

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 4.- Demarcación Hidrográfica del Tajo



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 4.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL
TAJO

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 4.- Demarcación Hidrográfica del Tajo**, se han desarrollado por técnicos del Instituto Geológico y Minero de España.

Instituto Geológico y Minero de España:

Responsable de la Actividad:

Raquel Morales García

Coordinación de los trabajos:

Loreto Fernández Ruiz

Juan Antonio López Geta

Equipo de Redacción del Informe:

Raquel Morales García

José María Ruiz Hernández

Comité de Expertos de la Demarcación:

Antonio Fernández Uría

José María Ruiz Hernández

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 4.- DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

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.....	18
1.2.3.- C) Diagnóstico y Selección final	21
2.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL.....	24
2.1.- Metodología de trabajo	24
2.2.- Análisis de la viabilidad técnica de la recarga: Catálogo de actuaciones	25
2.2.1.- A) Descripción de los Sistemas de Explotación de Recursos (SER)	25
2.2.2.- B) Masas seleccionadas y Sistemas de Explotación de Recursos (SER) implicados	30
2.2.3.- C) Catálogo de actuaciones de recarga	32
Ficha 1.- SER 03.05 Abastecimiento a Madrid (MASb 030.010 Madrid: Manzanares-Jarama, 030.011 Madrid: Guadarrama-Manzanares y 030.012 Madrid: Aldea del Fresno-Guadarrama)	33
Ficha 2.- SER 03.09 Tiétar (MASb 030.022 Tiétar)	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Antecedentes en la Demarcación Hidrográfica del Tajo	5
Figura 2.- Tipología de las MASb en riesgo en la Demarcación Hidrográfica del Tajo	6
Figura 3.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Masas en Riesgo Cuantitativo en la Demarcación Hidrográfica del Tajo	7
Figura 4.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Zonas Vulnerables a los Nitratos en la Demarcación Hidrográfica del Tajo	8
Figura 5.- Evolución del Índice SPI de la precipitación anual en la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1940/41 – 1999/00).....	10

Figura 6.- Evolución del Índice SAI de la aportación anual en la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1940/41 – 1999/00).....	12
Figura 7.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Sequías en la Demarcación Hidrográfica del Tajo.....	14
Figura 8.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Humedales en la Demarcación Hidrográfica del Tajo.....	16
Figura 9.- Selección preliminar de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Tajo	17
Figura 10.- Evolución piezométrica en la red de pozos del CYII (Fuente: López-Camacho e Iglesias, 2007)	19
Figura 11.- Selección final de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Tajo	23
Figura 12.- Sistemas de Explotación de Recursos definidos en las Normas del Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo (1998).....	26
Figura 13.- Sistemas de explotación definidos en el Plan Especial de Sequías (2007) y su relación con las Zonas Hidrológicas definidas en el Artículo 1 de las Normas del Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo (1998)	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Clasificación de las Zonas Hidrológicas de la Cuenca Hidrográfica del Tajo 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 Tajo.....	15
Tabla 3.- Selección preliminar de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Tajo	16
Tabla 4.- Selección final de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Tajo	23
Tabla 5.- Adscripción de las UUHH a los Sistemas de Explotación de la Demarcación Hidrográfica del Tajo	26

ÍNDICE DE MAPAS

- Demarcación Hidrográfica 031 - Tajo. Sistema de explotación de recursos con masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 1 (código: EG08_031_DEM).....	31
- SER 03.05 ABASTECIMIENTO A MADRID. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_03.05_MAP).....	39
- SER 03.09 TIÉTAR. Situación de las masas de agua subterránea seleccionadas para recarga. Mapa 2 (código: EG08_03.09_MAP).....	85

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
 - 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 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 de la actividad.

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 Tajo 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 no recoge la declaración de acuíferos sobreexplotados o en riesgo de estarlo en ninguna de las 13 Unidades Hidrogeológicas (UUHH) ni prevé actuaciones de recarga artificial concretas.

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 la Unidad Hidrogeológica 03.05 Madrid-Talavera.

Por tanto, resulta seleccionada por este criterio una única UUHH, que afecta a 5 de las actuales Masas de Agua Subterránea (figura 1): 030.010 Madrid: Manzanares-Jarama, 030.011 Madrid: Guadarrama-Manzanares, 030.012 Madrid: Aldea del fresno-Guadalajara, 030.015 Talavera y 030.016 Aluvial del Tajo: Toledo-Montearagón.

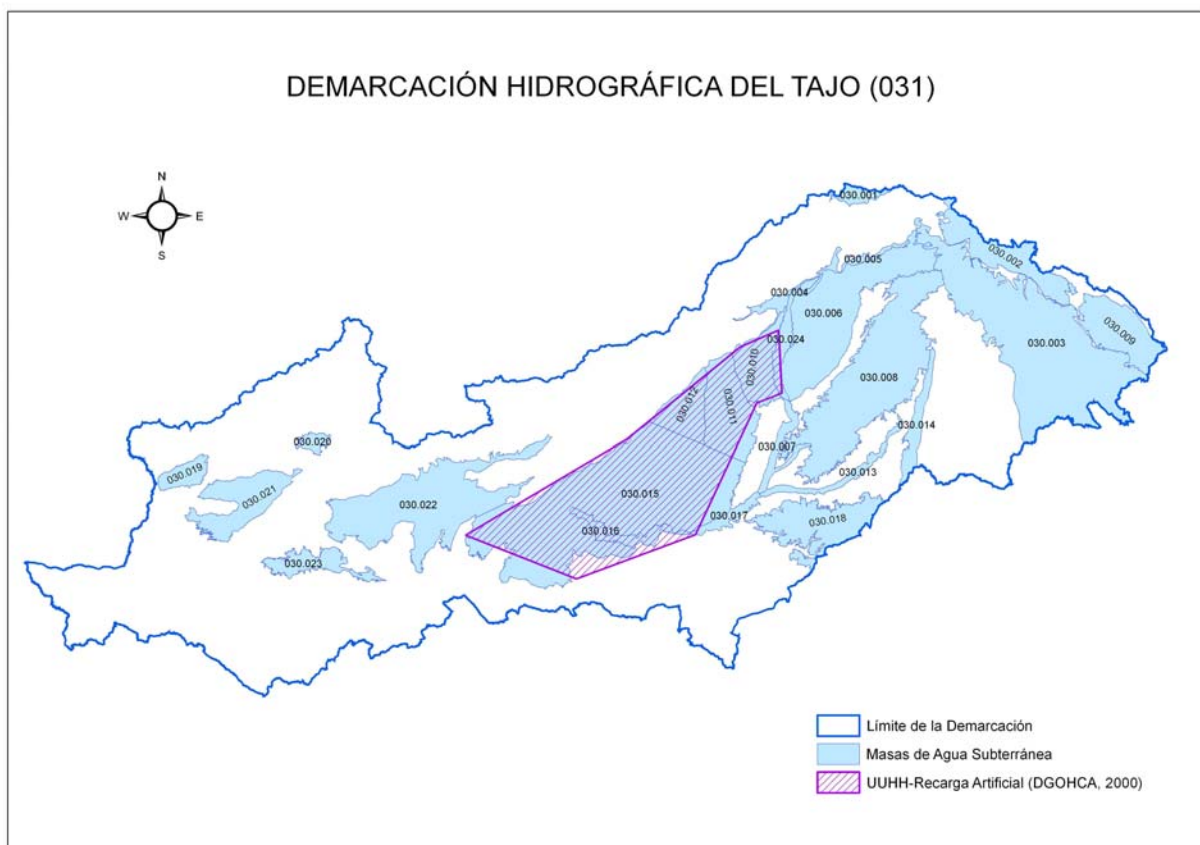


Figura 1.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Antecedentes en la Demarcación Hidrográfica del Tajo

o **Criterio Masas en Riesgo Cuantitativo**

De las 24 MASb delimitadas en la Demarcación Hidrográfica del Tajo, 14 están en designadas en riesgo de no alcanzar los objetivos medioambientales de la DMA en el 2015. Por el tipo de problema que origina el riesgo, las masas se clasifican en:

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

En la figura 2 se representa la clasificación de las masas en riesgo. De las 14 masas en riesgo, 7 presentan riesgo químico y 7 riesgo químico y cuantitativo; en consecuencia, el número de masas en riesgo cuantitativo a considerar en esta selección asciende a 7.

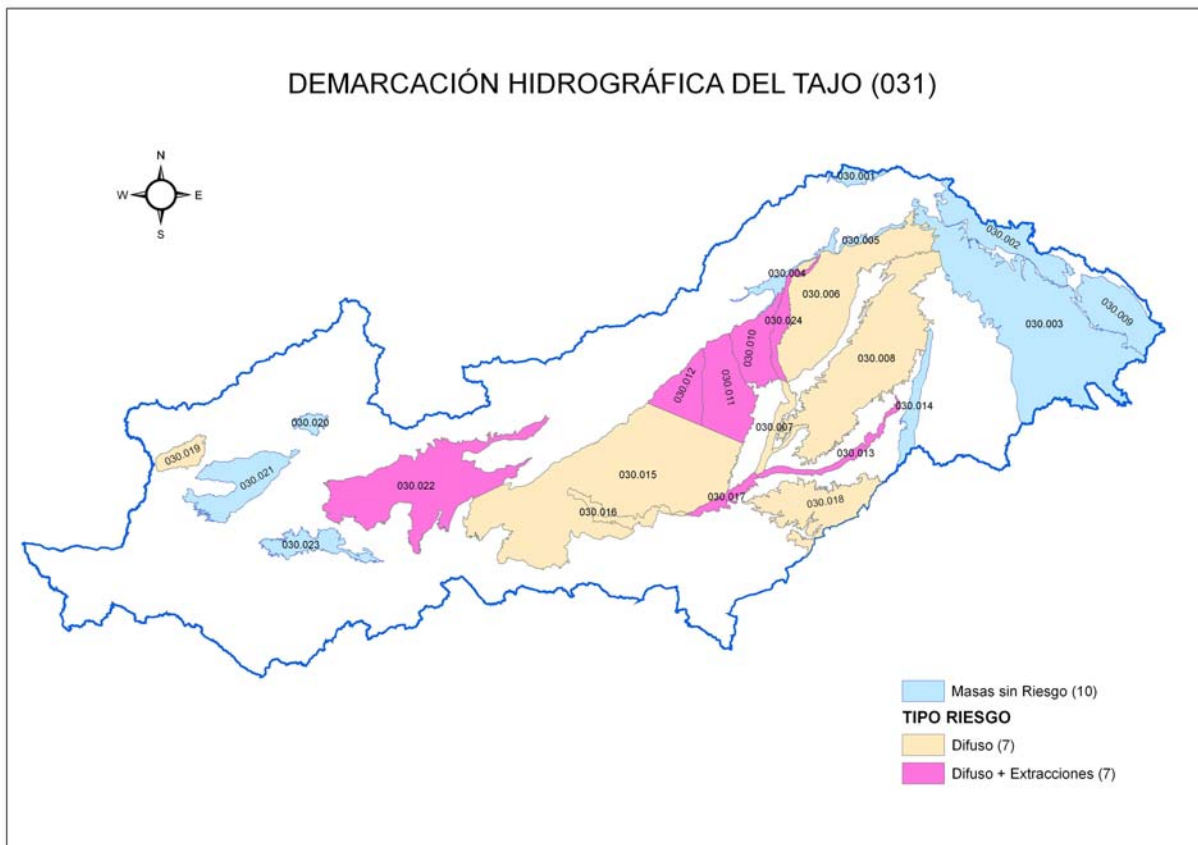


Figura 2.- Tipología de las MASb en riesgo en la Demarcación Hidrográfica del Tajo

Al incorporar el registro de captaciones de agua subterránea para abastecimiento urbano de la Demarcación a las masas clasificadas en riesgo cuantitativo (figura 3) resulta que todas ellas contienen en su interior numerosas captaciones, salvo la MASb 030.017 Aluvial del

Tajo: Aranjuez-Toledo que solo tiene tres. Por tanto, resultan seleccionadas por este criterio el total de las masas en riesgo cuantitativo designadas en la Demarcación: 7 (tabla 3).

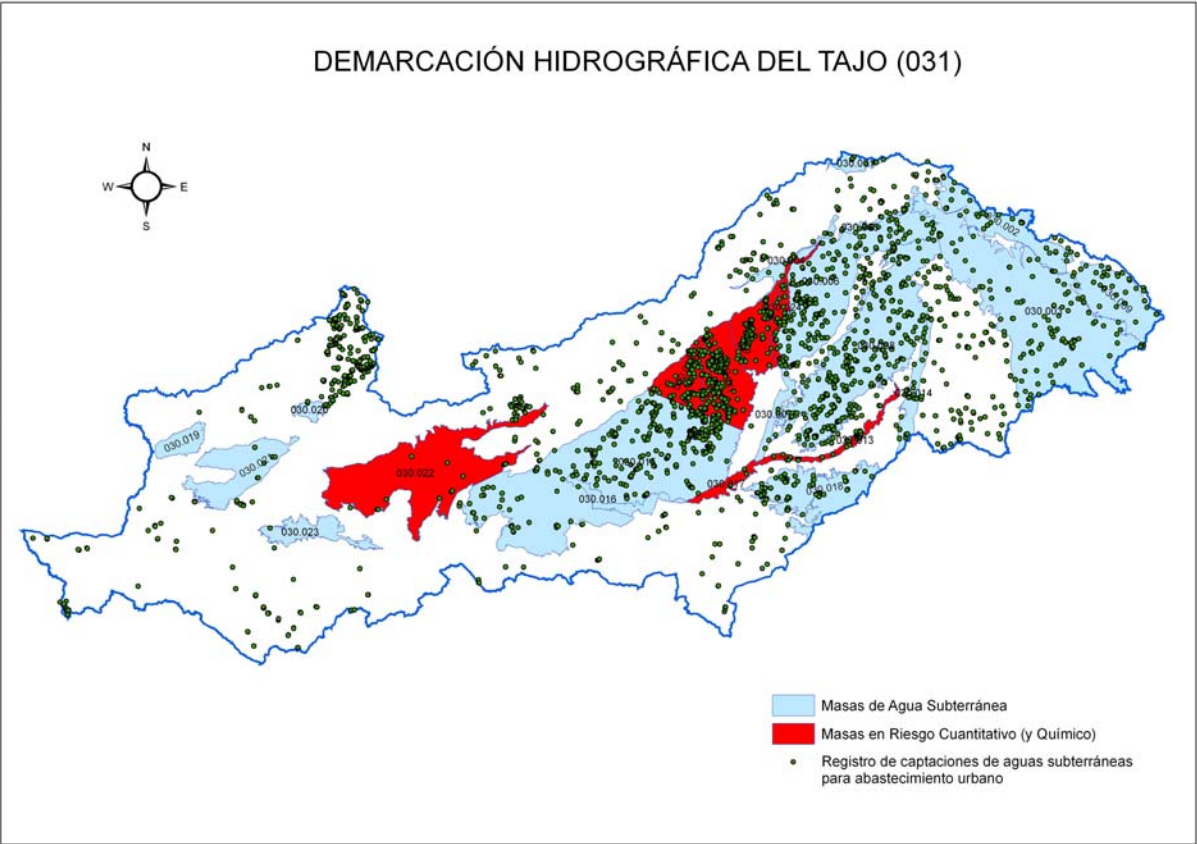


Figura 3. Selección de MASb por la aplicación del Criterio Masas en Riesgo Cuantitativo en la Demarcación Hidrográfica del Tajo

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

En la Demarcación Hidrográfica del Tajo existen designadas extensas zonas vulnerables a la contaminación por nitratos. Al superponer las zvn sobre las masas en riesgo cuantitativo (figura 4) únicamente existe coincidencia en la MASb 030.022 Tiétar.

Aplicando estrictamente este criterio de selección, de las 7 masas en riesgo cuantitativo, sólo una masa contiene ZVN. No obstante, dada la gran superficie afectada por nitratos en otras masas, se han incluido en la selección otras 5 más (030.06 Guadalajara, 030.08 La Alcarria, 030.015 Talavera, 030.16 Aluvial del Tajo: Toledo-Montearagón), resultando finalmente 6 las MASb seleccionadas por este criterio.

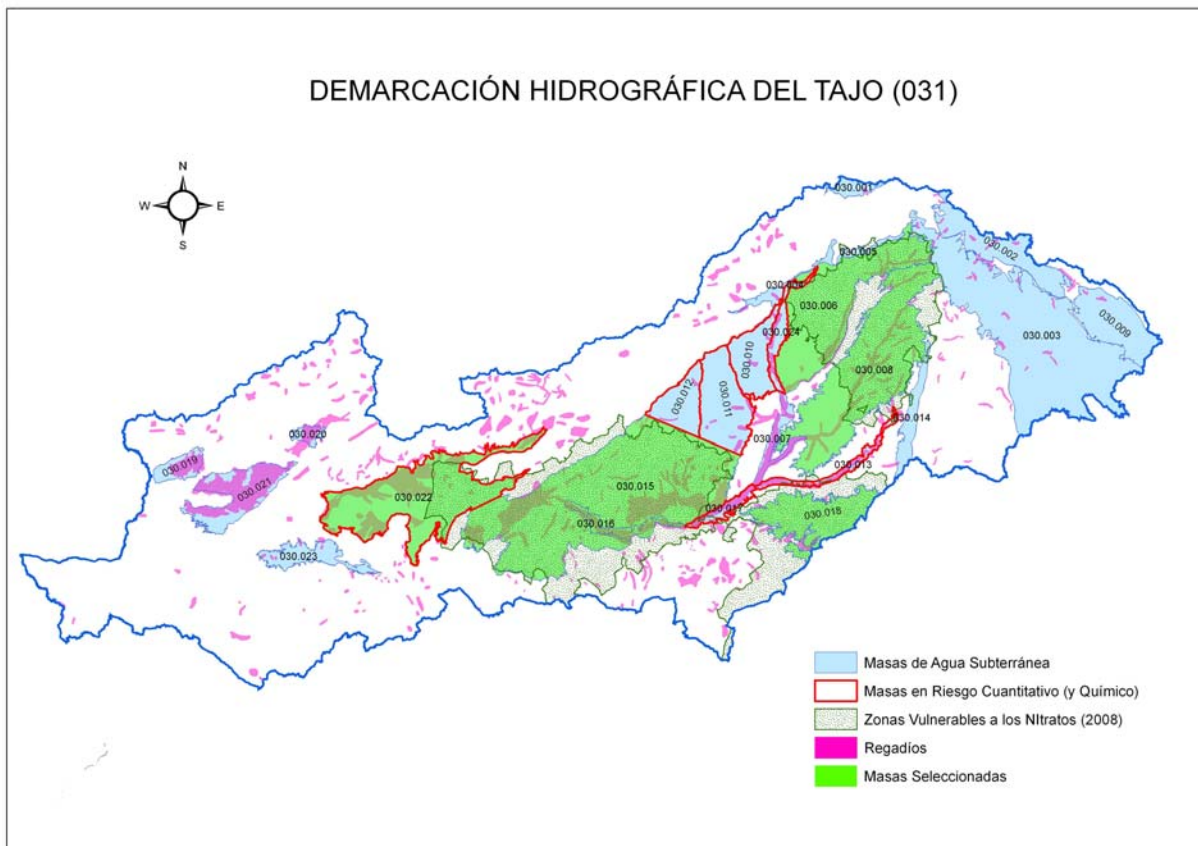


Figura 4.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Zonas Vulnerables a los Nitratos en la Demarcación Hidrográfica del Tajo

○ **Criterio Sequías**

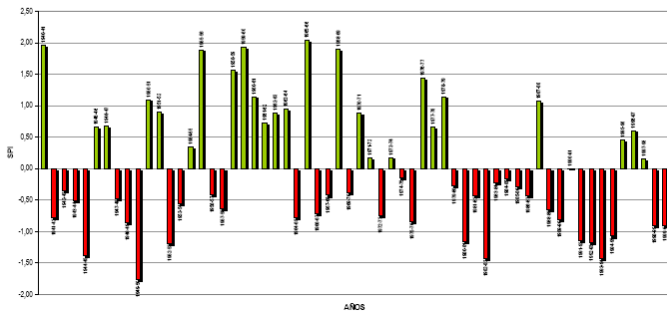
La caracterización de las sequías en el “Plan Especial de Actuación en Situación de Alerta y Eventual Sequía” (PES) de la Cuenca Hidrográfica del Tajo se realiza por Zona Hidrológica y no por Sistema de Explotación de Recursos.

De acuerdo con la caracterización meteorológica de las sequías, estudiada 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), se obtiene la siguiente clasificación de las Zonas Hidrológicas, en función del número de años en cada caso.

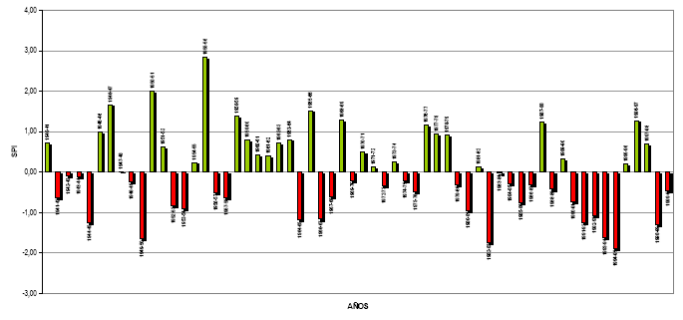
Tabla 1.- Clasificación de las Zonas Hidrológicas de la Cuenca Hidrográfica del Tajo en función de los Índices Estandarizados de Precipitación (SPI) y de Aportación (SAI)

ZONAS HIDROLÓGICAS	nº años SPI (-)	nº años SAI (-)
<i>Serie</i>	<i>1940/41 – 1999/00</i>	<i>1940/41 – 1999/00</i>
<i>Duración</i>	<i>60 años</i>	<i>60 años</i>
1 Alto Tajo	34	34
2 Tajo entre Bolarque y Aranjuez	32	35
3 Tajuña	33	34
4 Henares	32	34
5 Jarama	32	30
6 Guadarrama	33	32
7 Alberche	33	34
8 Margen izquierda en Tajo medio	31	36
9 Tiétar	28	29
10 Alagón	32	31
11 Árrago	33	34
12 Tajo bajo y Erjas	32	35
13 Almonte	33	34
14 Tajo internacional y Salor	33	35
CUENCA TAJO	32	32

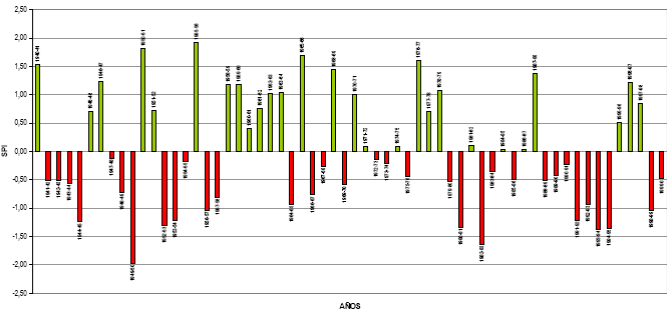
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 01. TAJO ALTO.



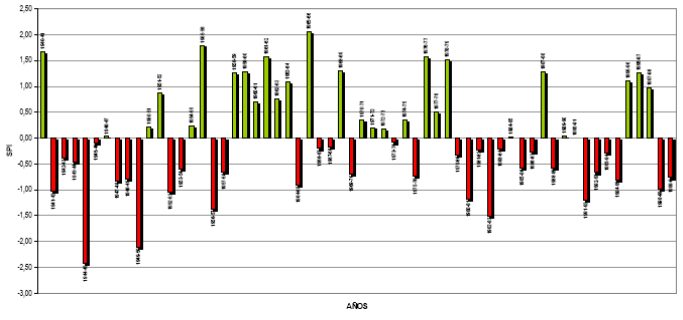
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 02. TAJO ENTRE BOLARQUE Y ARANJUEZ.



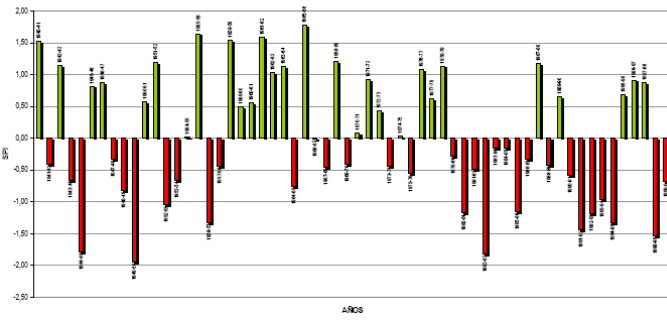
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 03. TAJUÑA.



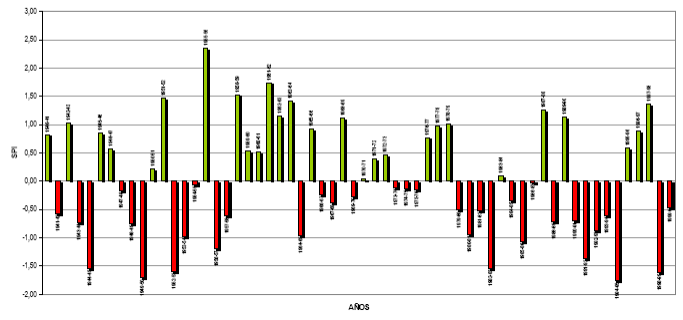
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 04. HEMARES.



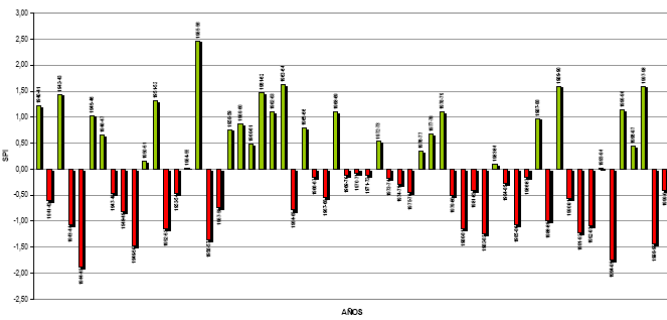
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 05. JARAMA.



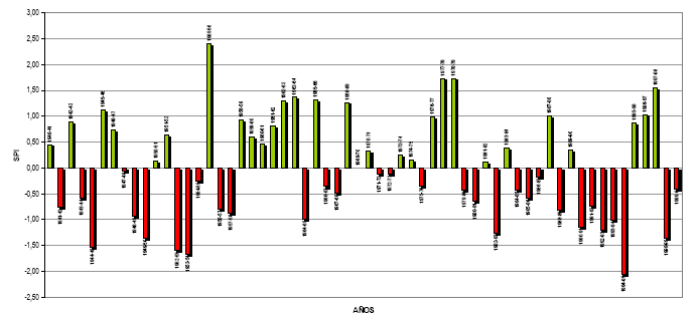
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 06. GUADARRAMA.



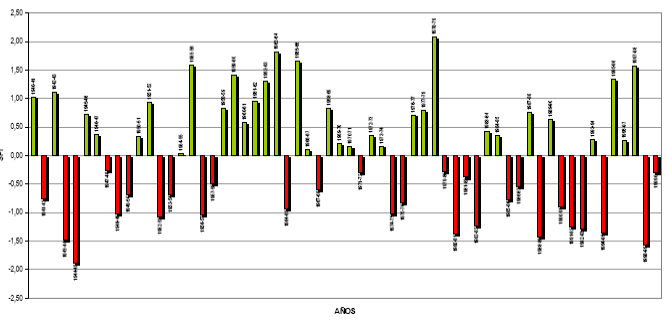
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 07. ALBERCHE.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 08. MARGEN IZQUIERDA EN TAJO MEDIO.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 09. TIÉTAR.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 10. ALAGÓN.

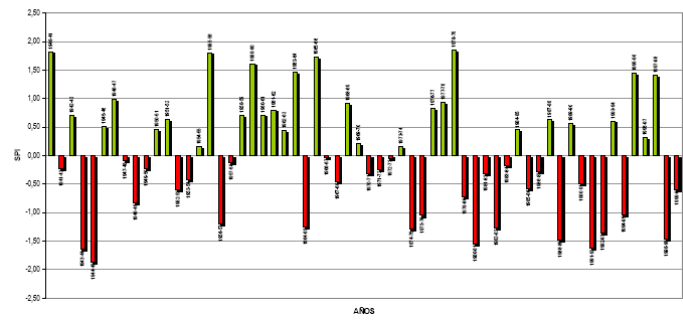
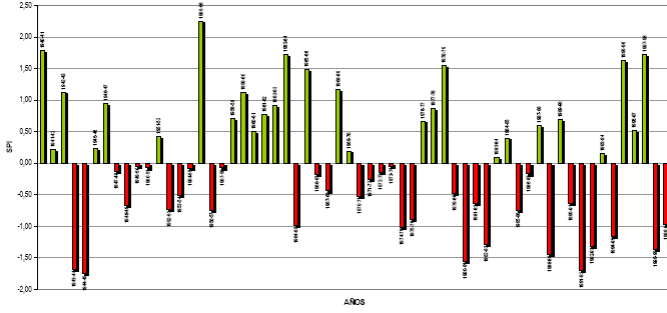
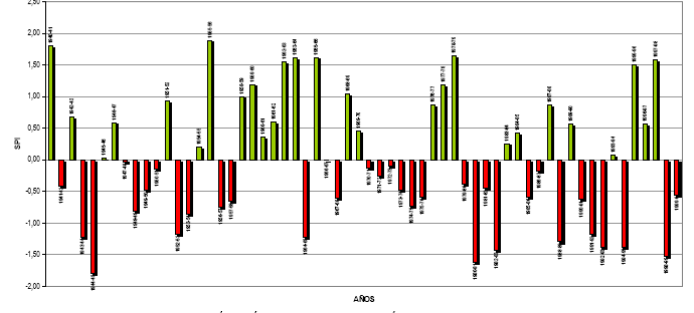


Figura 5.- Evolución del Índice SPI de la precipitación anual en la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1940/41 – 1999/00)

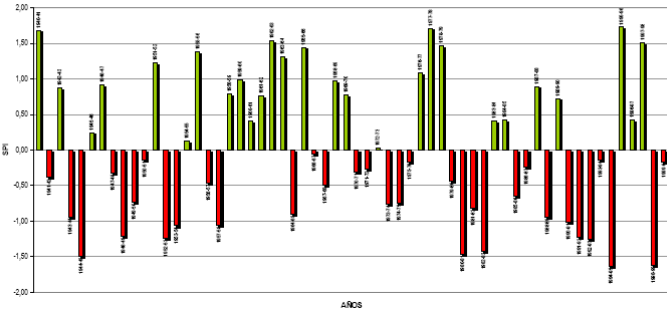
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 11. ÁRRAGO.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 12. TAJO BAJO Y ERJAS.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 13. ALMONTE.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA 14. TAJO INTERNACIONAL Y SALOR.

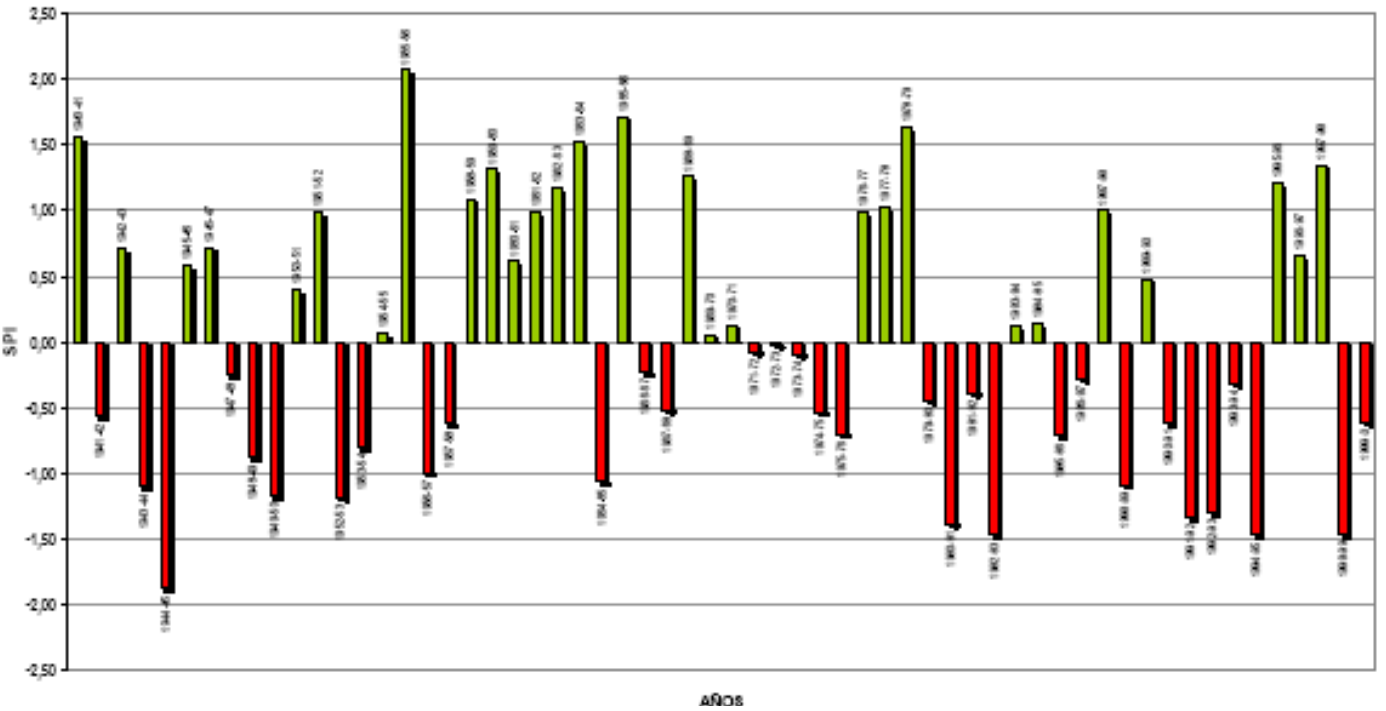
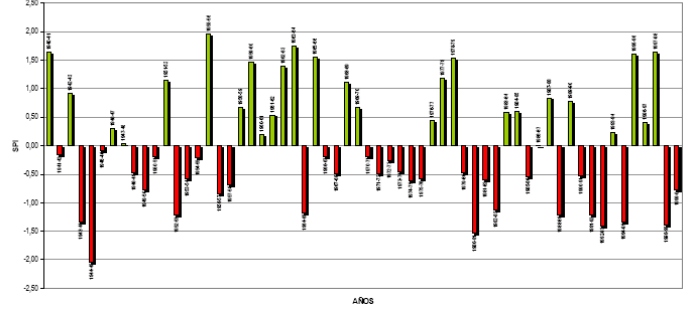
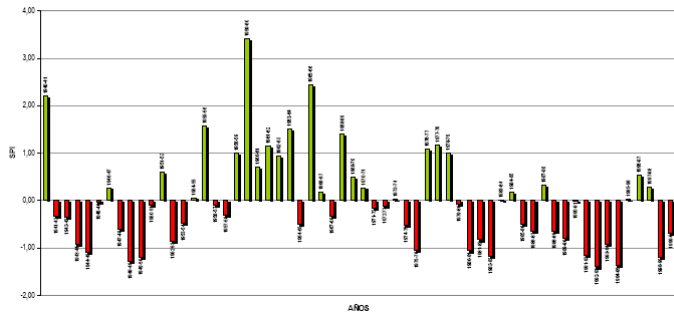
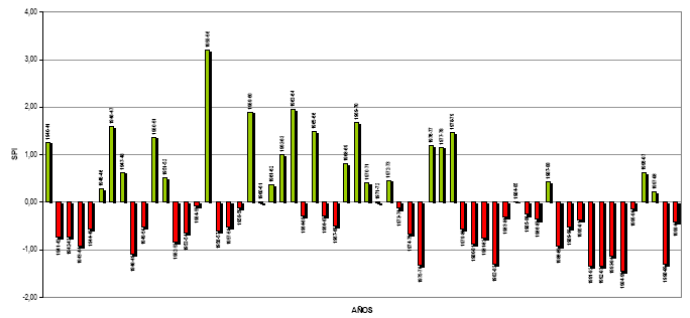


Figura 5 (Continuación).- Evolución del Índice SPI de la precipitación anual en la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1940/41 – 1999/00)

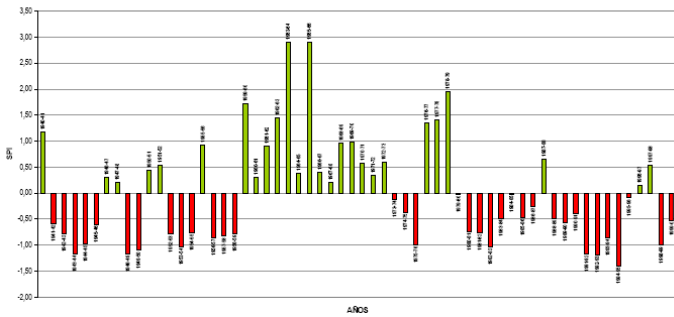
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 01. TAJO ALTO.



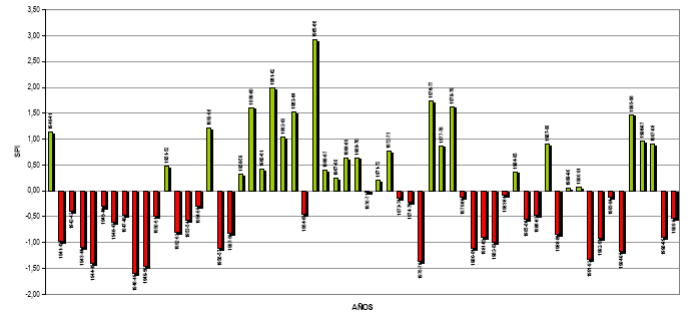
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 02. TAJO ENTRE BOLARQUE Y ARANJUEZ.



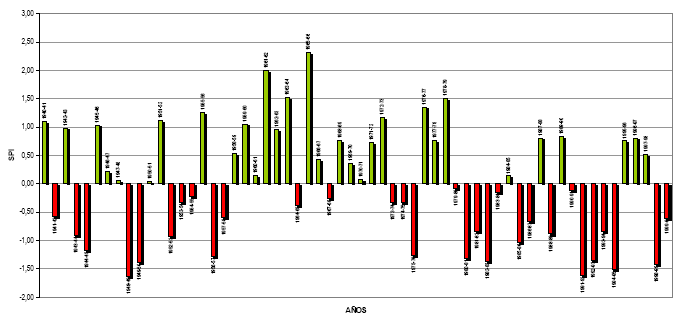
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 03. TAJUÑA.



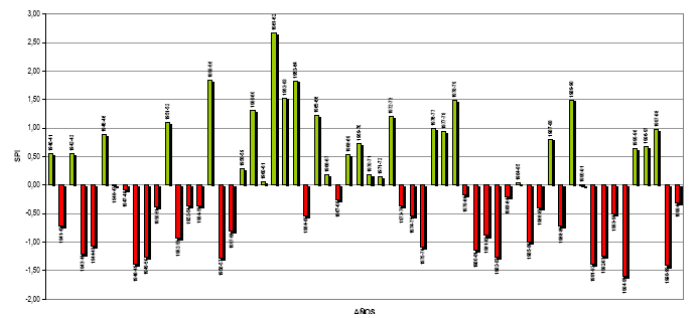
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 04. HENARES.



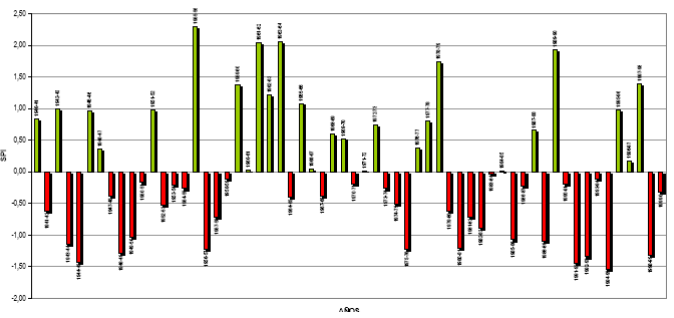
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 05. JARAMA.



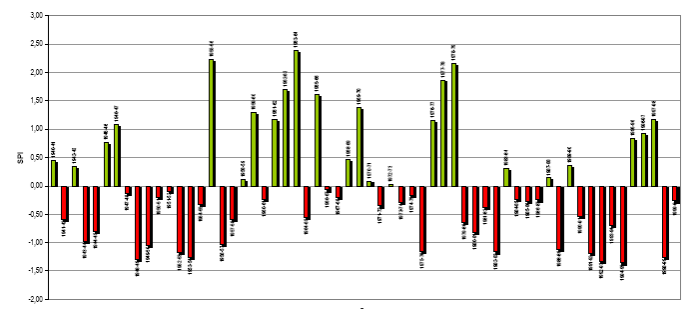
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 06. GUADARRAMA.



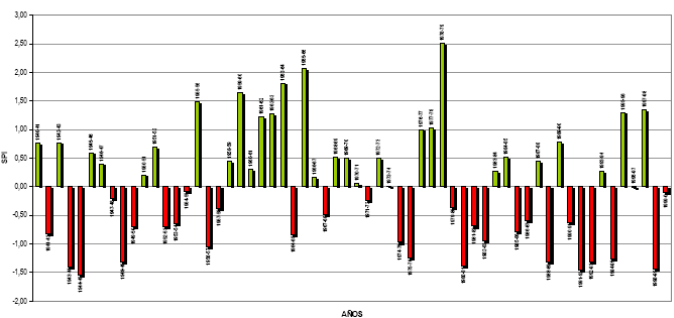
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 07. ALBERCHE.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 08. MARGEN IZQUIERDA EN TAJO MEDIO.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 09. TIÉTAR.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 10. ALAGÓN.

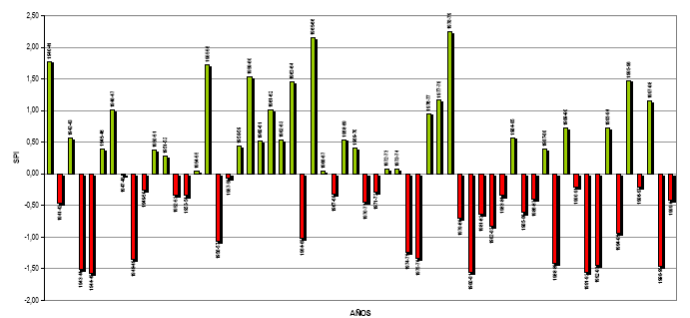
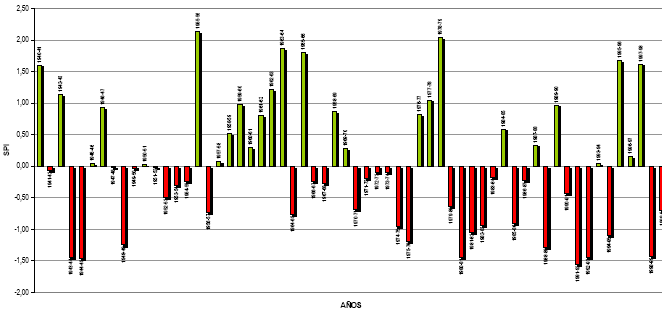
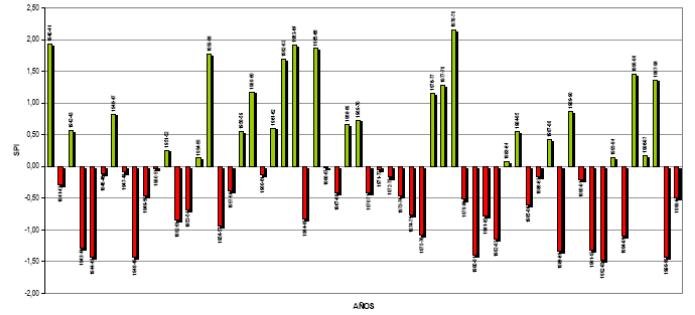


Figura 6.- Evolución del Índice SAI de la aportación anual en la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1940/41 – 1999/00)

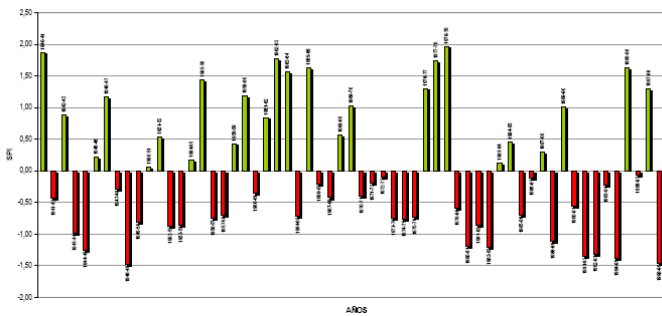
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 11. ÁRRAGO.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 12. TAJO BAJO Y ERJAS.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 13. ALMONTE.



EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE SPI DE LA APORTACIÓN ANUAL EN LA ZONA 14. TAJO INTERNACIONAL Y SALOR.

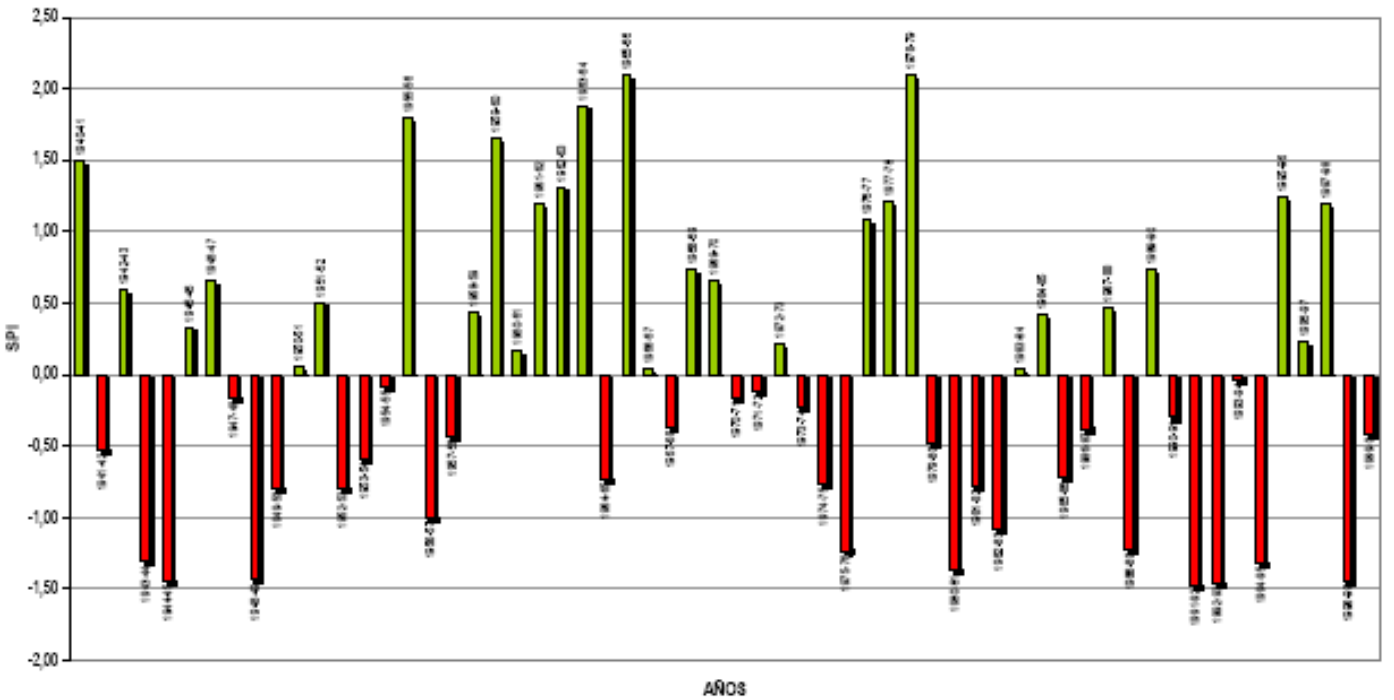
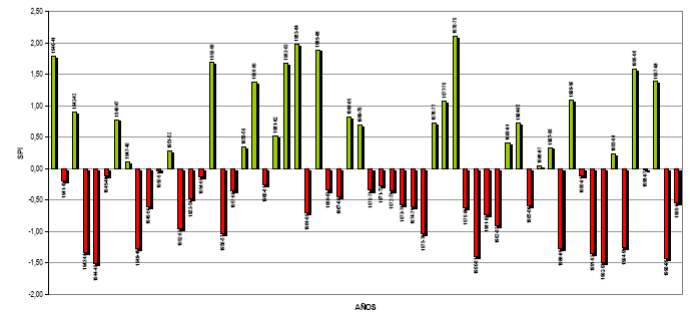


Figura 6 (Continuación). - Evolución del Índice SAI de la aportación anual en la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1940/41 – 1999/00).

Así, atendiendo al número de años con SPI y SAI negativo, las Zonas Hidrológicas más vulnerables a las sequías en la Cuenca del Tajo serían 1 Alto Tajo y 8 margen izquierda en Tajo Medio, aunque las cifras oscilan poco de una zona a otra. Las MASb incluidas en estas zonas son: 030.002 Sigüenza-Maranchón, 030.003 Tajuña-Montes Universales, 030.009 Molina de Aragón, 030.014 Entrepeñas, 030.015 Talavera, 030.016 Aluvial del Tajo: Toledo-Montearagón y 030.018 Ocaña. Por tanto, las MASb seleccionadas por este criterio son 7 en total (figura 7).

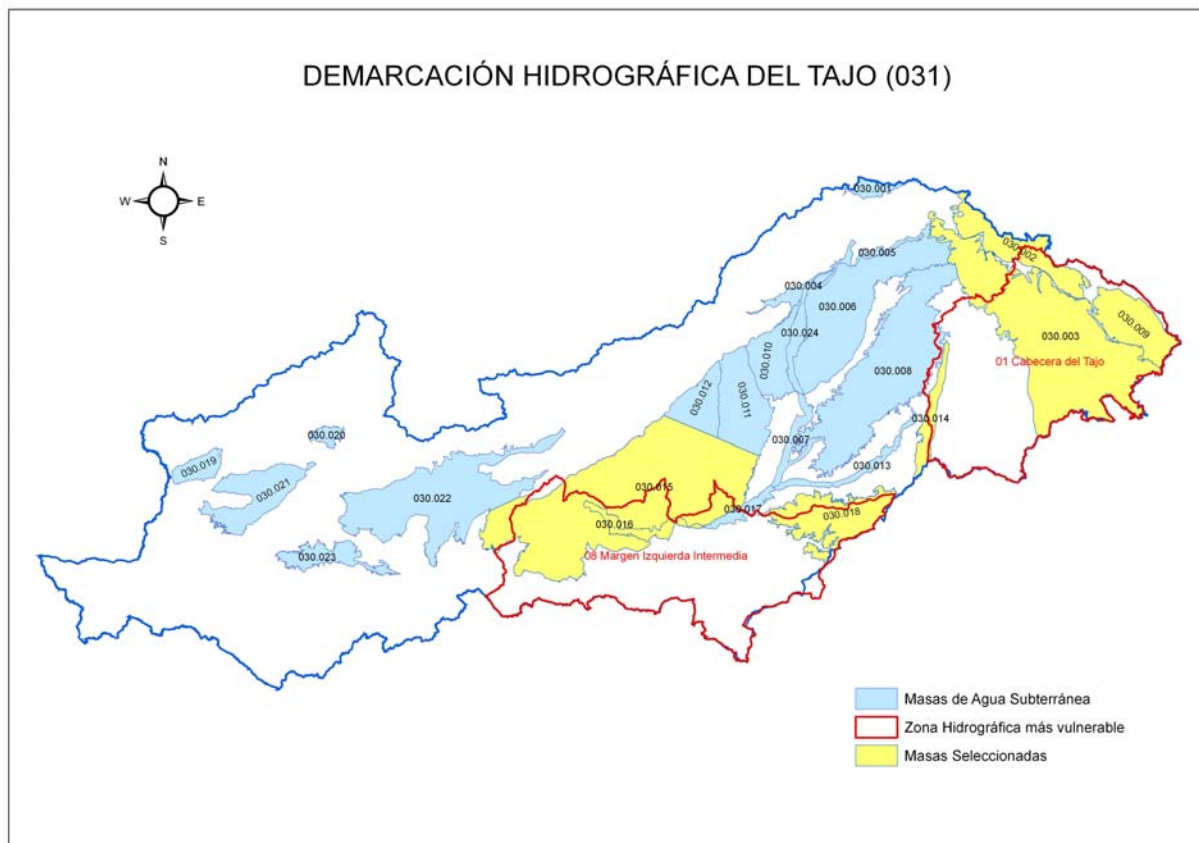


Figura 7- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Sequías en la Demarcación Hidrográfica del Tajo

○ **Criterio Humedales**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Actividad 4 de la EG (tabla 2), del total de 171 humedales inventariados en la Demarcación del Tajo, se han estudiado las 71 zonas húmedas situadas en masas de aguas subterráneas, y de todas ellas sólo se ha establecido relación zona húmeda-acuífero en 56 casos.

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

CÓDIGO MASB	NOMBRE DE LA MASA	Nº TOTAL HUMEDALES ESTUDIADOS	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
030.001	CABECERA DEL BORNOVA	1	1
030.002	SIGÜENZA-MARANCHÓN	0	0
030.003	TAJUÑA-MONTES UNIVERSALES	3	2
030.004	TORRELAGUNA	0	0
030.006	GUADALAJARA	9	3
030.007	ALUVIALES JARAMA-TAJUÑA	11	11
030.008	LA ALCARRIA	0	0
030.009	MOLINA DE ARAGÓN	2	0
030.010	MADRID: MANZANARES-JARAMA	0	0
030.011	MADRID: GUADARRAMA-MANZANARES	0	0
030.012	MADRID: ALDEA DEL FRESNO-GUADARRAMA	0	0
030.013	ALUVIAL DEL TAJO: ZORITA DE LOS CANES-ARANJUEZ	0	0
030.015	TALavera	7	7
030.016	ALUVIAL DEL TAJO: TOLEDO-MONTEARAGÓN	0	0
030.017	ALUVIAL DEL TAJO: ARANJUEZ-TOLEDO	0	0
030.018	OCAÑA	0	0
030.019	MORALEJA	1	1
030.020	ZARZA DE GRANADILLA	0	0
030.021	GALISTEO	6	0
030.022	TIÉTAR	27	27
030.024	ALUVIAL DEL JARAMA: GUADALAJARA-MADRID	4	4
TOTAL		71	56

La mayoría de los humedales poseen origen antrópico y son graveras situadas en los aluviales de los ríos Jarama y Alberche.

Las 4 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 4 masas con mayor número de humedales relacionados con acuíferos, 2 no presentan ninguno de los tipos favorables. Por tanto, resultan seleccionadas por este criterio las 2 masas indicadas en la figura 8.

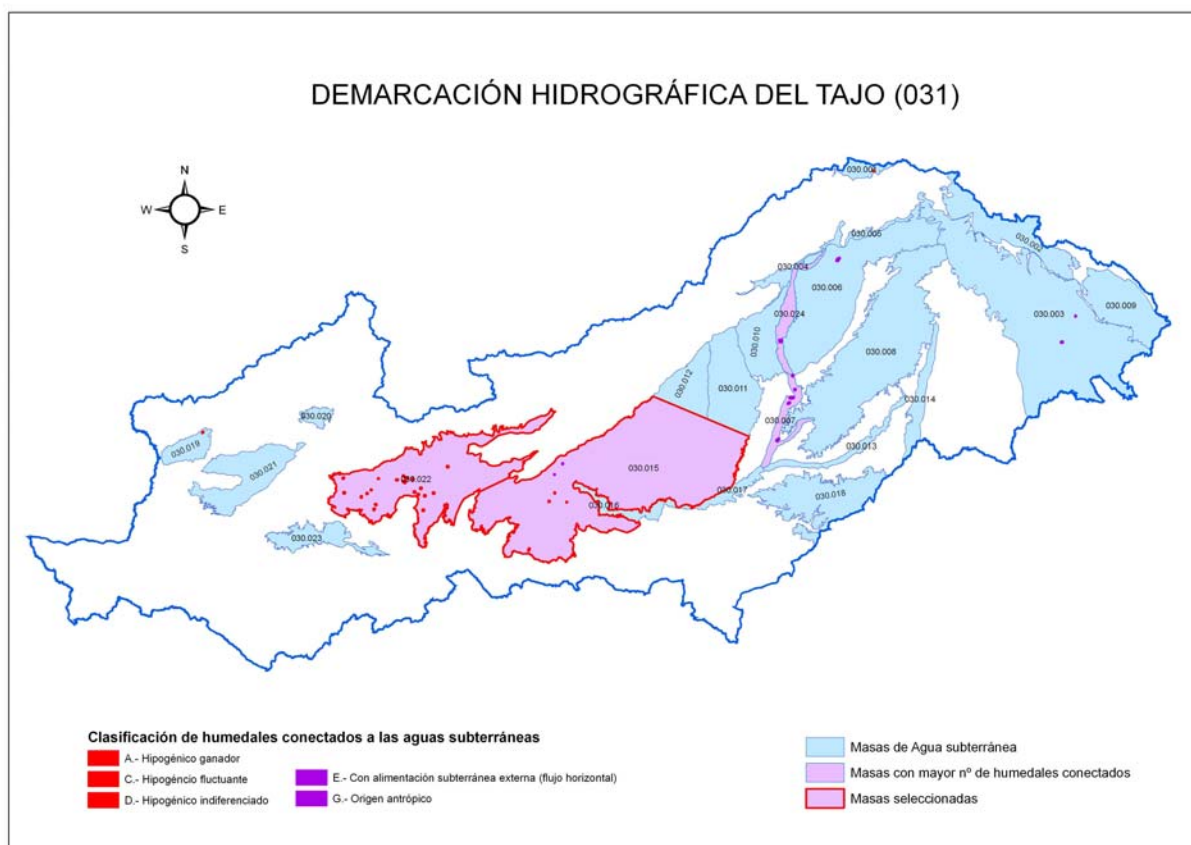


Figura 8.- Selección de MASb por la aplicación del Criterio Humedales en la Demarcación Hidrográfica del Tajo

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

El resultado de la aplicación sucesiva de los criterios de selección en la Demarcación Hidrográfica del Tajo se resume en la siguiente tabla, siendo el número de masas seleccionadas preliminarmente de 16 del total de 24 (figura 9).

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

COD	NOMBRE DE LA MASA	Antecedentes			Masas Riesgo-C	ZVN	Sequías	Humedal	Prioridad
		Sobrex	RAA	UUHH					
030.001	CABECERA DEL BORNOVA								
030.002	SIGÜENZA-MARANCHÓN					X			5
030.003	TAJUÑA-MONTES UNIVERSALES					X			5
030.004	TORRELAGUNA								
030.005	JADRAQUE								

COD	NOMBRE DE LA MASA	Antecedentes			Masas Riesgo-C	ZVN	Sequías	Humedal	Prioridad	
		Sobrex	RAA	UUHH						
030.006	GUADALAJARA					X			5	
030.007	ALUVIALES JARAMA-TAJUÑA									
030.008	LA ALCARRÍA					X			5	
030.009	MOLINA DE ARAGÓN						X		5	
030.010	MADRID: MANZANARES-JARAMA			X	X				4	
030.011	MADRID: GUADARRAMA-MANZANARES			X	X				4	
030.012	MADRID: ALDEA DEL FRESNO-GUADARRAMA			X	X				4	
030.013	ALUVIAL DEL TAJO: ZORITA DE LOS CANES-ARANJUEZ				X				5	
030.014	ENTREPEÑAS						X		5	
030.015	TALavera			X		X	X	X	2	
030.016	ALUVIAL DEL TAJO: TOLEDO-MONTEARAGÓN			X		X	X		3	
030.017	ALUVIAL DEL TAJO: ARANJUEZ-TOLEDO				X				5	
030.018	OCAÑA					X	X		4	
030.019	MORALEJA									
030.020	ZARZA DE GRANADILLA									
030.021	GALISTEO									
030.022	TIÉTAR				X	X		X	3	
030.023	TALAVÁN									
030.024	ALUVIAL DEL JARAMA: GUADALAJARA-MADRID				X				5	
SUBTOTAL			5		7	6	7	2		
TOTAL					16					

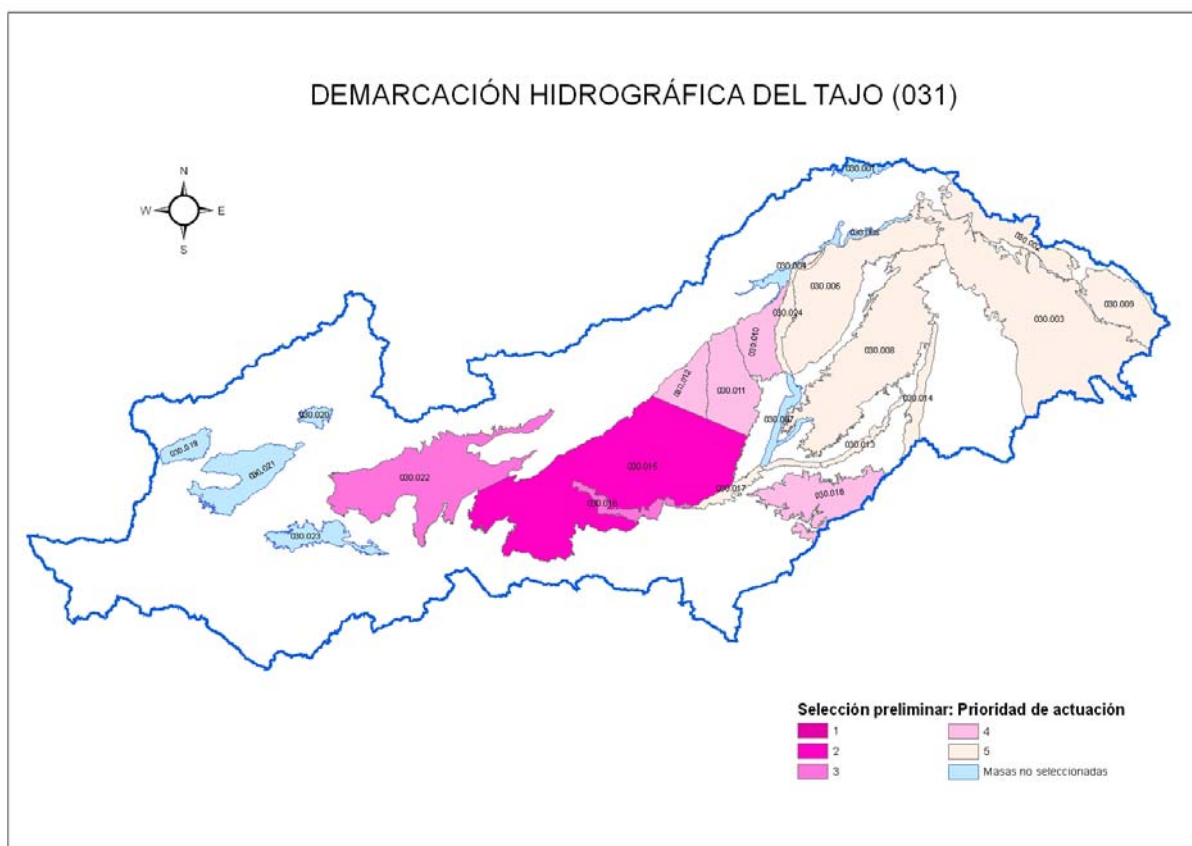


Figura 9.- Selección preliminar de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Tajo

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

Desde el punto de vista de la planificación hidrológica, la recarga artificial en la Demarcación del Tajo puede plantearse como un elemento eficaz de apoyo a la gestión hídrica y como mejora de los problemas derivados de la explotación de la cuenca. Entre los objetivos de la recarga artificial estarían el almacenamiento subterráneo de escorrentías superficiales no aprovechadas, el fortalecimiento de actuaciones de uso conjunto y la reducción de descensos de los niveles piezométricos producidos puntualmente por la extracción de agua.

De la revisión, fundamentalmente, del Esquema provisional de Temas Importantes (ETI) (julio, 2008) y del Plan Especial de alerta y eventual Sequía (PES) (marzo, 2007), elaborados por la Oficina de Planificación de la Confederación Hidrográfica del Tajo, se identifican una serie de temas o problemas importantes en donde la recarga artificial podría utilizarse como una herramienta de gestión eficaz.

- Satisfacción de las demandas futuras en el abastecimiento de Madrid debido al notable incremento de la presión urbanística (P.I. 2.02) y Protección del acuífero detrítico de Madrid como reserva estratégica de recursos hídricos (P.I 2.03).

Aunque el acuífero Terciario detrítico de Madrid se dividió en 4 MASb, aparentemente por motivos de una mejor gestión de la explotación, desde el punto de vista hidrogeológico se trata de un mismo acuífero. En él se vienen observando, en determinadas zonas, notables descensos piezométricos debido a las extracciones realizadas tanto por el Canal de Isabel II (CYII) como por particulares (se estima que en el 2005 explotaron unos 40 hm³ cada uno). El efecto de esta explotación concentrada ha sido un descenso piezométrico acumulado de 25 m, desde 1995 hasta la actualidad, en determinados sectores de las MASb. Alejados de estos sectores los descensos de niveles se mantienen más o menos equilibrados.

El CYII es uno de los principales usuarios del acuífero y dispone de 9 campos de pozos. Las captaciones se distribuyen por las 4 masas delimitadas en el terciario detrítico de Madrid, con especial concentración en los campos de pozos de las masas 010 Manzanares-Jarama y 011 Guadarrama-Manzanares; siendo en estas dos masas en las que se constata un descenso residual del nivel piezométrico asociado a las zonas con mayor concentración de captaciones (campos de pozos de los sistemas generales).

En la siguiente figura se observa la evolución de la profundidad media del nivel piezométrico en la red de pozos del CYII en el período 1995-2007 y la no recuperación completa de los

niveles debido a que la estrategia de uso de las aguas subterráneas inicialmente planteada por el CYII, sufrió modificaciones debido a las necesidades del sistema de explotación.

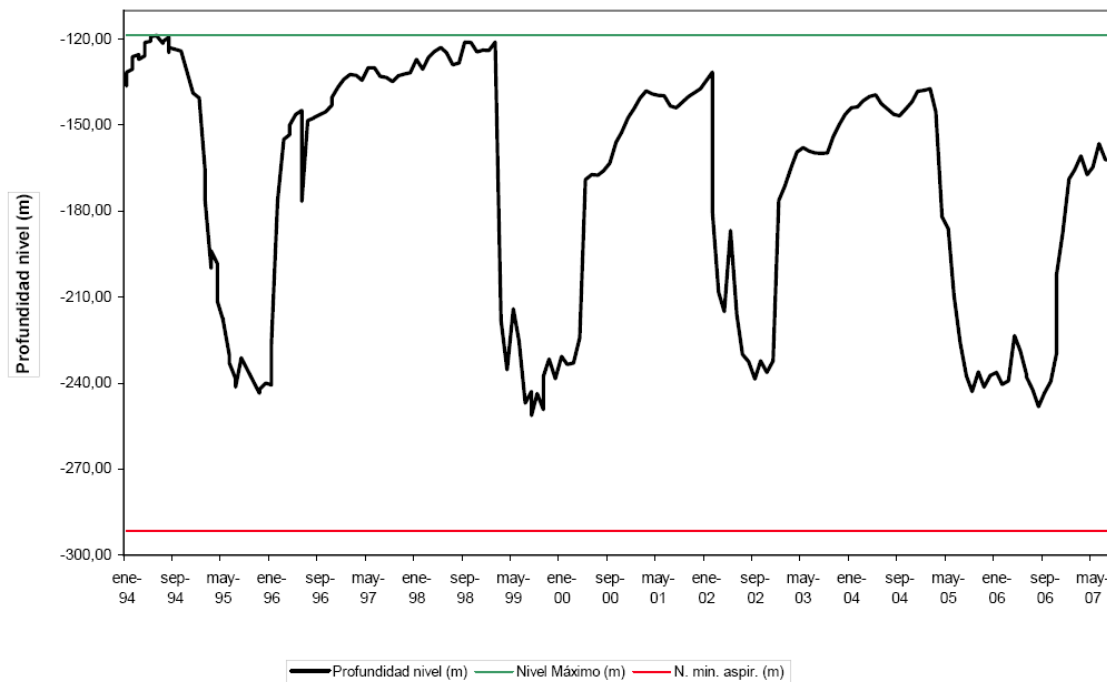


Figura 10.- Evolución piezométrica en la red de pozos del CYII (Fuente: López-Camacho e Iglesias, 2007)

Dado que el objetivo de la DMA es alcanzar en 2015 el buen estado químico y cuantitativo de todas las MASb, habría que corregir los efectos locales de los descensos acumulados, bien disminuyendo las extracciones (actuando p.e. sobre los usuarios que se encuentran en situación ilegal) o bien mediante otro tipo de actuaciones. Una de las medidas para prevenir o restablecer los efectos provocados por la intensa explotación de las aguas subterráneas, y que puede aplicarse en esta Demarcación, sería la puesta en marcha de operaciones de RECARGA ARTIFICIAL de acuíferos mediante inyección profunda.

- Satisfacción de las demandas futuras en regadíos públicos del Tiétar (P.I. 2.10).

En el sistema de explotación del Tiétar (SER 03.09), la superficie dedicada al regadío alcanza más de 30.000 ha (15.000 de riegos estatales y 15.000 de riegos privados). A pesar de que las aportaciones en la cuenca del Tiétar son importantes, la capacidad del embalse de Rosarito (84 hm³) es insuficiente en épocas de escasez. Del embalse parten dos canales que abastecen a cada una de las zonas regables en las que se divide la zona de regadío.

Tanto ahora como en el horizonte 2015, según la Confederación Hidrográfica del Tajo, existen déficits en casi todas las Unidades de Demanda Agraria (UDAS), en especial en los

regadíos privados (debería analizarse si se trata de riegos con aguas subterráneas). Del documento de operatividad del PES se desprende que se podría contar con agua para operaciones de recarga artificial debido a la escasa regulación del embalse de Rosarito y las grandes aportaciones del río Tiétar, con vistas a lograr un adecuado grado de aprovechamiento conjunto de recursos superficiales y subterráneos: *“En los primeros meses del año hidrológico el embalse de Rosarito se mantiene en niveles bajos como medida de seguridad frente a las avenidas. El embalse no se empieza a llenar hasta bien entrado el invierno; gracias a las abundantes aportaciones de su cuenca vertiente, generalmente está lleno hacia el mes de junio. Hasta esas fechas los caudales demandados son de escasa entidad y se suelen atender con las aportaciones de las gargantas de la margen derecha, aguas abajo de Rosarito. Entre los meses de junio y septiembre la demanda de riegos se atiende en exclusiva desde el embalse de Rosarito; ya en la parte final de la campaña de riegos se emplea como apoyo el embalse de Navalcán, que hasta entonces se mantiene con un volumen entre 15 y 20 hm³”.*

En la caracterización adicional de la masa 030.022 Tiétar, se observa un piezómetro con una tendencia al descenso del nivel piezométrico situado en el municipio de Talayuela (03.09.012) en cuya zona se debería realizar un seguimiento del origen del mismo por si está relacionado con la intensiva explotación de las aguas subterráneas para regadío.

- Abastecimiento de Cáceres (P.I. 2.01).

El sistema de abastecimiento a Cáceres y su zona de influencia cuenta también con los recursos subterráneos del pequeño acuífero calcáreo del Calerizo, mediante pozos conectados a la red, que parece no se utilizan actualmente “debido a la calidad de las aguas”. El gestor actual es el CYII. Los problemas de escasez tienen un doble origen: la irregularidad de las aportaciones al embalse del Guadiloba que obliga a recurrir en los años secos a tomas del embalse de Alcántara y a bombeos desde los pozos; y por otro lado las altas pérdidas en la red de abastecimiento.

Para incrementar la disponibilidad de recursos y garantizar el buen estado de las aguas en las masas de agua afectadas por el sistema de abastecimiento se han tomado como soluciones las medidas siguientes: conducción de más de 60 km entre los embalses del Portaje y de Guadiloba, con estaciones de bombeo; y las recién aprobadas obras para mejorar el tratamiento terciario de la estación de tratamiento de agua potable (ETAP) de Cáceres. Este municipio no tenía el tratamiento adecuado en el caso de que el agua procediera del embalse de Alcántara, por lo que se ha hecho necesario actuar sobre esta ETAP, para asegurar que el suministro cumple con los requisitos exigidos en la legislación vigente para el consumo humano.

Dentro de un hipotético plan futuro para mejorar el uso conjunto, podrían utilizarse las aguas subterráneas del acuífero del Calerizo, en vez de abandonar su uso, para aumentar recursos y como valor medioambiental añadido. Las aguas subterráneas se extraían mediante bombeo para abastecimiento urbano y para un club de golf; y en el pasado, para el achique de varios pozos de mina. Existen pozos de unos 90 m de profundidad realizados para el riego del campo de golf con caudales de hasta 10 L/s. Se trata de aguas duras por lo que se desestimó su uso en el abastecimiento del norte de la ciudad debido a los problemas de incrustaciones de carbonatos en electrodomésticos y conducciones.

Geológicamente se trata de un sinclinal (sinclinal de Cáceres) en el que existen calizas y dolomías del carbonífero inferior muy karstificadas con un espesor de unos 200 m que constituyen el acuífero del Calerizo de Cáceres. Por la estructura tectónica en sinclinal y su fracturación por fallas, estas calizas se encuentran más o menos selladas por materiales de menor permeabilidad (pizarras, cuarcitas y areniscas) tanto a muro como a techo de la estructura. El punto de drenaje natural del acuífero es a través del manantial del Rey que da origen a la Rivera del Marco (caudales de hasta 90 L/s que surgen de la Fuente del Marco) en el contacto de las calizas con las cuarcitas inferiores habiéndose secado algunos años. Respecto a su calidad parece que han presentado nitritos y contaminación microbiológica.

En situaciones de prealerta y alerta, una de las actuaciones de incremento de recursos propuesta en el PES es la puesta a punto y activación de la explotación de las instalaciones de extracción de recursos subterráneos del Calerizo. Por tanto, el estudio de alguna operación de recarga artificial podría mejorar el abastecimiento si se estima conveniente en un futuro.

1.2.3.- C) Diagnóstico y Selección final

Teniendo en cuenta los principales problemas o temas importantes identificados en la Demarcación Hidrográfica del Tajo, en los que la recarga artificial tendría cabida, y su vínculo con las 16 MASb seleccionadas preliminarmente mediante la aplicación sucesiva de los criterios de selección (tabla 3, figura 9), parece posible plantear actuaciones de RAA en las siguientes 4 MASb:

- 030.010 Madrid: Manzanares-Jarama
- 030.011 Madrid: Guadarrama-Manzanares
- 030.012 Madrid: Aldea del Fresno-Guadarrama
- 030.022 Tiétar

Tanto la MASb 030.006 Guadalajara como la 030.015 Talavera, no están en riesgo cuantitativo y no tienen a priori, ningún "problema" que reducir o solucionar provocado por el uso de aguas subterráneas. Además anteriormente se llevaba a cabo una explotación de aguas subterráneas más importante para abastecimiento urbano en la zona de la Sagra, pero actualmente se ha aumentado la disponibilidad de recursos mediante aguas superficiales reguladas.

Respecto a los aluviales cuaternarios de los ríos, serían lugares propicios para llevar a cabo operaciones de recarga artificial en superficie mediante balsas o canales o desviaciones, pero existe el condicionante de los terrenos y, más importante, a qué van a dar solución o qué situación van a mejorar. En los aluviales existen pozos someros que se utilizan para pequeños riegos particulares. Se desconoce si existen problemas en algún regadío público abastecido por aguas subterráneas en estos cuaternarios y cuya situación podría mejorarse mediante la aplicación de técnicas de recarga artificial de acuíferos.

Por tanto, las posibilidades a plantear son:

- En las tres masas del Acuífero Detrítico Terciario de Madrid (030.010, 030.011 y 030.012) por la implantación del CYII como gestor del abastecimiento. El CYII dispone de las instalaciones de extracción y conducción, de la planificación de los caudales a inyectar, de la casi exclusividad de la responsabilidad del abastecimiento, de terrenos, de infraestructuras, y además, lleva varios años haciendo experiencias de recarga artificial en 3 sondeos en diferentes campos de pozos. Comentar además que donde existen pozos de extracción de aguas subterráneas del CYII también se podrían realizar estudios para la realización de actuaciones de recarga artificial. Este sería el caso del campo de pozos de Torrelaguna (está en cabecera, es a priori el único usuario de las aguas subterráneas en la zona, el acuífero kárstico presenta una buena permeabilidad, existía un pozo ranney, se puede enfocar desde el punto de vista de mejora medioambiental del río Jarama puesto que, aunque se tengan en cuenta los caudales ecológicos mínimos, se aumentaría el volumen de agua del acuífero y se rebajaría la afección en época de bombeos).
- En la masa 030.022 Tiétar debido a que se ha puesto de manifiesto la existencia de descensos piezométricos puntuales en algún punto de la red oficial de piezometría. En el ETI, también figura este hecho correspondiente a la zona de Oropesa y a la de Talayuela. Se deberían realizar los estudios previos para situar estos piezómetros en el ámbito territorial de su uso (si se trata de una zona regable con aguas subterráneas que presenta problemas de descensos de niveles, por ejemplo) y ver la posibilidad de llevar a cabo una mejora mediante técnicas de recarga artificial.

- La reserva estratégica del acuífero carbonatado del Calerizo de Cáceres. Antes fue fuente de suministro mediante aguas subterráneas para el abastecimiento urbano de la ciudad. Ahora, y según datos de la ficha del ETI, debido a que se han llevado a cabo obras de regulación e interconexión con otras presas, ya no se utiliza. Podría ser un buen "almacén" para utilización conjunta u otros usos del agua como los medioambientales.

En definitiva, se recomienda iniciar los estudios y trabajos necesarios para acometer actuaciones de recarga artificial de acuíferos en las 4 MASb que se detallan en la tabla 4 (figura 11), quedando la alternativa del acuífero del Calerizo como una posibilidad futura, dado que, físicamente, el acuífero se encuentra actualmente fuera del ámbito de una Masa de Agua Subterránea.

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

COD	NOMBRE DE LA MASA
030.010	MADRID: MANZANARES-JARAMA
030.011	MADRID: GUADARRAMA-MANZANARES
030.012	MADRID: ALDEA DEL FRESNO-GUADARRAMA
030.022	TIÉTAR

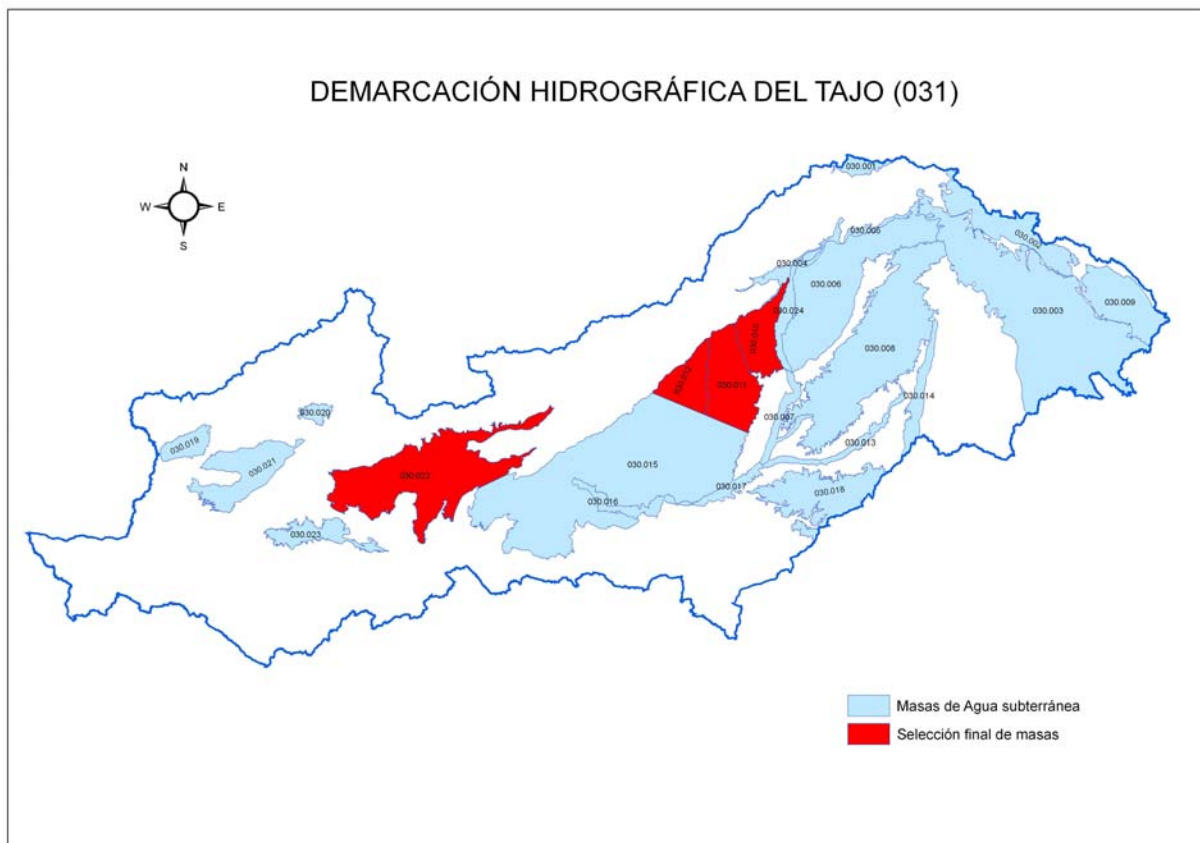


Figura 11.- Selección final de MASb en la Demarcación Hidrográfica del Tajo

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 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 Tajo 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)

El Artículo 3 de las Normas del Plan Hidrológico del Tajo vigente (1998), en el ámbito de planificación de la cuenca, define 5 Sistemas de Explotación de Recursos (figura 12):

1. "Macrosistema", constituido por los siguientes subsistemas:
 - 1.1. Subsistema de la Cabecera del Tajo (Alto Tajo)
 - 1.2. Subsistema Tajuña
 - 1.3. Subsistema Henares
 - 1.4. Subsistema Jarama-Guadarrama
 - 1.5. Subsistema Alberche
 - 1.6. Subsistema Tajo Medio (desde la confluencia del Jarama a Azután)

2. Sistema Tiétar
3. Sistema Alagón
4. Sistema Árrago
5. Sistema Bajo Tajo-Extremadura.

Las Unidades Hidrogeológicas definidas en el ámbito del Plan quedaron entonces adscritas a estos SER en la forma que establece la tabla 5.

Tabla 5.- Adscripción de las UUHH a los Sistemas de Explotación de la Demarcación Hidrográfica del Tajo

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN
UH 01 ALBARRACÍN-CELLA-MOLINA DE ARAGÓN	S-1
UH 02 TAJUÑA-MONTES UNIVERSALES	S-1
UH 03 TORRELAGUNA-JADRAQUE	S-1
UH 04 GUADALAJARA	S-1
UH 05 MADRID-TALAVERA	S-1
UH 06 LA ALCARRIA	S-1
UH 07 ENTREPEÑAS	S-1
UH 08 OCAÑA	S-1
UH 09 TIÉTAR	S-2
UH 10 TALAVÁN	S-5
UH 11 ZARZA DE GRANADILLA	S-3
UH 12 GALISTEO	S-3
UH 13 MORALEJA	S-4

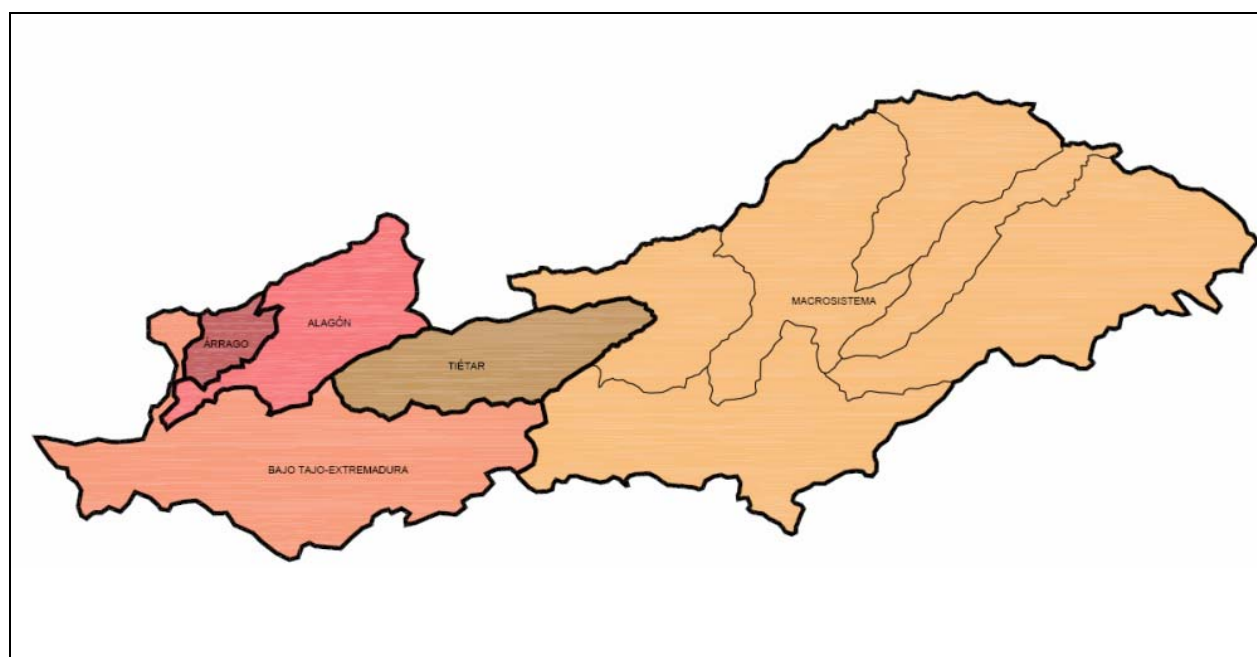


Figura 12.- Sistemas de Explotación de Recursos definidos en las Normas del Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo (1998)

Posteriormente, en el Plan Especial de Sequías (marzo 2007), se adoptó una distribución por sistemas algo diferente de la anterior, siendo el ámbito geográfico de cada sistema coincidente, a grandes rasgos, con las Zonas Hidrográficas definidas en el Artículo 1 de las Normas del Plan Hidrológico del Tajo, aunque se realizaron ciertas modificaciones para adaptarse al objetivo del citado Plan. En general en cada sistema predomina claramente un tipo de demanda (regadío o abastecimiento), aunque prácticamente en todos existen demandas de ambos tipos.

Los sistemas considerados en el Plan Especial de Sequías, y adoptados en el presente documento, son los siguientes (figura 13):

1. Sistema de Cabecera: El ámbito geográfico de este sistema coincide con el de la Zona Hidrológica 1 (Cabecera del Tajo), en la que se localizan los embalses de Entrepeñas y Buendía desde los que se atienden las demandas de la zona del Tajo Medio.

2. Sistema del Tajuña o de riegos del Tajuña: El ámbito geográfico de este sistema coincide con la Zona Hidrológica 3 (Tajuña) y comprende la totalidad de la cuenca del río hasta su confluencia con el Jarama.

3. Sistema de Riegos del Henares y del Bornova: Este sistema comprende la totalidad de la cuenca del Henares hasta su desembocadura en el Jarama, siendo su ámbito geográfico coincidente parcialmente con la Zona Hidrológica 4 (Henares).

4. Sistema de abastecimiento a la Mancomunidad de aguas del Sorbe: El río Sorbe se destina exclusivamente a los abastecimientos de la Mancomunidad del Sorbe, desde el embalse de Beleña; y de Madrid, a través del Canal del Pozo de los Ramos por el que se derivan caudales hasta las instalaciones del Canal de Isabel II para abastecimiento de Madrid, situadas en el río Jarama. Su ámbito geográfico coincide con el resto de la Zona Hidrológica 4 (Henares).

5. Sistema de Abastecimiento a Madrid: La extensión abarca principalmente la cuenca de los ríos Jarama y Guadarrama. La cuenca del río Jarama ha sido considerada desde cabecera hasta su confluencia con el río Tajo, exceptuando las subcuencas de los ríos Tajuña y Henares. El ámbito geográfico de este sistema coincide con las Zonas Hidrográficas 5 (Jarama-Manzanares) y 6 (Guadarrama).

6. Sistema del Alberche: El ámbito geográfico de este sistema coincide con la Zona Hidrográfica 7 (Alberche), abarcando la totalidad de la cuenca del Alberche hasta su desembocadura en el Tajo.

7. Sistema Tajo Medio-Margen Izquierda: Este sistema incluye casi totalmente las Zonas Hidrológicas 2 (Tajo Intermedio) y 8 (Margen Izquierda Intermedia), que engloban la cuenca del río Tajo comprendida entre la presa de Bolarque y el embalse de Azután, sin contar el sistema de abastecimiento de Toledo.

8. Sistema de abastecimiento a Toledo y su zona de influencia (Toledo-La Sagra): Este sistema coincide en su ámbito con el del Tajo Medio, y se independizó para realizar la evaluación de riesgos del abastecimiento a Toledo y su zona de influencia.

9. Sistema de Riegos del Tiétar: Este sistema comprende la cuenca del río Tiétar desde su cabecera hasta la presa de Torrejón-Tiétar, siendo su ámbito geográfico coincidente con la Zona Hidrográfica 9 (Tiétar).

10. Sistema del Alagón o riegos del Alagón: (incluye los subsistemas de Riegos del Ambroz y de abastecimiento a Béjar y Plasencia). La extensión del Sistema Alagón abarca la cuenca hidrográfica del río Alagón desde su cabecera hasta su desembocadura en el embalse de Alcántara en el río Tajo sin considerar la cuenca del río Árrago. El ámbito geográfico de este sistema coincide con la Zona Hidrológica 10 (Alagón).

11. Sistema del Árrago o riegos del Árrago: abarca la cuenca hidrográfica del río Árrago desde su cabecera hasta su confluencia con el río Alagón. El ámbito geográfico de este sistema coincide con la Zona Hidrográfica 11 (Árrago).

12. Sistema Bajo Tajo-Extremadura: comprende la cuenca del Tajo entre el embalse de Azután y el embalse de Cedillo (frontera con Portugal), descontando los sistemas de explotación de Trujillo, Cáceres y Riegos del Salor. El ámbito geográfico engloba las Zonas Hidrográficas 12 (Tajo Bajo y Erjas) y parte de las Zonas 13 (Almonte) y 14 (Tajo Internacional y Salor).

13. Sistema de abastecimiento a Cáceres y su zona de influencia: Este sistema está contenido en la Zona Hidrológica 12 (Tajo Inferior) y se independizó para realizar la evaluación de riesgos del abastecimiento a Cáceres.

14. Sistema de abastecimiento a Trujillo y su zona de influencia: Este sistema se engloba en la Zona Hidrológica 12 (Tajo Inferior). Su ámbito geográfico coincide con el de los municipios que conforman la mancomunidad de Santa Lucía.

15. Sistema de Riegos del Salor: El ámbito geográfico de este sistema coincide prácticamente con el de la Zona Hidrográfica 14 (Salor).

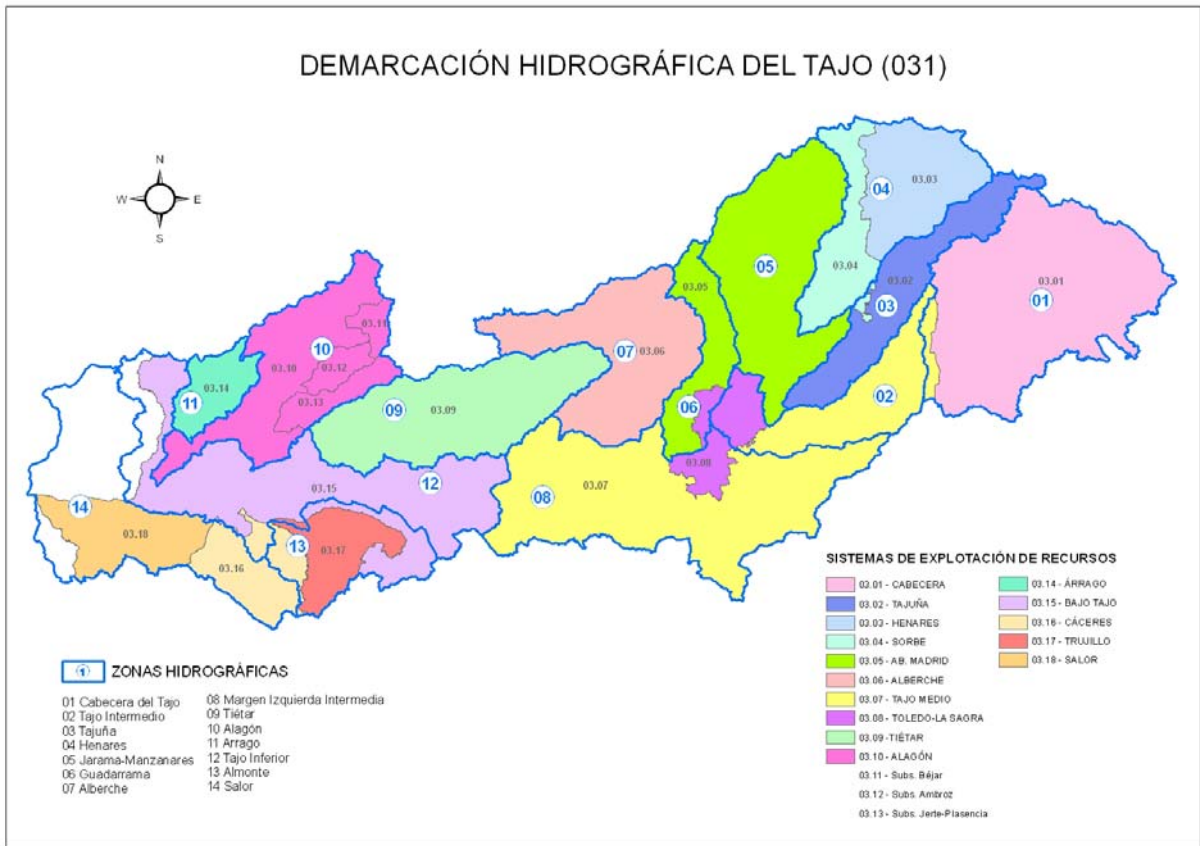


Figura 13.- Sistemas de explotación definidos en el Plan Especial de Sequías (2007) y su relación con las Zonas Hidrológicas definidas en el Artículo 1 de las Normas del Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo (1998)

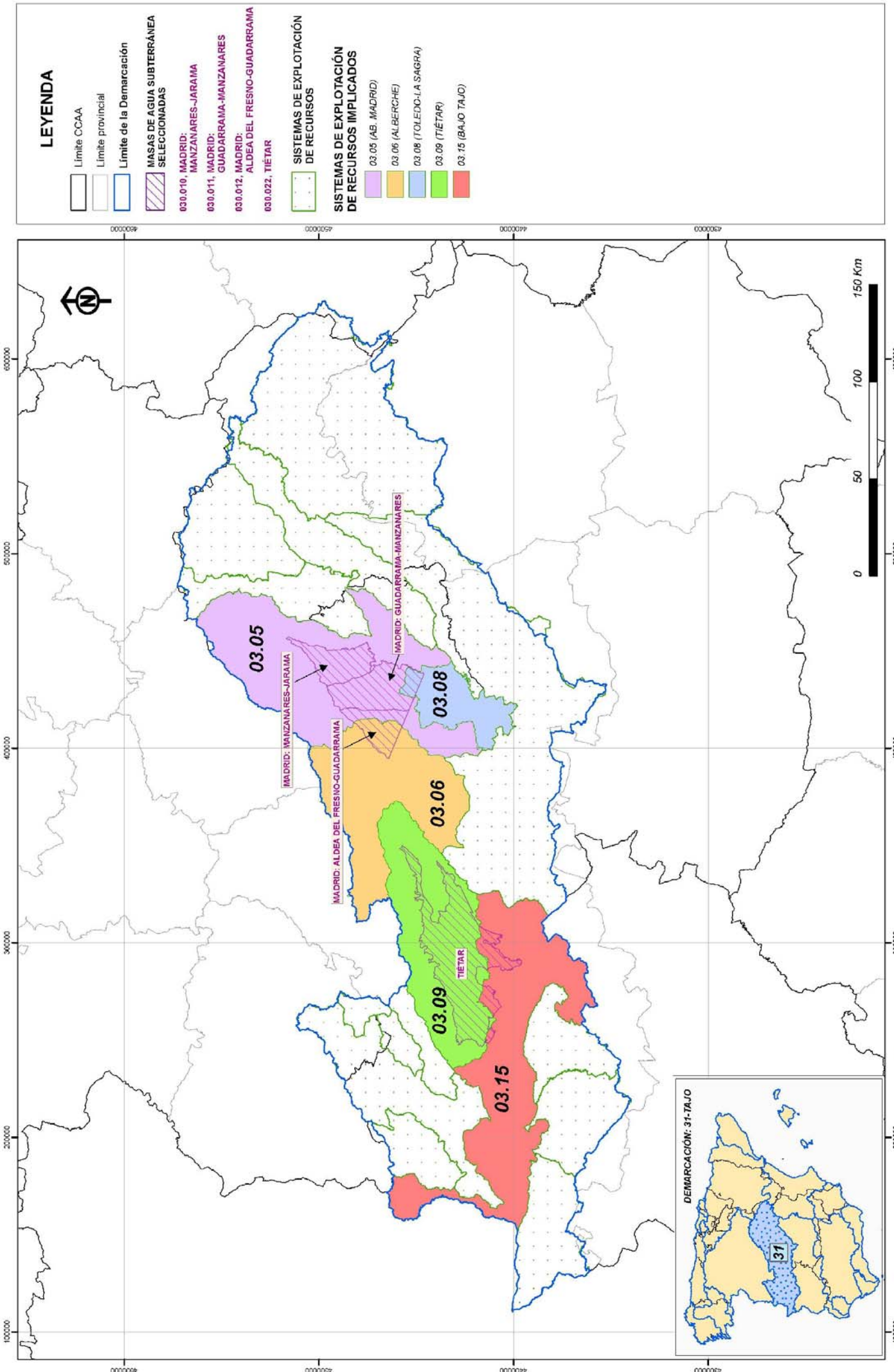
2.2.2.- B) Masas seleccionadas y Sistemas de Explotación de Recursos (SER) implicados

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 5), en este apartado los sistemas de explotación a considerar son los siguientes:

SER 03.05 ABASTECIMIENTO A MADRID: engloba la totalidad de las masas 030.010 Madrid: Manzanares-Jarama y 030.011 Madrid: Guadarrama-Manzanares; e incluye parcialmente la masa 030.012 Madrid: Aldea del Fresno-Guadarrama. Gran parte de esta última masa pertenece al SER 03.06 Alberche, pero como los campos de pozos del CYII están y pertenecen al Sistema de Madrid no se va a tener en cuenta. Por otra parte algunos pozos del campo de pozos de Batres y del Guadarrama quedan fuera del límite de la masa pero esto quedará subsanado al acomodar la línea recta de delimitación sur de la masa al límite administrativo de la Comunidad de Madrid.

SER 03.09 TIÉTAR: incluye casi completamente la masa 030.022 Tiétar que, hacia el sur, se extiende sobre una pequeña superficie del SER 03.15 Bajo Tajo aunque carece de interés práctico para la recarga en la misma.

Por tanto, aunque presentan en su interior una pequeña parte de las MASb seleccionadas, no se van a contemplar los sistemas 03.06 Alberche, 03.08 Toledo-La Sagra y 03.015 Bajo Tajo, debido a la escasa extensión y baja relevancia a efectos de plantear actuaciones de recarga en los mismos.



LEYENDA

- Limite CCAA
- Limite provincial
- Limite de la Demarcación
- MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA SELECCIONADAS
- 03.0.010, MADRID: MANZANARES-JARAMA**
- 03.0.011, MADRID: GUADARRAMA-MANZANARES**
- 03.0.012, MADRID: ALDEA DEL FRESNO-GUADARRAMA**
- 03.0.022, TIETAR**

SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

- 03.05 (AB. MADRID)
- 03.06 (ALBERCHE)
- 03.08 (TOLEDO-LA SAGRA)
- 03.09 (TIETAR)
- 03.15 (BAJO TAJO)

SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS IMPLICADOS

<p>GOBIERNO DE ESPAÑA</p>	<p>MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y FERIA</p>	<p>MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y POLÍTICA AGUAS</p>	<p>DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 031 - TAJO</p> <p>SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA SELECCIONADAS PARA RECARGA</p> <p>MAPA 1 (CÓDIGO: E008_031_DEM)</p>	<p>FEBRERO 2010</p>
<p>ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS</p> <p>ACTIVIDAD 8: SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA DONDE ES PRECISO PLANTEAR ESTUDIOS Y ACTUACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL DE ACUIFEROS</p>			<p>INstituto Geológico y Minero de España</p>	

2.2.3.- C) Catálogo de actuaciones de recarga

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

FICHA 1.- SER 03.05 ABASTECIMIENTO A MADRID

MASb 030.010 Madrid: Manzanares-Jarama

MASb 030.011 Madrid: Guadarrama-Manzanares

MASb 030.012 Madrid: Aldea del Fresno-Guadarrama

FICHA 2.- SER 03.09 TIÉTAR

MASb 030.022 Tiétar

DEMARCACIÓN
HIDROGRÁFICA
031- TAJO

**SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS
03.05 ABASTECIMIENTO A MADRID**

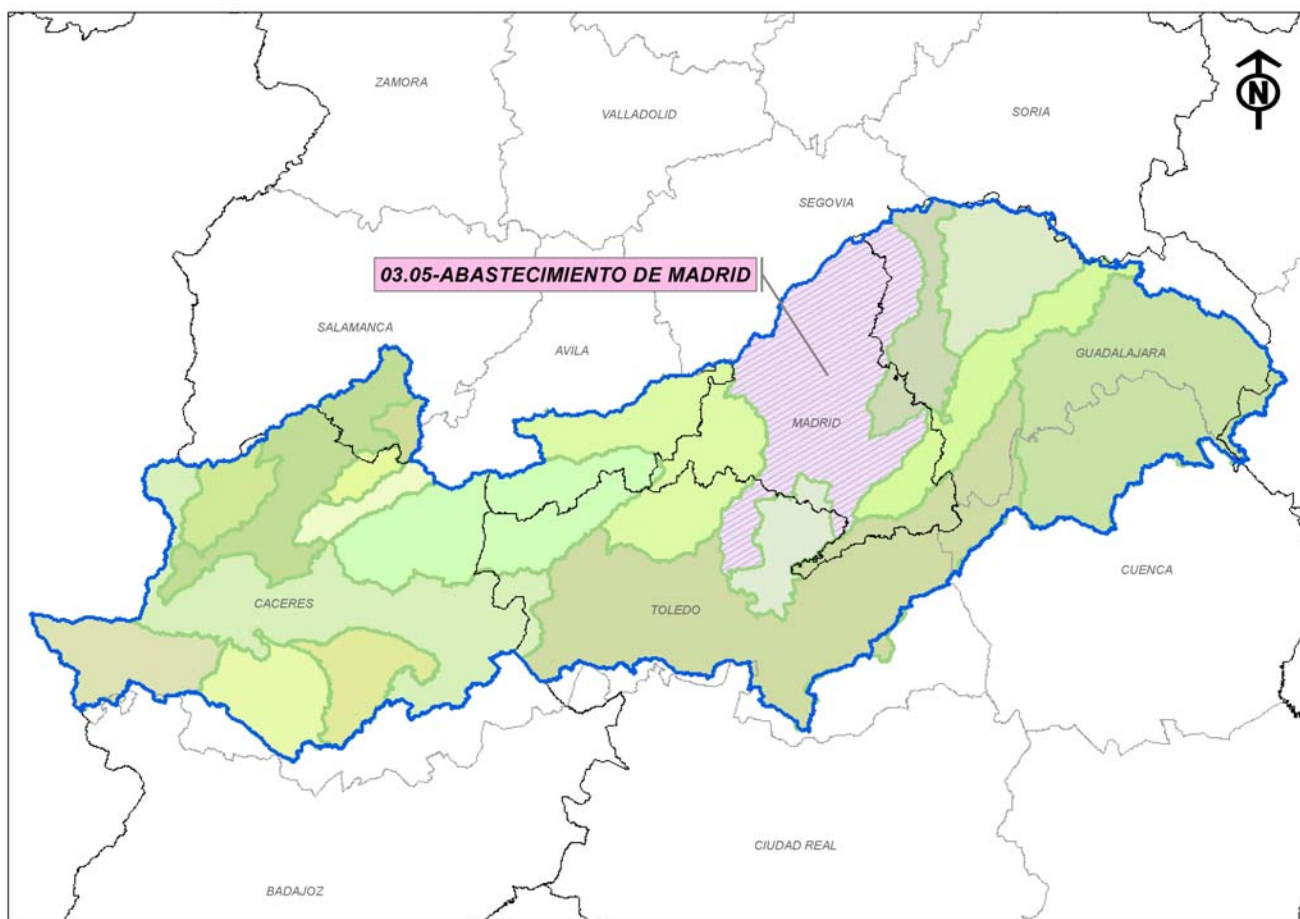
ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER

Comunidades Autónomas: MADRID, CASTILLA- LA MANCHA
Provincias: Madrid, Guadalajara y Toledo

POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER

Nº de Municipios: 140
Nº de habitantes: 5.950.000

PLANO DE SITUACIÓN DEL SER



MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS

- 030.010 Madrid: Manzanares-Jarama
- 030.011 Madrid: Guadarrama-Manzanares
- 030.012 Madrid: Aldea del Fresno-Guadarrama

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):

Zona Jarama: 998,96

Zona Guadarrama: 152,41 (sin contar aportaciones externas al sistema)

Urbana: 683

Agrícola: 275

Recursos regulados superficialmente:

Ganadera:

Industrial:

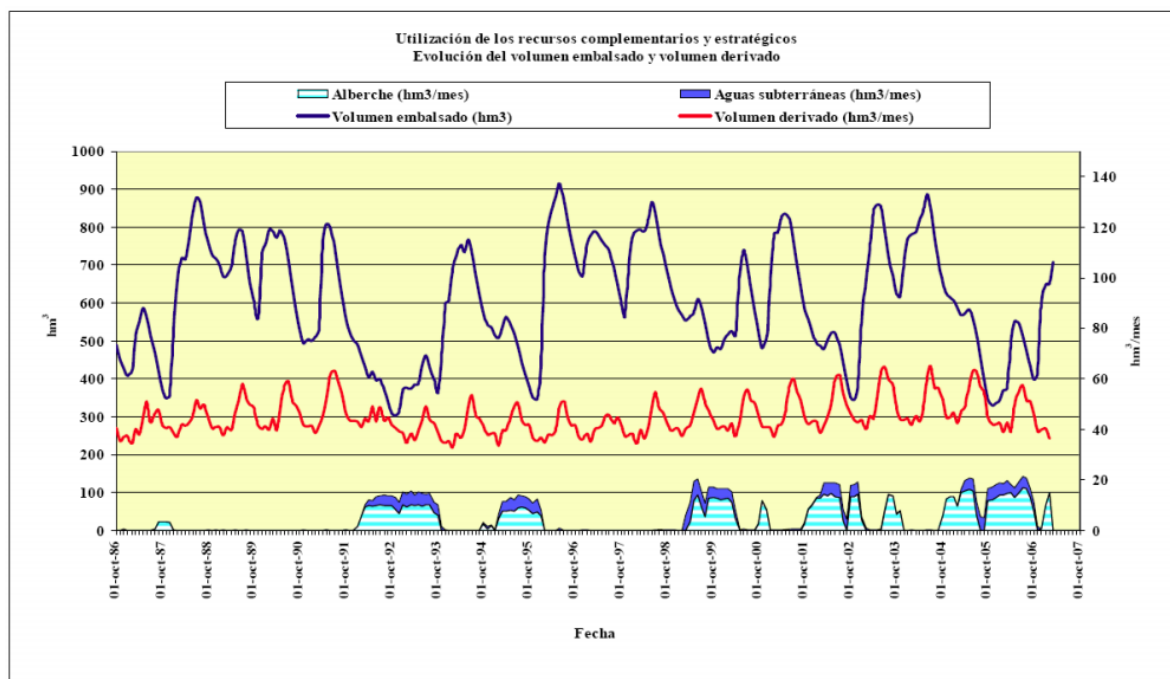
Recursos hídricos subterráneos regulados (bombeos): 80 (CYII: 40 en años de sequía) y (particulares ≈40)	Otras: 68,30 (demandas medioambientales aguas abajo de las presas del Vado, El Atazar y El Pardo)										
Total recursos regulados:	Total demandas:										
<u>Fuente de los datos:</u> P.E.S (CHT, 2007) y La cuenca del Tajo en cifras (CHT, 2002)	<u>Fuente de los datos:</u> P.E.S (CHT, 2007)										
Balance del SER: Déficit (D) <input type="checkbox"/> Excedentes (E) <input type="checkbox"/> En equilibrio <input type="checkbox"/> Desconocido <input checked="" type="checkbox"/> hm ³ /año: hm ³ /año:											
¿Existen recursos naturales disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
<u>Comentario:</u> Enfocado a la recarga artificial en particular y debido a que las aguas del acuífero detrítico están reservadas para abastecimiento urbano, parece lógico en este caso que el agua para recargar proceda de la red de embalses del CYII tratada previamente en una ETAP (agua de recarga con calidad apta para el consumo humano), por lo que por ahora se podrían descartar otras fuentes de agua y dependería tanto de los recursos naturales como de los caudales de producción de las ETAP.											
(1) Ref. estación aforo: 3175 Nombre: Río Jarama en Aranjuez (Puente Largo) Capacidad embalse (hm ³):											
Año: 2006-2007 Aportación anual (hm ³): 1.031,8											
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
83,43	178,8	155,16	68,87	68,69	71,08	67,44	100,23	61,64	54,84	59,61	62,00
(1) Ref. estación aforo: 3102 Nombre: Río Guadarrama en Bargas Capacidad embalse (hm ³):											
Año: 1992-1993 Aportación anual (hm ³): 96,4											
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
13,25	12,16	12,25	8,92	8,70	8,53	6,43	10,80	8,81	2,50	1,79	2,28
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				
Pinilla	38										
Riosequillo	50										
Puentes Viejas	53										
El Villar	23										
El Atazar	426										
El Vado	56										
El Vellón	41										
Navacerrada	11										
Santillana	91										
El Pardo	43										
Navalmedio	0,71										
La Jarosa	7										
Valmayor	124										
La Aceña	24										

Depuración					
EDAR total del SER: 52	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V _d) (m ³ /año)	¿Existe reutilización?	Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año)
		Primario		3 registros de del Ayto. de Madrid 6 registros del CYII	3,75 1,39
	27	Secundario			
	18	Terciario			
	17	Sin especificar			
ETAP del SER:					
Nombre	Capacidad Máxima de Tratamiento (m ³ /s)				
Torrelaguna	6				
Majadahonda	3,9				
El Bodonal	4				
Navacerrada	1				
La Jarosa	1,5				
Santillana	4				
Colmenar	16				
Valmayor	6				
Pinilla	0,4				
San Agustín de Guadalix	0,04				
La Aceña	0,5				
Griñón	1				
Disponibilidad hídrica estimada: Dependerá de la situación existente según el manual de abastecimiento del CYII					
¿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 type="checkbox"/>					
<u>Comentario:</u> Debido a que las aguas del acuífero detrítico están reservadas para abastecimiento urbano, parece lógico en este caso que el agua para recargar proceda de la red de embalses del CYII tratada previamente en una ETAP (agua de recarga con calidad apta para el consumo humano), por lo que por ahora se podrían descartar otras fuentes de agua y dependería tanto de los recursos naturales como de los caudales de producción de las ETAP y la demanda. En la información adjunta se realiza un análisis de la situación de la recarga artificial en el Acuífero Terciario Detrítico de Madrid. (Inf. Ad. 1)					
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 checked="" type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>					
Comentario:					
TOTAL RECURSOS HÍDRICOS POTENCIALMENTE DISPONIBLES EN EL SER: (Naturales + Depurados + Desalados)					
Comentario:					

La Recarga artificial de acuíferos el ATDM. Análisis de la situación

En el libro Identificación de acciones y programación de actividades de recarga artificial de acuíferos en las cuencas intercomunitarias (DGOHCA-ITGE, 2000) ya se propone exclusivamente como zona para desarrollar actuaciones de recarga artificial en la cuenca del Tajo a los sectores del ATDM donde se sitúan los pozos del CYII. El fin es optimizar y mejorar el sistema de utilización conjunta de recursos hídricos superficiales y subterráneos para el abastecimiento a la Comunidad de Madrid.

Aunque las demás zonas citadas anteriormente en la Demarcación podrían ser de interés para el desarrollo de alguna actuación de recarga artificial, parece lógico centrarse en la situación real y de mejora de la gestión de los recursos hídricos en el sistema de abastecimiento de la comunidad de Madrid y la sostenibilidad del ATDM.



Según López-Camacho e Iglesias (2007) aunque la estrategia prevista que se planteó para la utilización de los recursos subterráneos extraídos en los campos de pozos del CYII, de explotarlos un año y dejar recuperar los niveles durante tres, la realidad ha demostrado que no se ha podido llevar a cabo. La frecuencia ha sido mayor. Según los datos del gráfico realizados por el CYII, desde marzo del 92 hasta noviembre de 2006 los pozos han estado en funcionamiento casi 80 meses, un 44 % del tiempo en vez de menos del 25% como estaba previsto según la estrategia anterior. Esto supone un serio problema a tener en cuenta respecto al interés general de mantener un uso estratégico y sostenible del ATDM puesto que se han producido unos descensos residuales acumulados de los niveles piezométricos en las zonas de mayor explotación (coincidiendo entre otros con los campos de pozos del CYII) que no se recuperan antes del siguiente período de bombeo.

Se estima que para aumentar el ritmo de recuperación de los niveles en el acuífero, la utilización de **técnicas de recarga artificial en profundidad** es útil.

El CYII, encargado del abastecimiento de casi 6 millones de habitantes en la Comunidad de Madrid está llevando a cabo varias experiencias de recarga artificial en profundidad en el ATDM. Se presentaron 3 solicitudes de autorización para la realización de pruebas experimentales en 2002 (pozo casilla de Valverde en campo de pozos del Canal Alto) y La cabaña (en campo de pozos del Canal del Oeste) y FE-1 (campo de pozos de Fuencarral) en 2003. Acaban de recibir por parte de la CHT los permisos de actividades de la experiencia de Casilla de Valverde.

Sin duda, lo que hace al CYII ser casi exclusivamente el único capaz de llevar a cabo operaciones de recarga artificial entre los interesados es porque se trata del principal usuario y además cuenta con una infraestructura de pozos de explotación situados en varios campos de pozos diseminados por el ATDM. Los pozos (casi 80 repartidos en 9 campos entre sistemas generales y locales) están próximos a grandes conducciones para incorporar directamente los recursos sin necesidad de realizar obras complementarias de infraestructura, están situados en terrenos pertenecientes al propio CYII evitando nuevas expropiaciones, las líneas eléctricas están enterradas y los accesos ya existen. A parte de las experiencias existentes hay otras que amplían el abanico de lugares en los que se podría hacer recarga como la arteria aductora del campo de pozos del Guadarrama de casi 40 km de longitud y su conexión con las ETAP de Majadahonda y Griñón.

Además de las infraestructuras propias (pozos de explotación y piezómetros de control) se requiere una fuente de agua en cantidad y calidad adecuadas. Debido a que las aguas del ATDM están reservadas para abastecimiento urbano, las experiencias realizadas por el CYII se han llevado a cabo con agua tratada apta para consumo procedente de las ETAP. No parece a priori lógico, por el grado de protección y el uso al que está destinado el agua subterránea en el ATDM el uso de aguas regeneradas (Las aguas subterráneas del ATDM se han considerado como una reserva estratégica para atender la prioridad del abastecimiento urbano), aunque dentro de los criterios de asignación de aguas regeneradas en la demarcación hidrográfica del Tajo, figura la recarga artificial por inyección dentro de los factores ambientales que podría ser aplicada para otros usos. Igualmente, existe un Plan de Reutilización de aguas regeneradas del Ayuntamiento de Madrid pudiéndose utilizar en usos ambientales mediante recarga a través del terreno o por inyección.

Parece pues acertado que en la mayoría de los casos el agua para recargar proceda de la red de embalses tratada previamente en una ETAP (agua de recarga con calidad apta para el consumo humano), por lo que por ahora se podrían descartar otras fuentes de agua.

Este tema está estudiándose debido a la posible introducción de trihalometanos en el acuífero (subproductos de la desinfección debido a que la materia orgánica existente en el agua de origen superficial, al tratarse con cloro o cloraminas, en el metano del agua CH₄, se sustituye un H por un grupo halogenado). En las redes de distribución es necesario el mantenimiento de un desinfectante residual, que precisamente en algunas circunstancias incrementa la formación de subproductos. Por ello se tiende al empleo de cloraminas como desinfectante secundario para mantener durante más tiempo una determinada concentración de cloro residual combinado en la red y generara menos subproductos de la desinfección, especialmente trihalometanos. El CYII es posiblemente el mayor abastecimiento europeo que emplea cloraminas desde hace casi 40 años (Ramírez Quirós, 2005).

En varios medios de comunicación en 2006 se ha hecho referencia a que la CHTAJO veía innecesaria la recarga de acuíferos y se achacaba a que se trataba de un conflicto más entre la Comunidad de Madrid y el Gobierno central. En 2006 se presentaba el programa y se hablaba de unos costes de 15 millones de euros para recargar en los 77 pozos del CYII. En 2007 se decía que no se autorizaría la recarga artificial de los acuíferos mediante agua tratada hasta que no se compruebe la no existencia de afección a las aguas subterráneas. Se exigía al CYII: relación de dispositivos de recarga, porción del acuífero a ensayar, medición en continuo de los caudales así como los niveles piezométricos en el pozo de recarga y en la red de piezómetros de control a varias profundidades.

Existen trabajos (informes internos del CYII) referentes a la **compatibilidad química** de la recarga artificial en las experiencias realizadas por el CYII como el Estudio de los posibles efectos del cloro residual del agua de recarga artificial del ATDM o la calidad química del agua del ATDM durante las operaciones de recarga artificial en el pozo Casilla de Valverde.

Asociado a esta posible problemática de recargar con aguas tratadas, se puede plantear hacerse recarga con el agua a la entrada de la ETAP, o después de algún tratamiento del agua bruta en la estación antes de la desinfección final evitando el último proceso de desinfección final con cloraminas (Procesos previos: Preoxidación y desinfección inicial-coagulación-floculación-decantación-filtración). Incluso en el campo de pozos del Guadarrama, se podría efectuar alguna experiencia de recarga con agua sin tratar para consumo procedente del Alberche puesto que el resto de campos de pozos se localizan aguas abajo de estaciones de tratamiento de agua potable.

Otro de los aspectos fundamentales es lo relacionado con la **viabilidad técnica** de la recarga artificial. El CYII ha diseñado 3 experiencias en los que probar tanto el diseño de los pozos, los ciclos de recarga y las operaciones de recarga. (Casilla de Valverde del Canal Alto en 2001 y FE-1R de Fuencarral y La Cabaña del Canal del Oeste en 2007). (Ver resumen en López-Camacho e Iglesias, 2007 e Hidropres nº 31, 2001). De la experiencia de recarga del Casilla de Valverde se desprende que la recarga en profundidad se debe llevar a cabo mediante la inyección de agua a presión y no en caída libre porque esto genera gran cantidad de burbujas de aire. Esta inyección a presión es solo para lograr que la tubería de inyección esté llena de agua en su totalidad sin existencia de aire. Para ello se dispone de dos o más tuberías auxiliares de inyección con un sistema de cierre en el fondo para llenar por completo y dejar en carga la tubería. Posteriormente se abre el dispositivo y manteniendo esta carga se lleva a cabo la inyección.

El CYII ha elaborado un informe interno titulado "Recarga artificial en el acuífero de Madrid a través de los pozos del CYII. Estudio de Impacto ambiental" en el que se establece un plan de recarga en épocas de excedentes de recursos como medio para conseguir un uso eficiente el agua y más intensivo del conjunto aguas superficiales-aguas subterráneas.

Aunque se desconoce el volumen real de recarga que admitirá cada pozo en un año, se plantea utilizar un nº suficiente de pozos de recarga, para llegar a una capacidad efectiva de recarga de unos 40 hm³ en un año, en períodos de 4 años.(Escenario para ciclos promedio de 4 años: 1 año con aportaciones abundantes en los embalses en el que se puede hacer recarga artificial, 2 años de aportaciones medias en los que los pozos estarían en recuperación normal y 1 año de bombeo en situaciones de sequía).

Además de los aspectos sobre compatibilidad química del agua de recarga, fuentes de agua disponibles y viabilidad técnica del tipo de instalación, otro tema a tener en cuenta son las referentes a **cuestiones legales y administrativas** como asignación de volúmenes recargados cuando las operaciones las hagan los usuarios, necesidad de creación de comunidades de usuarios de aguas subterráneas etc. Se ha de tener en cuenta, y sobre todo porque puede ser un problema de cara a la gestión, establecer los derechos concesionales para ver quién recupera el agua recargada en el acuífero. ¿Quién recarga y quién extrae el recurso? (por ejemplo en el caso de la zona de los campos de pozos del Canal del Oeste, Plantío-Majadahonda etc. en los que el CYII no es el único usuario de aguas subterráneas puesto que hay una gran cantidad de urbanizaciones que explotan el acuífero para riego de jardines, llenado de piscinas etc.)

Uno de los problemas que puede generar la recarga artificial son las concesiones. Respecto a las concesiones, según la CHT, es una cuestión difícil, existen particulares que no disponen de concesión administrativa y son importantes, como muchos de los campos de golf que son grandes consumidores de agua.

Como resumen en el ATDM se puede plantear la **recarga artificial mediante instalaciones de recarga y bombeo (ASR)** siguiendo un análisis de alternativas (Adánez, 2006) y siguiendo las obras ya realizadas del CYII en las 3 estaciones experimentales:

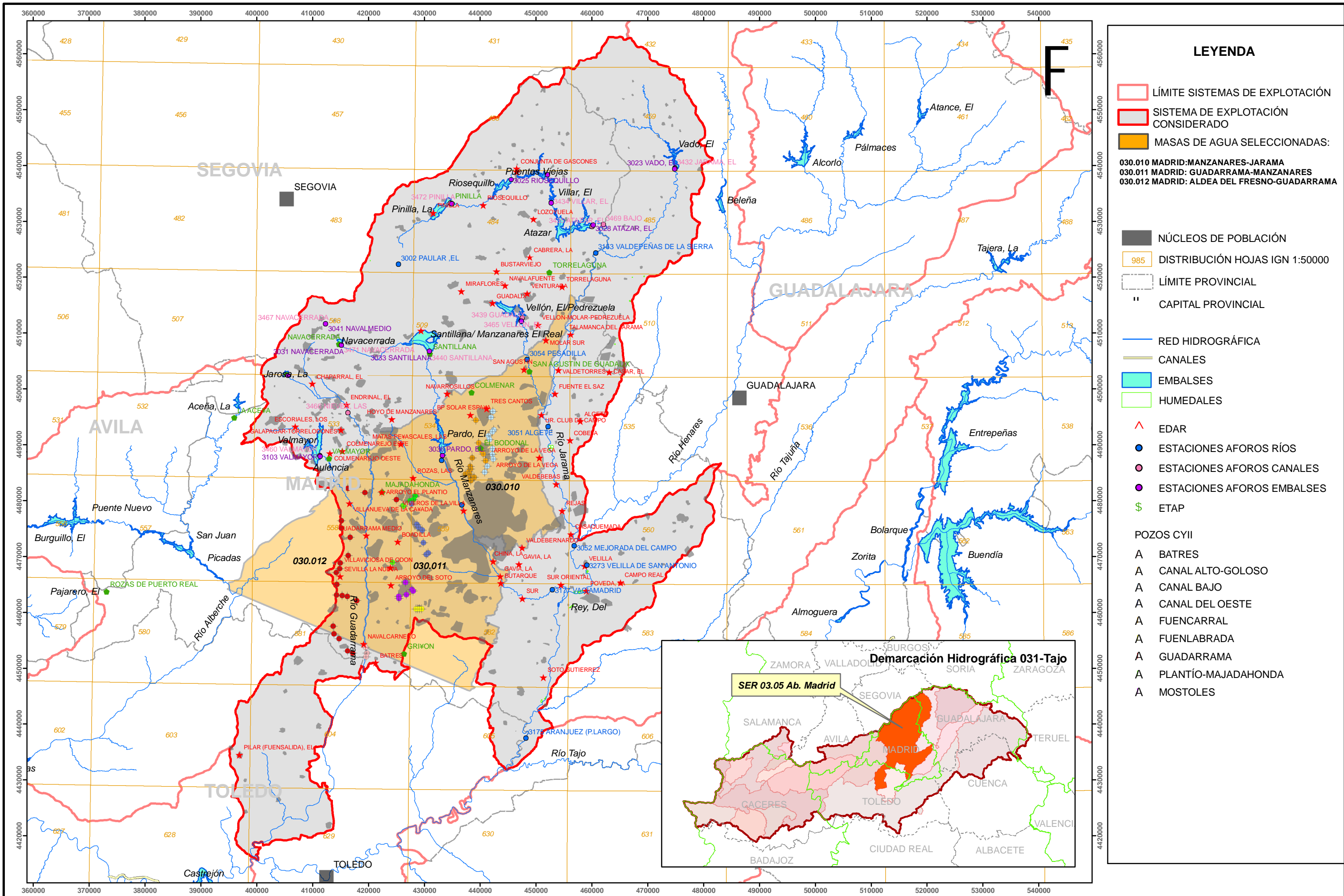
Técnica: recarga artificial mediante sondeos profundos de inyección y bombeo (ASR) independientes o duales.	
AGUA DE RECARGA	<ul style="list-style-type: none"> No aguas residuales tratadas (receptor tiene mayor calidad) Aguas de lluvia (estanques de tormentas) y aguas superficiales habría que eliminar sólidos en suspensión o antes de los procesos últimos de cloración en ETAP <u>Aguas potables de la ETAP</u> (tiene cloro libre o cloraminas y el Fe está en forma férrica, pudiéndose formar precipitados de Fe(OH)₃ en los primeros cm o m.)
ZONA DE RECARGA	<ul style="list-style-type: none"> Campos de pozos de CYII. Elegir zonas con mejores parámetros hidrogeológicos y litológicos. Se descarta recarga en superficie. El único factor limitante desde el punto de vista litológico para la recarga en profundidad sería la presencia de margas y yesos. Esto ocurriría a partir de los 200 m en los campos de Batres, Fuenlabrada y Móstoles. En el campo de Guadarrama aparecen a mucha mayor profundidad.
SONDEO TIPO	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de sondeo dual (recarga-explotación) es más barato al tener que hacer sólo un simple acondicionamiento, aunque como inconveniente puede producirse un taponamiento de la bomba. Se puede considerar introducir en el sondeo una tubería para la inyección de aire para limpieza. También podría ser un sondeo independiente de inyección para recarga a presión. Profundidad: 400-500 m. (la calidad del agua disminuye con la profundidad). Recargar un Q mínimo equivalente de 2,5 m³/hora por pozo durante 24 horas al día en los 5 meses en los que puede haber excedentes. En las experiencias de La Cabaña y Casilla de Valverde los Q de inyección fueron de 45 y 38 l/s.
ESTUDIO ECONÓMICO	Inversión (perforación, testificación, entubación, cementación, limpieza, instalación...)350000 € Consumo agua anual de ETAP:5000 € Consumo eléctrico inyección y bombeo:.....20000 € Reparaciones y mantenimiento:50000 € Coste personal:5000 € Total costes operativos anuales:80000 €

Bibliografía:

- DGOHCA-ITGE (2000). Identificación de acciones y programación de actividades de recarga artificial de acuíferos en las cuencas intercomunitarias.
- Iglesias et. al (2001) El uso conjunto en el abastecimiento de Madrid: recarga artificial. HIDROPRES nº 31 págs. 20-30.
- CHT (2002) La cuenca del Tajo en cifras. 2ª edición.
- Francisco Ramírez Quirós (2005). Desinfección del agua con cloro y cloraminas. [Técnica industrial](#), ISSN 0040-1838, Nº 260, págs. 54-64.
- Adánez Sanjuán (2006). Análisis de alternativas de recarga artificial en el acuífero detrítico profundo del terciario de la Comunidad de Madrid. Proyecto Fin de carrera ETSIM.
- CHT (2007) Plan Especial de Alerta y eventual Sequía en la cuenca Hidrográfica del Tajo
- López-Camacho e Iglesias (2007). Gestión de los recursos hídricos en el sistema de abastecimiento de la Comunidad de Madrid. V Congreso de Ingeniería Civil. CICCIP. Sevilla.
- CHT (2008) Esquema provisional de Temas Importantes ETI

Informes internos del CYII no consultados:

- (2000) Análisis de la viabilidad de recarga del ATDM mediante recarga profunda. Simulación de los procesos geoquímicos.
- (2007) Posibles efectos del cloro residual en el ATDM por operaciones de recarga artificial
- (2008) Calidad química del agua del ATDM durante las operaciones de recarga en Casilla de Valverde.
- (2004) (Universidad Autónoma de Madrid. Viabilidad geoquímica de la inyección de agua de la planta potabilizadora de Colmenar Viejo en el pozo FE-1bis.
- () Recarga artificial en el acuífero de Madrid a través de pozos del CYII. Estudio de impacto ambiental.

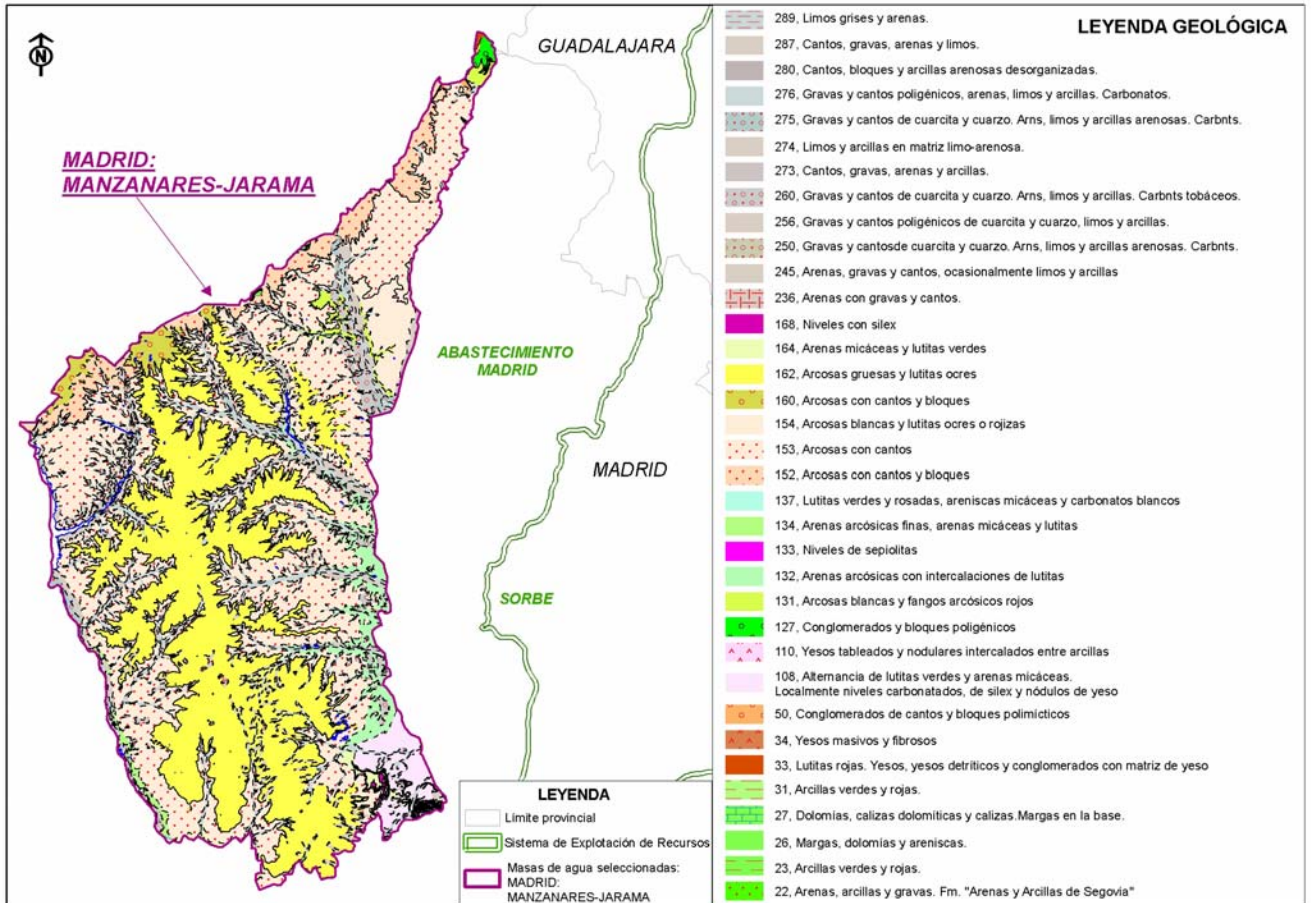


DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 031-TAJO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 03.05 ABASTECIMIENTO A MADRID	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 030.010 MADRID: MANZANARES-JARAMA
---	--	---

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: COMUNIDAD DE MADRID Provincias: Madrid	Municipios: (7) Alcobendas, Coslada, Madrid, El Molar, San Agustín de Guadalix, San Sebastian de los Reyes y Tres Cantos
--	--

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Debido al interés de mantener un uso estratégico y sostenible del Acuífero Terciario Detrítico de Madrid para abastecimiento se plantea la recarga artificial en profundidad como elemento de apoyo a la gestión y para mejorar y aumentar el ritmo de recuperación de los niveles en el acuífero en las zonas de mayor explotación (coincidiendo entre otros con los campos de pozos del CYII) cuyos descensos residuales no se recuperan antes del siguiente período de bombeo. En esta masa se sitúan los siguientes campos de pozos del CYII en los que podrían llevarse a cabo operaciones de recarga artificial: CANAL BAJO (11 pozos), CANAL ALTO-GOLOSO (6 pozos, en uno de ellos Casilla de Valverde, se han realizado experiencias de recarga artificial desde el 2000) y FUENCARRAL (9 pozos, en uno de ellos FE-1 se están llevando a cabo experiencias de recarga artificial).

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input type="checkbox"/> Otras <input checked="" type="checkbox"/> acelerar la recuperación de los niveles piezométricos derivados de la explotación en campos de pozos del CYII

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Acuífero Terciario Detrítico de Madrid (ATDM)

ACUÍFERO RECEPTOR

Tipo de acuífero					Litologías
Detrítico	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatado	<input type="checkbox"/>	Mixto	Litología: arenas, arcillas, gravas, arcosas Espesores: 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 checked="" 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.): Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	0,5		2,5
	80		300
	2x10 ⁻⁴		1,70x10 ⁻³

Geometría

	(1)	(2)	(3)	
Norte	a	e		(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		
Este				
Oeste	sp	s	m	

Observaciones:

Los límites hidrogeológicos de la masa son: al Norte limita con los materiales carbonatados, permeables, de la masa de Torrelaguna (030.004); al Noroeste el límite lo define el contacto entre los detríticos terciarios y los materiales graníticos, de muy baja permeabilidad, de la Sierra de Guadarrama, al Sur limita con materiales terciarios, de baja permeabilidad, de facies margosas y evaporíticas; al Este limita en su tramo más somero, con la masa del Aluvial del Jarama (030.024) y, en profundidad, con la masa, también terciaria detrítica, de Guadalajara (030.006); el límite Oeste lo constituye la masa detrítica terciaria de Madrid: Guadarrama-Manzanares. Salvo los límites sur y la parte del límite norte que están formados por los afloramientos graníticos de la Sierra de Guadarrama, son permeables, por lo que la masa de Madrid: Manzanares-Jarama está conectada hidrodinámicamente con las masas de agua limítrofes reseñadas anteriormente.

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):				
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}): **Según fase de estado del manual de abastecimiento del CYII**

Comentario:

Debido a que las aguas del acuífero detrítico están reservadas para abastecimiento urbano, parece lógico en este caso que el **agua para recargar proceda de la red de embalses del CYII tratada previamente en una ETAP** (agua de recarga con calidad apta para el consumo humano), por lo que por ahora se podrían descartar otras fuentes de agua y dependería tanto de los recursos naturales como de los caudales de producción de las ETAP y la demanda. Por otra parte, los campos de pozos del CYII citados, se localizan aguas abajo de ETAP's. El CYII ha realizado y está realizando experiencias satisfactorias de recarga en dos sondeos de los campos de pozos de El Goloso-Canal Alto y Fuencarral. Las solicitudes de autorización para la realización de pruebas experimentales se presentaron en 2002 (pozo Casilla de Valverde) y en 2003 (pozo FE-1 Fuencarral). Se propone la utilización de sondeos del CYII en el ATDM para realizar operaciones de recarga artificial en ciclos de 4 años, dependiendo de la explotación realizada en los mismos.

(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 artificial con aguas depuradas en esta masa

(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												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

ETAP de la MASb

Nombre	Capacidad Máxima de Tratamiento (m ³ /s)
El Bodonal	4
Colmenar	16
San Agustín de Guadalix	0,04

Disponibilidad hídrica estimada: **Dependerá de la situación existente según el manual de abastecimiento del CYII**

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga: **procedente de ETAP disponible para abastecimiento.**

- - Parámetros (*):

- Conductividad: 76 µS/cm
- Turbidez: 0,30
- Ca: 13,40 mg/L
- Na: 3 mg/L
- Fe²⁺: 0,82 mg/L
- Bicarbonatos: 21,2 mg/L
- Cl: 7,30 mg/L
- Sulfatos: 11,70 mg/L
- Mn: 0,02 mg/L

- Agua del medio receptor

- Parámetros:

- Conductividad: 332 µS/cm
- Turbidez: 1
- Ca: 15,20 mg/L
- Na: 68,20 mg/L
- Fe²⁺: 0,04 mg/L
- Bicarbonatos: 158,6 mg/L
- Cl: 22,6 mg/L
- Sulfatos: 25,8 mg/L
- Mn: 0,005 mg/L

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

Buena Regular Media A estudiar aspectos (cloraminas)

El CYII dispone de varios informes internos realizados al efecto:

(*)(2000) Análisis de la viabilidad de recarga del ATDM mediante recarga profunda. Simulación de los procesos geoquímicos.

(2007) Posibles efectos del cloro residual en el ATDM por operaciones de recarga artificial

(2008) Calidad química del agua del ATDM durante las operaciones de recarga en Casilla de Valverde.

(2004) Universidad Autónoma de Madrid. Viabilidad geoquímica de la inyección de agua de la planta potabilizadora de Colmenar Viejo en el pozo FE-1bis. Informe interno.

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA	ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES																
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Superficial</td> <td style="width: 50%;">Profunda</td> </tr> <tr> <td>Balsas <input type="checkbox"/></td> <td>Sondeos <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Inundación <input type="checkbox"/></td> <td>Pozos <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Zanjas <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Canales <input type="checkbox"/></td> <td>Mixta: <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cauces <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Represas <input type="checkbox"/></td> <td>ASR: <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Otros <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>	Superficial	Profunda	Balsas <input type="checkbox"/>	Sondeos <input checked="" type="checkbox"/>	Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>	Zanjas <input type="checkbox"/>		Canales <input type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>	Cauces <input type="checkbox"/>		Represas <input type="checkbox"/>	ASR: <input checked="" type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>		<p>Estudios previos de caudales <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Estudios previos del acuífero <input checked="" type="checkbox"/></p> <p><u>Otros estudios:</u> Recarga artificial en el acuífero de Madrid a través de pozos del CYII. Estudio de impacto ambiental (CYII, informe interno)</p> <p><u>Planta de recarga</u> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Gestión de los recursos hídricos en el sistema de abastecimiento de la Comunidad de Madrid (López Camacho e Iglesias, 2007) (Inf. Ad. 2)</p> <p>Infraestructuras de transporte <input type="checkbox"/> Ya existen</p> <ul style="list-style-type: none"> o Canal: Canal Bajo y Canal Alto o Azud: o Otros: <p>Otras infraestructuras:</p>
Superficial	Profunda																
Balsas <input type="checkbox"/>	Sondeos <input checked="" type="checkbox"/>																
Inundación <input type="checkbox"/>	Pozos <input type="checkbox"/>																
Zanjas <input type="checkbox"/>																	
Canales <input type="checkbox"/>	Mixta: <input type="checkbox"/>																
Cauces <input type="checkbox"/>																	
Represas <input type="checkbox"/>	ASR: <input checked="" type="checkbox"/>																
Otros <input type="checkbox"/>																	

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

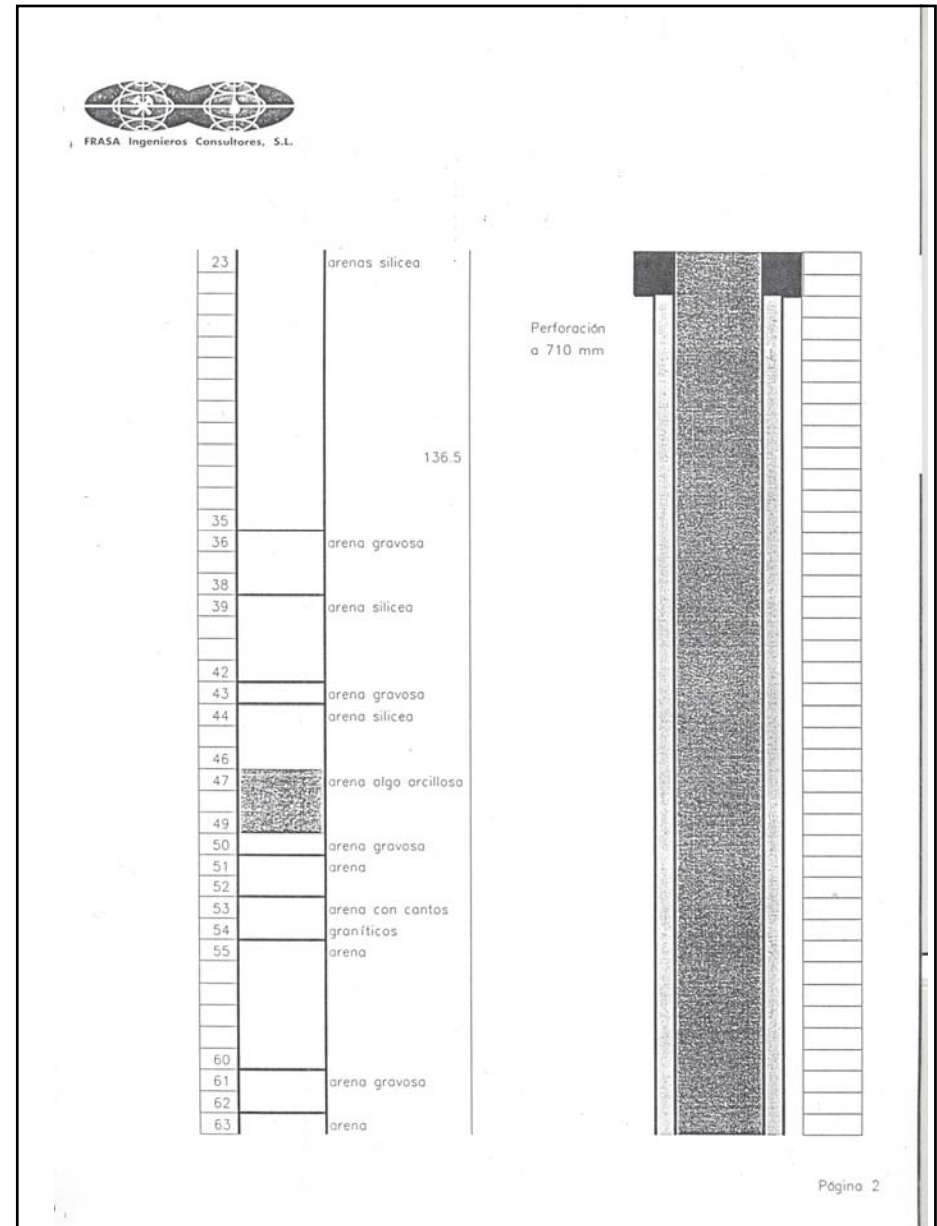
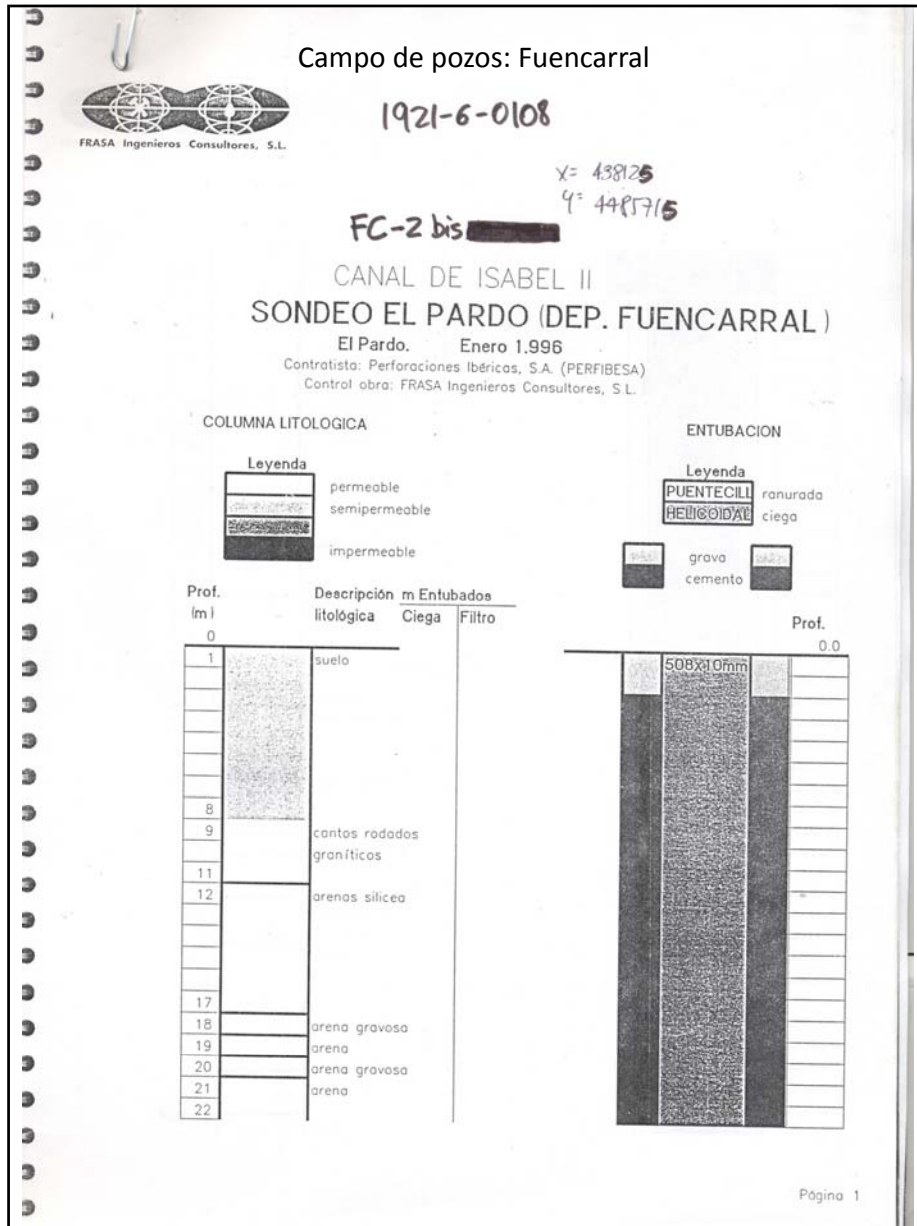
- Además de los aspectos sobre compatibilidad química del agua de recarga, fuentes de agua disponibles y viabilidad técnica del tipo de instalación, otro tema a tener en cuenta son las referentes a cuestiones legales y administrativas como asignación de volúmenes recargados cuando las operaciones las hagan los usuarios, necesidad de creación de comunidades de usuarios de aguas subterráneas. Las estaciones experimentales realizadas por el CYII han servido para probar y ajustar el diseño de los pozos de recarga y los ciclos de recarga y de limpieza.

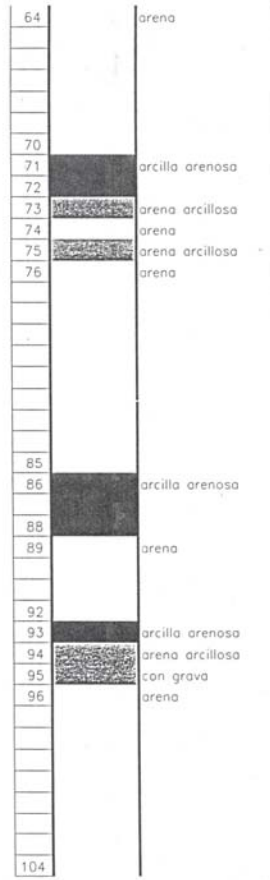
VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica: recarga artificial mediante sondeos profundos de inyección y bombeo (ASR) independientes o duales (profundidad media 400-500 m. para recargar Q mínimo equivalente a 2,5 m³/hora durante 5 meses al año)
- Económica:
 - Inversión (perforación, testificación, entubación, cementación, limpieza, instalación...): 350.000 €
 - Consumo agua anual de ETAP (2,5 m³/hora en 5 meses de operación): 5.000 €
 - Consumo eléctrico inyección y bombeo: 20.000 €
 - Reparaciones y mantenimiento: 50.000 €
 - Coste personal: 5.000 €
 - Total costes operativos anuales: 80.000 €
- Legal o administrativa:
 - Compleja, necesidad de asignación de uso de los volúmenes recargados junto con la creación de una comunidad de usuarios de aguas subterráneas del ATDM.

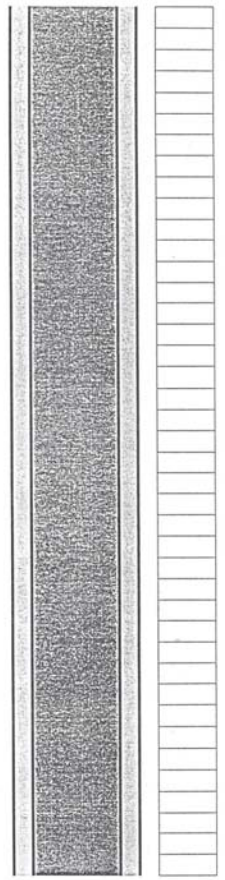
INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO





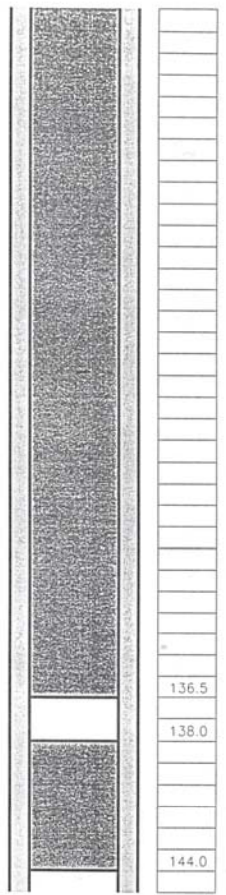
Perforación a 710 mm

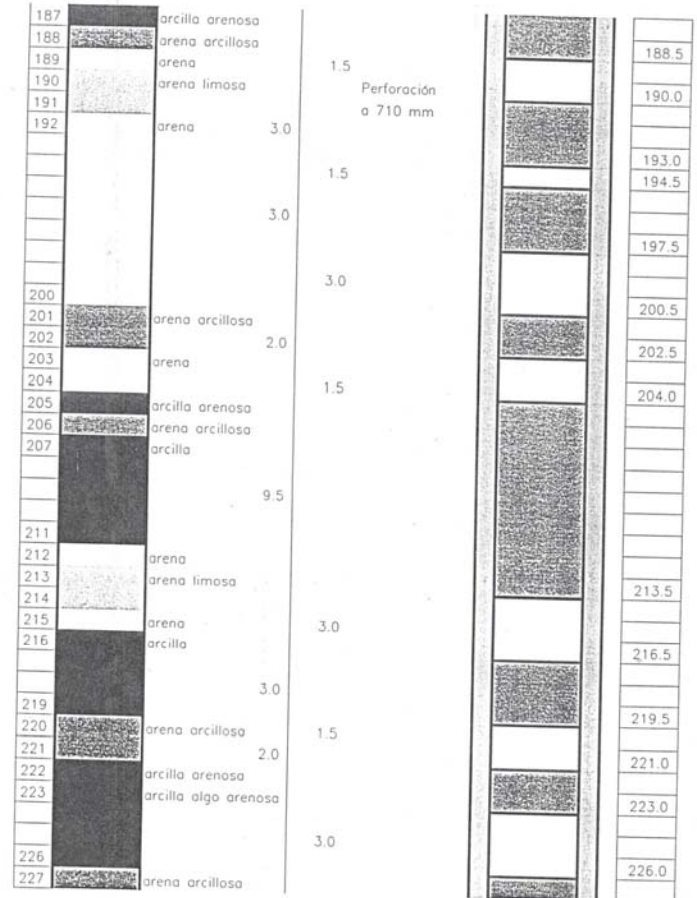
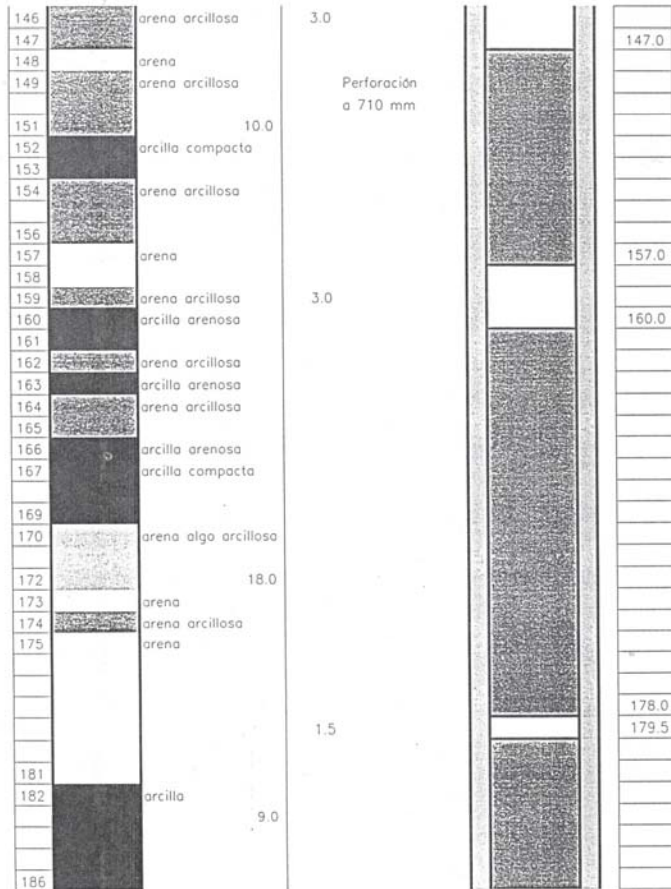


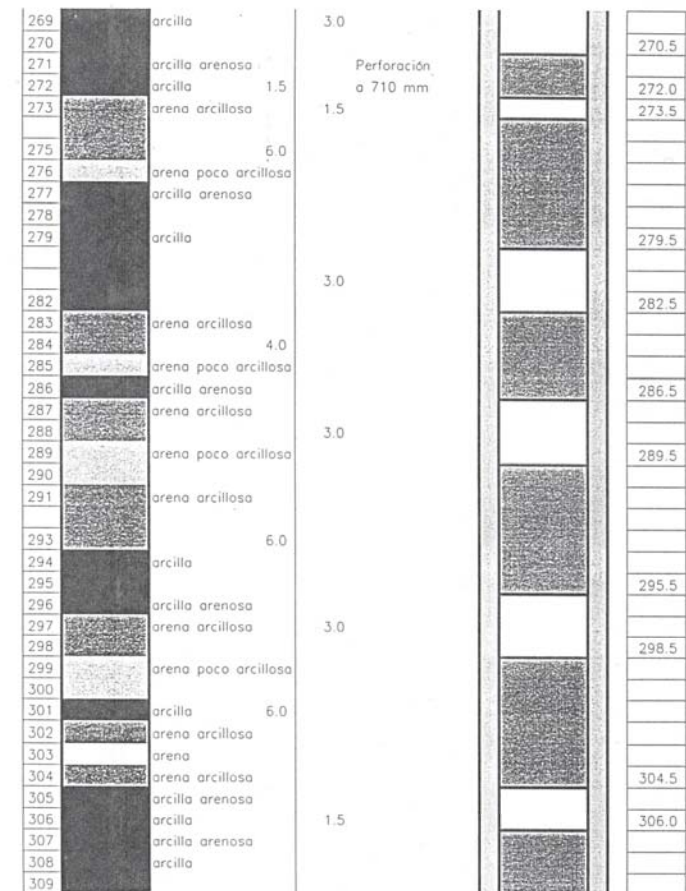
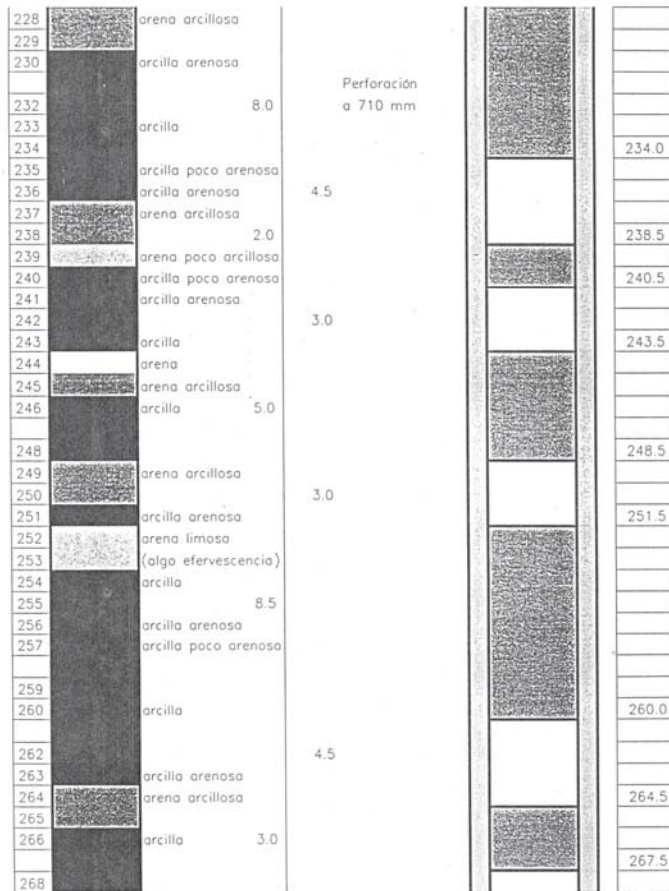
Perforación a 710 mm

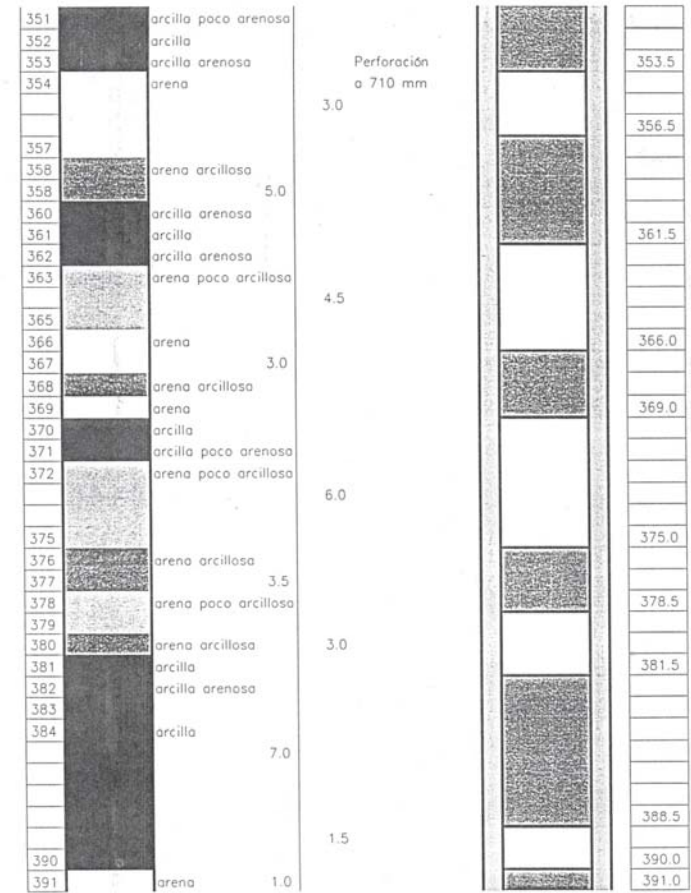
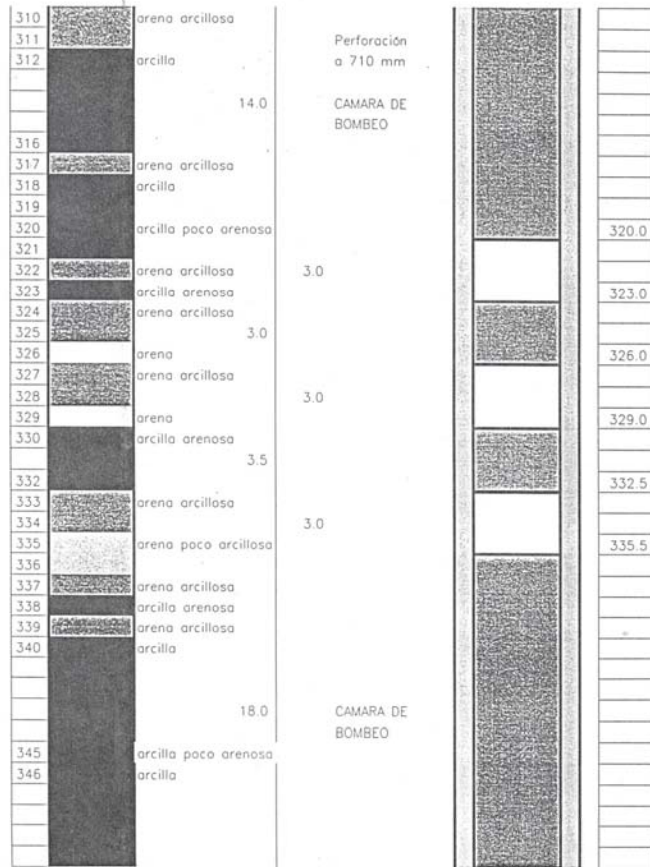
1.5

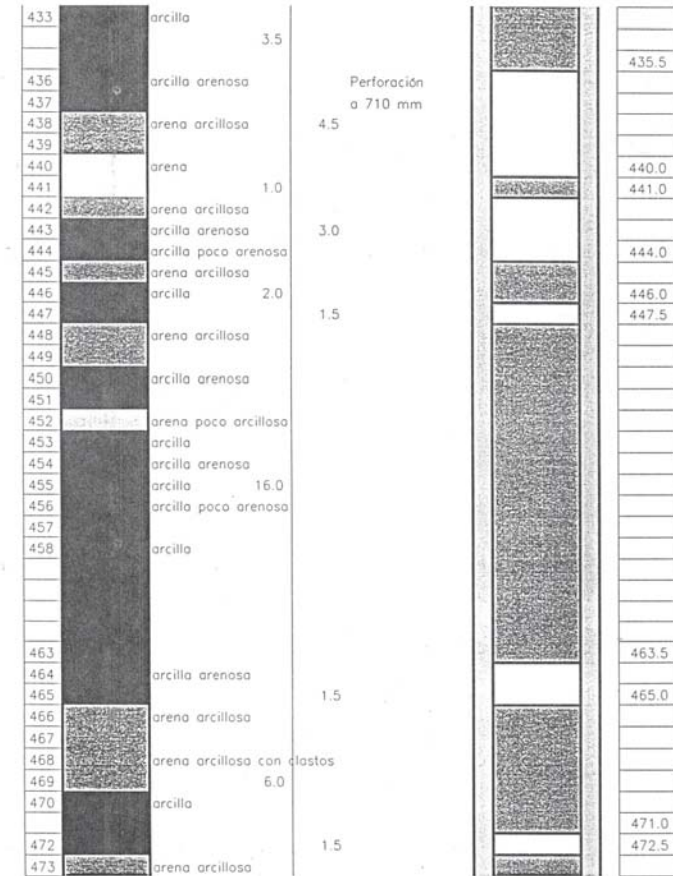
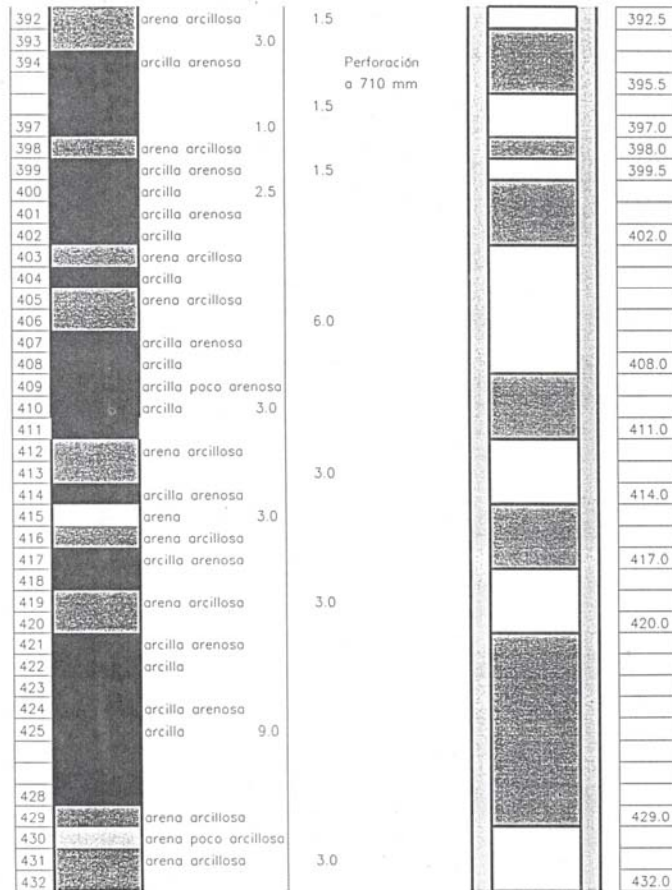
6.0

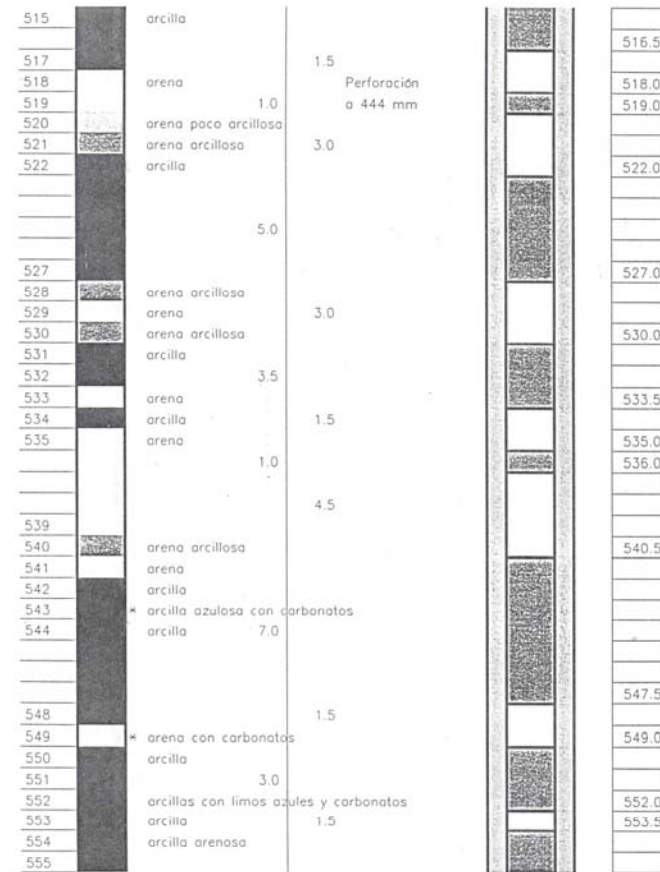
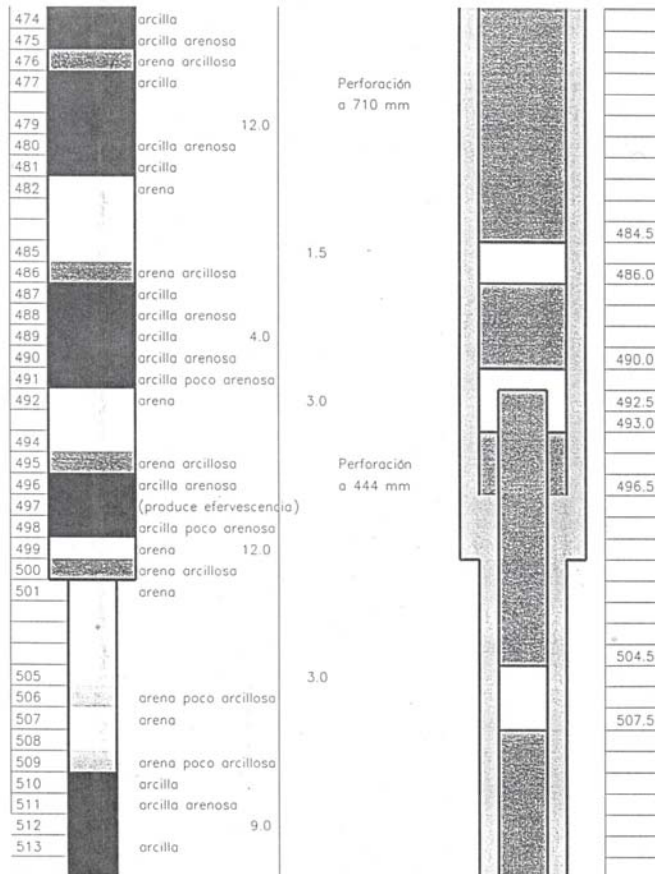


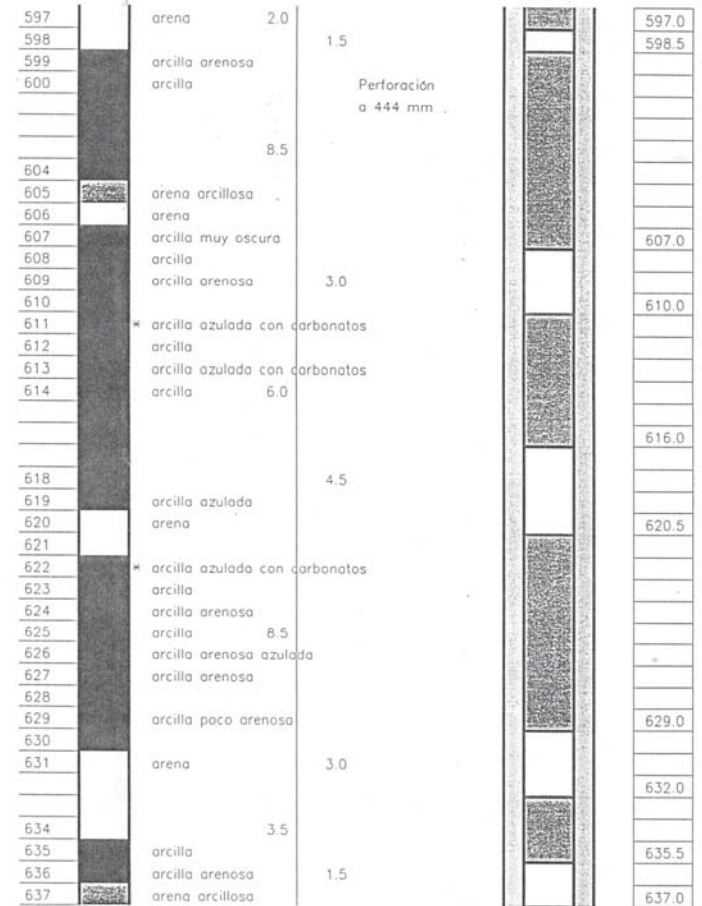
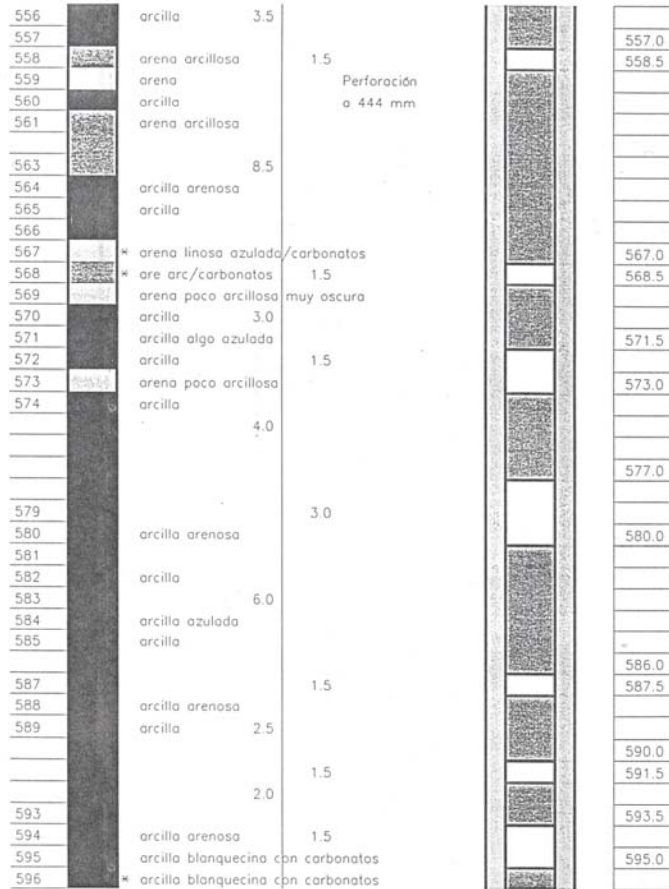


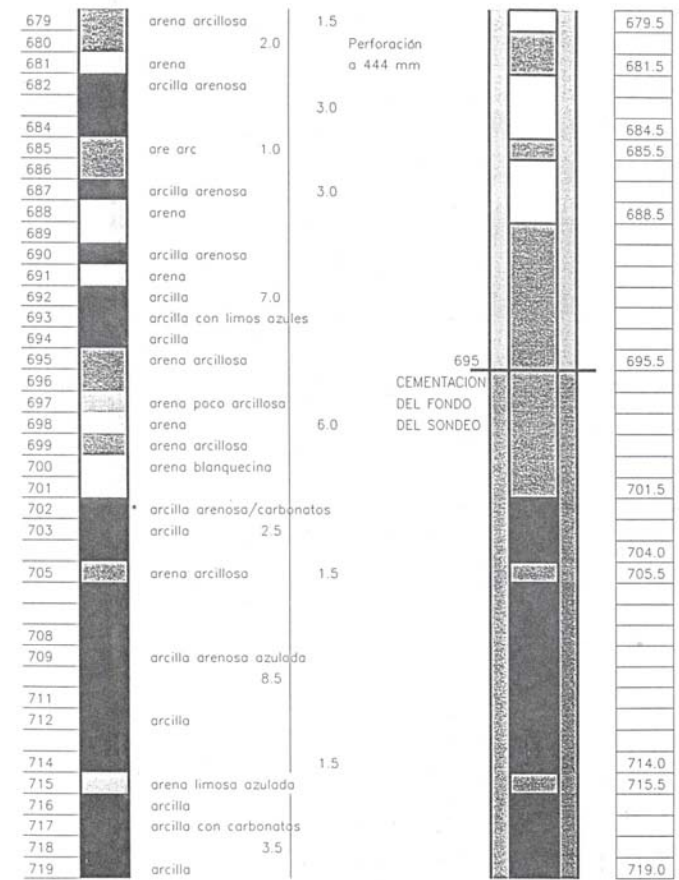
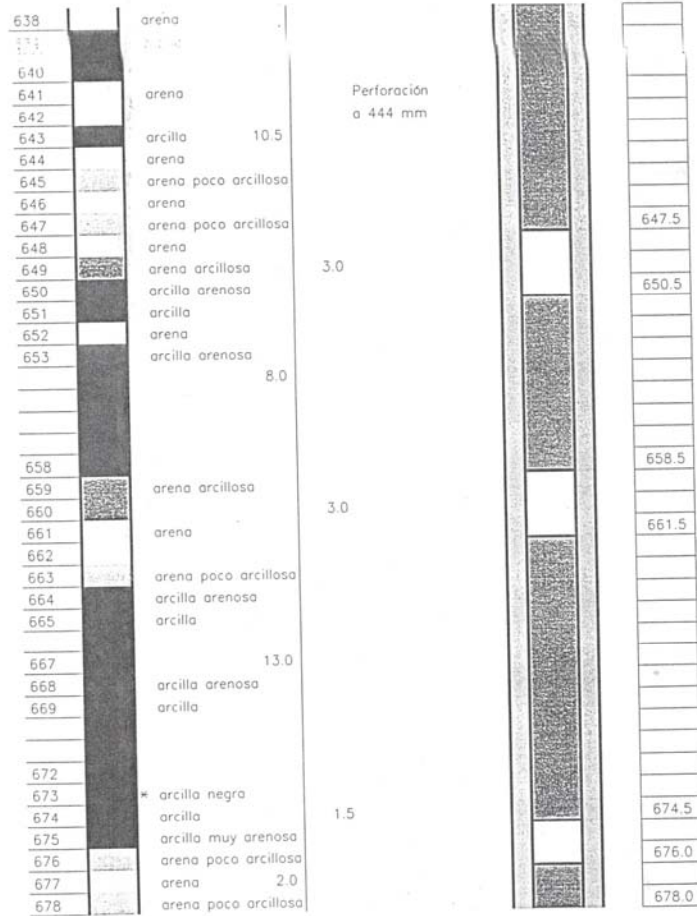


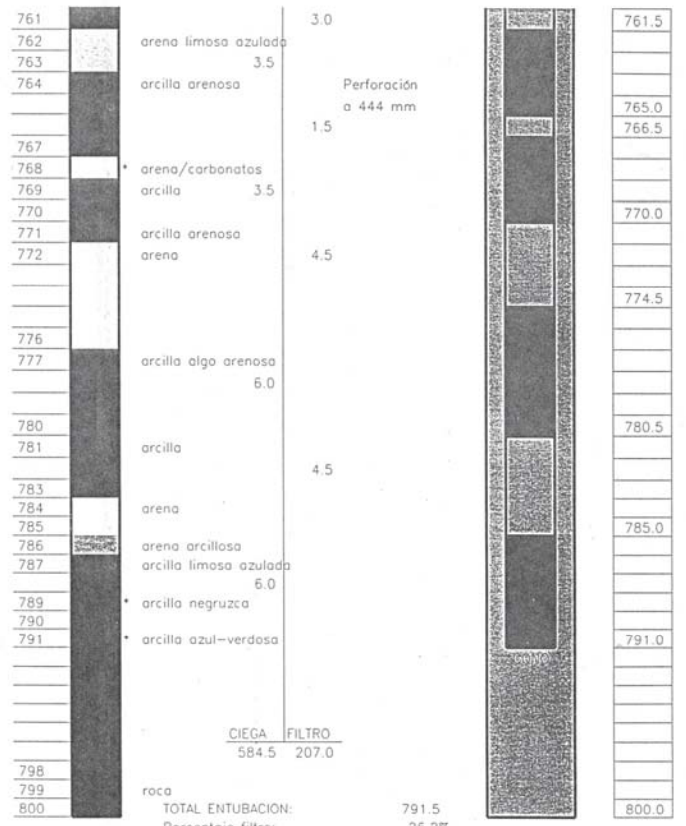
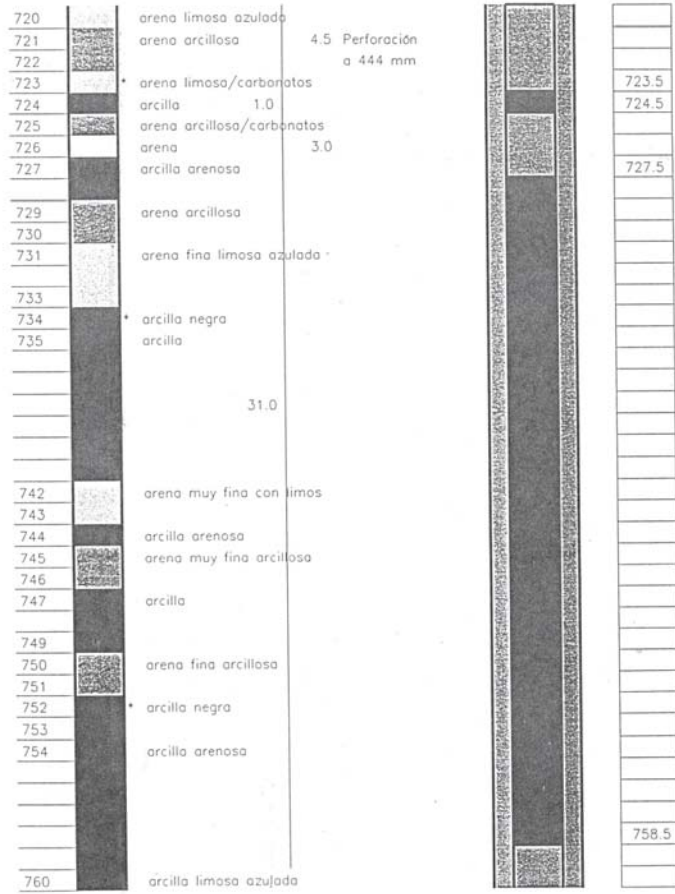












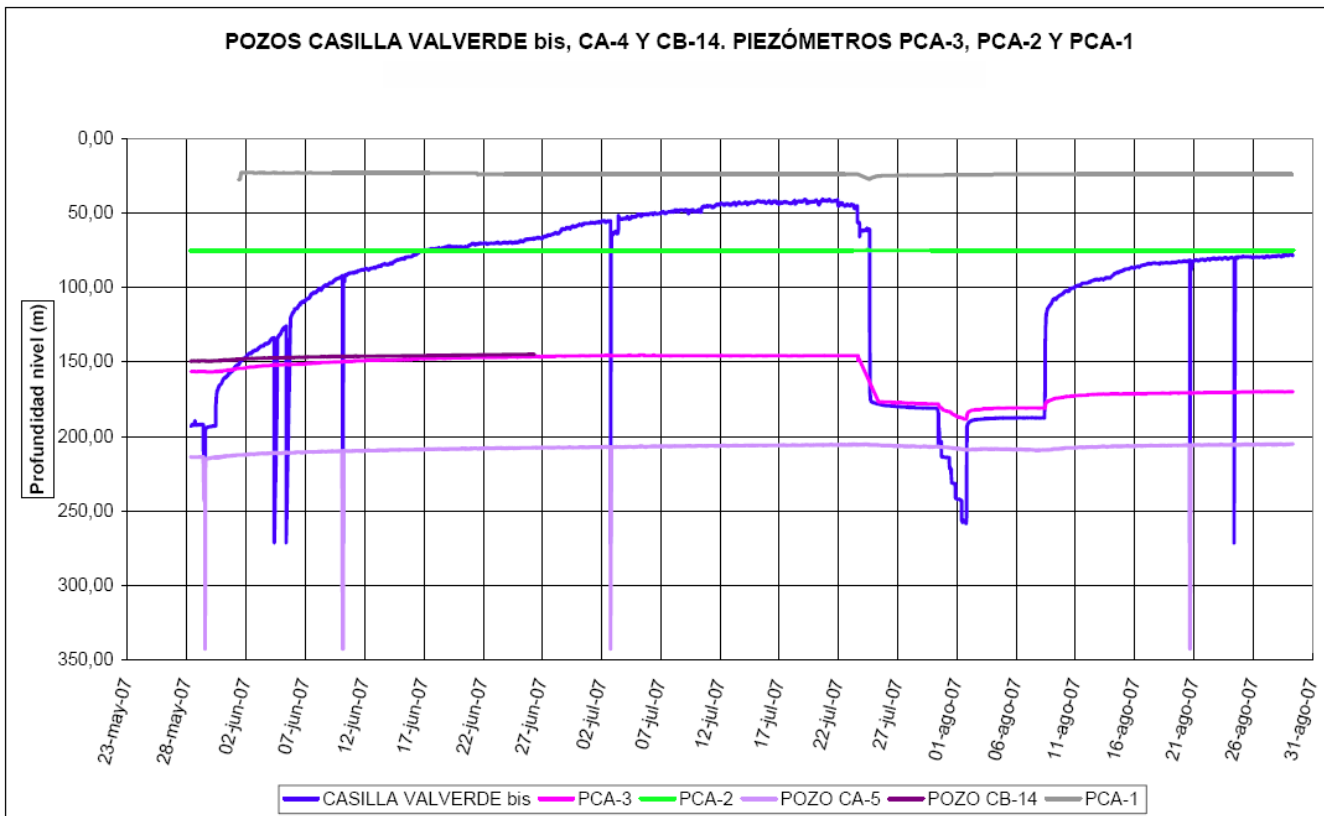
* Muestra litológica recomendada para análisis

TOTAL ENTUBACION: 791.5
 Porcentaje filtro: 26.2%
 Filtro bajo cota 136,5: 31.6%

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: PLANTA DE RECARGA

Ver datos de operaciones de recarga realizadas, tiempos, caudales de recarga, ciclos de recarga y limpieza llevados a cabo por el CYII en el sondeo de Casilla de Valverde en:

- "El uso conjunto en el abastecimiento de Madrid: recarga artificial HIDROPRES nº 31. 2001"
- "Gestión de los recursos hídricos en el sistema de abastecimiento de la Comunidad de Madrid. López-Camacho e Iglesias. V Congreso de Ingeniería Civil. CICCIP. Sevilla. 2007"



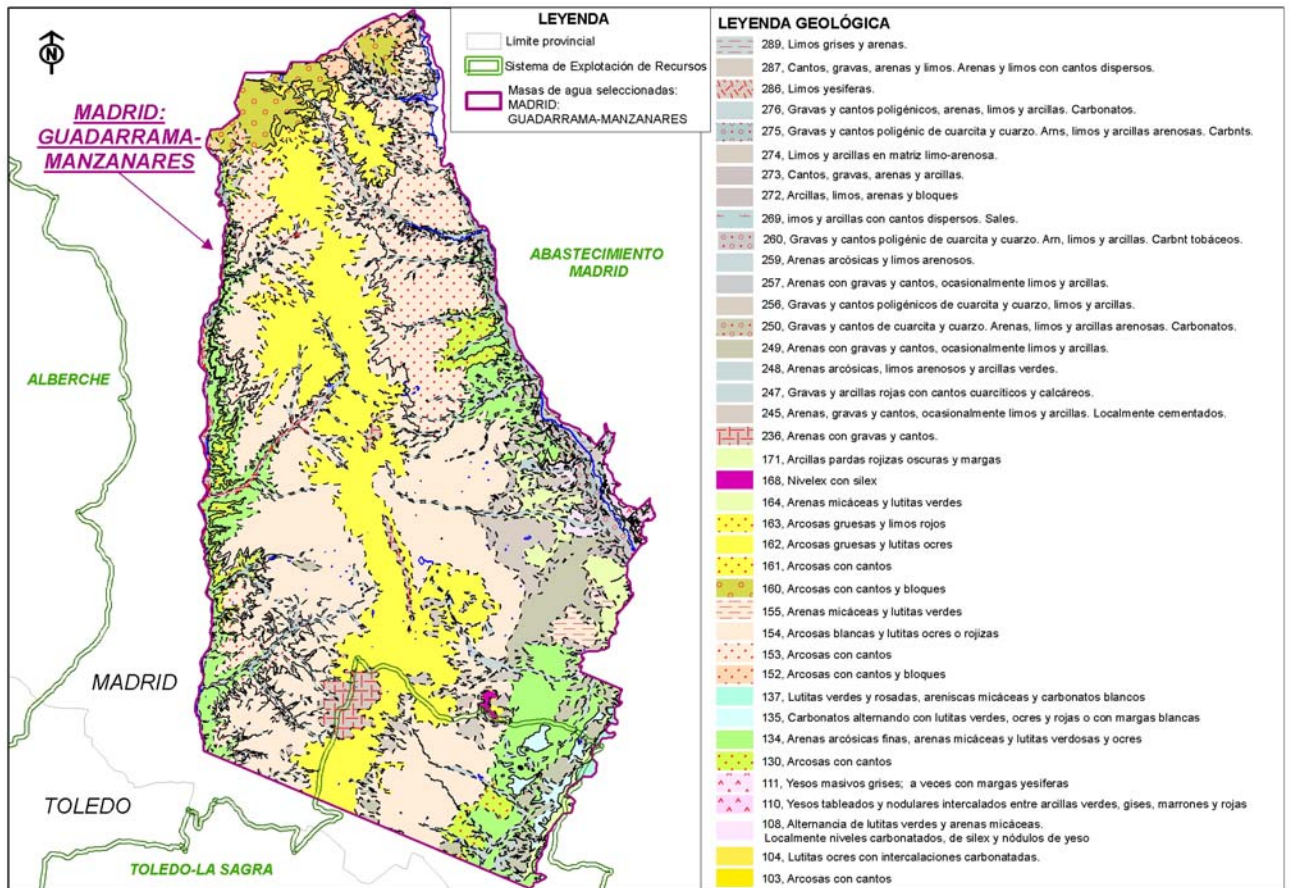
Evolución piezométrica en el pozo de recarga Casilla de Valverde y puntos de observación (López-Camacho e Iglesias, 2007)

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 031- TAJO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 03.05 ABASTECIMIENTO A MADRID	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 030.011 MADRID: GUADARRAMA-MANZANARES
---	---	---

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

<p><u>Comunidades Autónomas:</u> COMUNIDAD DE MADRID</p> <p><u>Provincias:</u> Madrid</p>	<p><u>Municipios:</u> (19) Alcorcón, Arroyomolinos, Batres, Boadilla del Monte, Fuenlabrada, Getafe, Griñón, Humanes de Madrid, Leganés, Majadahonda, Moraleja de Enmedio, Móstoles, Parla, Pinto, Pozuelo de Alarcón, Las Rozas de Madrid, Torrejón de la Calzada, Torrejón de Velasco y Villaviciosa de Odón.</p>
---	---

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Debido al interés de mantener un uso estratégico y sostenible del Acuífero Terciario Detrítico de Madrid para abastecimiento se plantea la recarga artificial en profundidad como elemento de apoyo a la gestión y para mejorar y aumentar el ritmo de recuperación de los niveles en el acuífero en las zonas de mayor explotación (coincidiendo entre otros con los campos de pozos del CYII) cuyos descensos residuales no se recuperan antes del siguiente período de bombeo. En esta masa se sitúan los siguientes campos de pozos del CYII en los que podrían llevarse a cabo operaciones de recarga artificial: PLANTIO-MAJADAHONDA (6 pozos), CANAL DEL OESTE (7 pozos, en uno de ellos LA CABAÑA se están llevando a cabo experiencias de recarga artificial), MOSTOLES (7 pozos) y FUENLABRADA (4 pozos).

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro Abastecimiento urbano <input checked="" type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/>	Mejora de impactos Calidad <input type="checkbox"/> Sobreexplotación <input type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Mejora sequía <input type="checkbox"/> <u>Otras</u> <input checked="" type="checkbox"/> acelerar la recuperación de los niveles piezométricos derivados de la explotación en campos de pozos del CYII

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Acuífero Terciario Detrítico de Madrid (ATDM)

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 checked="" type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>	Semiconfinado	<input type="checkbox"/>
					Litología: arenas, arcillas, gravas y arcosas Espesores: Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.) (Inf. Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	 7x10 ⁻² 100 10 ⁻⁴		 1,75 320 10 ⁻³

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	a	e		(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	a	s		

Observaciones:

La masa limita al Norte con los materiales graníticos de la Sierra de Guadarrama. Los límites oriental y occidental son los ríos Manzanares y Guadarrama, pero el acuífero tiene continuidad, hacia el Este, con los propios materiales detríticos terciarios de la masa 030.010 Madrid: Manzanares-Jarama y, hacia el Oeste con los de la masa 030.12 Madrid: Aldea del Fresno-Guadarrama. Por el Sureste, el límite se establece por el contacto con las facies terciarias de tipo margoso y evaporítico de baja permeabilidad; el límite Sur se define según una línea recta con un criterio administrativo, próxima al límite provincial entre Toledo y Madrid, que pone en contacto esta masa de agua subterránea con la masa de Talavera (030.015).

Salvo los límites norte (granitos de la sierra) y sureste (formaciones margosas y evaporíticas terciarias) que son impermeables, esta masa de agua subterránea tiene continuidad hidrodinámica con colindantes de Madrid: Manzanares-Jarama (030.010), por el Este, y de Madrid: Guadarrama-Manzanares (030.012) y Talavera (030.015), por el Oeste y Sur, respectivamente.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA RECARGA EN LA MASA

ORIGEN DEL AGUA	Recursos hídricos naturales <input type="checkbox"/>	Depuración <input type="checkbox"/>	Desalación <input type="checkbox"/>	
Recursos hídricos naturales	Embalse 1	Río 1	Canal 1	Esorrentía
Nombre (código):				
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}): **Según fase de estado del manual de abastecimiento del CYII**

Comentario:

Debido a que las aguas del acuífero detrítico están reservadas para abastecimiento urbano, parece lógico en este caso que **el agua para recargar proceda de la red de embalses del CYII tratada previamente en una ETAP** (agua de recarga con calidad apta para el consumo humano), por lo que por ahora se podrían descartar otras fuentes de agua y dependería tanto de los recursos naturales como de los caudales de producción de las ETAP y la demanda. Por otra parte, los campos de pozos del CYII citados, se localizan aguas abajo de ETAP's. El CYII ha realizado y está realizando experiencias satisfactorias de recarga en el sondeo LA CABAÑA del campo de pozos del CANAL DEL OESTE próximo a Pozuelo de Alarcón. La solicitud de autorización para la realización de pruebas experimentales se presentó en 2003. Se propone la utilización de sondeos del CYII en el ATDM para realizar operaciones de recarga artificial en ciclos de 4 años, dependiendo de la explotación realizada en los mismos.

(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 artificial con aguas depuradas en esta masa

(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												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

ETAP de la MASb

Nombre	Capacidad Máxima de Tratamiento (m ³ /s)
Majadahonda	3,9
Griñón	1

Disponibilidad hídrica estimada: **Dependerá de la situación existente según el manual de abastecimiento del CYII**

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

▪ Agua de recarga: procedente de ETAP disponible para abastecimiento

- Parámetros (*):

- pH: 7,74
- T: 10°C
- Ca: 12 mg/L
- Mg: 2,15 mg/L
- Na: 6 mg/L
- K: 0,73 mg/L
- Bicarbonatos: 21,2 mg/L
- Cl: 9,2 mg/L
- Sulfatos: 8,1 mg/L
- Fe: 0,008 mg/L

▪ Agua del medio receptor

- Parámetros:

- pH: 7,82
- T: 20°C
- Ca: 10,7 mg/L
- Mg: 2,40 mg/L
- Na: 28 mg/L
- K: 5,30 mg/L
- Bicarbonatos: 143 mg/L
- Cl: 9 mg/L
- Sulfatos: 1,7 mg/L
- Fe: 0,03 mg/L

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

Buena Regular Media A estudiar aspectos (**cloraminas**)

El CYII dispone de varios informes internos realizados al efecto:

(2007) Posibles efectos del cloro residual en el ATDM por operaciones de recarga artificial

(2008) Calidad química del agua del ATDM durante las operaciones de recarga en Casilla de Valverde.

(*) (2004) (Universidad Autónoma de Madrid. Viabilidad geoquímica de la inyección de agua de la planta potabilizadora de Colmenar Viejo en el pozo FE-1bis. Informe interno.

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA	ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES																																				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Superficial</td> <td style="width: 50%;">Profunda</td> </tr> <tr> <td>Balsas</td> <td><input type="checkbox"/> Sondeos</td> </tr> <tr> <td>Inundación</td> <td><input type="checkbox"/> Pozos</td> </tr> <tr> <td>Zanjas</td> <td><input type="checkbox"/> Mixta:</td> </tr> <tr> <td>Canales</td> <td><input type="checkbox"/> ASR:</td> </tr> <tr> <td>Cauces</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Represas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Superficial	Profunda	Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos	Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos	Zanjas	<input type="checkbox"/> Mixta:	Canales	<input type="checkbox"/> ASR:	Cauces	<input type="checkbox"/>	Represas	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Estudios previos de caudales</td> <td style="width: 40%; text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Estudios previos del acuífero</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><u>Otros estudios:</u> Recarga artificial en el acuífero de Madrid a través de pozos del CYII. Estudio de impacto ambiental (CYII, informe interno)</td> </tr> <tr> <td>Planta de recarga</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestión de los recursos hídricos en el sistema de abastecimiento de la Comunidad de Madrid (López Camacho e Iglesias, 2007) (Inf. Ad. 3) </td> </tr> <tr> <td>Infraestructuras de transporte</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> Ya existen</td> </tr> <tr> <td> o Canal:</td> <td>Canal del Oeste</td> </tr> <tr> <td> o Azud:</td> <td></td> </tr> <tr> <td> o Otros:</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Otras infraestructuras:</td> </tr> </table>	Estudios previos de caudales	<input checked="" type="checkbox"/>	Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>Otros estudios:</u> Recarga artificial en el acuífero de Madrid a través de pozos del CYII. Estudio de impacto ambiental (CYII, informe interno)		Planta de recarga	<input checked="" type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestión de los recursos hídricos en el sistema de abastecimiento de la Comunidad de Madrid (López Camacho e Iglesias, 2007) (Inf. Ad. 3) 		Infraestructuras de transporte	<input checked="" type="checkbox"/> Ya existen	o Canal:	Canal del Oeste	o Azud:		o Otros:		Otras infraestructuras:	
Superficial	Profunda																																				
Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos																																				
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos																																				
Zanjas	<input type="checkbox"/> Mixta:																																				
Canales	<input type="checkbox"/> ASR:																																				
Cauces	<input type="checkbox"/>																																				
Represas	<input type="checkbox"/>																																				
Otros	<input type="checkbox"/>																																				
Estudios previos de caudales	<input checked="" type="checkbox"/>																																				
Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/>																																				
<u>Otros estudios:</u> Recarga artificial en el acuífero de Madrid a través de pozos del CYII. Estudio de impacto ambiental (CYII, informe interno)																																					
Planta de recarga	<input checked="" type="checkbox"/>																																				
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestión de los recursos hídricos en el sistema de abastecimiento de la Comunidad de Madrid (López Camacho e Iglesias, 2007) (Inf. Ad. 3) 																																					
Infraestructuras de transporte	<input checked="" type="checkbox"/> Ya existen																																				
o Canal:	Canal del Oeste																																				
o Azud:																																					
o Otros:																																					
Otras infraestructuras:																																					

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

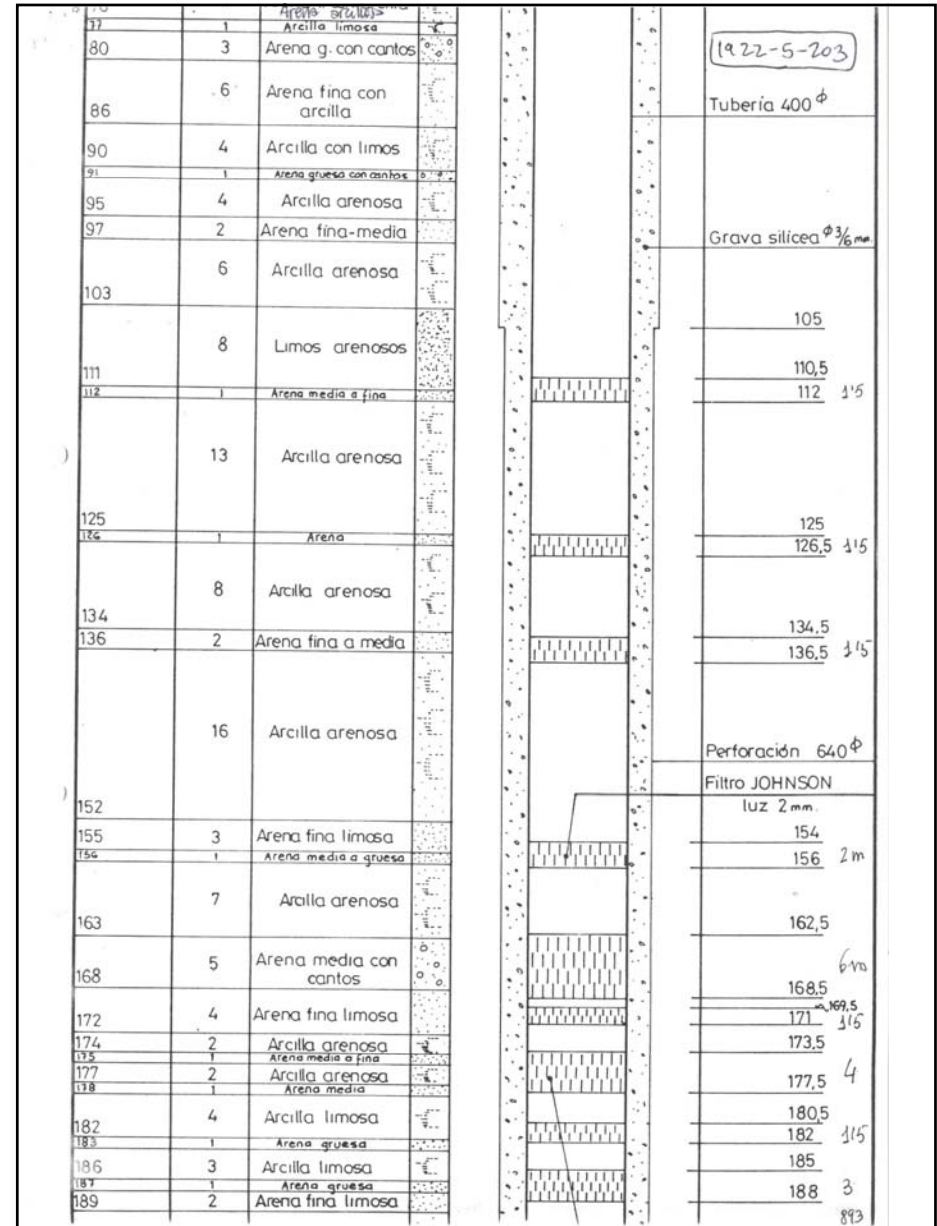
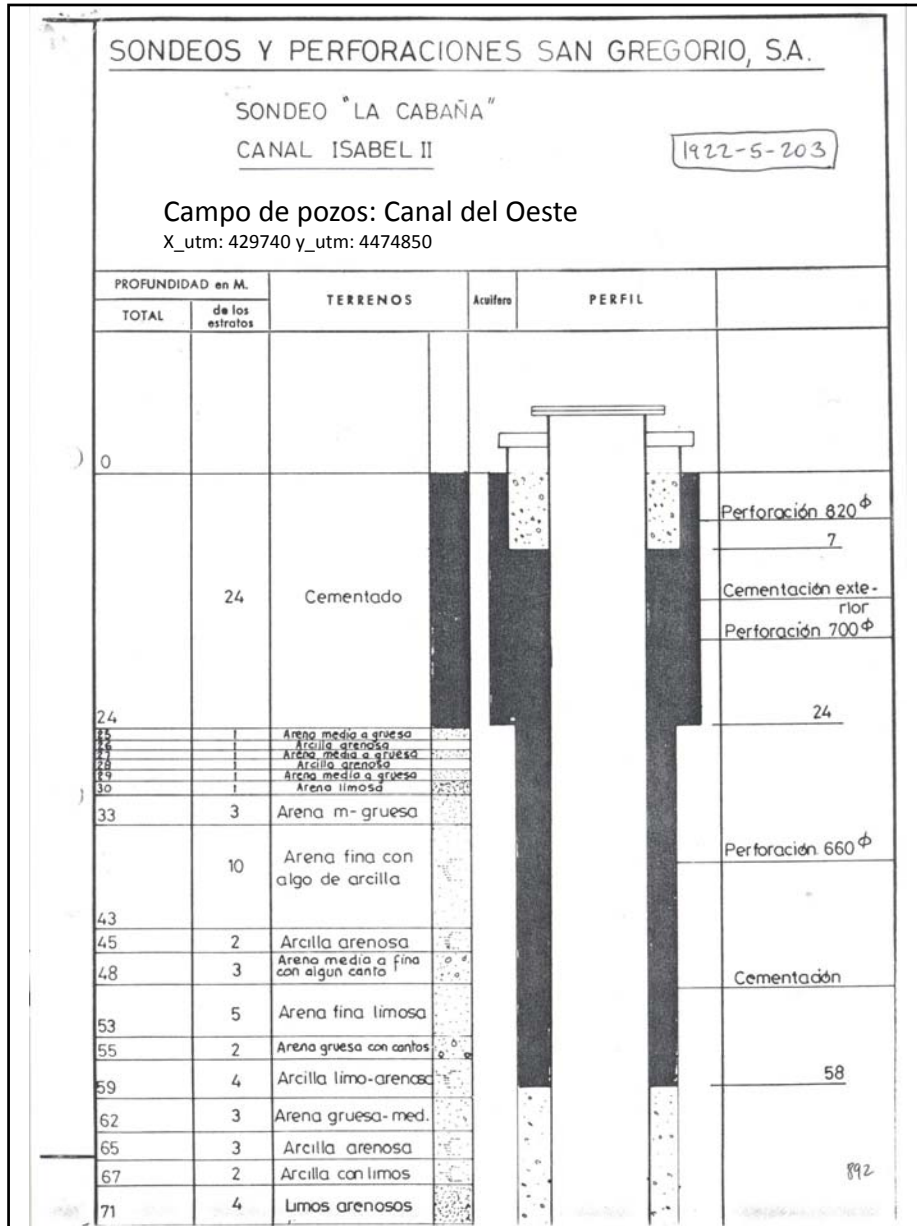
- Además de los aspectos sobre compatibilidad química del agua de recarga , fuentes de agua disponibles y viabilidad técnica del tipo de instalación, otro tema a tener en cuenta son las referentes a cuestiones legales y administrativas como asignación de volúmenes recargados cuando las operaciones las hagan los usuarios, necesidad de creación de comunidades de usuarios de aguas subterráneas. Las estaciones experimentales realizadas por el CYII han servido para probar y ajustar el diseño de los pozos de recarga y los ciclos de recarga y de limpieza

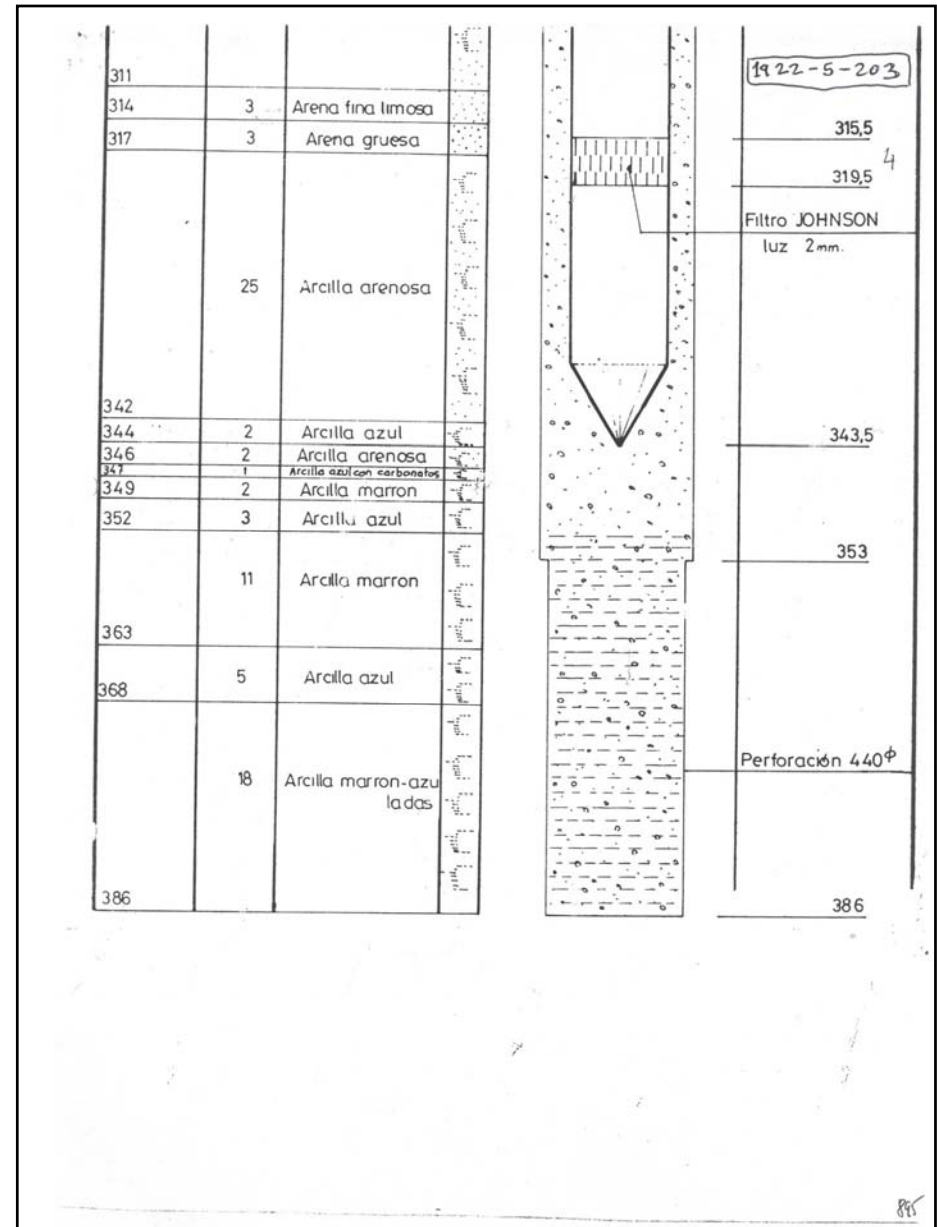
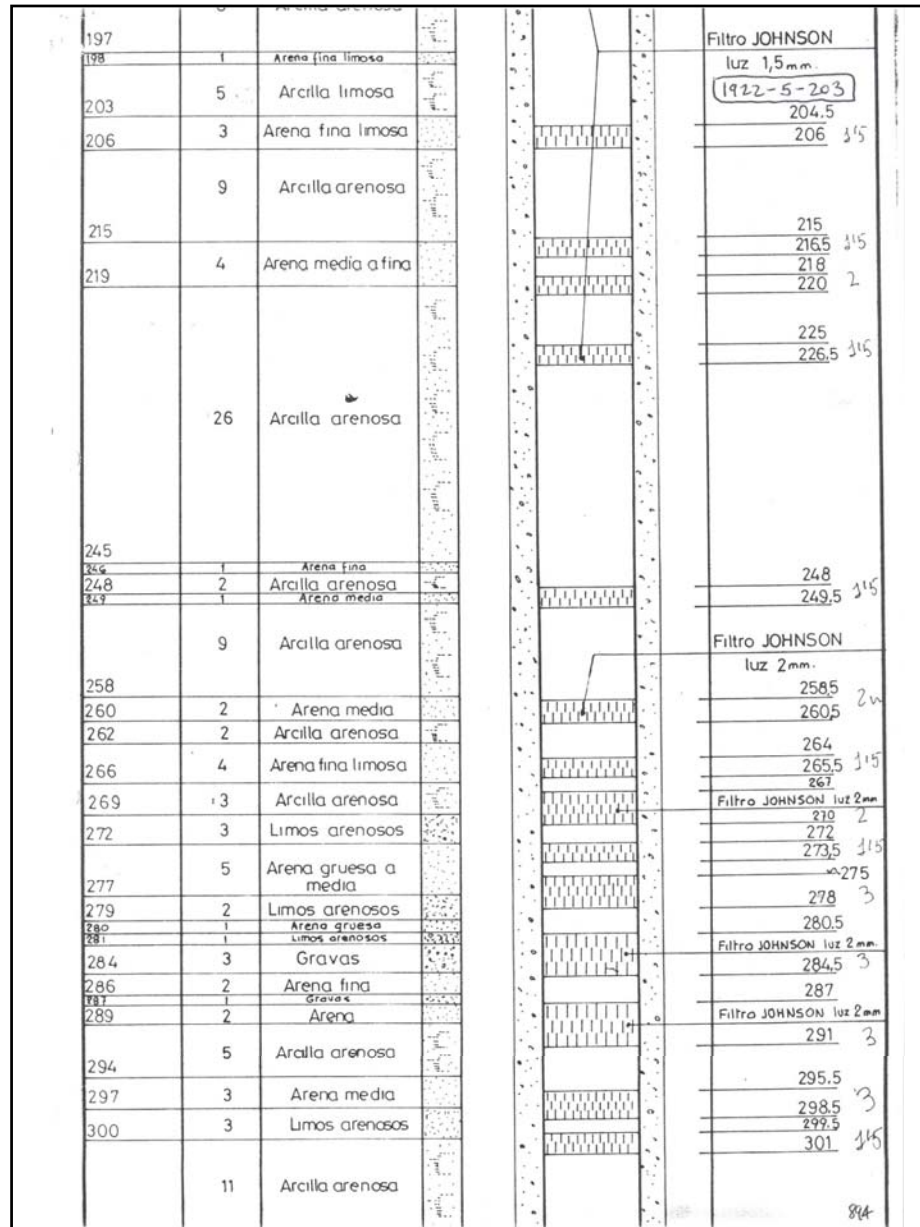
VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica: recarga artificial mediante sondeos profundos de inyección y bombeo (ASR) independientes o duales (profundidad media 400-500 m. para recargar Q mínimo equivalente a 2,5 m³/hora durante 5 meses al año)
- Económica:
 - Inversión (perforación, testificación, entubación, cementación, limpieza, instalación...): 350.000 €
 - Consumo agua anual de ETAP (2,5 m³/hora en 5 meses de operación): 5.000 €
 - Consumo eléctrico inyección y bombeo: 20.000 €
 - Reparaciones y mantenimiento: 50.000 €
 - Coste personal: 5.000 €
 - Total costes operativos anuales: 80.000 €
- Legal o administrativa:
 - Compleja, necesidad de asignación de uso de los volúmenes recargados junto con la creación de una comunidad de usuarios de aguas subterráneas del ATDM.

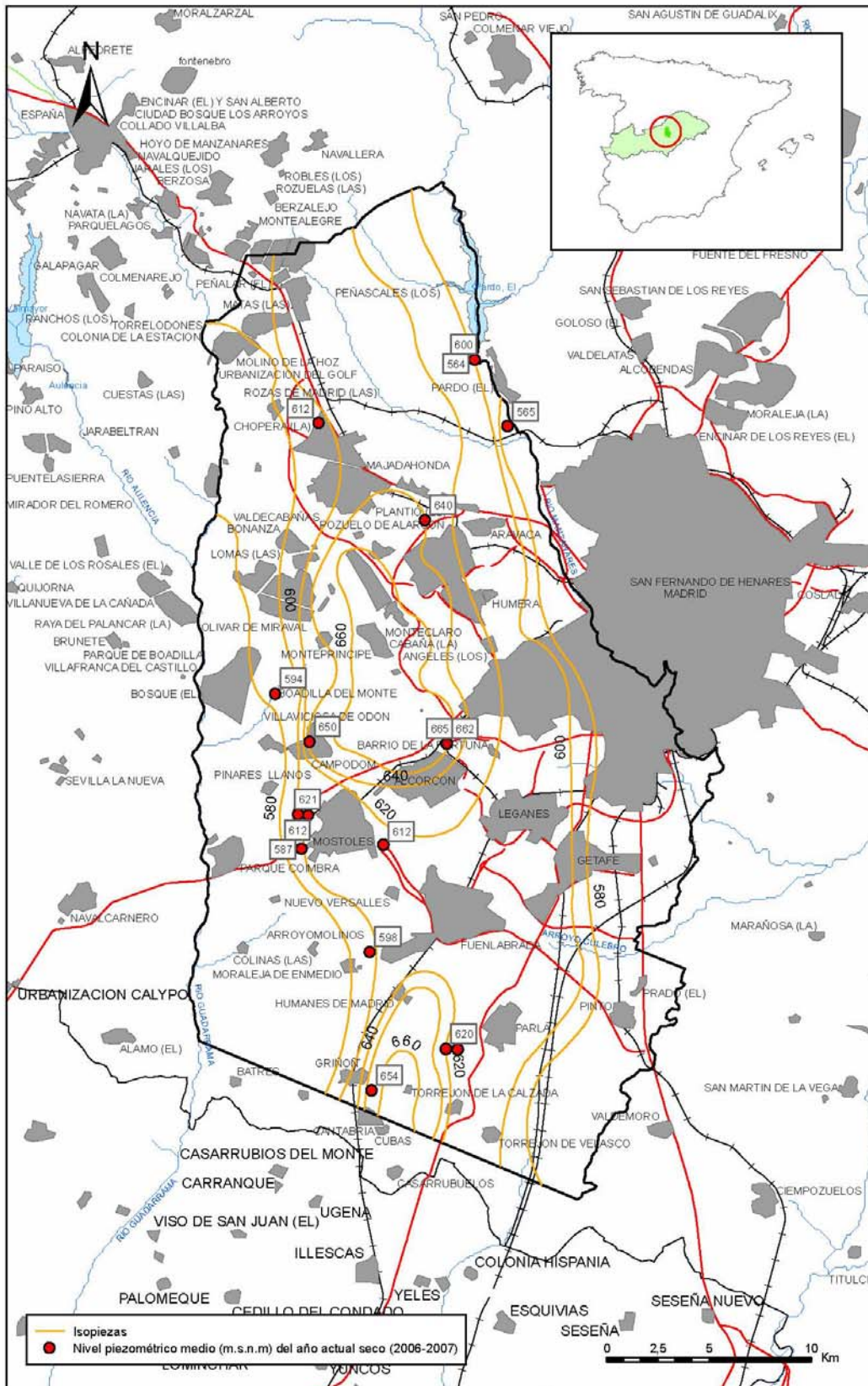
INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA TIPO





INFORMACIÓN ADICIONAL 2: SUPERFICIE PIEZOMÉTRICAS

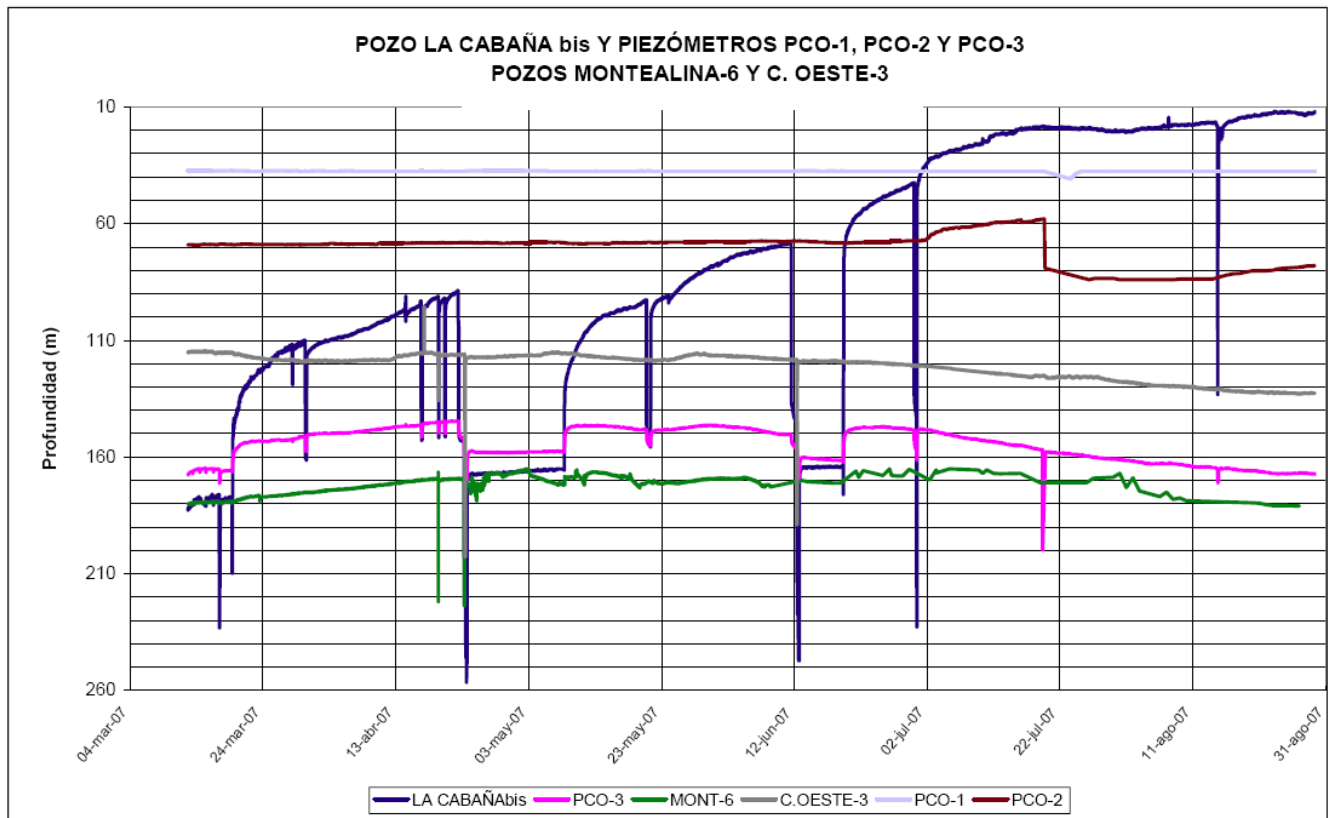


Mapa 5.2.b.1. Mapa de isopiezas del año actual seco (2006-2007) de la masa Madrid: Guadarrama-Manzanares (030011)

INFORMACIÓN ADICIONAL 3: PLANTA DE RECARGA

Ver datos de operaciones de recarga realizadas, tiempos, caudales de recarga, ciclos de recarga y limpieza llevados a cabo por el CYII en el sondeo de La Cabaña en:

- "Gestión de los recursos hídricos en el sistema de abastecimiento de la Comunidad de Madrid. López-Camacho e Iglesias. V Congreso de Ingeniería Civil. CICCP. Sevilla. 2007"



Este sondeo está cerca de grandes urbanizaciones con importantes extracciones de aguas subterráneas del acuífero. Aunque se observa un aumento lógico del nivel en el pozo de recarga en los piezómetros cercanos se siguen produciendo descensos en verano.

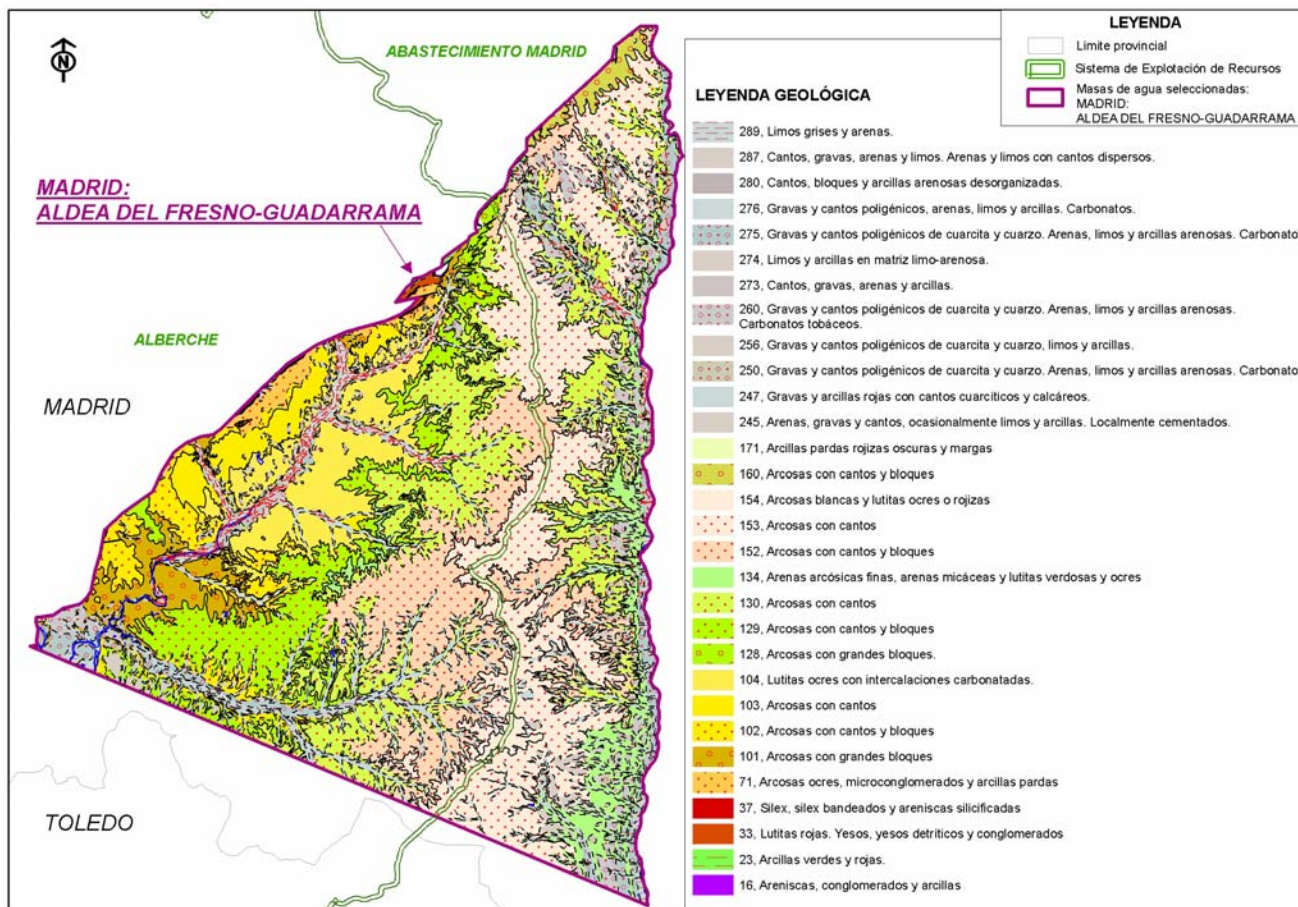
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 031-TAJO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 03.05 ABASTECIMIENTO A MADRID	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 030.012 MADRID: ALDEA DEL FRESNO-GUADARRAMA
---	--	---

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

Comunidades Autónomas: COMUNIDAD DE MADRID
Provincias: Madrid

Municipios: (9) Brunete, Navalcarnero, Quijorna, Sevilla la Nueva, Villamanta, Villamantilla, Villanueva de la Cañada, Villanueva del Pardillo y Villanueva de Perales.

PLANO GEOLOÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Debido al interés de mantener un uso estratégico y sostenible del Acuífero Terciario Detrítico de Madrid para abastecimiento se plantea la recarga artificial en profundidad como elemento de apoyo a la gestión y para mejorar y aumentar el ritmo de recuperación de los niveles en el acuífero en las zonas de mayor explotación (coincidiendo entre otros con los campos de pozos del CYII) cuyos descensos residuales no se recuperan antes del siguiente período de bombeo. En esta masa se sitúan los siguientes campos de pozos del CYII en los que podrían llevarse a cabo operaciones de recarga artificial: GUADARRAMA (28 pozos) y BATRES (7 pozos).

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 type="checkbox"/> Intrusión <input type="checkbox"/>
Mejora ecosistemas	Mejora sequía <input type="checkbox"/>
Riberas <input type="checkbox"/> Manantiales <input type="checkbox"/> Humedales <input type="checkbox"/>	Otras <input checked="" type="checkbox"/> acelerar la recuperación de los niveles piezométricos derivados de la explotación en campos de pozos del CYII

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Acuífero Terciario Detrítico de Madrid (ATDM)

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

Litología: arenas, arcillas, gravas, arcosas
Espesores:
Columna litoestratigráfica tipo: (Inf. Ad. 1)

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidad ▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día) ▪ Transmisividad (m²/día) ▪ Coeficiente almacenamiento ▪ Superficie piezométrica (m s.n.m.) (Inf. Ad. 2) Oscilación estacional (m): ▪ Espesor ZNS (m) ▪ Tiempo de residencia en el acuífero (día, mes o año) 	5	10 ⁻¹ -10 ⁻² 3x10 ⁻¹	200

Geometría

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

Observaciones:

La masa 030.012 Madrid: Aldea del Fresno-Guadarrama limita al Norte y Noroeste con los materiales graníticos de la Sierra de Guadarrama, al Este limita con el río Guadarrama y, en profundidad, con los materiales terciarios detríticos de la masa 030.011 Madrid: Guadarrama- Manzanares. Al Sur, con el terciario detrítico de la masa 030.15 Talavera. Excepto el límite Norte y Noroeste que es impermeable (terrenos graníticos de la Sierra de Guadarrama), los demás límites de la masa son abiertos y con continuidad hidrodinámica con las masas vecinas de Madrid: Guadarrama-Manzanares (030.011) y de Talavera (030.015), respectivamente.

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):	PICADAS (3059)	RIO ALBERCHE		
Ref. estación aforo:		3113: EN PICADAS		
Capacidad embalse (hm ³)	15	-	-	
Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)	(A) 480	(Q) 16,2		
- máxima	(A) 1300	(Q) 31,3		
- mínima	(A) 68	(Q) 4,5		
Año o Periodo medida:	1967-2007	1964-1985		
	Total Aportación natural media anual (A): Total Caudal medio anual (Q):			

Disponibilidad hídrica estimada (D_{he}): **Según fase de estado del manual de abastecimiento del CYII**

Comentario:

Una de las aportaciones externas al S.E.R 03.05 proviene del río Alberche (en el S.E.R. 03.06) a través de la conducción del embalse de Picadas a Majadahonda, gestionada por el CYII. En este caso, podrían hacerse experiencias de recarga con agua proveniente de la conducción de Picadas antes de su tratamiento en la ETAP de Majadahonda, desviándola por la arteria aductora troncal del campo de pozos del Guadarrama. Además de la posibilidad llevada a cabo en otros campos de pozos de recarga con agua tratada en ETAP, en este campo podría ensayarse, esta otra alternativa. (Inf. Ad. 3)

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

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Embalse 1(A)	18,1	28,1	61	63,3	56,5	51,1	37,9	34,8	33,1	35,2	33,6	23,4
Río 1 (Q)	10,6	14,3	13,2	20,1	26,6	23,3	17,4	14,5	14,9	13,7	13,7	11,9
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: No contempladas en la recarga

(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												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

ETAP's posibles

Nombre	Capacidad Máxima de Tratamiento (m ³ /s)
Majadahonda	3,9
Valmayor	6
Griñón	1

Disponibilidad hídrica estimada: **Dependerá de la situación existente según el manual de abastecimiento del CYII**

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

▪ Agua de recarga: procedente de ETAP disponible para abastecimiento

- Parámetros (*):

- pH: 7,74
- T: 10°C
- Ca: 12 mg/L
- Mg: 2,15 mg/L
- Na: 6 mg/L
- K: 0,73 mg/L
- Bicarbonatos: 21,2 mg/L
- Cl: 9,2 mg/L
- Sulfatos: 8,1 mg/L
- Fe: 0,008 mg/L

▪ Agua del medio receptor

- Parámetros:

- pH: 7,82
- T: 20°C
- Ca: 10,7 mg/L
- Mg: 2,40 mg/L
- Na: 28 mg/L
- K: 5,30 mg/L
- Bicarbonatos: 143 mg/L
- Cl: 9 mg/L
- Sulfatos: 1,7 mg/L
- Fe: 0,03 mg/L

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

Buena Regular Media A estudiar aspectos (**cloraminas**)

El CYII dispone de varios informes internos realizados al efecto:

(2007) Posibles efectos del cloro residual en el ATDM por operaciones de recarga artificial

(2008) Calidad química del agua del ATDM durante las operaciones de recarga en Casilla de Valverde.

(*) (2004) (Universidad Autónoma de Madrid. Viabilidad geoquímica de la inyección de agua de la planta potabilizadora de Colmenar Viejo en el pozo FE-1bis. Informe interno.

SISTEMA DE RECARGA

TIPO DE RECARGA		ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS DISPONIBLES																																	
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Superficial</td> <td style="width: 50%;">Profunda</td> </tr> <tr> <td>Balsas</td> <td><input type="checkbox"/> Sondeos</td> </tr> <tr> <td>Inundación</td> <td><input type="checkbox"/> Pozos</td> </tr> <tr> <td>Zanjas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Canales</td> <td><input type="checkbox"/> Mixta:</td> </tr> <tr> <td>Cauces</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Represas</td> <td><input type="checkbox"/> ASR:</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Superficial	Profunda	Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos	Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos	Zanjas	<input type="checkbox"/>	Canales	<input type="checkbox"/> Mixta:	Cauces	<input type="checkbox"/>	Represas	<input type="checkbox"/> ASR:	Otros	<input type="checkbox"/>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Estudios previos de caudales</td> <td style="width: 50%; text-align: right;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Estudios previos del acuífero</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Otros estudios:</td> </tr> <tr> <td>Planta de recarga</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Infraestructuras de transporte</td> <td style="text-align: right;"><input checked="" type="checkbox"/> Ya existen</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">o Canal:</td> <td>Arteria aductora troncal de 36 km de longitud</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">o Azud:</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">o Otros:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otras infraestructuras:</td> <td>Campo de pozos de Guadarrama (Inf. Ad. 3)</td> </tr> </table>	Estudios previos de caudales	<input type="checkbox"/>	Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros estudios:		Planta de recarga	<input type="checkbox"/>	Infraestructuras de transporte	<input checked="" type="checkbox"/> Ya existen	o Canal:	Arteria aductora troncal de 36 km de longitud	o Azud:		o Otros:		Otras infraestructuras:	Campo de pozos de Guadarrama (Inf. Ad. 3)
Superficial	Profunda																																		
Balsas	<input type="checkbox"/> Sondeos																																		
Inundación	<input type="checkbox"/> Pozos																																		
Zanjas	<input type="checkbox"/>																																		
Canales	<input type="checkbox"/> Mixta:																																		
Cauces	<input type="checkbox"/>																																		
Represas	<input type="checkbox"/> ASR:																																		
Otros	<input type="checkbox"/>																																		
Estudios previos de caudales	<input type="checkbox"/>																																		
Estudios previos del acuífero	<input checked="" type="checkbox"/>																																		
Otros estudios:																																			
Planta de recarga	<input type="checkbox"/>																																		
Infraestructuras de transporte	<input checked="" type="checkbox"/> Ya existen																																		
o Canal:	Arteria aductora troncal de 36 km de longitud																																		
o Azud:																																			
o Otros:																																			
Otras infraestructuras:	Campo de pozos de Guadarrama (Inf. Ad. 3)																																		

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

- Además de los aspectos sobre compatibilidad química del agua de recarga, fuentes de agua disponibles y viabilidad técnica del tipo de instalación, otro tema a tener en cuenta son las referentes a cuestiones legales y administrativas como asignación de volúmenes recargados cuando las operaciones las hagan los usuarios, necesidad de creación de comunidades de usuarios de aguas subterráneas. Las pruebas-piloto experimentales realizadas por el CYII en otros campos de pozos han servido para probar y ajustar el diseño de los pozos de recarga y los ciclos de recarga y de limpieza.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica: recarga artificial mediante sondeos profundos de inyección y bombeo (ASR) independientes o duales (profundidad media 400-500 m. para recargar Q mínimo equivalente a 2,5 m³/hora durante 5 meses al año)
- Económica:
 - Inversión (perforación, testificación, entubación, cementación, limpieza, instalación...): 350.000 €
 - Consumo agua anual de ETAP (2,5 m³/hora en 5 meses de operación): 5.000 €
 - Consumo eléctrico inyección y bombeo: 20.000 €
 - Reparaciones y mantenimiento: 50.000 €
 - Coste personal: 5.000 €
 - Total costes operativos anuales: 80.000 €
- Legal o administrativa:
 - Compleja, necesidad de asignación de uso de los volúmenes recargados junto con la creación de una comunidad de usuarios de aguas subterráneas del ATDM.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFORMACIÓN ADICIONAL 1: COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA TIPO



Campo de pozos: Guadarrama. Pozo G-14 (antes Navalcarnero-4)
 X_utm: 417520 y_utm: 4461750

CANAL DE ISABEL II
SONDEO NAVALCARNERO

Navalcarnero. Julio 1.995
 Contratista: Perforaciones Ibéricas, S.A. (PERFIBESA)
 Control obra: FRASA Ingenieros Consultores, S.L.

COLUMNA LITOLÓGICA

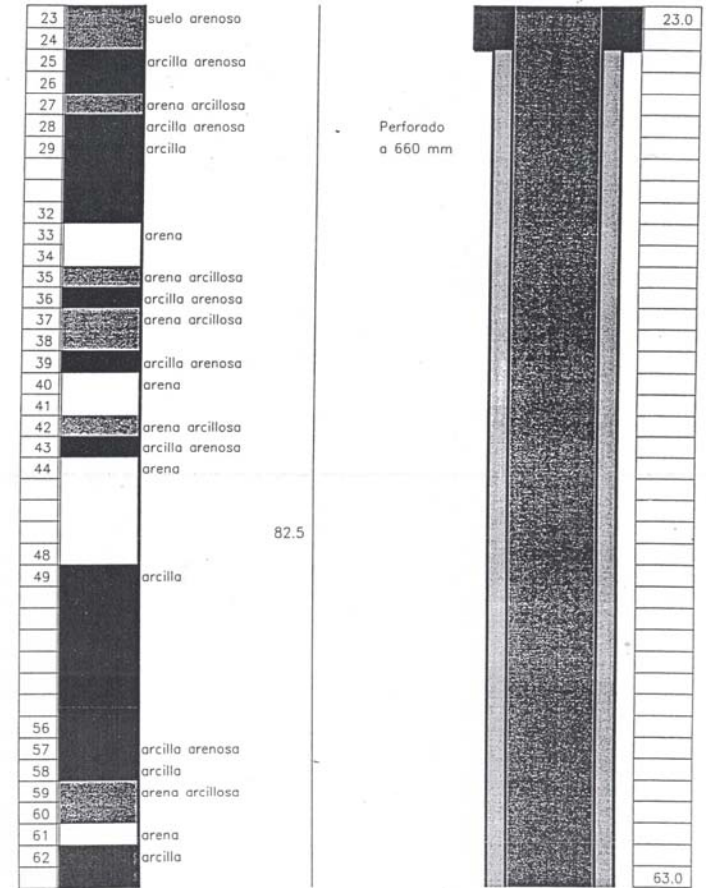
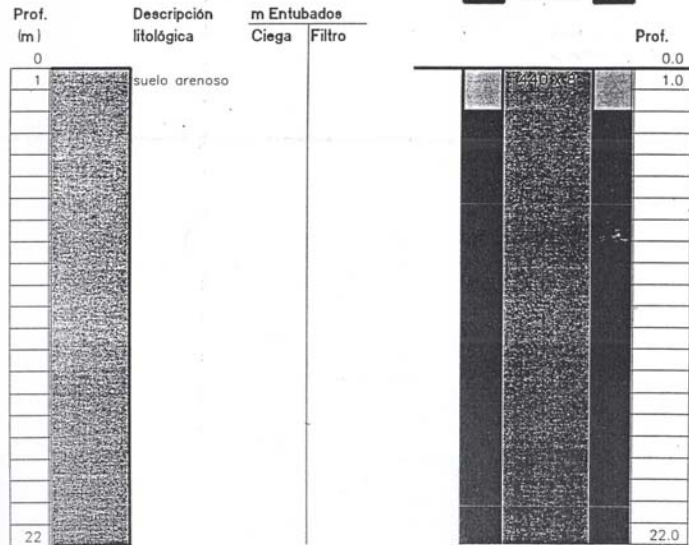
Leyenda

	permeable
	semipermeable
	impermeable

ENTUBACION

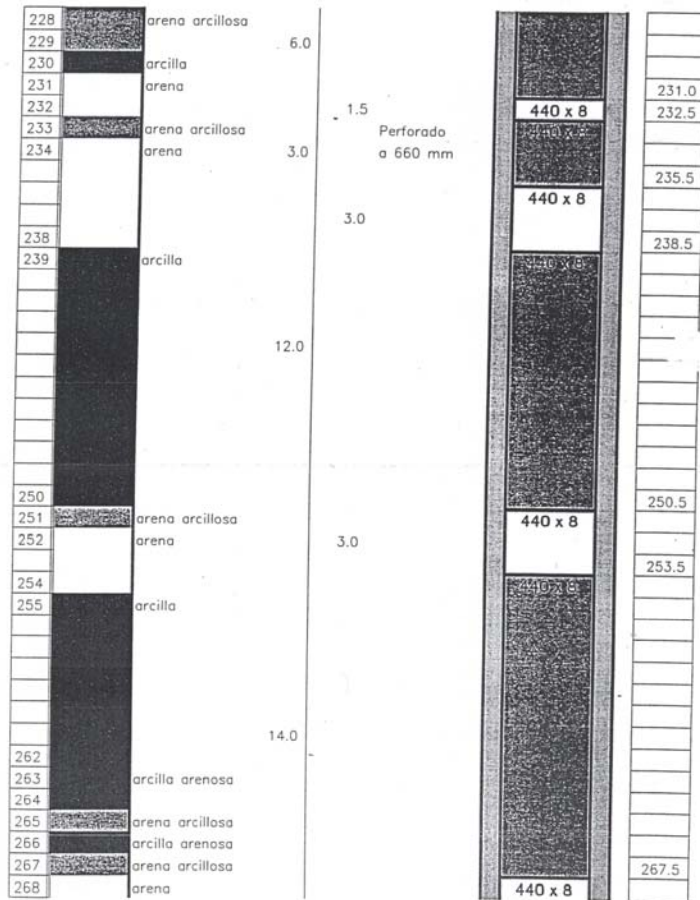
Leyenda

	ranurada
	ciega
	grava
	cemento

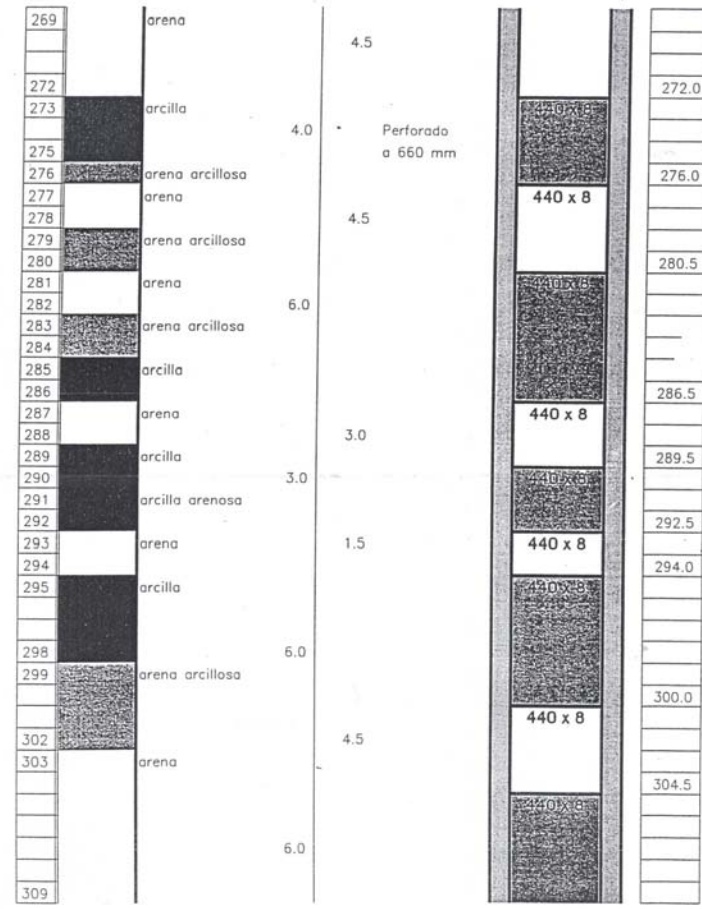




FRASA Ingenieros Consultores, S.L.

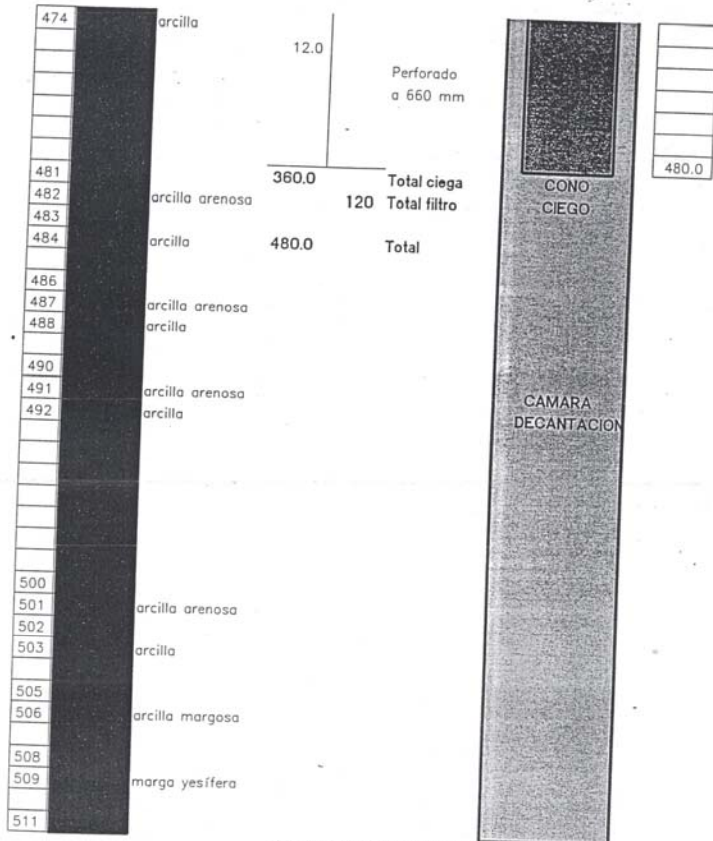


FRASA Ingenieros Consultores, S.L.



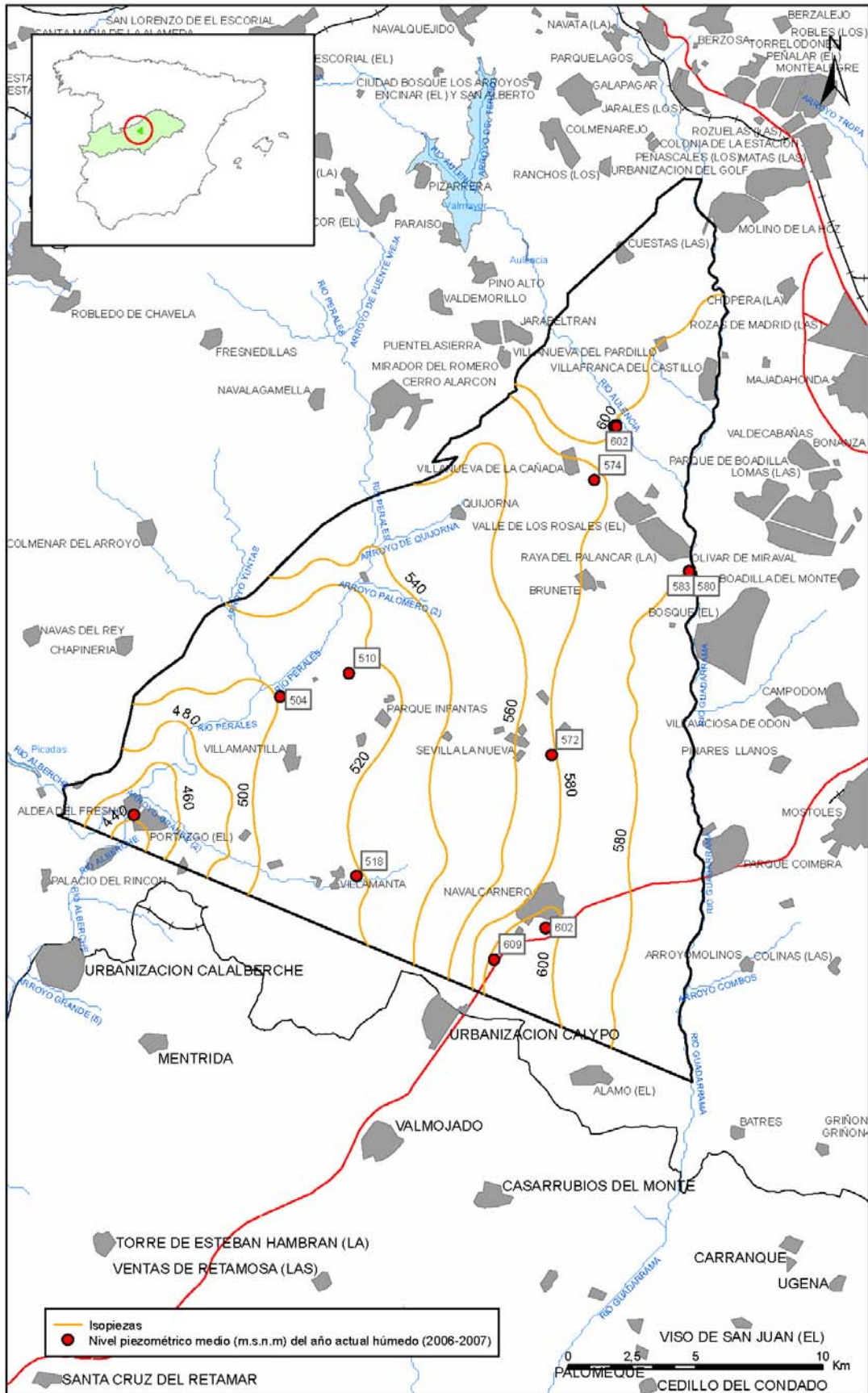


FRASA Ingenieros Consultores, S.L.



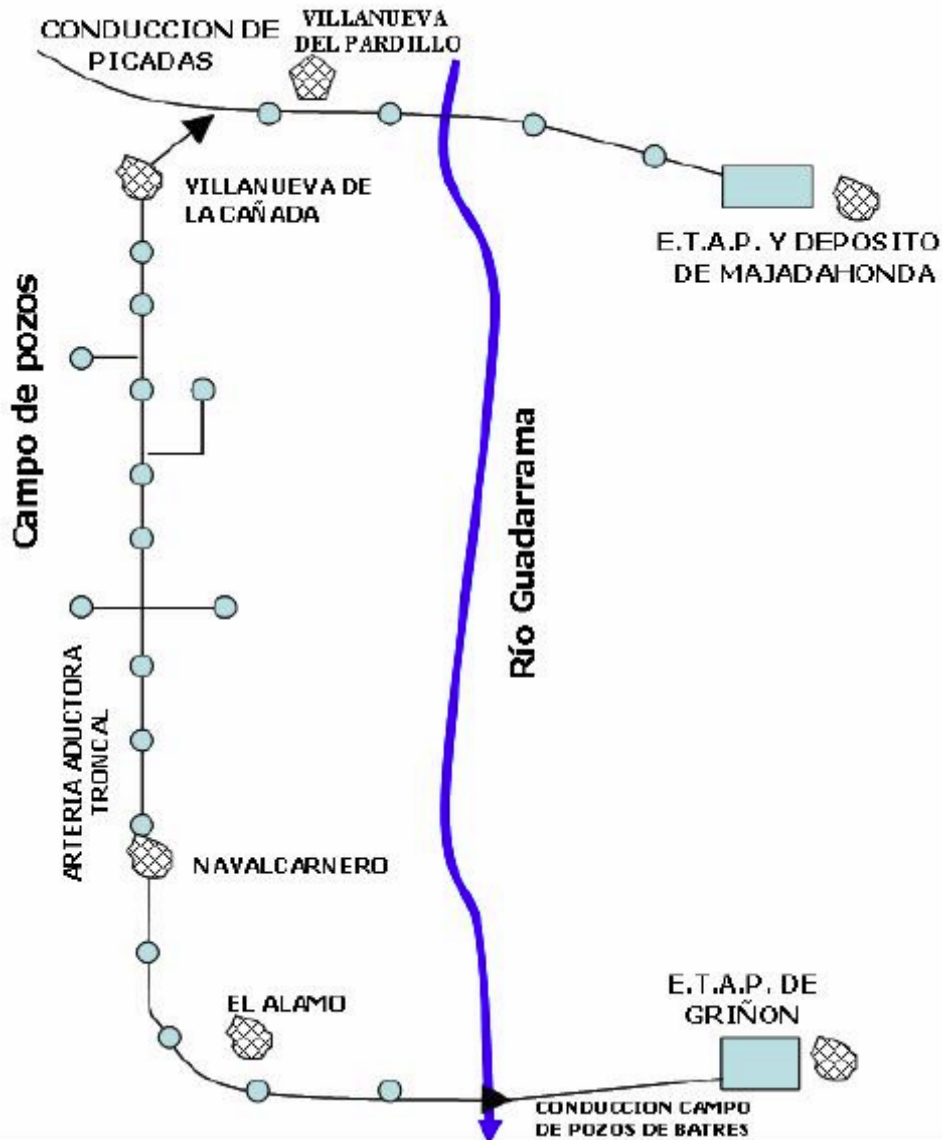
25 % Tramos de FILTRO del TOTAL
 30 % Tramos de FILTRO BAJO COTA 82.5 m
 Apertura ranurado del filtro = 1,5 mm

INFORMACIÓN ADICIONAL 2: SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA



Mapa 5.2.b.2. Mapa de isopiezas del año actual (2006-2007) de la masa Madrid: Aldea del Fresno-Guadarrama (030012)

Esquema del campo de pozos del Guadarrama del CYII

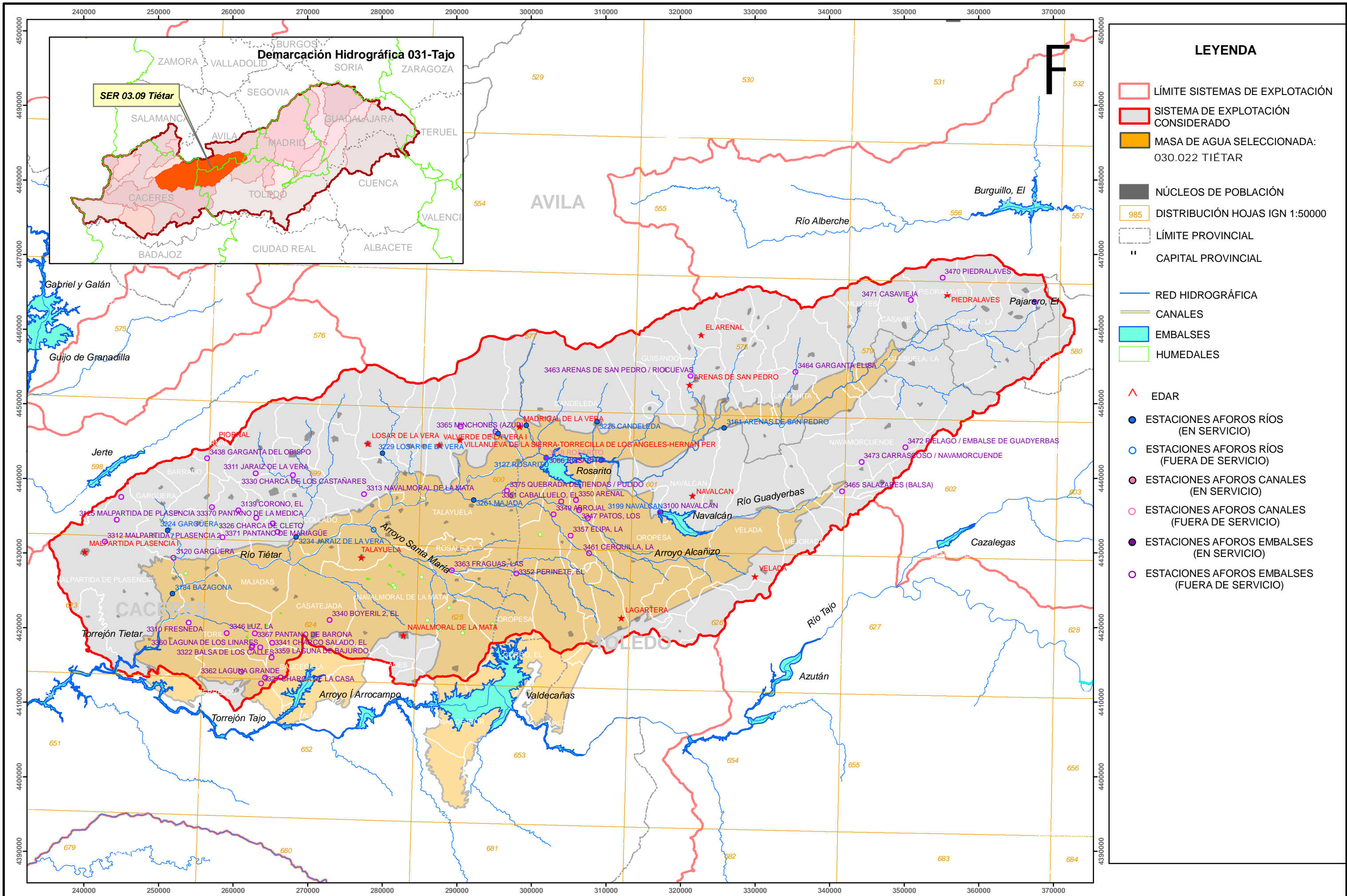


Fuente: EL CAMPO DE POZOS DEL GUADARRAMA: UN PROYECTO INNOVADOR DEL CANAL DE ISABEL II PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS. (CYII) En: III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente. CICCIP. Zaragoza, 2006.

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 031. TAJO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 03.09 TIÉTAR	
ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL SER Comunidades Autónomas: CASTILLA- LA MANCHA, CASTILLA-LEÓN, EXTREMADURA Y C. MADRID Provincias: Toledo, Avila, Cáceres y Madrid	POBLACIÓN DEPENDIENTE DEL SER Nº de Municipios: 75 Nº de habitantes: 118.767	
PLANO DE SITUACIÓN DEL SER		
MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA IMPLICADAS - 030.022 Tiétar		
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): 2.105 (140 r. renovables medios en fase subterránea)	Urbana: 12,8	Agrícola: 250 (130 riegos estatales y 120 privados)
Recursos regulados superficialmente:	Ganadera:	Industrial:

Recursos hídricos subterráneos regulados (bombeos): 4,5 (derechos de uso inscritos)	Otras: 18 (demandas medioambientales aguas abajo de las presas de Pajarero, Navalcán y Rosarito)										
Total recursos regulados:	Total demandas:										
<u>Fuente de los datos:</u> (CHT, 2007) y La cuenca del Tajo en cifras (CHT, 2002)	<u>Fuente de los datos:</u> Plan especial de alerta y eventual sequía en la Cuenca Hidrográfica del Tajo (PES), 2007; y Esquema Provisional de Temas Importantes (ETI), 2008.										
Balance del SER: Déficit (D) <input type="checkbox"/> hm ³ /año:	Excedentes (E) <input checked="" type="checkbox"/> hm ³ /año:	En equilibrio <input type="checkbox"/>	Desconocido <input type="checkbox"/>								
¿Existen recursos naturales disponibles? Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A estudiar <input type="checkbox"/> Sin datos <input type="checkbox"/> Condicionado <input type="checkbox"/>											
<u>Comentario:</u> Tanto ahora como en el horizonte 2015, según la CHT existen déficits en casi todas las Unidades de Demanda Agraria (UDAS), en especial en los regadíos privados (¿se trata de riegos principalmente realizados con aguas subterráneas?). Del documento de operatividad del PES podría desprenderse que se puede contar con agua para operaciones de recarga artificial debido al tamaño reducido del embalse de Rosarito y las grandes aportaciones del río Tiétar.											
(1) Ref. estación aforo: 3184	Nombre: Río Tiétar en Bazagona	Capacidad embalse (hm ³):									
Año: 2006-2007	Aportación anual (hm ³): 1.672,04										
Distribución mensual (hm ³):											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
193,5	492	316,6	76,3	189,5	85,62	74,01	84,21	84,74	30,30	23,28	21,98
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				
Rosarito	82	3127				862					
Navalcán	34	3199	1972-73			80					
Pajarero	0,60										
Torrejón-Tiétar	22	3128	1984-85			1100					
Valdecañas	1446										
Depuración											
EDAR total del SER: 12	Nº según tipo de tratamiento		Volumen depurado (V _d) (m ³ /año)	¿Existe reutilización?	Volumen reutilizado (V _r) (m ³ /año)						
		Primario									
	3	Secundario									
	9	Terciario									
		Sin especificar									
ETAP del SER:											

Nombre	Capacidad Máxima de Tratamiento (m ³ /s)	
Disponibilidad hídrica estimada:		
¿Existen recursos depurados 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:		
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)		
<u>Comentario:</u>		
<p>Como se indica en el ETI, uno de los puntos importantes es la satisfacción de las demandas futuras en regadíos públicos del Tiétar. Debido al tamaño reducido del embalse de Rosarito y las grandes aportaciones del río Tiétar, en los primeros meses del año hidrológico el embalse se mantiene en niveles bajos como medida de seguridad frente a las avenidas y por ello, los caudales circulantes podrían utilizarse para operaciones de recarga artificial derivándola por los canales de la margen derecha e izquierda del río Tiétar.</p>		



LEYENDA

- LÍMITE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN
- SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADO
- MASA DE AGUA SELECCIONADA: 030.022 TIÉTAR
- NÚCLEOS DE POBLACIÓN
- 985 DISTRIBUCIÓN HOJAS IGN 1:50000
- LÍMITE PROVINCIAL
- " CAPITAL PROVINCIAL
- RED HIDROGRÁFICA
- CANALES
- EMBALSES
- HUMEDALES
- ▲ EDAR
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS RÍOS (FUERA DE SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS CANALES (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS CANALES (FUERA DE SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (EN SERVICIO)
- ESTACIONES AFOROS EMBALSES (FUERA DE SERVICIO)

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 031. TAJO	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS 03.09 TIÉTAR	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 030.022 TIÉTAR
---	--	--

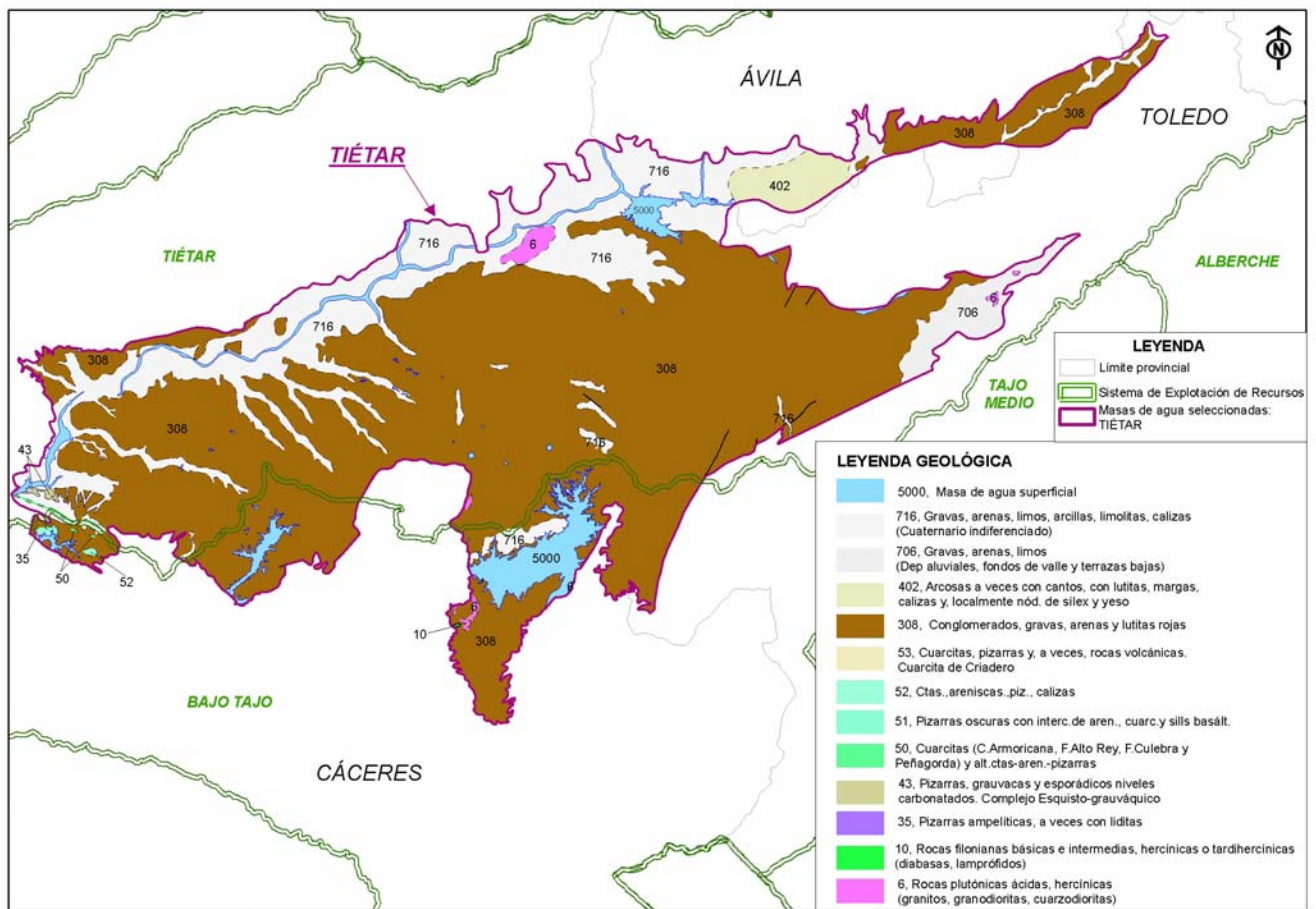
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA MASA

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

Provincias: Ávila, Toledo y Cáceres

Municipios: (4 de Ávila) Arenas de San Pedro, Candeleda, Lazahita, Pedro Bernardo; (10 de Cáceres) Bohonal de Ibor, Casatejada, El Gordo, Majadas, Navalmoral de la Mata, Peraleda de la Mata, Saucedilla, Talayuela, Toril, Rosalejo; (8 de Toledo) Buenaventura, La Calzada de Oropesa, Herrerueta de Oropesa, Lagartera, Oropesa, Torralba de Oropesa, Velada, Las Ventas de San Julián

PLANO GEOLÓGICO DE LA MASA



PROBLEMÁTICA/MOTIVOS DE SELECCIÓN

Uno de los problemas importantes en la demarcación es el de la satisfacción de las demandas futuras en regadíos públicos del Tietar, alcanzando la superficie en regadío más de 30.000 Has, existiendo déficits en casi todas las UDAS. Como las aportaciones en la cuenca del Tietar son importantes y la capacidad del embalse de Rosarito (84 hm³) es pequeña, se podría contar con agua para operaciones de recarga artificial. Además se ha observado una tendencia al descenso del nivel piezométrico en un piezómetro de la red de control en el municipio de Talayuela (Cáceres) cuyas causas podrían relacionarse con la explotación intensiva para regadío en la zona. (Inf. Ad. 1)

FINALIDAD DE LA RECARGA

Mejora de la regulación y garantía de suministro
 Abastecimiento urbano Riego

Mejora de impactos
 Calidad Sobreexplotación Intrusión

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

ACUÍFEROS IMPLICADOS: Acuífero Detrítico Mioceno y Plio-cuaternario

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

Litología: Conglomerados, gravas, arenas, lutitas, arcosas y margas.
Espesores: 300 m.
Columna litoestratigráfica tipo: No

Parámetros hidráulicos

	mínimo	medio	máximo
▪ Porosidad			
▪ Permeabilidad o conductividad hidráulica (m/día)	0,1		10
▪ Transmisividad (m ² /día)	2	10	50
▪ Coeficiente almacenamiento	10 ⁻⁴		10 ⁻³
▪ 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	c	n	m	(2) Flujos: entradas (e), nulo (n), salidas (s)
Este	a	s		(3) Tipo de contacto: permeable (p), mecánico (m), baja permeabilidad (bp)
Oeste	c	n	m	

Observaciones:

La masa está limitada al Norte, Oeste y Sur con los materiales paleozoicos de baja permeabilidad del Sistema Central (Sierra de Gredos), y Montes de Toledo. El límite Sur se encuentra próximo al cauce del río Tajo. Al Este, limita con los depósitos terciarios miocenos de la unidad Talavera, con la que se encuentra el contacto a través de un límite abierto y convencional.

La recarga tiene lugar principalmente de la infiltración del agua de lluvia y, en menor medida, de los retornos de riego. La descarga se produce hacia los ríos Tiétar y Tajo.

Los valores de transmisividad de las arcosas terciarias varían entre 2 y 50 m²/d aunque en la mayoría de los ensayos se han calculado valores que no superan los 10 m²/d. El coeficiente de almacenamiento en las arcosas terciarias oscilan entre 10⁻³ y 10⁻⁴ y son indicativos de semiconfinamiento, mientras en los depósitos aluviales oscilan entre 0,3-0,6 * 10², característicos de acuíferos de naturaleza libre. La distribución de estos parámetros en los materiales terciarios, no es homogénea, sino que varía en función de las características geológicas de la región.

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):		Ayo. Santa María	Rosarito Margen Izquierda	
Ref. estación aforo:		3223		
Capacidad embalse (hm ³)		-	-	

Aportación hídrica (A) (hm ³ /año): - media (2) ó Caudal anual (Q) (m ³ /s)		(Q) 1,3										
- máxima		(Q) 3,8										
- mínima												
Año o Periodo medida:		1973-1991										
		Total Aportación natural media anual (A): Total Caudal medio anual (Q):										
Disponibilidad hídrica estimada (D _{he}): <u>Comentario:</u> En el caso de proponer una experiencia piloto de recarga artificial en la zona norte de Talayuela (Cáceres) en la zona regable del Rosarito, podrían utilizarse caudales tanto del Arroyo Santa María antes de su conexión con el Tiétar como de los canales de regadío y acequias de la margen izquierda del Tiétar.												
<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 (Q)	0,64	1,19	4,11	2,34	3,24	2,05	0,46	0,42	0,29	0,17	0,06	0,31
Canal 1												
Escorrentía												
<u>Comentario:</u>												
Agua 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 artificial 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"/>												
<u>Comentario:</u>												

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												

¿Disponibilidad estacional? Sí No sin datos

Comentario:

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DEL AGUA

- Agua de recarga:
- - Parámetros (*):
 - pH: 7
 - T: 13,6 °C
 - NH₄: 0,12 mg/L
 - DQO: 13 mg/L
 - Nitratos: 9 mg/L
 - Sólidos en suspensión: <2 mg/L
 - Fosfatos: 0,13 mg/L
 - Cl: 10 mg/L
 - Sulfatos: 14 mg/L
- Agua del medio receptor
- Parámetros:
- Compatibilidad entre agua recarga en el medio receptor (prevista)
 - Buena
 - Regular
 - Media
 - A estudiar

(*) Red ICA-Tajo en Tiétar. Muestreo octubre 2007

SISTEMA DE RECARGA

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

ESTUDIOS E INFRAESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS NECESARIAS

Entre las medidas asociadas para paliar problemas de escasez, se deben abordar los estudios de caracterización del sistema con vistas a lograr un adecuado grado de aprovechamiento conjunto de recursos superficiales y subterráneos. Se deben realizar los estudios previos de caudales y de viabilidad de las operaciones de recarga que pudieran llevarse a cabo en la zona.

VALORACIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN DE RECARGA

- Técnica: recarga artificial mediante zanjas, canales y pozos en la margen izquierda del río Tiétar al norte de Talayuela.
- Económica:
- Legal o administrativa: necesidad de asignación de uso de los volúmenes recargados junto con la creación de una comunidad de usuarios de aguas subterráneas.

INFORMACIÓN ADICIONAL Y OBSERVACIONES

INFROMACIÓN ADICIONAL 1: PROBLEMÁTICA

Se incluye el gráfico de evolución del piezómetro de control 03.09.012 (X_utm: 276960 e Y_utm: 4432300) en el municipio de Talayuela.

