



MINISTERIO  
DE MEDIO  
AMBIENTE



**ENCOMIENDA DE GESTION ENTRE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR Y EL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA PARA EL DESARROLLO Y EJECUCIÓN DE DIVERSOS PROYECTOS EN MATERIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, ACUÍFEROS, REDES DE OBSERVACIÓN HIDROGEOLÓGICA Y EXPLOTACIÓN DE MASAS DE AGUA**

ACTIVIDAD 5. ESTABLECIMIENTO DE NORMATIVAS DE EXPLOTACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR E INCORPORACIÓN EN SIG. ADAPTACIÓN DE LA NORMATIVA DE EXPLOTACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS A LA DIRECTRIZ EUROPEA DE LAS MASAS DE AGUA

ELABORACIÓN DE LOS OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES Y PROGRAMA DE MEDIDAS PARA LAS MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR.

En septiembre de 2007, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) suscribieron un acuerdo de encomienda de gestión para el desarrollo y ejecución de diversos proyectos en materia de aguas subterráneas, acuíferos, redes de observación hidrogeológica y explotación de masas de agua.

Los trabajos incluidos en este Acuerdo se materializan en cinco actividades u objetivos. De estas actividades, la Actividad 5, Establecimiento de normativas de explotación de las masas de agua de la Cuenca del Guadalquivir e incorporación en SIG. Adaptación de la normativa de explotación de las unidades hidrogeológicas a la directriz europea de las masas de agua, constituye el objeto de este estudio.

#### **EQUIPO DE TRABAJO**

##### **Instituto Geológico y Minero de España**

##### **Responsable de la actividad**

Juan Antonio Luque Espinar

##### **Equipo de trabajo**

Antonio González Ramón

Carlos Mediavilla Laso

Ángel Díaz Pérez

##### **Asesores**

Juan Antonio López Geta

Juan Carlos Rubio Campos

Miguel Martín Machuca

Juana López Bravo

Carlos Martínez Navarrete

##### **Confederación Hidrográfica del Guadalquivir**

##### **Supervisión**

Agustín Argüelles Martín

Víctor Cifuentes Sánchez

##### **En la realización de los mapas hidrogeológicos y de normas de otorgamiento han colaborado**

Jesús Yesares García

Gerardo Ruiz Puertas (Estudios Geológicos y Medioambientales)

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	pg 4
1. OBJETIVOS.....	pg 5
2. ACTIVIDADES.....	pg 6
3. TRABAJOS REALIZADOS.....	pg 7
4. RESULTADOS .....	pg 8
Cartografías hidrogeológicas.....	pg 11
Elaboración de objetivos medioambientales.....	pg 17
Propuesta de masas de aguas subterráneas nuevas.....	pg 18
CONCLUSIONES.....	pg 23
REFERENCIAS.....	pg 24
CD con mapas hidrogeológicos y objetivos medioambientales de la Demarcación	

## **INTRODUCCIÓN**

---

En el año 2001 se realizó, en el marco del convenio de colaboración suscrito entre el IGME y la CHG, una revisión y actualización tanto de la información hidrogeológica como del establecimiento de normativas de explotación para todas las UU.HH. de la Cuenca del Guadalquivir, que incluyó además la definición de nuevas unidades hidrogeológicas. Se revisaron los límites de cada unidad y se establecieron limitaciones a la explotación en función del conocimiento hidrogeológico de las UU.HH. adquirido hasta ese momento. Posteriormente se creó un archivo gráfico de las zonificaciones y normas en el S.I.G. Small World de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (Oficina de Planificación Hidrológica) para gestionar la información.

La posterior entrada en vigor de la Directiva Europea 2000/60/CEE, comúnmente conocida como Directiva Marco del Agua, impone nuevos condicionamientos a la gestión de las UU.HH. hidrogeológicas incluyendo su denominación que pasa a ser la de Masa de Agua.

## 1. OBJETIVOS

---

El objetivo que se propone es la revisión de las UU.HH. definidas en el año 2001 para adaptar su definición y su normativa, con los conocimientos existentes actualmente, a la Directiva Marco. Uno de los principales problemas para esta adaptación surge en relación con la definición de los recursos disponibles de aguas subterráneas para cada masa, que la directiva define como “el valor medio interanual de la tasa de recarga total de la masa de agua subterránea, menos el flujo interanual medio requerido para conseguir los objetivos de calidad ecológica para el agua superficial asociada”.

La Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, siguiendo los principios de precaución y la consideración del carácter estratégico de los recursos subterráneos, aconseja limitar las extracciones por masa de aguas a un cifra que no debe rebasar el 40 % de la recarga anual media, lo que implica revisar las normativas de cada una de las 60 masas de agua definidas en la Cuenca del Guadalquivir.

Por otra parte, la Directiva Marco, impone la necesidad de especificar en cada demarcación hidrográfica “todas las masas de agua utilizadas para la captación del agua destinada al consumo humano que proporcionen un promedio de más de 10 m<sup>3</sup> diarios o que abastezcan a más de cincuenta personas”. Además deberá efectuarse un seguimiento de las masas que proporcionen un promedio más de 100 m<sup>3</sup> diarios (artículo 7). Esto implica que formaciones tradicionalmente consideradas como baja o media-baja permeabilidad, pudieran ser susceptibles de ser declaradas como Masa de Agua, al existir captaciones utilizadas para abastecimiento. Por tanto, es necesario revisar estas formaciones y definir las nuevas posibles Masas de Agua asociadas a ellas.

## 2. **ACTIVIDADES**

---

Las actuaciones que se proponen para cumplir los objetivos descritos son las siguientes:

1. Revisión y adaptación de normativas de explotación en 60 Masas de Agua acorde con la DMA.
2. Revisión y actualización de mapas hidrogeológicos y mapas de zonificación en formato ArcInfo de 60 Masas de Agua. Los mapas se entregarán en un formato SIG compatible con el Sistema de Información Territorial de la CHG: geodatabase de ArcGIS o ficheros SHP.
3. Elaboración de tres nuevos documentos de normas de explotación relacionadas con formaciones de media-baja permeabilidad.
4. Elaboración y digitalización de mapas de tres nuevos documentos de normas de explotación relacionadas con formaciones de media-baja permeabilidad. Los mapas se entregarán en un formato SIG compatible con el Sistema de Información Territorial de la CHG: geodatabase de ArcGIS o ficheros SHP.

### 3. TRABAJOS REALIZADOS

---

En el periodo de realización del proyecto las actividades realizadas se sintetizan a continuación:

1. Reuniones preparatorias de actividades y seguimiento de trabajos.
2. Revisión de balances propuestos por la empresa redactora para el Plan y propuesta de modificaciones de acuerdo con la información del IGME.
3. Análisis de las bases de datos de CHG e IGME para seleccionar puntos de agua significativos para su integración en los mapas hidrogeológicos.
4. Actualización y realización de cartografía hidrogeológica digital continua de todas las masas de aguas subterráneas de la Demarcación.
5. Realización de los mapas de normas de otorgamiento de toda la Demarcación.
6. Propuesta de tres nuevas masas de agua.

#### 4. RESULTADOS

Como supervisión carácter general, se recibió un balance (Tabla 1) para que fuera revisado por el IGME.

MASA	RECARGA	Extracción RIEGO	Extracción ABASTECIM	Extracción INDUSTRIA	TOTAL Extracción	% Explotación	
05.01 Sierra de Cazorla	141.00	14.92	2.57	0.36	17.85	12.66%	
05.02 Quesada Castril	215.00	2.63	1.44	0.00	4.07	1.89%	
05.03 Duda - La Sagra	10.00	0.86	0.00	0.00	0.86	8.61%	
05.04 Huéscar-Puebla de D. Fadrique	30.00	7.91	0.17	0.00	8.08	26.93%	
05.05 La Zarza	2.80	3.53	0.00	0.00	3.53	126.19%	
05.06 Orce-María-Cullar	23.00	4.05	0.52	0.05	4.62	20.08%	
05.07 Ahillo-Caracolera	3.50	0.47	1.23	0.06	1.77	50.53%	vol abasto ok
05.08 Sierra de las Estancias	6.60	1.45	0.00	0.00	1.45	22.00%	
05.09 Baza-Caniles	34.00	5.21	1.81	0.04	7.06	20.75%	
05.10 Jabalcón	6.20	0.08	0.00	0.00	0.08	1.22%	ha cambiado la extracción para riego.
05.11 Sierra de Baza	50.00	3.12	0.32	2.51	5.95	11.91%	vol abasto igme=0,35
05.12 Guadix-Marquesado	49.00	15.37	3.36	2.36	21.09	43.04%	
05.13 El Mencal	12.70	6.79	0.31	0.00	7.10	55.90%	
05.14 Bédmar-Jódar	2.20	0.41	1.28	0.00	1.69	76.70%	
05.15 Torres-Jimena	4.50	3.93	0.43	0.00	4.36	96.95%	
05.16 Jabalcuz	2.70	0.42	1.67	0.00	2.09	77.26%	
05.17 Jaén	2.60	0.17	3.00	0.00	3.17	121.95%	
05.18 San Cristóbal	0.75	0.20	0.30	0.00	0.50	66.09%	
05.19 Mancha Real-Pegalajar	5.00	1.58	1.67	0.00	3.26	65.12%	
05.20 Almadén-Carluca	6.00	0.38	0.00	0.07	0.45	7.55%	
05.21 Sierra Mágina	22.00	2.81	0.17	0.00	2.98	13.56%	
05.22 Montideo-Montesinos	5.00	0.21	1.31	0.00	1.52	30.31%	
05.23 Úbeda	57.60	44.88	1.33	1.54	47.76	82.91%	
05.24 Bailén-Guarromán-Linares	15.00	21.99	0.19	2.01	24.19	161.24%	
05.25 Rumbal	6.00	6.65	0.00	0.23	6.88	114.70%	
05.26 Aluvial del Guadalquivir-Curso Alto	66.00	15.83	0.98	0.06	16.87	25.57%	
05.27 Porcuna	3.00	2.11	0.00	0.02	2.13	70.89%	
05.28 Montes Orientales-Sector Norte	42.00	7.36	2.14	0.02	9.52	22.67%	
05.29 Sierra de Colomera	25.00	10.32	0.47	0.00	10.79	43.17%	vol abto > 0,6 ; vol agri normas01 = 4
05.30 Sierra de Arana	50.00	4.82	1.31	0.00	6.13	12.25%	
05.31 La Peza	91.00	2.75	0.97	0.35	4.06	4.46%	
05.32 Depresión de Granada	232.00	25.14	24.34	3.31	52.80	22.76%	
05.33 Sierra Elvira	5.50	1.48	0.17	0.08	1.74	31.60%	
05.34 Madrid-Parapanda	11.00	7.22	1.90	0.00	9.12	82.88%	vol total N2001 = 3,5; vol abto PC = 0,7
05.35 Sierra de Cabra-Gaena	47.00	2.02	4.64	0.07	6.73	14.33%	
05.36 Rute-Horconera	23.50	1.71	2.61	0.02	4.34	18.47%	
05.37 Albayate-Chanzas	11.50	2.19	0.38	0.00	2.57	22.36%	vol total N2001 = 1,3
05.38 El Pedroso-Arcas	3.80	1.90	0.91	0.85	3.66	96.20%	
05.39 Hacho de Loja	11.00	0.07	0.15	0.00	0.22	2.03%	
05.40 Sierra Gorda-Polje de Zafarraya	100.00	2.45	1.39	0.04	3.88	3.88%	grandes diferencias con 2001, en recarga
05.41 Guadalhortuna-Larva	12.50	10.78	0.52	0.12	11.42	91.38%	
05.42 Tejeda-Almijara-Las Guájaras	78.00	2.44	0.03	1.21	3.68	4.71%	
05.43 Sierra y Moceno de Estepa	27.00	21.85	4.53	0.52	26.90	99.63%	
05.44 Altiplanos de Écija	78.00	49.86	1.03	0.30	51.19	65.62%	
05.45 Sierra Morena	275.00	13.23	3.57	0.41	17.21	6.26%	
05.46 Aluvial del Guadalquivir-Curso Medio	44.00	16.97	1.07	0.53	18.57	42.20%	
05.47 Sevilla-Carmona	150.00	56.30	0.21	0.37	56.89	37.92%	
05.48 Arahal-El Coronil-Morón-Puebla de Cazalla	32.00	24.80	0.52	0.06	25.38	79.33%	
05.49 Gerena-Posadas	31.50	38.07	1.01	0.56	39.64	125.85%	
05.50 Aljarafe	32.40	26.99	0.00	0.01	27.00	83.33%	
05.51 Almonte-Marismas	250.00	84.19	4.73	0.15	89.06	35.63%	
05.52 Lebrija	7.00	5.18	0.00	0.00	5.18	73.97%	
05.65 Sierra de Padul	30.20	0.32	1.01	0.00	1.33	4.40%	
05.66 Grajales-Pandera-Carchel	24.50	0.67	12.09	0.00	12.76	52.09%	
05.68 Puente Genil-La Rambla-Montilla	42.00	8.77	4.67	0.03	13.47	32.06%	
05.69 Osuna-La Lantejuela	38.00	28.12	0.43	0.05	28.60	75.26%	
05.70 Gracia-Ventisquero	20.00	1.17	6.64	0.01	7.83	39.13%	
05.71 Campo de Montiel	10.00	0.01	0.12	0.00	0.14	1.35%	
05.72 Sierra de Cañete	12.00	0.23	1.82	0.00	2.05	17.10%	
05.73 Aluvial del Guadalquivir-Sevilla	50.50	15.45	0.77	1.97	18.19	36.01%	
<b>SUMA en interior MASUB</b>	<b>2680.05</b>	<b>642.77</b>	<b>110.21</b>	<b>20.39</b>	<b>773.37</b>	<b>28.86%</b>	
<b>SUMA en interior y fuera de las MASUB</b>	<b>2680.05</b>	<b>726.500</b>	<b>119.000</b>	<b>21.500</b>	<b>867.000</b>	<b>32.35%</b>	

Tabla 1. Propuesta de balance para las MASb. Columna de la derecha, comentarios del IGME.

Además de los comentarios que se observan en la columna derecha de la Tabla 1, se añadieron los siguientes:

#### PROBLEMAS OBSERVADOS EN LA TABLA DE BALANCES ADJUNTADA POR CHG CON FECHA 25 DE JUNIO DE 2008

##### GENERALES:

No hay un documento acompañante que explique cómo se han elaborado los balances y que documentación se ha empleado. A continuación, únicamente se comentan algunos aspectos de las MASb sobre los que tenemos información posterior a 2001. También se harán algunas observaciones que, en comparación las Normas de Explotación realizadas en 2001, habría que revisar.

0511 Sierra de Baza: El dato de abastecimiento del IGME=0,35 hm<sup>3</sup>/a.

0520 Almadén: Su denominación es Almadén y no Almadén-Carluca, pues en la nueva definición realizada en 2001, la subunidad Cárceles-Carluca se unió a la unidad de Sierra Mágina con la que existía mayor afinidad hidrogeológica. Se indica que en esta masa las extracciones para abastecimiento son 0, sin embargo, existe un sondeo para abastecimiento a Cambil utilizado habitualmente. Sus extracciones anuales han sido evaluadas en 0,06 hm<sup>3</sup>/año.

0521 Sierra Mágina: Se indica que la extracción para abastecimiento es 0,17 hm<sup>3</sup>/año. En diversos documentos, algunos realizados en 1995, se evaluó la extracción para abastecimiento a Huelma, que es el único núcleo que capta el acuífero de Sierra Mágina para su abastecimiento. La extracción de los sondeos ubicados en Sierra Mágina, en aquellos años fue evaluada en 0,5 hm<sup>3</sup>/año, dato que sigue siendo válido actualmente pues ha sido verificado en los planes de control de explotaciones del IGME y la Diputación de Jaén.

0529 Sierra de Colomera: Aunque no se dispone de información de todos los municipios relacionados, el volumen aportado parece algo inferior al real. La diferencia con las Normas2001 es considerable.

0534 Madrid-Parapanda: La diferencia con las normas 2001 es considerable, más del doble.

0537 Albayate-Chanzas: La explotación agraria es más del doble que en 2001.

0540 Sierra Gorda: ¿Por qué las entradas han pasado de 135 hm<sup>3</sup>/año en 2001 a 100 hm<sup>3</sup>/año en el nuevo balance? La explotación era superior a 12 hm<sup>3</sup>/año, actualmente 3,9 hm<sup>3</sup>/año, la explotación para abastecimiento es muy superior a 2001.

0542 Tejada-Almijara-Los Guájares: Las entradas pasan de 185 hm<sup>3</sup>/año (133 hm<sup>3</sup>/año en años secos) a 78 hm<sup>3</sup>/año, ¿por qué? La explotación para abastecimiento es muy inferior (0,027 hm<sup>3</sup>/año) mientras que lo contabilizado por el IGME es de 0,56 hm<sup>3</sup>/año en los últimos años.

05.65 Sierra de Padul: En 2001 se contabilizaron 46,5 hm<sup>3</sup>/año, en la actualidad 30 hm<sup>3</sup>/año, ¿por qué? La explotación total en 2001 era 4 hm<sup>3</sup>/año, hoy 1,3 hm<sup>3</sup>/año, ¿por qué?

0566 Grajales-Pandera-Carchel: El balance que se utiliza es el correspondiente a la normas de 2001, 24,5 hm<sup>3</sup>/año la infiltración. En la actualidad, el IGME asume unas entradas de 32,9 hm<sup>3</sup>/año basada en un estudio climatológico y con medidas detalladas realizadas en 2005.

0570 Gracia-Ventisquero: Se indica que las extracciones para regadío mediante sondeos en esta unidad son de 1,17 hm<sup>3</sup>/año, sin embargo con la información que el IGME posee de la zona y la experiencia de los técnicos que ha trabajado allí se sabe que no existe un solo sondeo utilizado para regadío que capte los acuíferos que se incluyen en esta masa. Si bien es posible que existan pozos o sondeos en pequeños acuíferos desligados de los principales, aunque parece difícil que estos puntos puedan sostener un volumen de 1,17 hm<sup>3</sup>/año.

#### OBSERVACIONES SOBRE OTRAS MASAS INCLUIDAS EN LA CARACTERIZACIÓN ADICIONAL

En la masa 0519 Mancha Real-Pegalajar se indica que existe una extracción para regadío de 1,58 hm<sup>3</sup>/año, del mismo orden que la extracción para

abastecimiento. Sin embargo en esta masa no existe un solo sondeo utilizado para regadío que extraiga agua de los acuíferos importantes. Puede hacerse un comentario similar al realizado en la masa 0570, ya que hay pequeños pozos en cuaternarios, etc. que difícilmente podrían cubrir un volumen de extracciones tan elevado.

Por otra parte, durante el periodo de realización del proyecto, en total, se han recibido en el IGME cinco documentos referentes a la “Elaboración de los objetivos medioambientales y programa de medidas para las masas de aguas subterráneas de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir” para que los supervisara el IGME. Los documentos supervisados han sido los siguientes:

- 0503 Duda – La Sagra.
- 0504 Huéscar – Puebla de Don Fadrique.
- 0505 La Zarza.
- 0515 Torres – Jimena.
- 0516 Jabalcuz.

### **Cartografías hidrogeológicas**

Para la realización de los mapas hidrogeológicos de las MASb, se ha tenido en cuenta información procedente trabajos realizados por el IGME en los últimos años y las bases de datos de la propia Confederación. La información aportada por ambos organismos ha sido cuantitativa y cualitativa. La cartografía geológica de base utilizada procede del proyecto GEODE que está realizando el IGME. Este proyecto consiste, básicamente, en la realización de la cartografía geológica continua a escala 1/50.000 en formato ArcGis de todo el territorio español. Esta cartografía está totalmente actualizada. Se debe destacar que gracias a esta cartografía se podrán elaborar cubiertas de información hidrogeológica necesarias para apoyar la mejora de la gestión, la protección y la actualización de las masas de agua subterráneas en caso de que se decida llevar a cabo algún tipo de modificación de los límites actuales

de las MASb o para abordar otras necesidades cartográficas relacionadas con la gestión y conocimiento de las aguas subterráneas.

La cartografía se ha realizado atendiendo a los siguientes criterios:

1. Se ha respetado la estructura de la leyenda geológica del Proyecto Geode y usado sus simbologías. En este sentido, también se han tenido en cuenta los dominios geológicos, pues los condicionantes paleogeográficos (figuras 1 y 2) y las estructuras geológicas se reflejan en el comportamiento hidrogeológico de los materiales.

2. Las agrupaciones de términos geológicos se han realizado de tal manera que el resultado fuera coherente con la edad, la litología y el dominio geológico. Para ello se han utilizado colores de relleno dentro de la gama que por edad les corresponden a las litologías, pero diferenciando el dominio al que pertenecen. Finalmente, se han diferenciado 102 términos hidrogeológicos en la leyenda (Tabla II y Figura 3).

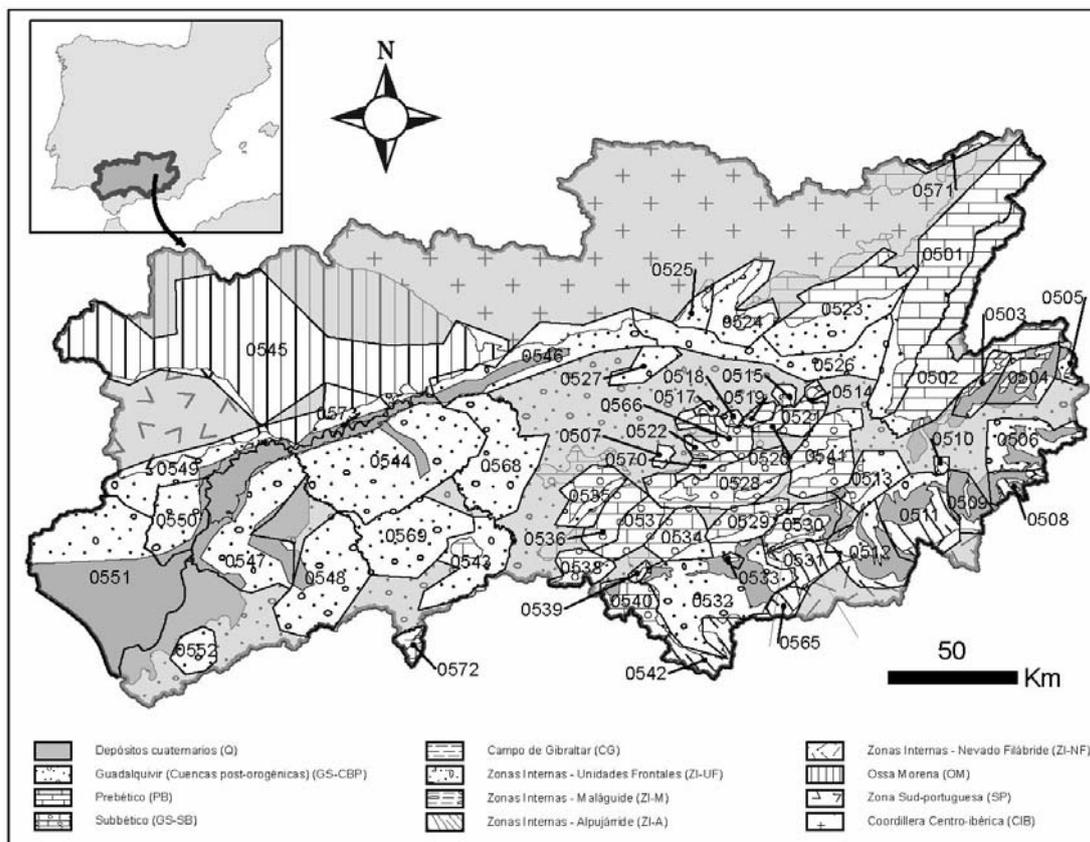


Figura 1. Localización de la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir. Masas de agua diferenciadas y dominios geológicos presentes en la cuenca.

3. Debido a la escala de trabajo y a los cambios de facies que se producen en algunos materiales, las categorías de permeabilidades asignadas han sido sólo baja, media y alta. De esta forma, la asignación de permeabilidad relativa está más próxima a las propiedades hidráulicas reales del conjunto de materiales agrupados. La permeabilidad baja se ha diferenciado con relleno de color, sin trama.

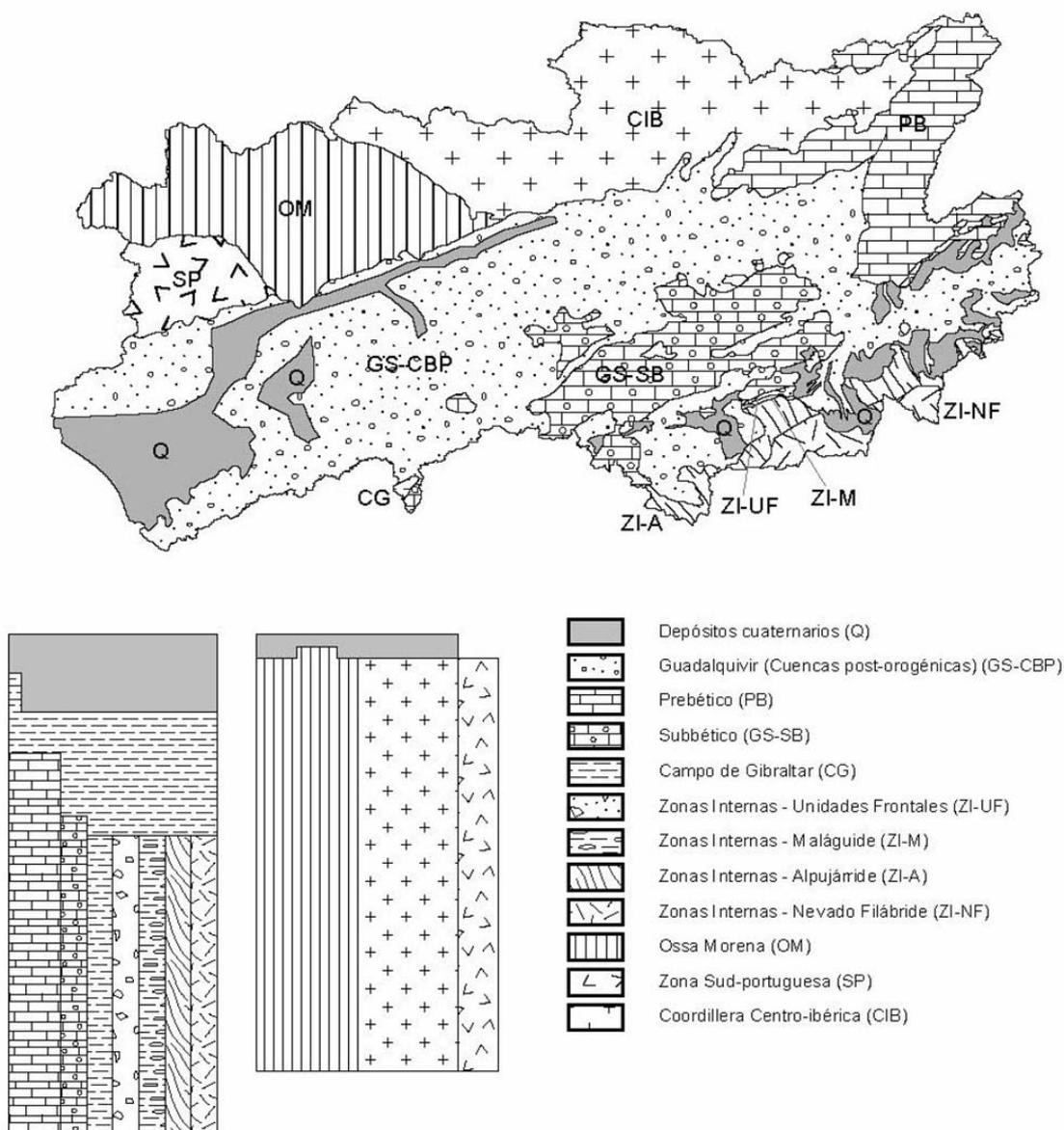


Figura 2. Dominios geológicos que afloran en la Demarcación.

4. En algunos casos se han tenido que agrupar materiales con litologías variadas pero con edades y comportamientos hidrogeológicos parecidos. No obstante, en la descripción de los materiales se han incluido los más relevantes empezando por el de mayor superficie cartográfica. De esta manera, un afloramiento puntual de un material incluido en la agrupación y que pudiera tener un comportamiento hidrogeológico próximo al límite de la categoría asignada, quedaría contemplado sin que supusiera un error en la cartografía ni en la asignación.

1 Pizarras, conglomerados y calizas (Paleozoico)	52 Calizas (bloques jurásicos) (Neógeno)
2 Micaesquistos. Localmente cuarcitas y calizas (Paleozoico - Triásico)	53 Margas y arcillas (Paleógeno - Mioceno)
3 Micaesquistos. Localmente cuarcitas y calizas (Paleozoico - Triásico)	54 Calizas bioclásticas. Localmente conglomerados (Mioceno)
4 Mármoles (Paleozoico)	55 Olistolitos indiferenciados
5 Micaesquistos. Localmente cuarcitas y calizas (Paleozoico - Triásico)	56 Margas (Mioceno)
6 Mármoles (Paleozoico - Triásico inf.)	57 Conglomerados, arenas,... (Mioceno)
7 Rocas carbonatadas (Triásico)	58 Calcarenitas (Mioceno)
8 Calizas y dolomías (Triásico)	59 Unidad olistostromica y unidades tectónicas (Mioceno)
9 Conglomerados (Triásico)	60 Margas con intercalaciones de limos y arenas (Mioceno)
10 Calizas y dolomías (Triásico)	61 Areniscas y margas. Turbiditas (Mioceno)
11 Conglomerados y areniscas. Localmente arcillas (Triásico)	62 Conglomerados, calizas y areniscas (Mioceno)
12 Ofitas (Triásico)	63 Conglomerados, areniscas y localmente limos (Mioceno)
13 Arcillas y areniscas. Localmente yesos (Triásico)	64 Calizas de páramo (Mioceno-Plioceno)
14 Dolomías y calizas (Triásico)	65 Margas azules (Plioceno - Pleistoceno)
15 Yesos (Triásico)	66 Gravas, arenas y limos. Localmente margas y calizas (Mioceno-Plioceno)
16 Dolomías y calizas (Triásico)	67 Gravas (Plioceno-Pleistoceno)
17 Conglomerados triásicos (Triásico)	68 Aluviales cuaternarios (Cuaternario)

18 Areniscas, arcillas y margas con yeso (Triásico)	69 Depósitos de ladera (Cuaternario)
19 Arcillas versicolores triásicas (Triásico)	70 Marisma (Arcillas) (Cuaternario)
20 Margas y ritmitas margoso-calcáreas (Jurásico inf.)	71 Suelos arcillosos (Cuaternario)
21 Margas y calizas (Jurásico)	72 Turberas (Cuaternario)
22 Dolomías y calizas (Jurásico)	73 Travertinos (Cuaternario)
23 Calizas y dolomías (Jurásico sup.)	74 Materiales antrópicos (Cuaternario)
24 Calizas y dolomías (Jurásico inf. - med.)	75 Depósitos eólicos y de playa (Cuaternario)
25 Rocas volcánicas (Jurásico medio)	76 Otras rocas plutónicas de Ossa Morena.
26 Calizas y margas (Jurásico inf y med)	77 Otras rocas plutónicas de la Zona Sud Portuguesa.
27 Calizas margosas, margas y calcilimolitas (Jurásico med. - sup.)	78 Rocas graníticas de Ossa Morena.
28 Calizas nodulosas y tableadas (Jurásico inferior)	79 Rocas graníticas de la Sud Portuguesa.
29 Calizas oolíticas y calizas (Jurásico med. - sup.)	80 Granitos y granodioritas (Carbonífero)
30 Calizas y dolomías (Jurásico)	81 Cuarzitas (Paleozoico)
31 Margocalizas, margas y calizas nodulosas (Jurásico)	82 Calizas y mármoles (Paleozoico)
32 Calizas y dolomías (Jurásico)	83 Paleozoico metamórfico y detrítico (Paleozoico)
33 Margas y margocalizas (Cretácico - Paleógeno)	84 Pizarras Ordovícicas (Ordovícico)
34 Margas y lutitas. Localmente turbiditas (Cretácico - Paleógeno)	85 Cuarzitas (Paleozoico)
35 Margas y ritmita margoso-calcarea (Cretácico inf.)	86 Calizas (Paleozoico)
36 Dolomías y calizas (Cretácico inf.)	87 Paleozoico metamórfico y detrítico (Paleozoico)
37 Calizas y dolomías (Cretácico sup.)	88 Cuarzita del criadero (Silúrico)
38 Arenas silíceas (Cretácico (Aptiense))	89 Pizarras silúricas (Silúrico)
39 Calizas (Cenomaniense)	90 Pizarras devónicas (Devónico)
40 Margas y margocalizas (Cretácico sup. - Paleógeno)	91 Diques y filones (Carbonífero - Pérmico)
41 Calizas (Cretácico superior)	92 Conglomerados carboníferos (Carbonífero)
42 Calcarenitas (Paleoceno - Eoceno medio)	93 Pizarras carboníferas (Carbonífero)
43 Calizas y calcarenitas (Paleógeno)	94 Conglomerados triásicos (Triásico)
44 Margas y lutitas. Localmente turbiditas (Cretácico - Paleógeno)	95 Areniscas triásicas (Triásico)
45 Calizas y calcarenitas (Paleógeno)	96 Margocalizas, margas y calizas (Cretácico)
46 Margas y arcillas (Paleógeno - Mioceno)	97 Calizas y conglomerados (Mioceno)

47 Calizas y margas (Eoceno)	98 Conglomerados heterométricos (Paleógeno-Neógeno)
48 Conglomerados y areniscas (Oligoceno - Mioceno)	99 Conglomerados (Neógeno)
49 Calcarenitas y margas (Oligoceno - Mioceno)	100 Conglomerados, arenas y arcillas miocénicos (Mioceno)
50 Margas y brechas. Localmente carbonatos (Mioceno)	101 Arcillas y cantos (Plioceno-Pleistoceno)
51 Areniscas y margas. Turbiditas (Mioceno)	102 Gossan (Cuaternario)

Tabla 2. Materiales diferenciados en la Demarcación Hidrográfica.

Con la cartografía se sientan las bases para elaborar cartografías temáticas con unas escalas y detalle adecuados a los objetivos de cada trabajo. Es destacable, además, la escala a la que se ha trabajado, 1/50.000, pues las realizadas con anterioridad consisten en síntesis cartográficas a 1/200.000 (IGME, 2007).

La necesidad de revisar los límites actuales de las masas de agua queda reflejada en la Tabla 3, donde se observa que fuera de las masas de agua hay una cantidad importante de materiales permeables susceptibles de formar parte de una masa de agua o constituir otras nuevas.

	Total cuenca	Dentro de masa	Fuera de masa
<b>Baja permeabilidad</b>	30,178.46	15,674.28	14,504.18
<b>Carbonatados alta</b>	4,857.18	4,650.20	206.98
<b>Carbonatados media</b>	479.02	455.59	23.43
<b>Detríticos alta</b>	10,210.21	7,766.65	2,443.56
<b>Detríticos media</b>	9,486.07	7,300.43	2,185.64
<b>Rocas fracturadas</b>	2,316.06	528.13	1,787.93
	<b>57,527.00</b>	<b>36,375.28</b>	<b>21,151.72</b>

Tabla 3. Resumen de materiales diferenciados (expresado en kilómetros cuadrados).

Esta cartografía recoge e interpreta propiedades cualitativas y cuantitativas de los materiales aflorantes. En este sentido, y teniendo en cuenta que toda la información se ha gestionado en un entorno SIG, sería muy fácil obtener mapas más especializados (acuíferos, cartografías de vulnerabilidad, mapas más detallados de tipos de porosidad o mapas litológicos, entre otros).

Por tanto, basándose en la interpretación de información cualitativa y cuantitativa de trabajos inéditos del IGME se propone una cartografía

hidrogeológica base de trabajo para investigaciones posteriores y como herramienta de gestión y toma de decisiones de la Cuenca.

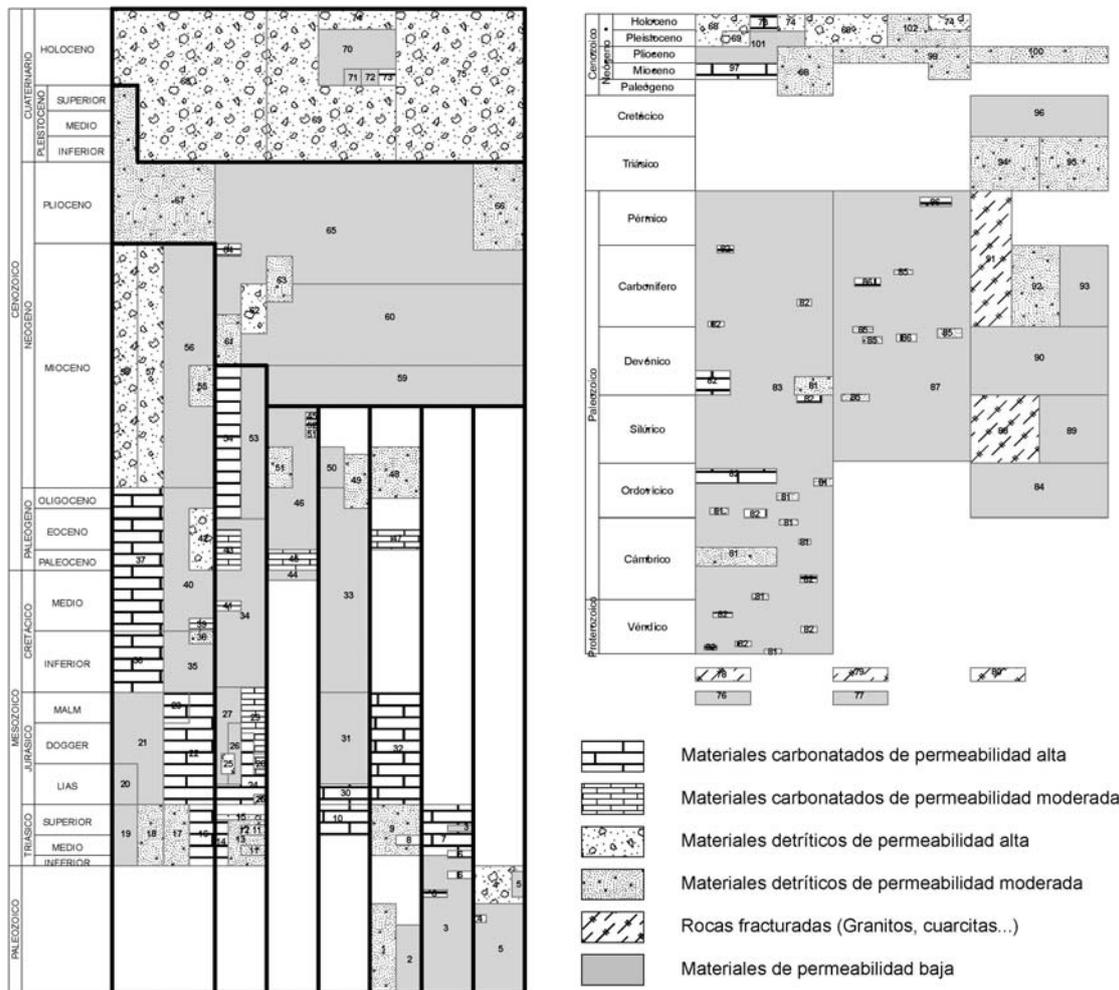


Figura 3. Leyenda hidrogeológica sintetizada. Están diferenciados todos los dominios geológicos (PB, GS-SB, CG, ZI-UF, ZI-M, ZI-A, ZI-NF, OM, SP, CIB) y los materiales de relleno de las cuencas béticas postorogénicas (Q, GS-CBP).

### Elaboración de objetivos medioambientales

De forma coordinada con la CHG se han elaborado los objetivos medioambientales de la Demarcación y el IGME, además, ha hecho los mapas de acuerdo con la información manejada en el año 2009. Los objetivos fundamentales eran proteger la calidad y la cantidad del recurso de acuerdo con las directrices de la DMA.

Los mapas realizados son los siguientes: MASb de uso sólo para abastecimiento, MASb de carácter estratégico por su situación y calidad,

perímetros de protección de la cantidad para los abastecimientos urbanos, perímetros de protección de los aprovechamientos hidrominerales, las normas de gestión del régimen general de la Demarcación, mapa con las MASb que se encuentran en mal estado de acuerdo con la caracterización adicional y, finalmente, el mapa con las MASb en situación de sobreexplotación.

### Propuesta de masas de aguas subterráneas nuevas

Otra de las tareas de este proyecto era proponer masas de aguas subterráneas nuevas. Dado que la información existente no es suficientemente precisa, se ha preferido delimitar zonas (Figura 4) que se deberían estudiar en detalle, siendo uno de los aspectos más relevantes la actualización de datos de campo, principalmente puntos de agua pues la cartografía geológica es reciente, tal y como se ha dicho anteriormente.

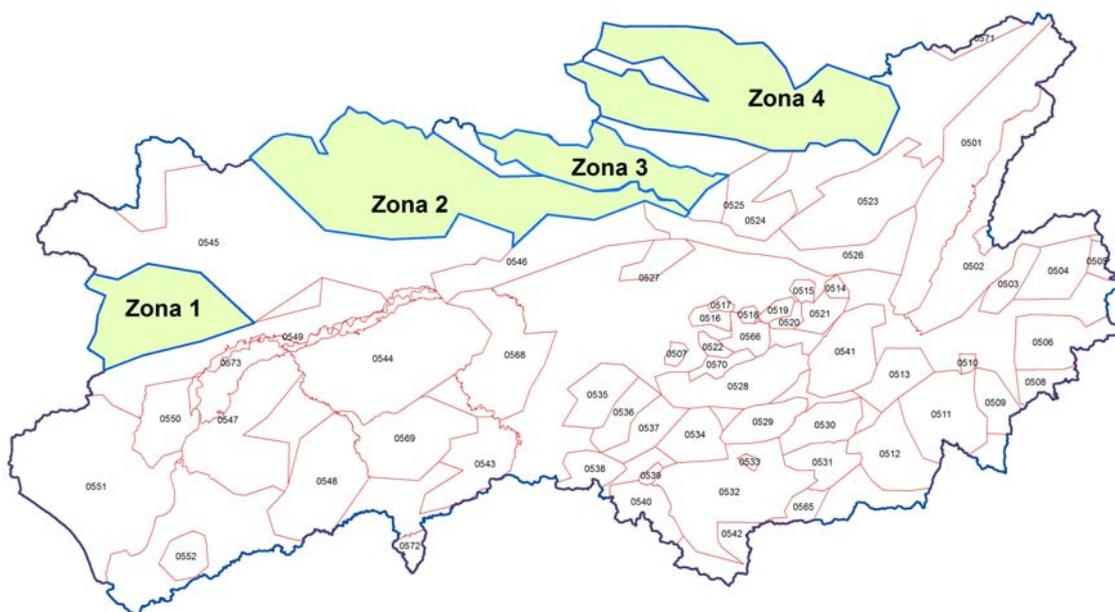


Figura 4. Zonas propuestas para estudiar y definir posibles masas de aguas subterráneas nuevas.

En la actualidad, los puntos de agua existentes en la base de datos del IGME y CHG de las zonas propuestas son abundantes, por lo que esta información serviría para iniciar cualquier delimitación más detallada de alguna masa de agua nueva en dichas zonas (figura 5 y 6).

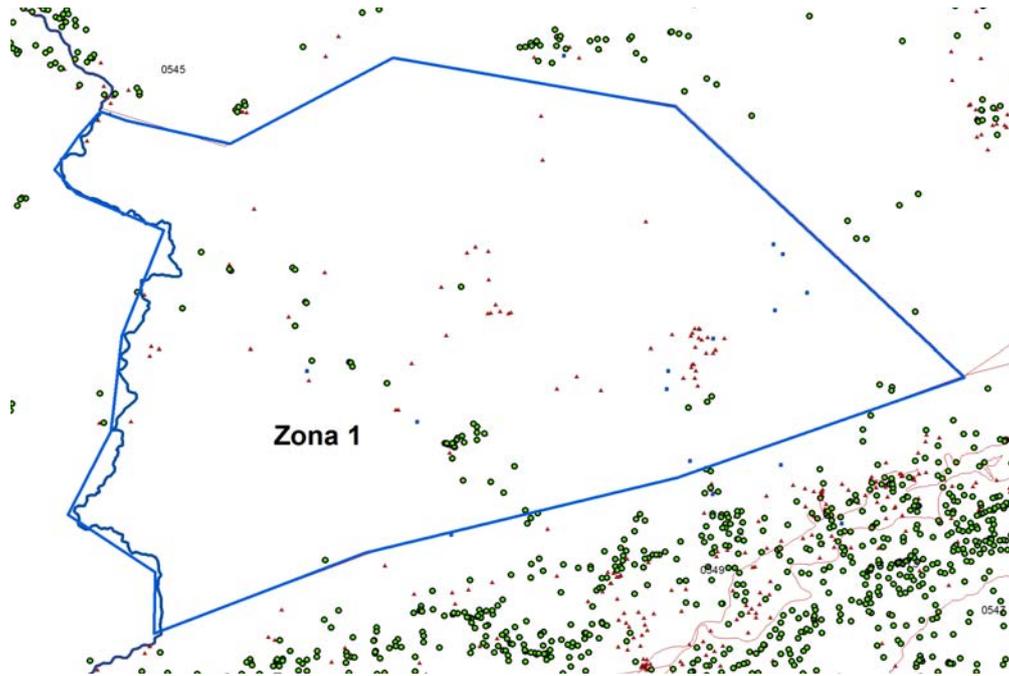


Figura 5. Puntos de agua existentes en la actualidad en las bases de datos del IGME y CHG.

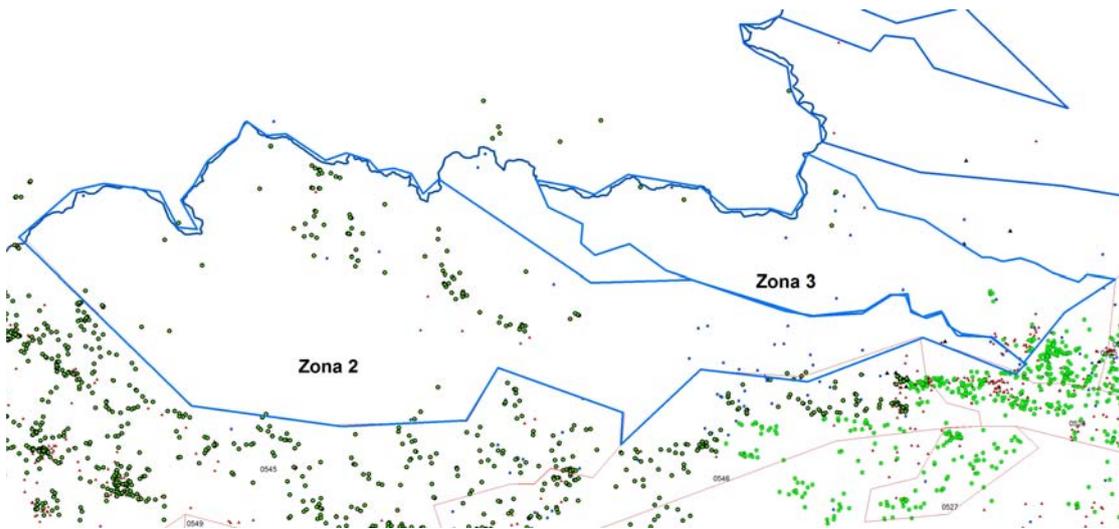


Figura 6. Puntos de agua existentes en la actualidad en las bases de datos del IGME y CHG.

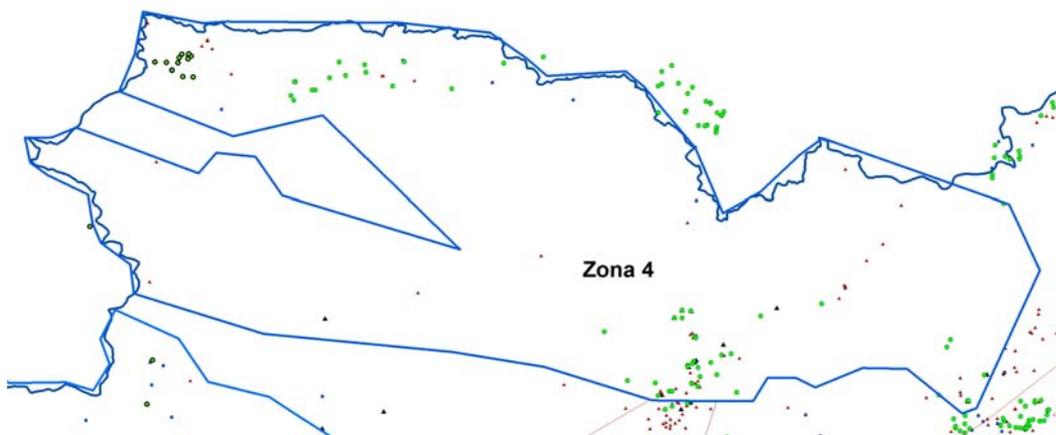


Figura 7. Puntos de agua existentes en la actualidad en las bases de datos del IGME y CHG.

Los materiales aflorantes en las zonas delimitadas presenta, en algunos casos una intensa fracturación gracias a la cual presentan interés hidrogeológicos y en otros casos existen intercalaciones de materiales permeables dentro de grandes paquetes de esquistos o pizarras. Tanto a la fracturación como a las intercalaciones mencionadas, podría haber ligada una permeabilidad media. En las figuras 8, 9, 10 y 11 se muestran con trama de diferentes tipos los materiales que presentan un interés hidrogeológico potencial. Los polígonos rellenos sin trama no presentan, en principio, apenas interés hidrogeológico, no obstante sólo mediante un estudio de detalle se podrán descartar o no.

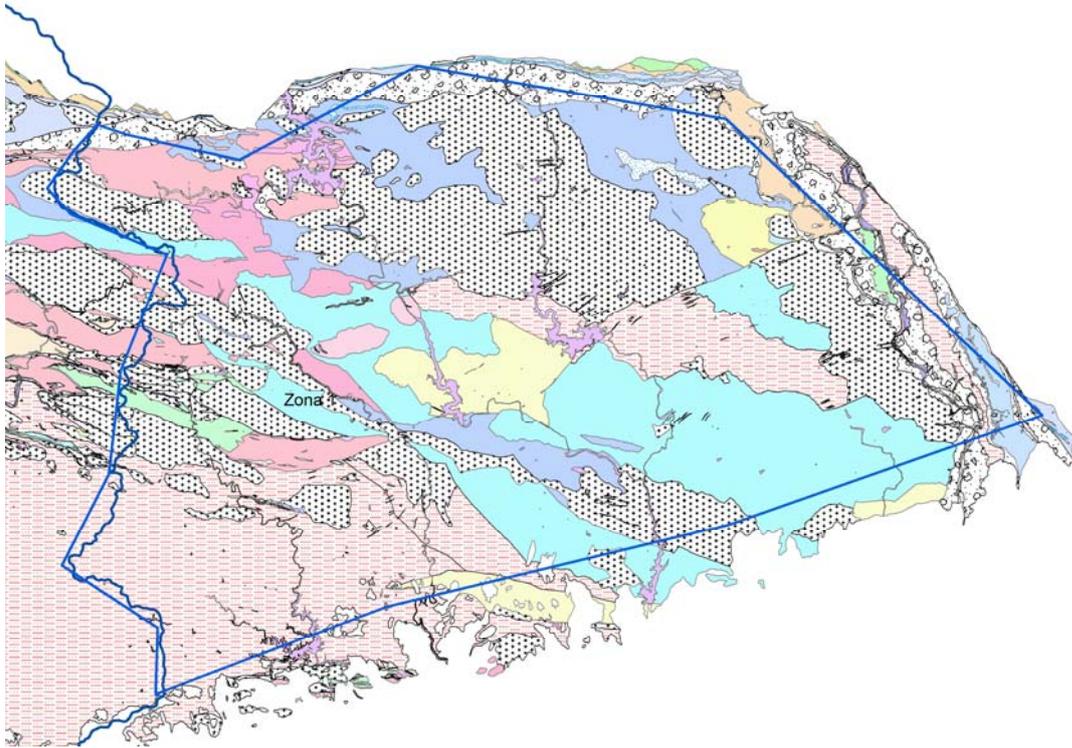


Figura 8. Zona 1. Materiales que presentan potencial hidrogeológico.

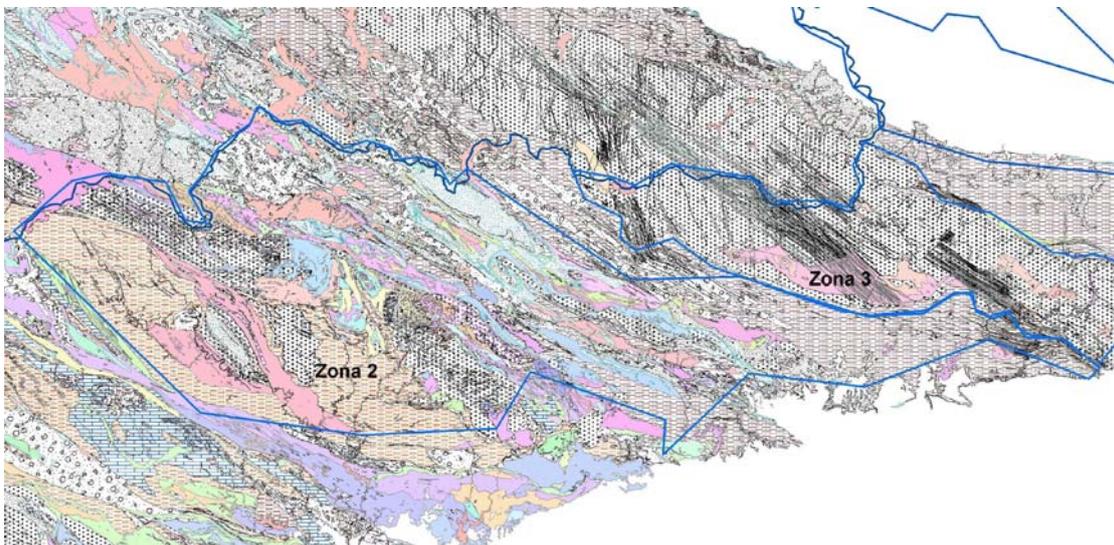


Figura 9. Zona 2. Materiales que presentan potencial hidrogeológico.

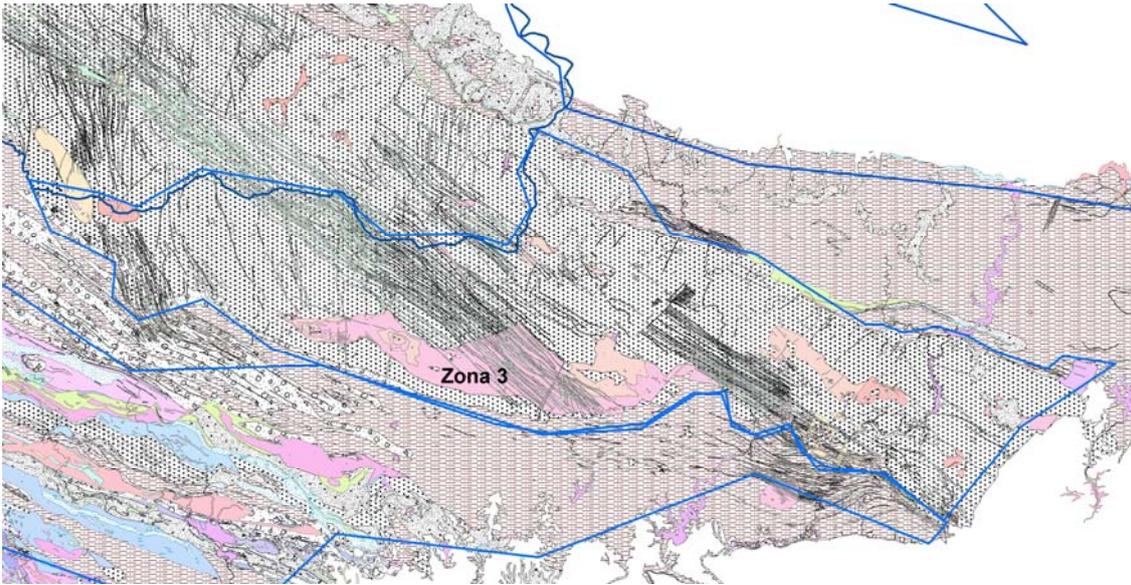


Figura 10. Zona 3. Materiales que presentan potencial hidrogeológico.

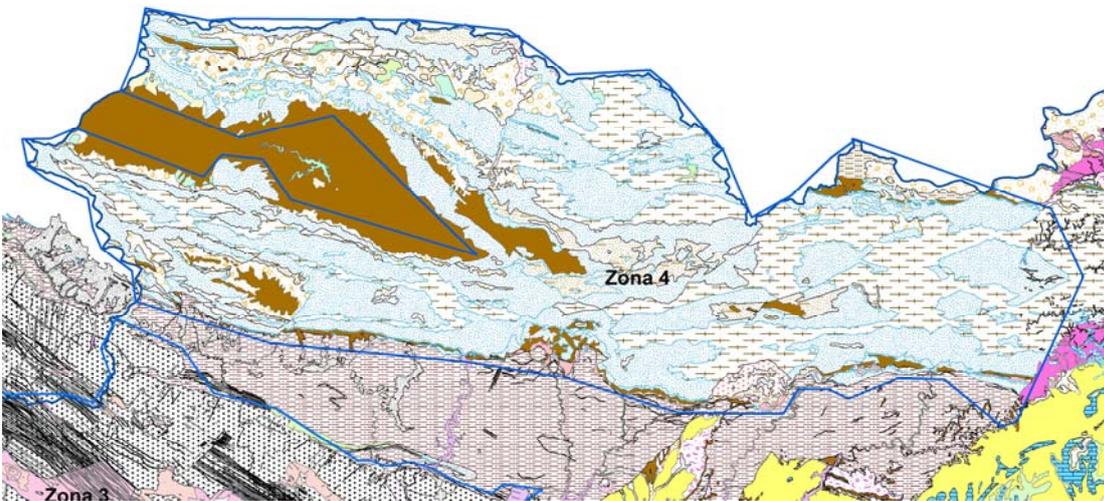


Figura 11. Zona 4. Materiales que presentan potencial hidrogeológico.

## Conclusiones

---

Se debe profundizar en la investigación de las masas de agua en los aspectos menos conocidos o que más incertidumbres muestran en la información existente. En este sentido, como mínimo, se deben mejorar los balances las masas de agua pues, en algunos casos, ofrecen importantes incertidumbres.

Con la cartografía realizada se sientan las bases para elaborar mapas temáticos con unas escalas y detalle adecuados a los objetivos de cada trabajo.

Se destaca la necesidad de revisar los límites actuales de las masas de agua como ha quedado reflejado en las cartografías realizadas. Quedan fuera de las masas de agua una cantidad importante de materiales permeables susceptibles de formar parte de una masa de agua o constituir otras nuevas.

Basándose en la interpretación de información cualitativa y cuantitativa de trabajos inéditos del IGME se propone una cartografía hidrogeológica base de trabajo para investigaciones posteriores y como herramienta de gestión y toma de decisiones de la Cuenca.

## Referencias

---

Argüelles, A.; González-Ramón, A.; Silgado, A.; Martín-Machuca, M.; López-Geta, J.A.; Rubio-Campos, J.C.; López-Bravo, J. y Gómez-Sánchez, M. (2003). *Jornadas Agua y Globalización en el Mediterráneo. XI Congreso Mundial del Agua*. Granada

European Union (2000). *Official Journal*, 2000/60/CE.

European Union (2006). *Official Journal*, 2006/118/CE.

IGME (2007). *Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad de España a escala 1:200.000*. CD.

<http://www.igme.es/internet/SalaPrensa/cataProy/catalogoProy2009/catalogoProyectos2009.pdf>. En revisión.