Cualquier modificación en los datos de base, comunicarlo en ficha de punto de agua
- Se indicará si hay datos en la 2ª parte de la ficha con S ó N
- El punto decimal está representado por (▲). Las demás determinaciones serán redondeadas a número entero, ajustándose a la última casilla de la derecha de cada campo.
- Las determinaciones serán expresadas en mg/l, excepto: (1) en µS/cm (2) en pCi/l
- Eventualmente, el contenido específico de cada plaguicida será expresado en OBSERVACIONES.
- H.A.P. = Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
- Prof. Toma Profundidad de la toma de muestras en metros

OBSERVACIONES :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PARÁMETRO	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIO
R.S. (mg/l)	1562	1372	1438
Cl ⁻ (mg/l)	624	241	348
SO ₄ ⁻ (mg/l)	310	116	211
NO ₃ ⁻ (mg/l)	89	16	41
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	438	208	394
Na ⁺ (mg/l)	378	140	200
Ca ⁺⁺ (mg/l)	204	92	154
Mg ⁺⁺ (mg/l)	85	27	50
Conductividad (μS/cm)	2950	1405	1886

Fuente: Normas de Explotación 2001

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 051 GUADALQUIVIR

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 05.S7 REGULACIÓN GENERAL

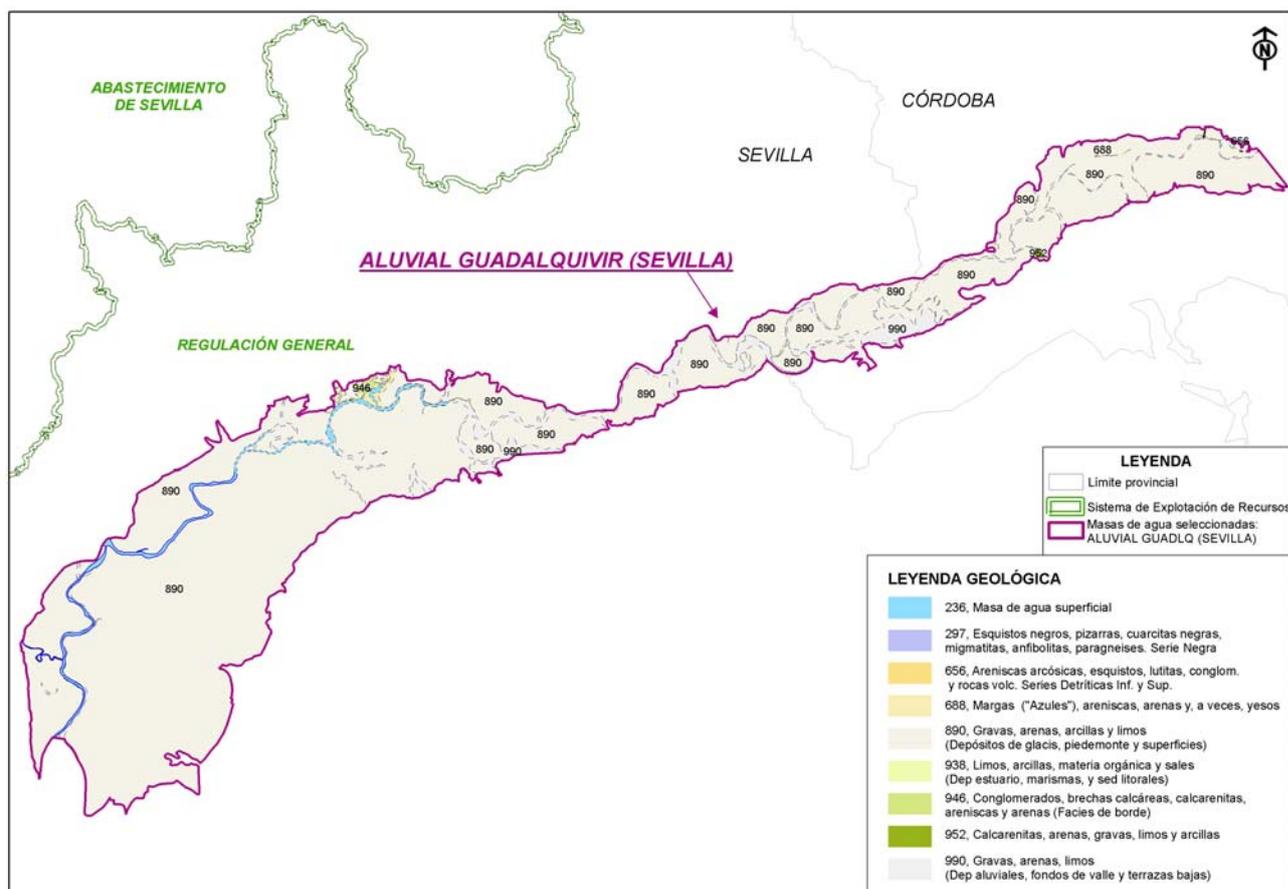
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 05.73 ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (SEVILLA)

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: ANDALUCÍA
Provincias: Córdoba y Sevilla

Municipios: Almodóvar del Río, Hornachuelos, Palma del Río, Posadas, Fuente Palmera, Peñaflor, Lora del Río, Villanueva del Río y Minas, Alcolea del Río, Cantillana, Villaverde del Río Tocina, Alcalá del Río, Carmona, Brenes, La Rinconada, Valencina de la Concepción, Santiponce, Salteras, La Algaba, Sevilla, Camas, Alcalá de Guadaira, Tomares, San Juan de Aznalfarache, Dos Hermanas

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Los aluviales cuaternarios que conforman la terraza media del río Guadalquivir, con una extensión de 330 km², constituyen el 29% de la superficie total del sistema acuífero Sevilla-Carmona, sobre el que se asientan unas 57.000 ha de regadío. La inmensa mayoría de estos regadíos son atendidos con las aguas superficiales procedentes del río Guadalquivir y que son transportadas a los centros de consumo a través de los canales del Bajo Guadalquivir y del Valle Inferior, con una capacidad de 55 y 20 m³/s, respectivamente. La campaña de regadío tiene una duración media de 220 días con un volumen medio utilizado, para el periodo 1971-1985, de 259,8 hm³/a procedente del canal del Valle Inferior y de 384,2 hm³/a procedente del canal del Bajo del Guadalquivir. La toma de agua se realiza preferentemente del embalse de Peñaflor y en menor cuantía directamente del río Guadalquivir. En los meses de invierno, en que la demanda agrícola es mínima, se generan unos excedentes hídricos susceptibles de una mayor regulación con un coste económico reducido mediante el empleo de técnicas de recarga artificial localizada en la terraza media del río Guadalquivir. La existencia de los canales principales del Valle Inferior y del Bajo Guadalquivir y de una densa red de canales secundarios permitiría el transporte de agua hasta los puntos más favorables para la realización de la misma.

FINALIDAD DE LA RECARGA				
Mejora de la regulación y garantía de suministro		Mejora de impactos		
Abastecimiento urbano <input type="checkbox"/>	Riego <input checked="" type="checkbox"/>	Calidad <input type="checkbox"/>	Sobreexplotación <input type="checkbox"/>	Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas		Mejora sequía <input type="checkbox"/>		Otras <input type="checkbox"/>
Riberas <input type="checkbox"/>	Manantiales <input type="checkbox"/>	Humedales <input type="checkbox"/>		
ACUÍFEROS IMPLICADOS: Aluvial del Guadalquivir (Sevilla)				
ACUÍFERO RECEPTOR				
Tipo de acuífero			Litologías	
Detrítico Libre <input checked="" type="checkbox"/> Carga <input type="checkbox"/> Semiconfinado <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Carbonatado Libre <input type="checkbox"/> Carga <input type="checkbox"/> Semiconfinado <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Mixto Libre <input type="checkbox"/> Carga <input type="checkbox"/> Semiconfinado <input type="checkbox"/>	Litología: Conglomerados, Arenas, gravas, arenas y limos Espesores: 0-20 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) 	500 1.000 0,01 5 15	10% 2.000	1.300 3.000 0,2 10	
Geometría				
	(1)	(2)	(3)	
Norte	c	e	bp	(1) Límites: abierto (a), cerrado (c), semipermeable (sp)
Sur	c	s	bp	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Este	a	e	p	(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	c	e	bp	
Observaciones:				
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):		Guadalquivir en Peñafior	Bajo Guadalquivir	
Ref. estación aforo:		5006	Tramo2-C03-EL CUENCO	
Capacidad embalse (hm ³)		-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)		146,98 m ³ /s	490 hm ³ /año	
- máxima		401,82 m ³ /s	1.088 hm ³ /año	

- mínima		28,07 m ³ /s	232 hm ³ /año	
Año o Periodo medida:		1912-1972	2005-2009	
		Total Aportación natural media anual (A):		
		Total Caudal medio anual (Q): 146,98		

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}):

Comentario:

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

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Emb 1												
Río 1	68,913	112,9	175,22	269,32	354,0	316,72	202,05	129,3	63,54	36,05	34,79	43,23
Canal 1	0,009	0,603	2,038	0,051	0,55	5,083	11,907	22,37	31,90	34,47	24,66	9,11
Escorr												

Comentario: Los datos del canal son del SAIH del Guadalquivir y expresan el Q m³/s ; los datos corresponden al año 2008-2009. Los datos del río expresan el Q en m³/s.

Aguas depuradas (EDAR)	EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4
Nombre (código):	Brenes	Sevilla I	Sevilla II	Sevilla IV
Municipios conectados:	1	1	1	1
Población (hab):	12.460	703.206	703.206	703.206
Tipo de tratamiento:	Secundario	Secundario	Secundario	Secundario
Volumen depurado (V _d) (m ³ /año) (4):	3.270	18.375	124.335	56.000
¿Existe reutilización?	no	no	no	no
Referencia Concesión:				
Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año):				
Disponibilidad hídrica estimada (m ³ /año):	3.270	18.375	124.335	56.000

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

Comentario: De la depuradora Sevilla IV, San Jerónimo, se podrían utilizar recursos para la recarga mejorando su calidad.

(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:

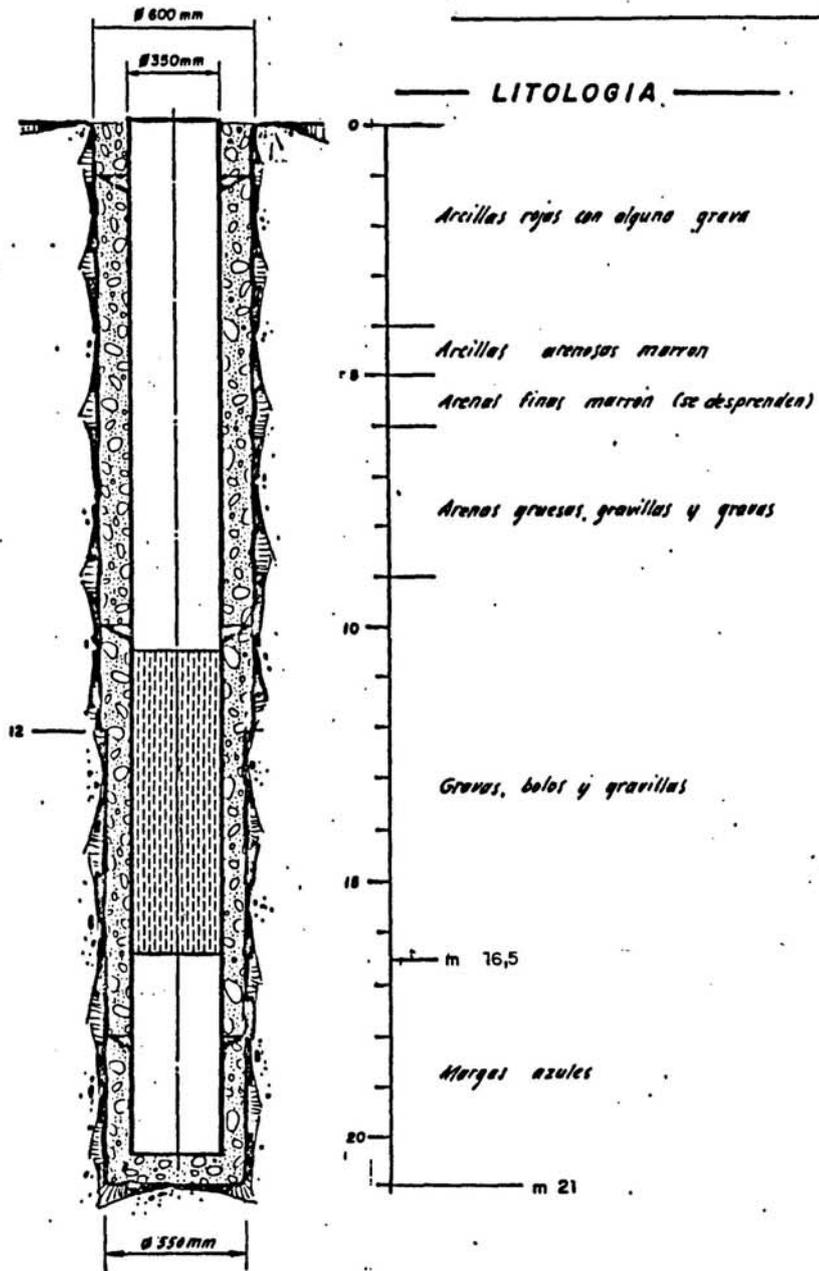
INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNAS LITOESTRATIGRÁFICAS TIPO (SONDEOS)

Volúmen teórico de grava: 3,600 m³
Volúmen real de grava: 5,620 m³
Grava de 3-5 y 4-8 mm ϕ al 50 %

PIEZOMETRO:

Sondeo JARILLA - 1

Finca: HACIENDA LA JARILLA
T. M. de La Rinconada (Sevilla)



Volúmen teórico de grava: 3,560m³

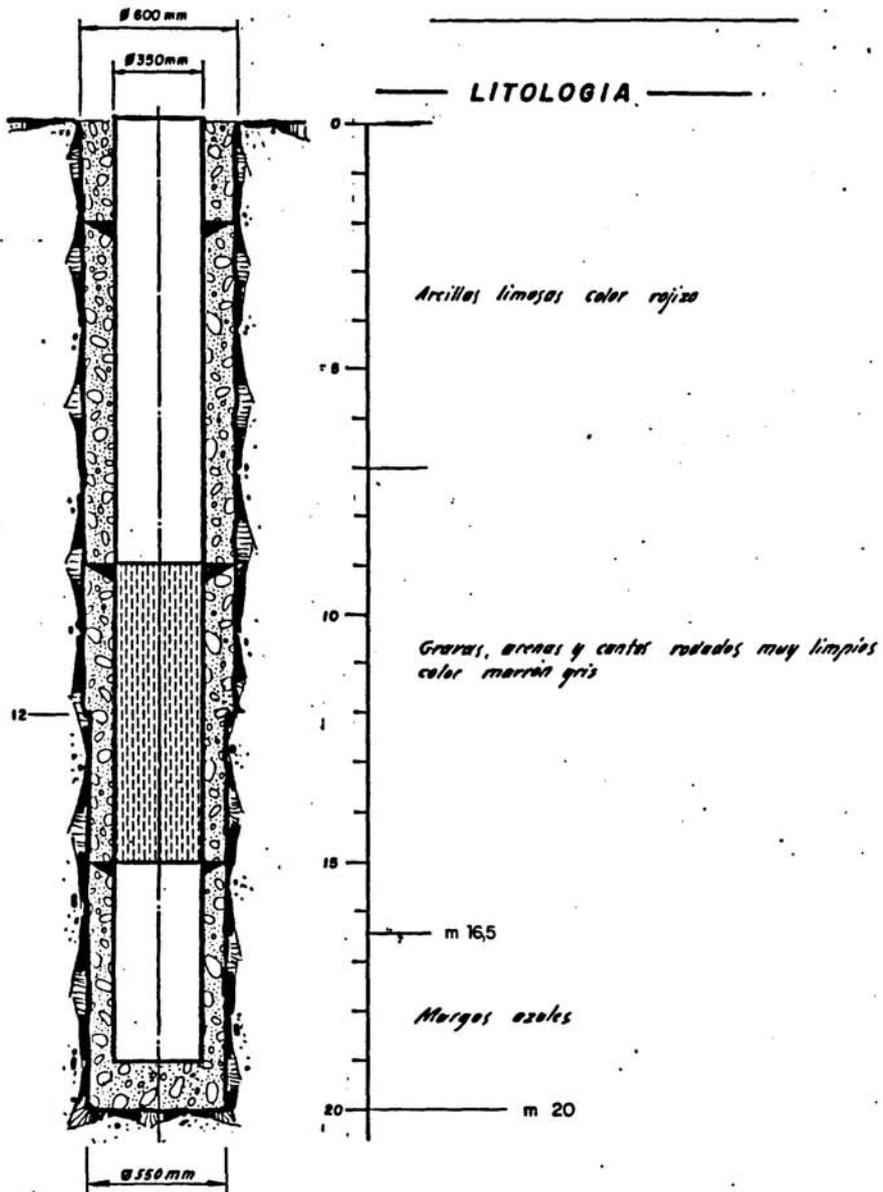
Volúmen real de grava: 5,310 m³

Grava de 3-5 y 4-8 mm al 50% -

Sondeo JARILLA-5

Finca: HACIENDA LA JARILLA

T. M. de La Rinconada (Sevilla)



INFORMACIÓN ADICIONAL 2: ANÁLISIS QUÍMICOS (CANAL Y ACUÍFERO)

BOLETIN INFORMATIVO DE ANALISIS DE AGUAS NUM. 214
 REMITIDA POR...C.G.S. SEVILLA FECHA 27.2.86
 PROCEDENTE DE.....BG-S - CANAL DEL BAJO GUADALQUIVIR - M. SUPERFICIAL - (A)

RESULTADOS

Cloruros	2.60	92.56	31.91
Sulfatos	2.16	103.51	26.47
Bicarbonatos	3.08	187.88	37.80
Carbonatos	0.00	0.00	0.00
Nitratos	0.31	19.29	3.82
Nitritos	0.31	0.31	0.31
Silice	0.00	0.00	0.00

ANIONES TOTALES 8.15

Sodio	3.33	76.59	39.86
Potasio	0.18	6.83	2.09
Calcio	3.55	71.00	42.49
Magnesio	1.30	15.73	15.56
Amonio	0.00	0.00	0.00

CATIONES TOTALES 8.36 MEDIA CAT. Y AN. 8.25

C.E. 25°C (mmhos/cm) = 0.66 pH = 8.10

C.E. específica = 12.50 SOLIDOS/C.E. = 869.25

DUREZA TEMPORAL (° FRAN.) = 15.40 DUREZA TOTAL (° FRAN.) = 24.25

RESIDUO A 110 °C, mg/l = 0.00 RESIDUO CALCULADO = 573.70mg/l

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO, mg/l de O2 = 0.00

S.A.R. = 2.14

COEFICIENTE DE ACTIVIDADES IONICAS

FUERZA IONICA = 0.01

Act. Monoval. = 0.89 Act. Dival. = 0.63

SOLUBILIDADES

Acido Carbonico (mnoles/l) = 0.00007 mg/l de CO2 = 3.20

pKs de la Calcita = 7.63 pKs de la Anhidrita = 6.11

CLASIFICACION FRENTE A REGADIO

CLASIFICACION C-S: C 2 -S 1

NDICE DE SKOTT = 20.85

OBSERVACION SEGUN SKOTT: AGUA BUENA; NO PRESENTA PROBLEMAS

RELACION Cl/Na = 0.78

SOLIDOS EN SUSPENSION = 130 mgr/l

MATERIA ORGÁNICA en DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO = 12 mgr/l

CONTAGA, S. A.

BOLETIN INFORMATIVO DE ANALISIS DE AGUAS NUM. 213
 REMITIDA POR...C.G.S. SEVILLA FECHA 27.2.86
 PROCEDENTE DE.....BG-P - CANAL DEL BAJO GUADALQUIVIR - M. PROFUNDA (B)

RESULTADOS

Cloruros	2.75	97.90	33.41
Sulfatos	2.09	100.16	25.35
Bicarbonatos	3.06	186.66	37.18
Carbonatos	0.00	0.00	0.00
Nitratos	0.33	20.70	4.06
Nitritos	0.34	0.34	0.34
Silice	0.00	0.00	0.00

ANIONES TOTALES 8.23

Sodio	3.70	85.10	41.34
Potasio	0.10	3.90	1.12
Calcio	3.90	78.00	43.58
Magnesio	1.25	15.12	13.97
Amonio	0.00	0.00	0.00

CATIONES TOTALES 8.95 MEDIA CAT. Y AN. 8.59

C.E. 25°C (mmhos/cm) = 0.66 pH = 8.10

C.E. específica = 13.02 SOLIDOS/C.E. = 890.73

DUREZA TEMPORAL (° FRAN.) = 15.30 DUREZA TOTAL (° FRAN.) = 25.75

RESIDUO A 110 °C, mg/l = 0.00 RESIDUO CALCULADO = 587.88mg/l

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO, mg/l de O2 = 0.00

S.A.R. = 2.31

COEFICIENTE DE ACTIVIDADES IONICAS

FUERZA IONICA = 0.01

Act. Monoval. = 0.89 Act. Dival. = 0.63

SOLUBILIDADES

Acido Carbonico (mnoles/l) = 0.00007 mg/l de CO2 = 3.18

pKs de la Calcita = 7.60 pKs de la Anhidrita = 6.09

CLASIFICACION FRENTE A REGADIO

CLASIFICACION C-S: C 2 -S 1

INDICE DE SKOTT = 19.47

OBSERVACION SEGUN SKOTT: AGUA BUENA; NO PRESENTA PROBLEMAS

RELACION Cl/Na = 0.74

SOLIDOS EN SUSPENSION = 150 mgr/l

MATERIA ORGÁNICA en DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO = 12 mgr/l

CONTAGA, S. A.

②

NUM. 204

BOLETIN INFORMATIVO DE ANALISIS DE AGUAS

FECHA 27.2.80

REMITIDA POR.....C.G.S. SEVILLA

PROCEDENTE DE.....15

RESULTADOS	meq/l	mg/l	%meq/l
Cloruros	24.15	859.74	67.67
Sulfatos	1.27	61.02	3.56
Bicarbonatos	2.74	167.14	7.68
Carbonatos	0.00	0.00	0.00
Nitratos	7.53	466.76	21.09
Nitritos		0.00	
Silice		0.00	

ANIONES TOTALES 35.69

Sodio	12.95	297.85	36.74
Potasio	0.10	3.90	0.28
Calcio	16.30	326.00	46.24
Magnesio	5.90	71.39	16.74
Amonio		0.00	

CATIONES TOTALES 35.25 MEDIA CAT. Y AN. 35.47

C.E. 25°C (mmhos/cm)= 3.08 pH = 7.00

C.E. especifica = 11.52 SOLIDOS/C.E. = 731.75

DUREZA TEMPORAL (° FRAN.) = 13.70 DUREZA TOTAL (° FRAN.) = 111.00

RESIDUO A 110 °C, mg/l = 0.00 RESIDUO CALCULADO = 2253.60mg/l

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO, mg/l de O2 = 0.00

S.A.R. = 3.89

COEFICIENTE DE ACTIVIDADES IONICAS

FUERZA IONICA = 0.05

Act. Monoval. = 0.82 Act. Dival. = 0.44

SOLUBILIDADES

Acido Carbonico (mnoles/l) = 0.00074 mg/l de CO2 = 32.77

pks de la Calcita = 8.32 pks de la Anhidrita = 6.00

CLASIFICACION FRENTE A REGADIO

CLASIFICACION C-S: C 4 -S 2

INDICE DE SKOTT = 2.38

OBSERVACION SEGUN SKOTT:

MEDIOCRE; SE DEBE CUIDAR LA ACUMULACION DE SALES

RELACION Cl/Na = 1.86

CONTAGA, S. A.

CONTAGA, S. A.

①

NUM. 201

BOLETIN INFORMATIVO DE ANALISIS DE AGUAS

FECHA 27.2.86

REMITIDA POR.....C.G.S. SEVILLA

PROCEDENTE DE.....12

RESULTADOS	meq/l	mg/l	%meq/l
Cloruros	27.60	982.56	71.56
Sulfatos	2.26	108.64	5.87
Bicarbonatos	3.76	229.36	9.75
Carbonatos	0.00	0.00	0.00
Nitratos	4.95	306.73	12.83
Nitritos		0.02	
Silice		0.00	

ANIONES TOTALES 38.57

Sodio	14.06	323.38	35.54
Potasio	0.20	7.80	0.51
Calcio	18.90	378.00	47.78
Magnesio	6.40	77.44	16.18
Amonio		0.00	

CATIONES TOTALES 39.56 MEDIA CAT. Y AN. 39.07

C.E. 25°C (mmhos/cm)= 3.40 pH = 7.30

C.E. especifica = 11.49 SOLIDOS/C.E. = 709.98

DUREZA TEMPORAL (° FRAN.) = 18.80 DUREZA TOTAL (° FRAN.) = 126.50

RESIDUO A 110 °C, mg/l = 0.00 RESIDUO CALCULADO = 2413.93mg/l

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO, mg/l de O2 = 0.00

S.A.R. = 3.95

COEFICIENTE DE ACTIVIDADES IONICAS

FUERZA IONICA = 0.05

Act. Monoval. = 0.81 Act. Dival. = 0.42

SOLUBILIDADES

Acido Carbonico (mnoles/l) = 0.00051 mg/l de CO2 = 22.33

pks de la Calcita = 7.84 pks de la Anhidrita = 5.72

CLASIFICACION FRENTE A REGADIO

CLASIFICACION C-S: C 4 -S 2

INDICE DE SKOTT = 2.08

OBSERVACION SEGUN SKOTT:

MEDIOCRE; SE DEBE CUIDAR LA ACUMULACION DE SALES

RELACION Cl/Na = 1.96

CONTAGA, S. A.