



**PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DEL SONDEO DE LOS OLIVOS
DE ABASTECIMIENTO A LA PEDANÍA DE EL MARGEN EN EL
MUNICIPIO DE CÚLLAR (GRANADA)**



ÍNDICE

Pag nº

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ABASTECIMIENTOS.....	5
2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN	6
2.1.1. Captaciones de abastecimiento	6
2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO.....	7
2.2.1. Depósitos y conducciones.....	7
2.2.2. Esquema general	7
2.2.3. Importancia de la captación y volúmenes captados.....	9
3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	10
3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	10
3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO.....	13
3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA	16
3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO.....	16
3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR	18
4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	21
4.1. ORIGEN DE LA INFORMACIÓN DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	21
4.2. INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	22
4.2.1. Actividad agrícola.....	22
4.2.2. Actividad ganadera	22
4.2.3. Actividad industrial.....	22
4.2.4. Residuos sólidos urbanos	23
4.2.5. Aguas residuales.....	23
4.3. FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LA CAPTACIÓN	23
4.4. INDICIOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES	24
5. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN.....	25
5.1. DISTRIBUCIÓN EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA	25
5.2. RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	26
5.2.1. Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad	26
5.3. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD Y DEL RIESGO.....	26

6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN.....	29
6.1. ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO	29
6.1.1. Límites hidrogeológicos y geometría del acuífero.....	29
6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)	31
6.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS)	31
6.3. ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN	32
6.4. ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS.....	33
6.5. ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	33
6.6. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	34
6.7. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD	34
7. RED DE CONTROL Y VIGILANCIA	36
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
9. REFERENCIAS	39

ANEXOS

ANEXO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEXO II: FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES

ANEXO III: FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

ANEXO IV: ANÁLISIS QUÍMICOS

PLANOS

PLANO Nº 1: SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO

PLANO Nº 2: MAPA DE VULNERABILIDAD Y PRESIONES

PLANO Nº 3: MAPA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la delimitación y justificación técnica del perímetro de protección del sondeo Los Olivos (223940041), que abastece a la pedanía de El Margen, en el término municipal de Cúllar. Está situado en la Masa de Agua Subterránea (MAS) 05.06 "Orce-María-Cúllar".

La realización de este informe se enmarca dentro de la actividad "ELABORACIÓN DE PERÍMETROS DE SALVAGUARDA PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO URBANO" realizada por el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, IGME, por medio de su Departamento de Investigación en Recursos Geológicos, en cumplimiento con los requerimientos de la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua (DMA), para el establecimiento de zonas de salvaguarda o perímetros de protección en captaciones para consumo humano de masas de agua de la cuenca del Guadalquivir.

La protección del agua es un objetivo prioritario en la política medioambiental europea reflejado específicamente en la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua (DMA) que, en su artículo 7.1, impone unos límites para calificar una masa de agua como *Drinking Water Protected Area*, "todas las masas de agua utilizadas para la captación de agua destinada al consumo humano que proporcionen un promedio de más de 10 m³ diarios o que abastezcan a más de cincuenta personas, y todas las masas de agua destinadas a tal uso en el futuro"

El marco legal para la realización de perímetros de protección a captaciones de abastecimiento urbano se basa en el artículo 54.3 (R.D. 849/1986) del texto refundido de la Ley de Aguas y el procedimiento para su inicio se describe en el artículo 173.3 del R.D.P.H. donde se reseña que su delimitación se efectuará a solicitud de la autoridad medioambiental, municipal o cualquier otra en que recaigan competencias sobre la materia.

En los artículos 173.5 y 173.6 del R.D.P.H (R.D. 849/1986) se describen los condicionamientos que podrán imponerse en el perímetro delimitado con el objeto de impedir la afección a la cantidad y a la calidad de las aguas subterráneas captadas,

señalando expresamente los tipos de instalaciones o actividades que podrán ser condicionadas.

Para la delimitación del perímetro de protección de las captaciones a estudiar, se ha realizado un trabajo de campo. Los trabajos de campo son de importancia fundamental para la buena consecución de los perímetros ya que en el campo se realizan las comprobaciones y validaciones y se efectúan la toma de datos a nivel de inventario tanto de las captaciones como de inventario de focos potenciales de contaminación.

En el campo la secuencia de trabajo y metodología que se ha seguido es la siguiente:

- Entrevista con el Ayuntamiento
- Visita a las captaciones de consumo humano para verificar datos y completar la ficha de las captaciones
- Piezometría del entorno, para ello se han tomado medidas de nivel en sondeos en el entorno de la captación
- Inventario de focos potenciales de contaminación

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ABASTECIMIENTOS

El municipio de Cúllar tiene una población residente estable de 4.832 habitantes (Cifras de población referidas al 01/01/2008), de los que 3.812, corresponden al núcleo de dicho municipio. El resto se distribuye en distintas pedanías según se muestra en la siguiente tabla:

Núcleo	Habitantes
Cúllar	3.812
El Margen	279
Pozo Iglesias	53
Pulpite	74
El Sauco	16
Venta del Peral	179
Venta Quemada	197
Las Vertientes	213
Matian	9
Total	4.832

En función del consumo anual en el año 2007, que fue de 200.346 m³ (549 m³/día), según datos facilitados por el Ayuntamiento, se ha calculado una dotación de unos 114 l/hab/día.

El abastecimiento al núcleo urbano de Cúllar se realiza mediante aguas subterráneas que proceden del sondeo El Cercado (223980014), y el sondeo La Gallega (223940042), este último es utilizado por la piscina municipal y también abastece al núcleo en caso de emergencia.

La galería de Venta Quemada (223910001) abastece a Cúllar y a la pedanía de Pulpite, y el sondeo de Venta Quemada (223910007), objeto del presente informe, abastece a la pedanía de Venta Quemada. Además de estas captaciones existen cuatro sondeos; Pozo Celestino (223920012), que abastece a Las Vertientes, el sondeo de Los Olivos (223940041), que abastece a la pedanía El Margen, el sondeo Rambla de Las Colorás (223980053), de abastecimiento a la pedanía de Venta del

Peral, y el Pozo Nuevo de La Raposa (223980054), que sustituye al Pozo La Raposa (223980032) y abastece a la pedanía de Pozo Iglesias.

Estas captaciones explotan el agua de la MAS 05.06 "Orce-María-Cúllar", a excepción del sondeo Rambla de Las Colorás y el Pozo Nuevo de La Raposa, que explotan la MAS 05.08 "Sierra de Las Estancias"

La localización del sondeo de Los Olivos se muestra en el plano de situación nº 1

La gestión del servicio de abastecimiento la realiza el Ayuntamiento de Cúllar.

2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN

2.1.1. Captaciones de abastecimiento

- **Sondeo de Los Olivos (223920012)**

Se localiza en materiales de la MAS 05.06 "Orce-María-Cúllar". Se sitúa junto a la colada del Camino de Ramí, al Este de la pedanía de El Margen, a una cota de 930 msnm. De él se extrae un caudal de 3,5 l/s y según el encargado del Servicio de aguas del Ayuntamiento, su nivel freático se encontraba en octubre de 2008 a 28 m de profundidad.

Es un sondeo de nueva construcción, perforado junto al antiguo (223940009) para sustituirlo debido a su mal estado. Tiene una profundidad de 60 m, con una bomba de 4 CV de potencia situada a 45 m de profundidad.

Sus coordenadas UTM son X: 539418, Y: 4166964.

2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO

2.2.1. Depósitos y conducciones

Depósito de El Margen, D-12: Se sitúa junto a la captación C-9, unos 1.200 m al Este de la pedanía de El Margen, a una cota de 930 m. Es un depósito superficial, construido en fábrica de hormigón y con 75 m³ de capacidad. Recibe agua del sondeo de Los Olivos y la distribuye a la pedanía de El Margen. Dispone de un clorador automático.

2.2.2. Esquema general

El sistema de abastecimiento a la pedanía de El Margen se muestra en el siguiente esquema.

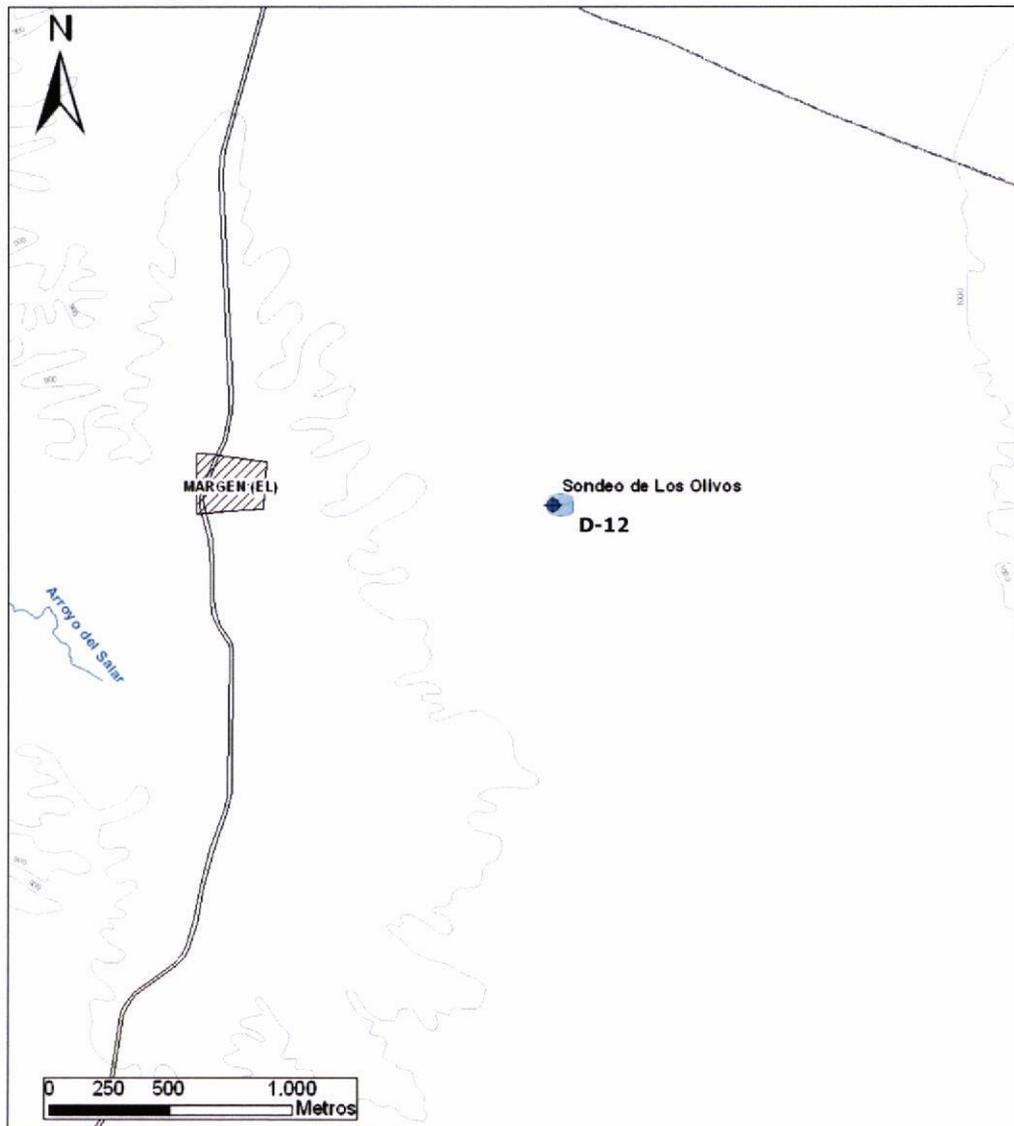


Fig. 1. Sistema de abastecimiento desde el Sondeo de Los Olivos a El Margen.

El agua captada por el sondeo de Los Olivos es conducida al depósito denominado de El Margen (75 m³). Desde aquí el agua se dirige a la red de distribución de El Margen.

2.2.3. Importancia de la captación y volúmenes captados

Según los datos de consumo de agua, facilitados por el Ayuntamiento de Cúllar, para el año 2007, el abastecimiento con aguas subterráneas supone un 100% del total del consumo anual.

El sondeo de Los Olivos capta un caudal de 3,5 l/s y se utiliza para abastecimiento de la pedanía El Margen.

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

La MAS de Orce–María-Cúllar, está constituida por materiales carbonatados jurásicos pertenecientes al Subbético Interno, y por los materiales continentales de origen fluvial y lacustre de la depresión neógena de Guadix-Baza, que afloran al Norte y al Este de la sierra de Orce, en la margen occidental de la MAS.

Al Sur de la alineación montañosa que definen los materiales carbonatados, se localiza el contacto entre las Zonas Internas y Externas de las Cordilleras Béticas, así como un conjunto de formaciones complejas de edad Terciaria, que forman la Zona Intermedia.

Dentro de la MAS se distinguen dos zonas netamente diferenciadas: la primera constituida por el macizo calcáreo de la sierra de Orce-María, y la segunda integrada por los materiales detríticos de la Depresión de Guadix-Baza.

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

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

Dentro de la unidad se distinguen las siguientes formaciones permeables: aluviales, abanicos aluviales y coluviales del Cuaternario; conglomerados, arenas; alternancia de calcilitas y calizas de la Depresión de Guadix-Baza y por último calizas y dolomías jurásicas del Subbético de las sierras de Orce y de María.

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

3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

Dentro de este conjunto, que pertenece a la depresión de Guadix-Baza, se han distinguido 5 miembros litológicos:

- Conglomerados. Formados por cantos redondeados de naturaleza metamórfica y matriz arenosa que alternan con niveles de limos rojos.
- Arenas de El Margen. Aparecen en las inmediaciones de esta localidad y corresponden a cuerpos lenticulares de arenas finas y limos arenosos con pasadas de gravas y arenas gruesas.
- Limos, arenas y yesos. Facies distales del conjunto anterior.
- Calcilutitas, margas y limos. Situados en los márgenes del Río Orce, de colores blanquecinos, presentando niveles de limos organógenos.
- Areniscas, calcilutitas y calizas. Este tramo aflora en las márgenes del Río Orce. Las areniscas son de grano medio presentándose poco o nada cementadas, Las calizas micríticas de color blanco, alcanzan espesores de hasta 10 y 15 m, separados por tramos de 30 a 40 m de calcilutitas blancas.

En la zona de Cúllar y Fuente Nueva estos materiales llegan a alcanzar el centenar de metros.

Dentro de esta Subunidad se pueden distinguir dos acuíferos, conocidos como el acuífero de Cúllar–Baza, donde se encuentra el Sondeo de Los Olivos, situado al Este de la Unidad y el acuífero del Chirivel, situado al Sur de la sierra de Orce y diferenciado del anterior, por el levantamiento del impermeable entre Pulpite y Venta Quemada.

La superficie de afloramientos permeables de esta Subunidad es de 173 km²

En la siguiente figura se muestra la geología de la zona en la que se encuentra el sondeo de Los Olivos.

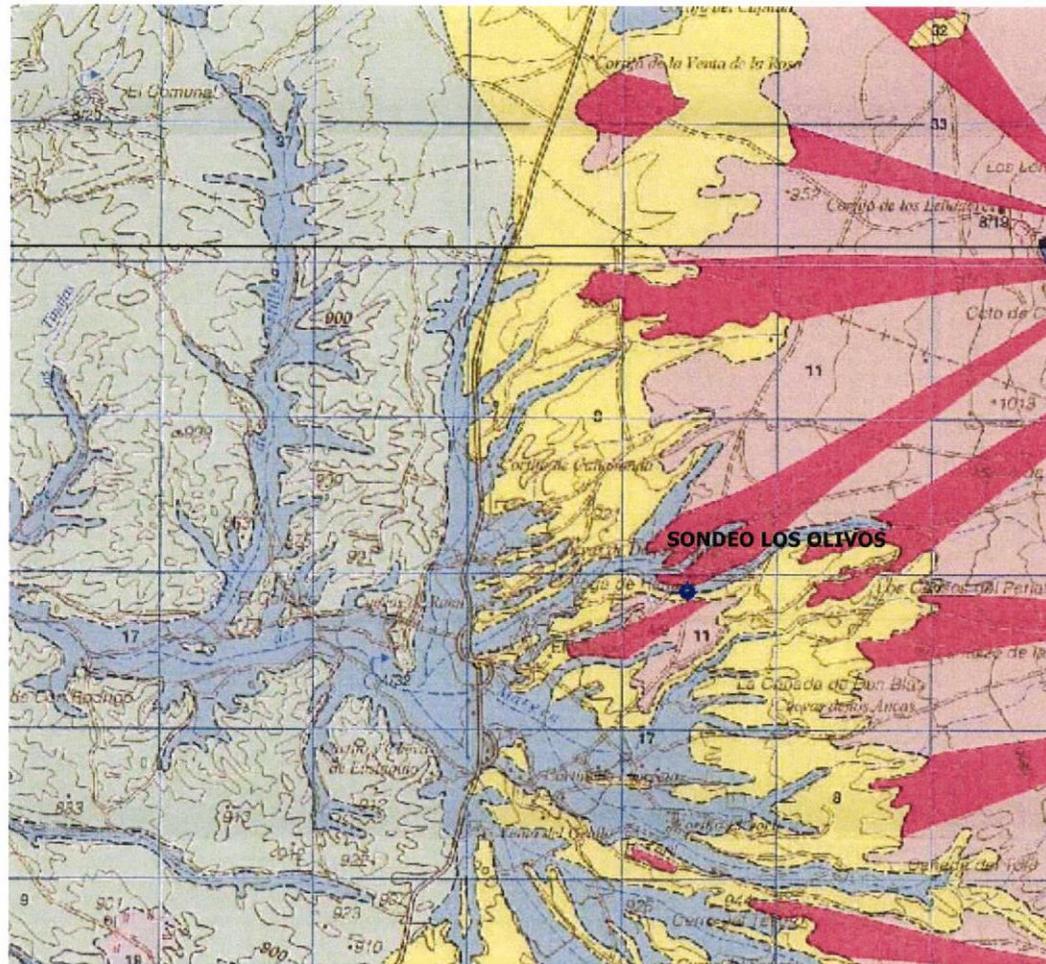
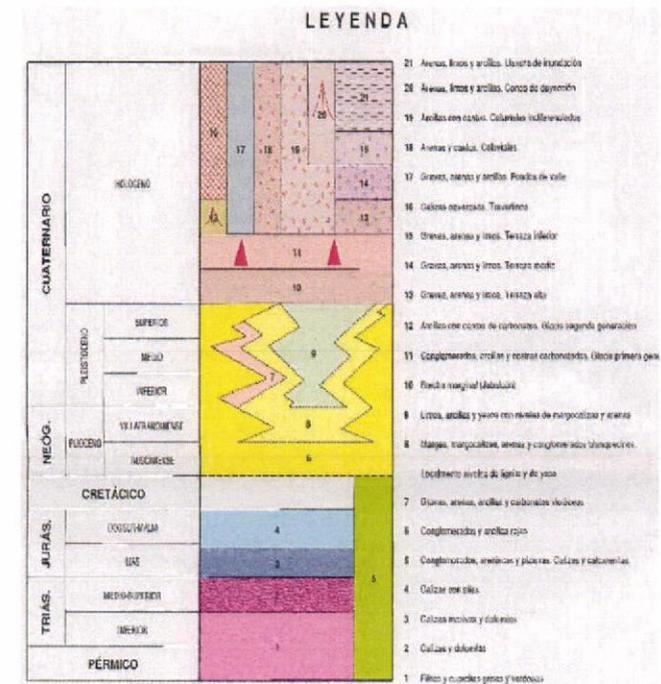


Fig. 3 Geología del área donde se ubica el sondeo Los Olivos



3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

En el acuífero de Cúllar se han calculado transmisividades en el sondeo El Cercado, comprendidas entre 170 y 275 m²/d y, caudales específicos de 0,25 a 1,1 l/s/m. A la finalización de la perforación se llevó a cabo un ensayo de bombeo en el que se extrajo un caudal de 15 l/s durante 1.400 minutos (IGME, 1983). La transmisividad obtenida fue de en torno a 200 m²/día, adecuada para su caudal de explotación.

Para el acuífero del Chirivel, se cuenta con la transmisividad del sondeo de abastecimiento a Las Vertientes (2339/2/12), resultando de 270 m²/d.

El gradiente hidráulico en la zona es de 0,012.

3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

La alimentación de la subunidad se realiza a partir de la infiltración directa del agua de lluvia, y de las aportaciones ocultas desde el acuífero de Orce, mientras que la descarga se produce a través de los subalveos de los cauces de los ríos, salidas por manantiales y por bombeos.

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

En cuanto a la estimación de extracciones por bombeo, sobre la base de la información disponible se ha considerado el valor de 3 hm³/a como el más representativo, de los

que aproximadamente la mitad corresponde a extracciones para abastecimiento, y el resto a regadío, estos últimos bombeos se concentran especialmente en la Subunidad de Cúllar-Baza y en el término municipal de Orce, en el que en los últimos años se ha registrado un incremento notable en las explotaciones. Los datos correspondientes a las extracciones por bombeo para regadío reflejan la situación existente en 1998, posteriormente no se dispone de otros datos, si bien, la superficie de regadío en el término de Orce ha continuado incrementándose, por lo que el valor utilizado no representa lo ocurrido entre 1998 y la actualidad.

Entradas:

• Infiltración del agua de lluvia	
Acuífero de Orce	14 hm ³ /a
Acuífero de María	3 - 4 hm ³ /a
Acuífero de Maimón	4 - 6 hm ³ /a
Acuífero de Cúllar	7 - 9 hm ³ /a
Total entradas	28 – 33 hm³/a

Salidas:

• Salidas a manantiales y ríos:	
Acuífero de María	3 - 4 hm ³ /a
Acuífero de Maimón	4 - 6 hm ³ /a
Acuífero de Cúllar Baza (incluye las salidas del Acuífero de Orce)	18 – 20 hm ³ /a
• Bombeo + sondeos surgentes:	3 hm ³ /a
Total salidas	28 – 33 hm³/a

3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

El término municipal de Cúllar se encuentra entre dos masas de agua; la MAS de Orce–María–Cúllar y la de la Sierra de las Estancias.

Dentro de la MAS Orce-María-Cúllar (05.06) existen tres grupos de aguas: de facies bicarbonatada-sulfatada cálcico-magnésicas, sulfatada-clorurada cálcico-magnésicas y bicarbonatada magnésicas.

El acuífero de María presenta aguas bicarbonatadas cálcicas de baja mineralización, mientras que en las surgencias y sondeos del detrítico de Cúllar-Baza, el agua es de tipo sulfatada cálcico-magnésica. La facies sulfatada-clorurada cálcico-magnésica se asocia a los términos de calizas y calcilutitas del acuífero de Cúllar-Baza. Por último las aguas bicarbonatadas magnésicas corresponden al acuífero detrítico de Chirivel.

En general toda el agua de la Masa de agua es apta para el abastecimiento humano, destacando que presentan una mejor calidad las aguas de los acuíferos de Maimón y de María, que las procedentes del acuífero de Orce. Sin embargo, se superan los máximos admisibles en sulfatos y magnesio en los niveles de calcilutitas y calizas del acuífero de Cúllar y en los sondeos de este mismo acuífero que se sitúan en el cerro de Venta Micena.

Se ha obtenido una analítica de la captación, procedente del informe “*Plan de Control de Recursos y Gestión de Captaciones de Aguas Subterráneas para Abastecimientos Urbanos de la Provincia de Granada. Municipio: Cúllar. Ampliación 7ª Fase*” del IGME y la Diputación de Granada, de fecha 25 de abril de 2007.

PUNTO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	C.E	pH	FECHA
	(mg/l)									µS/cm		
Sondeo Los Olivos	160	207	305	<3	<5	118	64	73	7	1256	7,7	25/04/2007

El agua de la captación presenta una mineralización alta, y un contenido en nitratos muy bajo, por lo que no presenta contaminación de este tipo. Las concentraciones en

sulfato son bastante altas, aunque están por debajo del límite legal vigente de 250 mg/l (R.D 140/2003) sería recomendable controlar este parámetro en un futuro.

El análisis de agua correspondiente a la captación se ha representado en un diagrama de Piper-Hill-Langelier para ver su facies hidroquímica.

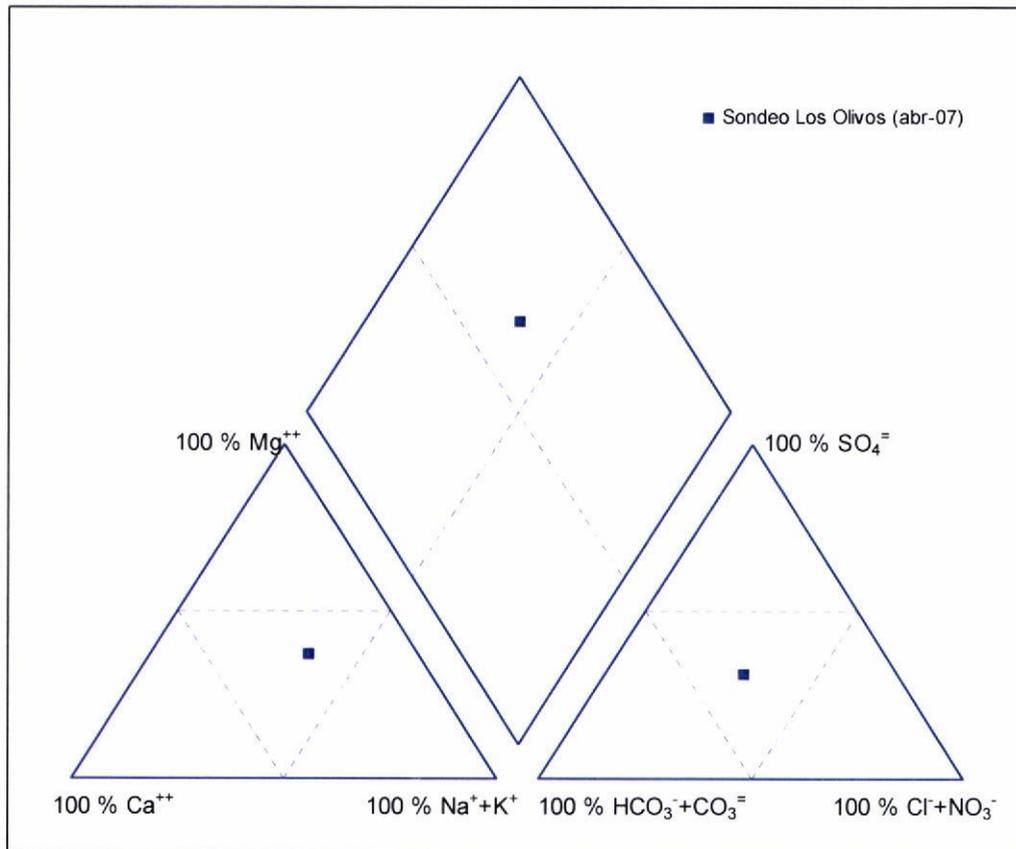


Fig. 4 Diagrama de Piper del sondeo Los Olivos

Como se puede observar en el diagrama de Piper-Hill-Langelier el agua de la captación presenta una facies bicarbonatada bicarbonatada-sulfatada sódico-magnésica.

Microbiología

Como se observa en los análisis aportados por el Ayuntamiento (Anexo 4), la ausencia de bacterias perjudiciales para la salud como *Escherichia coli*, *Clostridium*

perfringens y otras bacterias coniformes, hacen a este agua apta para el consumo humano, desde el punto de vista microbiológico.

4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

4.1. ORIGEN DE LA INFORMACIÓN DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

Los focos potenciales de contaminación se han recopilado de las siguientes fuentes de información:

- Inventario de campo. Focos de contaminación puntuales más próximos a las captaciones visitadas en la campaña de campo.
- Focos de contaminación del Plan de Control de Granada y Jaén. El emplazamiento y descripción de estos focos se ha importado desde las bases de datos del Plan de Control para su representación en GIS. Estos focos de contaminación corresponden a presiones puntuales.
- Focos de contaminación y presiones en coberturas GIS:
 - IMPRESS: Graveras, vertederos, industrias IPPC, aguas de drenaje de minas, piscifactorías y gasolineras
 - SIA (Sistema Integral de Información del Agua): EDAR, puntos de vertido, cabezas de ganado y contaminación difusa (estos dos últimos se representan por miles de cabezas de ganado por comarca y kg/km^2 , respectivamente, siendo estos valores los correspondientes a la totalidad de la comarca en la que se encuentra la captación)
 - CORINE: Usos del suelo del año 2000. Los focos de contaminación obtenidos mediante esta fuente de información han sido contrastados en campo y mediante el análisis de ortofoto digital para incluir las presiones correspondientes a los distintos usos del suelo.

4.2. INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

Las presiones de la zona están constituidas fundamentalmente por las actividades agrícolas. La distribución de los focos potenciales de contaminación se muestra junto con la vulnerabilidad en el plano nº 2.

El listado de los focos potenciales de contaminación se presenta en el Anexo de presiones (Anexo 3)

4.2.1. Actividad agrícola

Existe una actividad agrícola importante en esta zona. En este sector se desarrollan cultivos de secano y de regadío. Los cultivos de secano se encuentran en el entorno más inmediato del sondeo y presentan una gran extensión en la zona. Los cultivos de regadío se encuentran próximos al sondeo, a una distancia de 60 m hacia el Norte y 120 m hacia el Sur.

4.2.2. Actividad ganadera

Existen dos establos ganaderos y una granja porcina. Estas actividades se encuentran situadas agua abajo de la captación por lo que no constituyen una afección potencial a las aguas subterráneas, sin embargo la granja porcina se encuentra a una distancia de unos 450 m de la captación.

4.2.3. Actividad industrial

No se han encontrado actividades industriales cercanas al sondeo que puedan suponer una afección potencial a las aguas subterráneas, a excepción de una gasolinera situada en la carretera A-330, pero esta actividad se sitúa a una distancia de 1.600 m aguas abajo de la captación.

4.2.4. Residuos sólidos urbanos

No se han encontrado vertidos de residuos sólidos urbanos que puedan suponer una afección potencial a la calidad de las aguas subterráneas.

4.2.5. Aguas residuales

Existe una depuradora en el núcleo urbano de El Margen, pero todos los vertidos se realizan aguas abajo de la captación.

4.3. FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LA CAPTACIÓN

Los focos potenciales de contaminación más próximos al manantial están constituidos por las actividades agrícolas de la zona y una granja porcina

La situación de estos focos respecto al sondeo Los Olivos se muestra en la siguiente figura.



Fig. 5. Entorno de la captación de abastecimiento

4.4. INDICIOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES

No se han encontrado indicios de contaminación en la captación objeto del perímetro de protección.

5. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

La vulnerabilidad frente a la contaminación en las captaciones de abastecimiento se ha definido como la susceptibilidad del agua subterránea a la contaminación generada por la actividad humana en función de las características geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas de un área.

Los valores empleados para la estimación de la vulnerabilidad son los correspondientes al método COP mediante el análisis de la cartografía de la vulnerabilidad intrínseca en medios kársticos. Estos valores de vulnerabilidad se han obtenido del Mapa de Vulnerabilidad de España realizado por el IGME.

Además se ha realizado una evaluación hidrogeológica de la unidad en base al funcionamiento hidrogeológico, zonas de recarga, circulación del flujo subterráneo, zonas de circulación preferencial, etc., así como un análisis de la distribución de la vulnerabilidad en el entorno, las áreas de recarga de las captaciones y su relación con los focos potenciales de contaminación.

5.1. DISTRIBUCIÓN EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA

La distribución de la vulnerabilidad en el entorno de la captación a proteger se representa en el plano nº 2 junto con los focos potenciales de contaminación.

La zona presenta únicamente valores de vulnerabilidad bajos y muy bajos. El sondeo se emplaza en una zona de vulnerabilidad muy baja, no existiendo en el entorno valores mayores de vulnerabilidad.

5.2. RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

Los focos potenciales de contaminación que se sitúan aguas arriba del sondeo en sus proximidades (plano nº 2) están formados por la actividad agrícola y una granja porcina situada aguas abajo, a una distancia de 450 m.

Los cultivos de secano y regadío se extiende por gran parte del sector, por lo que ocupan los terrenos de baja y muy baja vulnerabilidad. La granja porcina se encuentra en una zona situada también entre ambos valores.

5.2.1. Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad

Teniendo en cuenta la distribución de los focos potenciales de contaminación que se sitúan sobre la zona, todas las presiones se sitúan sobre terrenos de vulnerabilidad baja y muy baja.

TIPO DE CONTAMINACIÓN	PRESIONES	CONTAMINANTES	DISTANCIA A LA CAPTACIÓN	VULNERABILIDAD
Difusa	Agrícola. Cultivos de secano	Nitratos Plaguicidas	0 m	Muy baja-Baja
Difusa	Agrícola. Cultivos de regadío	Nitratos Plaguicidas	60 m	Muy baja-Baja
Puntual	Granja porcina	Purines	450 m	Muy baja-Baja

5.3. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD Y DEL RIESGO

En el ámbito de riesgo de contaminación de acuíferos, la peligrosidad viene dada por la capacidad del contaminante de producir mayor o menor daño sobre el agua subterránea. La peligrosidad de un contaminante es función de tres factores (De Keteleare et al., 2004):

- La nocividad intrínseca del contaminante inherente a su propia naturaleza.

- La intensidad potencial del episodio de contaminación, dependiente de la cantidad de contaminante vertido.
- La probabilidad de que el peligro se active, esto es, de que se desencadene una fuga o vertido del contaminante.

A partir de estos factores, la metodología propuesta por De Keteleare et al. 2004 para la evaluación y cartografía de la peligrosidad se resume en el siguiente Índice de Peligrosidad (Hazard Index, HI):

H = nocividad del contaminante o de una actividad antrópica potencialmente contaminante

Qn = cantidad de contaminante

Rf = probabilidad de ocurrencia del accidente

El índice de peligrosidad HI se obtiene mediante el producto de los tres factores y puede variar entre un factor mínimo de 0 y un máximo de 120.

$$HI = H \cdot Qn \cdot Rf$$

HI index	Clase de peligrosidad
[0 – 24]	Muy baja
[24 – 48]	Baja
[48 – 72]	Moderada
[72 – 96]	Alta
[96 – 120]	Muy alta

Para el análisis de la peligrosidad se ha procedido a puntuar cada presión según sus características. El valor H viene definido por el método. Se ha puntuado el factor Qn según la dimensión del peligro a partir de su identificación en el campo. El valor máximo de Qn es igual a 1,2. El valor asignado a este parámetro dependerá de la

extensión que ocupe el foco potencial de contaminación dentro de la zona de recarga de las captaciones a proteger y de la cantidad del contaminante.

Al factor Rf se le ha dado la mayor puntuación (Rf=1) excepto cuando existen datos que demuestran que la probabilidad de contaminación es nula.

El riesgo de contaminación en base a las presiones actuales se obtiene a partir de la combinación de la peligrosidad obtenida de las actividades ubicadas sobre el acuífero y de la vulnerabilidad de este último. El índice de intensidad del riesgo (RII) se ha calculado a partir del cociente entre el índice de vulnerabilidad obtenido con el método COP y el índice de peligrosidad (HI). El valor del factor COP se ha obtenido como la media de los distintos valores de éste en la zona en la que se sitúa el foco potencial de contaminación. (Jimenez Madrid et al., 2009. *Groundwater pollution risk assessment. Application to different carbonate aquifers in south Spain, European Geosciences Union, General Assembly, Vienna 2009*)

FACTOR COP	FACTOR HI	1/HI	RII= COP * 1/HI	CLASE DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO
4-15	0-24	>0.042	>0.168	1	Muy bajo
2-4	24-48	0.042-0.021	0.168-0.042	2	Bajo
1-2	48-72	0.021-0.014	0.042-0.014	3	Moderado
0.5-1	72-96	0.014-0.010	0.014-0.005	4	Alto
0-0.5	96-120	<0.010	<0.005	5	Muy alto

A continuación se muestran los resultados obtenidos para la captación objeto del perímetro de protección:

FOCO POTENCIAL DE CONTAMINACIÓN	H	Qn	Rf	HI	Clase de peligrosidad	Factor COP	RII	Nivel de riesgo
Cultivos de secano	25	1,2	1	30	Baja	5,078	0,169	Muy bajo
Cultivos de regadío	30	1,2	1	36	Baja	5,078	0,141	Bajo
Granja porcina	30	0,9	1	27	Baja	4,125	0,153	Bajo

Las presiones situadas en el sector del sondeo Los Olivos suponen un riesgo bajo para las aguas subterránea.

6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

En la definición del perímetro de protección se delimitan cuatro zonas en torno a las captaciones, denominadas:

- Zona I, Inmediata o de Restricciones Absolutas (Tiempo de tránsito de 1 día)
- Zona II, Próxima o de Restricciones Máximas (Tiempo de tránsito de 60 días)
- Zona III, Alejada o de Restricciones Moderadas (Tiempo de tránsito de 4 años)
- Zona de Protección de la Cantidad

6.1. ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO

6.1.1. Límites hidrogeológicos y geometría del acuífero

En el sector de Cúllar-Baza, en la parte oriental de los afloramientos de materiales de la Depresión de Guadix-Baza predominan las facies detríticas. Los materiales de la zona en la que se encuentra el sondeo está formada por materiales continentales de origen fluvial y lacustre de la depresión neógena de Guadix-Baza, que afloran al Norte y al Este de la Sierra de Orce, en el margen occidental de la unidad.

Los materiales que conforman el acuífero en el que se sitúa el sondeo están formados por materiales pliocuaternarios constituidos por limos arenosos con intercalaciones de conglomerados y niveles de arenosos y materiales margocalizos.

Se trata sobre todo de conglomerados de permeabilidad relativamente baja, que se comportan como acuitardo, si bien más al Norte, hacia el sector de El Margen, donde se sitúa el sondeo, están menos cementados y presentan una permeabilidad mayor.

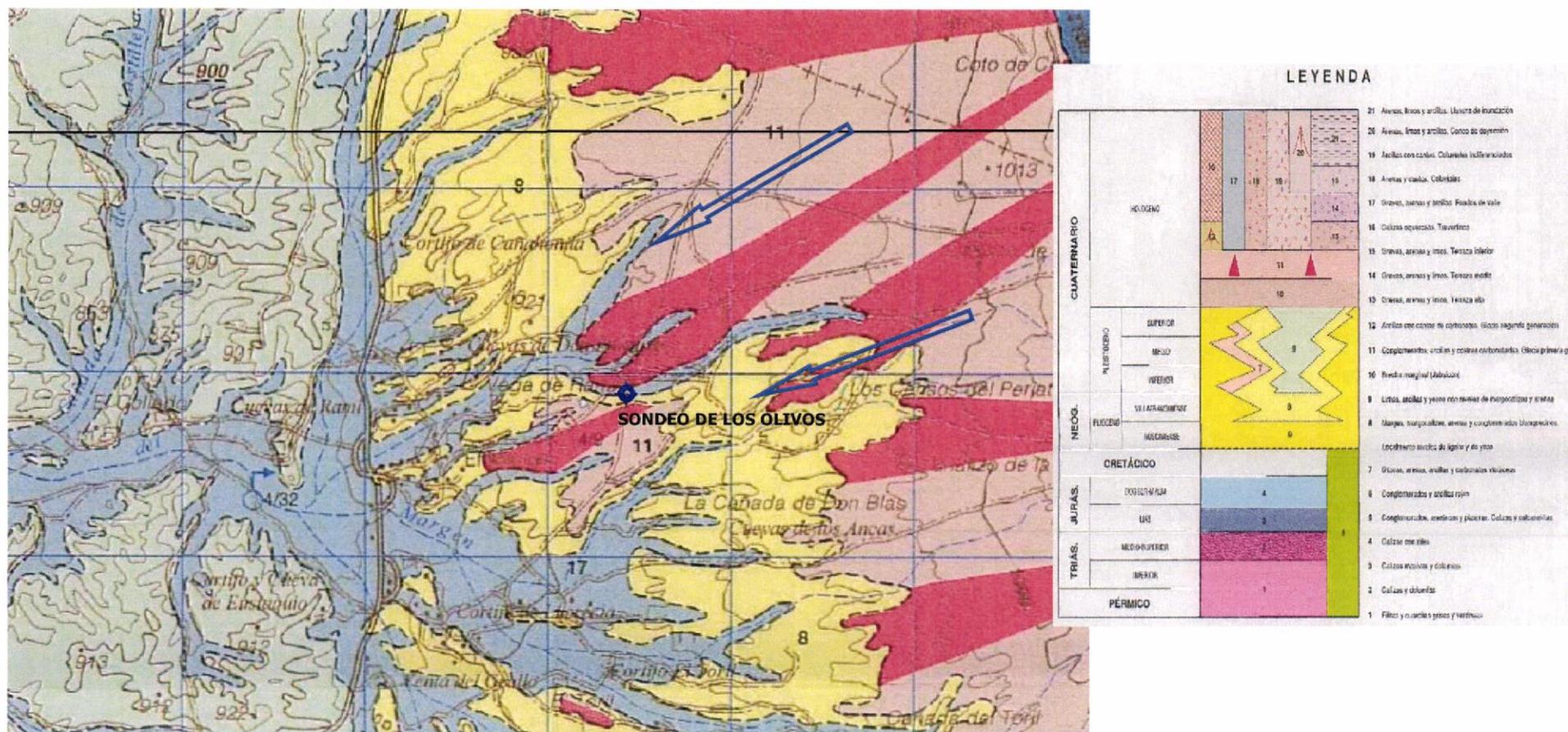


Fig. 6. Hidrogeología del área donde se ubica el sondeo de Los Olivos

← Dirección del flujo subterráneo

6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)

El sistema es alimentado por la precipitación (que tiene un valor medio de 400-500 mm) y probablemente también por flujo lateral procedente del conjunto calizo-dolomítico de Orce-María.

La descarga se realiza hacia el río Cúllar, directamente o a través de depósitos aluviales recientes de mayor permeabilidad y por varios manantiales situados en la zona de Venta Quemada (1.000) y de Cúllar-Baza (850-900 m)

La dirección del flujo subterráneo es NNE-SSO, existiendo un umbral piezométrico que coincide con el río Cúllar y otro entre El Margen y Cúllar. El gradiente de la zona es de 0,012.

6.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS)

Para la delimitación del perímetro de protección se ha utilizado el criterio del tiempo de tránsito según el método de Wyssling.

La resolución del método precisa conocer las siguientes variables:

i = gradiente hidráulico

Q = caudal de bombeo (m^3/s)

k = permeabilidad horizontal (m/s)

m_e = porosidad eficaz

b = espesor del acuífero (m)

A partir de estos datos se calcula el radio de influencia o de la llamada zona (X_0), la anchura del frente de llamada (B), el ancho de llamada a la altura de la captación (B') y la velocidad efectiva (V_e) según las expresiones siguientes:

$$X_0 = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot b \cdot i \cdot k}; \quad B = \frac{Q}{k \cdot b \cdot i}; \quad B' = \frac{B}{2}; \quad V_e = \frac{K \cdot i}{m_e}$$

La distancia desde la captación a un punto con un tiempo de tránsito t (en días) viene dada por la expresión:

$$S = \frac{\pm l + \sqrt{l \cdot (l + 8 \cdot X_0)}}{2}$$

Donde l es el producto de la velocidad efectiva por el tiempo de tránsito. El signo positivo inicial se utiliza para calcular la distancia aguas arriba de la captación y el signo negativo para calcular la distancia aguas abajo de la captación.

6.3. ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN

La alimentación del acuífero se realiza a partir de la infiltración directa del agua de lluvia, y de las aportaciones ocultas desde el acuífero de Orce.

6.4. ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS

La zona de restricciones absolutas se considera como el círculo cuyo centro es cada una de las captaciones a proteger y cuyo radio es la distancia que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en un día.

Para la delimitación de la zona de restricciones absolutas se ha empleado el método de Wyssling. La resolución del método precisa conocer las siguientes variables:

i = gradiente hidráulico = 0,012

Q = caudal = 3,5 l/s

T = transmisividad = 225 m²/día

m_e = porosidad eficaz = 0,01

Los datos obtenidos son los siguientes:

	S_o (m)	S_u (m)	B (m)	B' (m)
SONDEO DE LOS OLIVOS	11	9	110	55

En vista a los resultados se define una zona de restricciones absolutas de radio 15 m en torno a la captación.

6.5. ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS

La zona de restricciones máximas se considera como el espacio que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en más de un día y menos de 60 días. Queda delimitada entre la zona de protección inmediata y la isocrona de 60 días.

Los datos obtenidos con el método de Wyssling empleando las variables antes descritas en el apartado 6.4, para un tiempo de 60 días, son los siguientes:

	S_o (m)	S_u (m)	B (m)	B' (m)
SONDEO DE LOS OLIVOS	195	30	110	55

En vista a los resultados se define una zona de restricciones máximas de radio 200 m en torno a la captación.

6.6. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS

La zona de restricciones moderadas limita el área comprendida entre la zona de restricciones máximas y la isocrona de 4 años

Los datos obtenidos con el método de Wyssling empleando las variables antes descritas en el apartado 6.4, para un tiempo de 4 años, son los siguientes:

	S_o (m)	S_u (m)	B (m)	B' (m)
SONDEO DE LOS OLIVOS	4.064	35	110	55

Se define una zona de restricciones moderadas mediante el método de Wyssling con los datos obtenidos.

6.7. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD

Para la protección del sondeo de abastecimiento, se ha calculado el descenso en el nivel piezométrico que podrían provocar sondeos de semejantes características a las de la captación a proteger, situados a determinadas distancias.

Para los cálculos de descensos se utiliza la fórmula de Jacob:

$$D = \frac{0,183}{T} Q \log \frac{2,25Tt}{r^2 S}$$

Donde,

D = descenso del nivel piezométrico

T = transmisividad = 225 m²/día

Q = caudal (caudal máximo del sondeo a proteger) = 3,5 l/s (302,4 m³/día)

t = tiempo de bombeo (120 días)

r = distancia al sondeo de captación (500 m)

S = coeficiente de almacenamiento = 0,01

El descenso obtenido para estos valores es de 0,3 m, descenso que no es muy significativo en comparación con el espesor saturado del acuífero, por lo que se delimita una zona de protección de la cantidad de radio 500 m en torno a la captación.

7. RED DE CONTROL Y VIGILANCIA

Se debe plantear un sistema de vigilancia ante la posible afección de actividades potencialmente contaminantes y dentro de la envolvente, para llevar a cabo un seguimiento de la eficiencia del perímetro de protección delimitado, que garantice el mantenimiento de la calidad del agua en los puntos de abastecimiento.

Es aconsejable, sobre todo durante y después de lluvias de cierta importancia, hacer algunos análisis para comprobar la posible presencia de contaminación de origen orgánico, así como, especies nitrogenadas, fosforadas, pesticidas y fungicidas fundamentalmente, debido a la actividad agrícola que se realiza en la zona. En cualquier caso, se aconseja que este control sea semestral. Se establece como punto de control la propia captación de abastecimiento y se recomienda llevar a cabo un seguimiento de la evolución del nivel piezométrico y de los volúmenes extraídos en el sondeo.

En caso de producirse una situación especial que provoque un vertido potencialmente contaminante, en las proximidades de la captación, se llevará a cabo una campaña de seguimiento de la calidad del agua, en el sondeo de abastecimiento y en algunos piezómetros intermedios entre el vertido y el sondeo, con el análisis de los parámetros que en cada momento se juzgue necesario determinar, y con la periodicidad que aconsejen las circunstancias.

El cuadro adjunto sintetiza el régimen de autorizaciones recomendado en las zonas de sectorización del perímetro de protección.

ACTIVIDAD	ZR. ABSOLUTAS	ZR. MÁXIMAS	ZR. MODERADAS
AGRICULTURA Y GANADERÍA			
Uso de fertilizantes y pesticidas	P	P	S
Uso de herbicidas	P	P	S
Almacenamiento de estiércol	P	P	S
Granjas porcinas y de vacuno	P	P	S
Granjas de aves y conejos	P	P	S
Ganadería extensiva	P	S	A
Aplicación de purines porcinos y vacunos estabilizados por compostaje	P	P	P
Depósitos de balsas de purines	P	P	P
Almacenamiento de materias fermentables para alimentación del ganado	P	P	S
Silos	P	P	S
RESIDUOS SÓLIDOS			
Vertederos incontrolados de cualquier naturaleza	P	P	P
Vertederos controlados de residuos sólidos urbanos	P	P	S
Vertederos controlados de residuos inertes	P	S	S
Vertederos controlados de residuos peligrosos	P	P	P
VERTIDOS LÍQUIDOS			
Aguas residuales urbanas	P	P	P
Aguas residuales con tratamiento primario, secundario y terciario	P	P	S
Aguas residuales industriales	P	P	P
Fosas sépticas, pozos negros o balsas de aguas negras	P	P	P
Estaciones depuradoras de aguas residuales	P	P	S
ACTIVIDADES INDUSTRIALES			
Asentamientos industriales	P	P	P
Canteras y minas	P	P	P
Almacenamiento de hidrocarburos	P	P	P
Conducciones de hidrocarburos	P	P	P
Depósitos de productos radiactivos	P	P	P
Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	P	P	P
OTROS			
Cementerios	P	P	P
Campings, zonas deportivas y piscinas públicas	P	P	S
Ejecución de nuevas perforaciones o pozos no destinados para abastecimiento	P	P	S

A: Actividad aceptable

S: Actividad sujeta a condicionantes

P: Actividad no autorizada

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sondeo de Los Olivos explota la subunidad Cúllar-Baza de la MAS 05.06 "Orce-María-Cúllar" y abastece al núcleo urbano de El Margen, en el municipio de Cúllar, con un caudal de explotación de 3,5 l/s.

Los materiales que conforman el acuífero en el que se sitúa el sondeo están formados por materiales pliocuaternarios constituidos por limos arenosos con intercalaciones de conglomerados y niveles de arenosos y materiales margocalizos

Las presiones detectadas en el sector corresponden principalmente a la actividad agrícola de la zona, que supone un riesgo bajo para las aguas subterráneas.

La vulnerabilidad a la contaminación de esta unidad presenta principalmente valores bajos y muy bajos.

La zonación realizada se ha basado fundamentalmente en criterios hidrogeológicos, apoyándose en cálculos previos realizados según el método de Wyssling. Se han delimitado cuatro zonas de restricciones: absolutas, máximas, moderadas y una de protección de la cantidad. Esta zonificación se presenta en el plano nº 3.

Es deber del Ayuntamiento velar por el cumplimiento de las restricciones, dentro de unos límites razonables, de cada una de las zonas definidas en esta propuesta.

9. REFERENCIAS

ITGE-Junta de Andalucía. 1998. Atlas hidrogeológico de Andalucía.

ITGE-Diputación de Granada. 1990. Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada.

ITGE-Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. 2000-2001. Revisión y Actualización de las Normas de Explotación de las Unidades Hidrogeológicas de las cuencas del Guadalquivir y Guadalete – Barbate. Norma de Explotación de la Unidad Hidrogeológica 05.06 (Orce-María-Cúllar)

IGME-Diputación de Granada 2007. Plan de Control de Recursos y Gestión de Captaciones de Aguas Subterráneas para Abastecimientos Urbanos de la Provincia de Granada. Municipio: Cúllar. Ampliación 7ª Fase.

ITGE. Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Hoja de Cúllar-Baza nº 22-39 (972) y Hoja de Huéscar nº 22-38 (950)

Martínez Navarrete, C. y García García, A. 2003. Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada a consumo humano. Metodología y aplicación al territorio. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas nº 10. Madrid.

De Ketelaere D., Hötzl H., Neukum C., Civitta M. y Sappa G. (2004). Hazard análisis and mapping. En F. Zwahlen (ed) Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers. Informe final de la Acción COST 620, 86-105

Instituto Nacional de Estadística (INE): <http://www.ine.es>.

ANEXOS

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1. Sondeo Los Olivos, Cúllar.

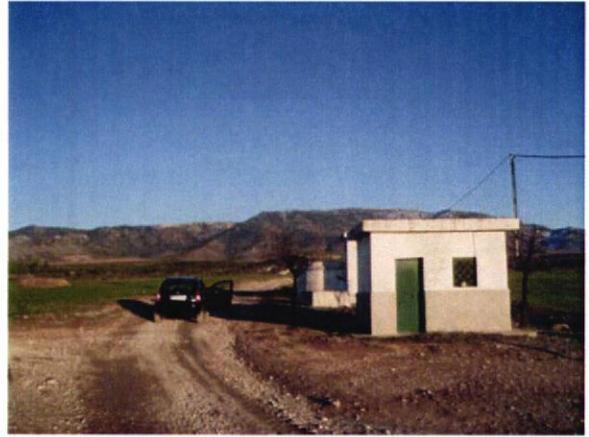


Foto 2. Sondeo Los Olivos, Cúllar.

ANEXO II
FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES

ANEXO III
FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

PRESIONES INVENTARIADAS EN CAMPO

Provincia	Término Municipal	Núcleo urbano	Dirección/Paraje	Nombre	Tipo de actividad	Topología	Estado	Descripción	Sustancias contaminantes	UTM X	UTM Y	Superficie (m2)	Captacion	Distancia a la captacion	Otras captaciones	Distancia al cauce más próximo	Nombre del cauce
Granada	Cúllar	Cúllar	Paraje de Mures	Cementerio de Cúllar	Cementerio	Puntual	Activo	Cementerio	Materia orgánica	537135	4160368		Sondeo El Cercado	2130	Sondeo La Gallega	46	Cañada del Colmenar
Granada	Cúllar	Cúllar	Ctra de Murcia de Cúllar	Taller mecánico	Taller mecánico	Puntual	Activo	Reparación de vehículos	Hidrocarburos, aceites	538544	4159580		Sondeo El Cercado	215	Sondeo La Gallega	30	
Granada	Cúllar	Cúllar	Avda de Andalucía K.5,5	Invernadero	Invernadero	Puntual	Activo	Instalación agronómica	Nitratos, pesticidas	536875	4162324		Sondeo El Cercado	2980	Sondeo La Gallega	960	Rambra de Maciacerrea
Granada	Cúllar	Cúllar	Camino de Carretera Vieja	Vertedero	Vertedero de residuos sólidos	Puntual	Activo	Vertidos no controlados	Lixiviados	539000	4160000		Sondeo El Cercado	670	Sondeo La Gallega	80	
Granada	Cúllar	Cúllar	Avda de Andalucía K.5,5	Granja	Granja	Puntual	Activo		Purines	536759	4162160		Sondeo El Cercado	2870	Sondeo La Gallega	740	Rambra de Maciacerrea
Granada	Cúllar	Cúllar	Ctra de Murcia de Cúllar	Taller mecánico	Taller mecánico	Puntual	Activo	Reparación de vehículos	Hidrocarburos	538924	4159496		Sondeo El Cercado	550	Sondeo La Gallega	180	Río de Cúllar
Granada	Cúllar	Venta Quemada	Aldea de la Venta Quemada	Silos Musos SL	Fabricación de silos	Puntual	Activo	Fabricación de elementos metálicos		547528	4160096		Galería de Venta Quemada	1030	Sondeo de Venta Quemada	80	Rambra de Venta Quemada
Granada	Cúllar	Venta Quemada	Aldea de la Venta Quemada	Cementerio de Venta Quemada	Cementerio	Puntual	Activo	Cementerio	Materia orgánica	547712	4159994		Galería de Venta Quemada	800	Sondeo de Venta Quemada	270	Rambra de Venta Quemada
Granada	Cúllar	Venta Quemada	Cerro de la Ventilla de la Dehesa	Cantera	Cantera	Puntual		Cantera de mármol	Aceites, hidrocarburos	546599	4160481		Galería de Venta Quemada	2020	Sondeo de Venta Quemada	300	Rambra de Venta Quemada
Granada	Cúllar	Tarifa	Cerro de la Yesera	Cantera	Cantera	Puntual		Cantera de mármol	Aceites, hidrocarburos	551197	4159673		Galería de Venta Quemada	2660	Sondeo de Venta Quemada	320	Rambra de las Yeseras
Granada	Cúllar	Venta Quemada	Ctra de Guadix a Vélez Rubio K.372	Gasolinera	Gasolinera	Puntual	Activo	Estación de servicio	Hidrocarburos	547374	4161073		Sondeo de Venta Quemada	400	Galería de Venta Quemada	400	Rambra de Venta Quemada
Granada	Cúllar	Venta Quemada	Ctra de Guadix a Vélez Rubio	Restaurante	Restaurante	Puntual	Activo	Hostelería	Materia orgánica	547315	4161092		Sondeo de Venta Quemada	500	Galería de Venta Quemada	370	Rambra de Venta Quemada
Granada	Cúllar	Venta Quemada	Cerro Marin	Cantera	Cantera	Puntual			Aceites, hidrocarburos	547239	4162041		Sondeo de Venta Quemada	1230		300	Rambra del Valenciano
Granada	Cúllar	Las Vertientes	Aldea de las Vertientes	Taller mecánico	Taller mecánico	Puntual	Activo	Reparación de vehículos	Hidrocarburos	553650	4161473		Pozo Celestino	480		15	Arroyo de los Huerves
Granada	Cúllar	Las Vertientes	Aldea de las Vertientes	Gasolinera	Gasolinera	Puntual	Activo	Estación de servicio	Hidrocarburos	553112	4161320		Pozo Celestino	950		590	Rambra de la Mina
Granada	Cúllar	Las Vertientes	Camino de Galera a Las Vertientes	Expo-Agrícola	Taller, compra-venta de tractores	Puntual	Activo		Hidrocarburos	552731	4161602		Pozo Celestino	1115		430	Arroyo de los Calderones
Granada	Cúllar	Las Vertientes	Llano de la Pantanilla	Granja	Granja	Puntual	Activo		Purines	553695	4161800		Pozo Celestino	160		145	Arroyo de los Huerves
Granada	Cúllar	Las Vertientes	Cerro de las Vertientes	Cementerio de las Vertientes	Cementerio	Puntual	Activo	Cementerio	Materia orgánica	553375	4160898		Pozo Celestino	1100		180	Rambra de la Mina
Granada	Cúllar	El Margen	Vega de Ramí	Granja	Granja de cerdos	Puntual	Activo		Purines	539017	4166723		Pozo de Los Olivos	470		600	Arroyo de Ramí

Granada	Cúllar	El Margen	Barrio del Camino del Cementerio	Cementerio de El Margen	Cementerio	Puntual	Activo	Cementerio	Materia orgánica	538723	4166745		Pozo de Los Olivos	750		870	Arroyo de Rami
Granada	Cúllar	Barrio de los Burgos	Barrio de los Burgos	Gasolinera	Gasolinera	Puntual	Activo	Estación de servicio	Hidrocarburos	537949	4165558		Pozo de Los Olivos	2050		180	
Granada	Cúllar	Venta del Peral	Aldea de la Venta del Peral	Gasolinera	Gasolinera	Puntual	Activo	Estación de servicio	Hidrocarburos	534538	4156603		Sondeo Rambla de las Colorás	4920		25	Rambla de la Hinojora
Granada	Cúllar	Venta del Peral	Calle del Camino de Lorca	Cementerio de Venta del Peral	Cementerio	Puntual	Activo	Cementerio	Materia orgánica	535318	4157073		Sondeo Rambla de las Colorás	4380		460	Rambla de la Hinojora
Granada	Cúllar	Cúllar	Ctra de Murcia de Cúllar	Desguace	Desguace de automóviles	Puntual	Activo	Lavado y desguace de automóviles	Hidrocarburos	539216	4159950		Sondeo El Cercado	800	Sondeo La Gallega	40	
Granada	Cúllar	Cúllar	C/ Alivar Bajo	Complejo Municipal de Cúllar	Recreativa	Puntual	Activo	Uso de químicos de piscinas	Cloro y sus derivados	538500	4159800		Sondeo El Cercado	35	Sondeo La Gallega	200	

ANEXO IV
ANÁLISIS QUÍMICOS



LAB SCADA
CONTROL DE CALIDAD
ASESORAMIENTO TÉCNICO
ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO:
HACCP
ALIMENTOS
AGUAS: POTABLE, RIEGOS, RESIDUALES Y PISCINAS
SUELOS, FOLIARES Y FERTILIZANTES



AVDA. ANDALUCIA, 18 BAJO TLF. 958 289015 TLF.-FAX 958 800000 GRANADA 18014 E-MAIL: LABSCADA@TERRA.ES

ANÁLISIS INFORMATIVO

Nombre: EXMO. AYUNTAMIENTO DE CULLAR
Dirección: Plaza de la Constitución, 1
Población: Cullar
C.P.: 18850 (GRANADA)
Fecha análisis: 26/02/2008
Persona :
Muestreo: NDM
Su ref.: Pulpite: Grifo deposito 11:15

Nº Solicitud: 8/00915- 5

N.I.F.: P-1805700J
Fecha informe: 03/03/2008
Fecha entrada: 26/02/2008
Texto:

Normativa Aplicada.- R.D.140/2003

AUTOCONTROL DE AGUAS

VALORES PARAMÉTRICOS

CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/l).....:	1,00	0.20 - 1.0 mg/l
CLORO COMBINADO RESIDUAL (mg/l)...	0,00	2.0 mg/l
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mcS/cm)...	773,00	< 2.500 mcS/cm
pH.....:	8,06	6.5 - 9.5
AMONIO (mg/l).....:	< 0,05	< 0.50 mg/l
OLOR Y SABOR APARENTES.....:	NSD	Ausencia
TURBIDEZ (U.N.F.).....:	< 0,40	<1 UNF Dep, <5 UNF Red
COLOR (mg/l Pt/Co).....:	< 1,00	< 15 mg/l Pt/Co
RECuento DE COLONIAS A 22 °C.....:	0	100 ufc/l ml
BACTERIAS COLIFORMES EN 100 ml...:	0	0 ufc/100 ml
ESCHERICHIA COLI EN 100 ml.....:	0	0 ufc/100 ml
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS EN 100 ml:	0	0 ufc/100 ml
ESPORAS CL.PERFRINGENS EN 100 ml.:	0	0 ufc/100 ml

CLASIFICACION: No conforme RTS

OBSERVACIONES: El cloro esta alto

DIRECTORA TECNICA
CARMEN CEBIJO

Los resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra recibida y analizada en el Laboratorio. Por imperativo de la Norma EN/ISO 17025, no se permite reproducir total o parcialmente el presente informe sin la autorización previa de Laboratorio SCADA S.A. Constituye una norma ética del Laboratorio, la estricta confidencialidad de los trabajos realizados.
Revisión Febrero 06

COPIA



LAB SCADA
CONTROL DE CALIDAD
ASESORAMIENTO TÉCNICO
ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
HACCP
ALIMENTOS
AGUAS: POTABLE, RIEGOS, RESIDUALES Y PISCINAS
SUELOS, FOLIARES Y FERTILIZANTES



AVDA. ANDALUCÍA, 18 BAJO TLF. 958 289018 TLF.-FAX 958 800488 GRANADA 18014
E-MAIL: LABSCADA@TERRA.ES

ANÁLISIS INFORMATIVO

Nombre: EXMO. AYUNTAMIENTO DE CULLAR
Dirección: Plaza de la Constitución, 1
Población: Cullar
C.P.: 18850 (GRANADA)
Fecha análisis: 12/03/2008
Persona :
Muestreo: NDM 11:15
Su ref.: Agua: Aseos Ayuntamiento

Nº Solicitud: 8/01104- 1
N.I.F.: P-1805700J
Fecha informe: 25/03/2008
Fecha entrada: 12/03/2008
Texto:

Normativa Aplicada.- R.D.140/2003

ANÁLISIS DE CONTROL DE AGUAS-GRIFO DEL CONSUMIDOR

VALORES PARAMÉTRICOS

CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/l).....	0,50	0.20 - 1.0 mg/l
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mcS/cm)..	1444,00	< 2.500 mcS/cm
pH.....	7,62	6.5 - 9.5
AMONIO (mg/l).....	< 0,05	< 0.50 mg/l
OLOR Y SABOR APARENTES.....	NSD	Ausencia
TURBIDEZ (U.N.F.).....	< 0.40	< 1UNF Dep. < 5UNF Red
COLOR (mg/l Pt/Co).....	< 1,00	< 15 mg/l Pt/Co
HIERRO (mg/l Fe).....	---	< 0.2 mg/l Fe
COBRE (mg/l Cu).....	< 0,10	< 2.0 mg/l Cu
NIQUEL (mg/l Ni).....	---	< 0.02 mg/l Ni
COLIFORMES TOTALES EN 100 ml.....	0	0 ufc/100 ml
ESCHERICHIA COLI EN 100 ml.....	0	0 ufc/100 ml

A = No Analizado

OBSERVACIONES: Conforme RTS

X

DIRECTORA TÉCNICA
Carmen Cejudo

Los resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra recibida y analizada en el Laboratorio. Por imperativo de la Norma EN/ISO 17925, no se permite reproducir total o parcialmente el presente informe sin la autorización previa de Laboratorios SCADA S.A. Constituye una norma ética del Laboratorio la estricta confidencialidad de los trabajos realizados
Revisión OCT. 05

COPIA



CONTROL DE CALIDAD
ASESORAMIENTO TÉCNICO
ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO:
HACCP
ALIMENTOS
AGUAS: POTABLE, RIEGOS, RESIDUALES Y PISCINAS
SUELOS, FOLIARES Y FERTILIZANTES



AVDA. ANDALUCÍA, 18 BAJO TLF. 958 289016 TLF. FAX 958 803393 GRANADA 18014
E.M.A.E. LA ESCADA TERRALES

ANÁLISIS INFORMATIVO

Nombre: EXMO. AYUNTAMIENTO DE CULLAR
Dirección: Plaza de la Constitución, 1
Población: Cullar
C.P.: 18850 (GRANADA)
Fecha análisis: 26/02/2008
Persona :
Muestreo: NDM
Su ref.: Venta del Peral: Grifo deposito

Nº Solicitud: 8/00915- 1
N.I.F.: P-1805700J
Fecha informe: 03/03/2008
Fecha entrada: 26/02/2008
Texto:
12:15

Normativa Aplicada. ~ R.D.140/2003

AUTOCONTROL DE AGUAS

VALORES PARAMÉTRICOS

CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/l).....:	0,60	0.20 - 1.0 mg/l
CLORO COMBINADO RESIDUAL (mg/l)....:	0,00	2.0 mg/l
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mcs/cm)....:	845,00	< 2.500 mcs/cm
pH.....:	7,68	6.5 - 9.5
AMONIO (mg/l).....:	< 0,05	< 0.50 mg/l
OLOR Y SABOR APARENTES.....:	NSD	Ausencia
TURBIDEZ (U.N.F.).....:	< 0,40	<1 UNF Dep, <5 UNF Red
COLOR (mg/l Pt/Co).....:	< 1,00	< 15 mg/l Pt/Co
RECuento DE COLONIAS A 22 °C.....:	0	100 ufc/l ml
BACTERIAS COLIFORMES EN 100 ml....:	0	0 ufc/100 ml
ESCHERICHIA COLI EN 100 ml.....:	0	0 ufc/100 ml
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS EN 100 ml:	0	0 ufc/100 ml
ESPORAS CL.PERFRINGENS EN 100 ml.:	0	0 ufc/100 ml

CLASIFICACION: Conforme RTS

OBSERVACIONES:

DIRECTORA TÉCNICA
CARMEN CEJUDO

Los resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra recibida y analizada en el Laboratorio. Por imperativo de la Norma EN/ISO 17025, no se permite reproducir total o parcialmente el presente informe sin la autorización previa de Laboratorios SCADA S.A. Constituye una norma ética del Laboratorio, la estricta confidencialidad de los trabajos realizados.
Revisión Febrero 06

COPIA



CONTROL DE CALIDAD
ASESORAMIENTO TÉCNICO
ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO:
HACCP
ALIMENTOS
AGUAS: POTABLE, RIEGOS, RESIDUALES Y PISCINAS
SUELOS, FOLIARES Y FERTILIZANTES



AVDA. ANDALUCIA, 18 BAJO TLF. 958 289016 TLF. FAX 958 800282 GRANADA 18014
E-MAIL: LABSCADA@TERRA.ES

ANÁLISIS INFORMATIVO

Nombre: EXMO. AYUNTAMIENTO DE CULLAR
Dirección: Plaza de la Constitución, 1
Población: Cullar
C.P.: 18850 (GRANADA)
Fecha análisis: 26/02/2008
Persona :
Muestreo: NDM
Su ref.: El Margen: Aseos Colegios 11:00

Nº Solicitud: 8/00915- 2

N.I.F.: P-1805700J
Fecha informe: 03/03/2008
Fecha entrada: 26/02/2008
Texto:

Normativa Aplicada.- R.D.140/2003

AUTOCONTROL DE AGUAS

VALORES PARAMETRICOS

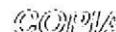
COLOR RESIDUAL LIBRE (mg/l).....	1,00	0.20 - 1.0 mg/l
COLOR COMBINADO RESIDUAL (mg/l)...	0,00	2.0 mg/l
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mcS/cm)...	1391,00	< 2.500 mcS/cm
pH.....	7,83	6.5 - 9.5
AMONIO (mg/l).....	< 0,05	< 0.50 mg/l
OLOR Y SABOR APARENTES.....	NSD	Ausencia
TURBIDEZ (U.N.F.).....	< 0,40	<1 UNF Dep, <5 UNF Red
COLOR (mg/l Pt/Co).....	< 1,00	< 15 mg/l Pt/Co
RECUENTO DE COLONIAS A 22 ºC.....	0	100 ufc/l ml
BACTERIAS COLIFORMES EN 100 ml...	0	0 ufc/100 ml
ESCHERICHIA COLI EN 100 ml.....	0	0 ufc/100 ml
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS EN 100 ml:	0	0 ufc/100 ml
ESPORAS CL.PERFRINGENS EN 100 ml.:	0	0 ufc/100 ml

CLASIFICACION: Conforme RTS

OBSERVACIONES:

DIRECTORIA TECNICA
CARMEN SEJUDO

Los resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra recibida y analizada en el Laboratorio. Por imperativo de la Norma EN/ISO 17025, no se permite reproducir total o parcialmente el presente informe sin la autorización previa de Laboratorios SCADA S.A. Constituye una norma ética del Laboratorio, la estricta confidencialidad de los trabajos realizados.
Revisión Febrero 06





CONTROL DE CALIDAD
ASESORAMIENTO TÉCNICO
ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO:
HACCP
ALIMENTOS
AGUAS: POTABLE, RIEGOS, RESIDUALES Y PISCINAS
SUELOS, FOLIARES Y FERTILIZANTES



AVDA. ANDALUCÍA, 18 BAJO TLF. 958 289016 TLF./FAX 958 800000 GRANADA 18014
E-MAIL: LABSCADA@TERRA.ES

ANÁLISIS INFORMATIVO

Nombre: EXMO. AYUNTAMIENTO DE CULLAR
Dirección: Plaza de la Constitución, 1
Población: Cullar
C.P.: 18850 (GRANADA)
Fecha análisis: 26/02/2008
Persona :
Muestreo: NDM
Su ref.: Venta Quemada: Grifo deposito 11:50

Nº Solicitud: 8/00915- 3

N.I.F.: P-1805700J
Fecha informe: 03/03/2008
Fecha entrada: 26/02/2008
Texto:

Normativa Aplicada.- R.D.140/2003

AUTOCONTROL DE AGUAS

VALORES PARAMETRICOS

CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/l).....	0,60	0.20 - 1.0 mg/l
CLORO COMBINADO RESIDUAL (mg/l)...	0,00	2.0 mg/l
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mcS/cm)...	1356,00	< 2.500 mcS/cm
pH.....	7,76	6.5 - 9.5
AMONIO (mg/l).....	< 0,05	< 0.50 mg/l
OLOR Y SABOR APARENTES.....	NSD	Ausencia
TURBIDEZ (U.N.F.).....	< 0,40	<1 UNF Dep. <5 UNF Red
COLOR (mg/l Pt/Co).....	< 1,00	< 15 mg/l Pt/Co
RECuento DE COLONIAS A 22 °C.....	0	100 ufc/1 ml
BACTERIAS COLIFORMES EN 100 ml....	0	0 ufc/100 ml
ESCHERICHIA COLI EN 100 ml.....	0	0 ufc/100 ml
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS EN 100 ml:	0	0 ufc/100 ml
ESPORAS CL.PERFRINGENS EN 100 ml.:	0	0 ufc/100 ml

CLASIFICACION: Conforme RTS

OBSERVACIONES:

DIRECTORA TECNICA
CARMEN CEJUDO

Los resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra recibida y analizada en el Laboratorio. Por imperativo de la Norma EN/ISO 17025, no se permite reproducir total o parcialmente el presente informe sin la autorización previa de Laboratorios SCADA S.A. Constituye una norma ética del Laboratorio, la estricta confidencialidad de los trabajos realizados.
Revisión Febrero 06

COPIA



CONTROL DE CALIDAD
ASESORAMIENTO TÉCNICO
ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO:
HACCP
ALIMENTOS
AGUAS: POTABLE, RIEGOS, RESIDUALES Y PISCINAS
SUELOS, FOLIARES Y FERTILIZANTES



AVDA. ANDALUCIA, 18 BAJO TLF. 958 289016 TLF.-FAX 958 800362 GRANADA 18014
E-MAIL: LABSCADA@TERRA.ES

ANÁLISIS INFORMATIVO

Nº Solicitud: 8/00915- 4

Nombre: EXMO. AYUNTAMIENTO DE CULLAR
Dirección: Plaza de la Constitución, 1
Población: Cullar
C.P.: 18850 (GRANADA)
Fecha análisis: 26/02/2008
Persona :
Muestreo: NDM
Su ref.: Las Vertientes: Grifo deposito 11:35

N.I.F.: P-1805700J
Fecha informe: 03/03/2008
Fecha entrada: 26/02/2008
Texto:

Normativa Aplicada.- R.D.140/2003

AUTOCONTROL DE AGUAS

VALORES PARAMETRICOS

Table with 3 columns: Parameter Name, Value, and Reference Range. Parameters include Chloro Residual Libre, pH, Amonio, Turbidez, Color, and bacterial counts.

CLASIFICACION: Conforme RTS

OBSERVACIONES:

DIRECTORA TECNICA
CARMEN CEJUDO

Los resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra recibida y analizada en el Laboratorio. Por imperativo de la Norma EN/ISO 17025, no se permite reproducir total o parcialmente el presente informe sin la autorización previa de Laboratorios SCADA S.A. Constituye una norma ética del Laboratorio, la estricta confidencialidad de los trabajos realizados.

Revisión Febrero 06

COPIA



LAB SCADA
CONTROL DE CALIDAD
ASESORAMIENTO TÉCNICO
ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO:
HACCP
ALIMENTOS
AGUAS: POTABLE, RIEGOS, RESIDUALES Y PISCINAS
SUELOS, FOLIARES Y FERTILIZANTES



AVDA. ANDALUCIA, 18 BAJO TLF. 958 289016 TLF.-FAX 958 800352 GRANADA 18014
E-MAIL: LABSCADA@TERRA.ES

ANÁLISIS INFORMATIVO

Nº Solicitud: 8/00915- 6

Nombre: EXMO. AYUNTAMIENTO DE CULLAR
Dirección: Plaza de la Constitución, 1
Población: Cullar
C.P.: 18850 (GRANADA)
Fecha análisis: 26/02/2008
Persona :
Muestreo: NDM
Su ref.: Pozo Iglesias: Grifo La Raposa 12:40

N.I.F.: P-1805700J
Fecha informe: 03/03/2008
Fecha entrada: 26/02/2008
Texto:

Normativa Aplicada.- R.D. 140/2003

AUTOCONTROL DE AGUAS

VALORES PARAMETRICOS

CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/l).....:	0,30	0.20 - 1.0 mg/l
CLORO COMBINADO RESIDUAL (mg/l)..:	0,00	2.0 mg/l
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mcS/cm)..:	571,00	< 2.500 mcS/cm
pH.....:	8,00	6.5 - 9.5
AMONIO (mg/l).....:	< 0,05	< 0.50 mg/l
OLOR Y SABOR APARENTES.....:	NSD	Ausencia
TURBIDEZ (U.N.F.).....:	< 0,40	<1 UNF Dep, <5 UNF Red
COLOR (mg/l Pt/Co).....:	< 1,00	< 15 mg/l Pt/Co
RECuento DE COLONIAS A 22 °C.....:	0	100 ufc/1 ml
BACTERIAS COLIFORMES EN 100 ml...:	0	0 ufc/100 ml
ESCHERICHIA COLI EN 100 ml.....:	0	0 ufc/100 ml
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS EN 100 ml:	0	0 ufc/100 ml
ESPORAS CL.PERFRINGENS EN 100 ml.:	0	0 ufc/100 ml

CLASIFICACION: Conforme RTS

OBSERVACIONES:

DIRECTORA TECNICA
CARMEN CEJUDO

Los resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra recibida y analizada en el Laboratorio. Por imperativo de la Norma EN/ISO 17025, no se permite reproducir total o parcialmente el presente informe sin la autorización previa de Laboratorios SCADA S.A. Constituye una norma ética del Laboratorio, la estricta confidencialidad de los trabajos realizados.

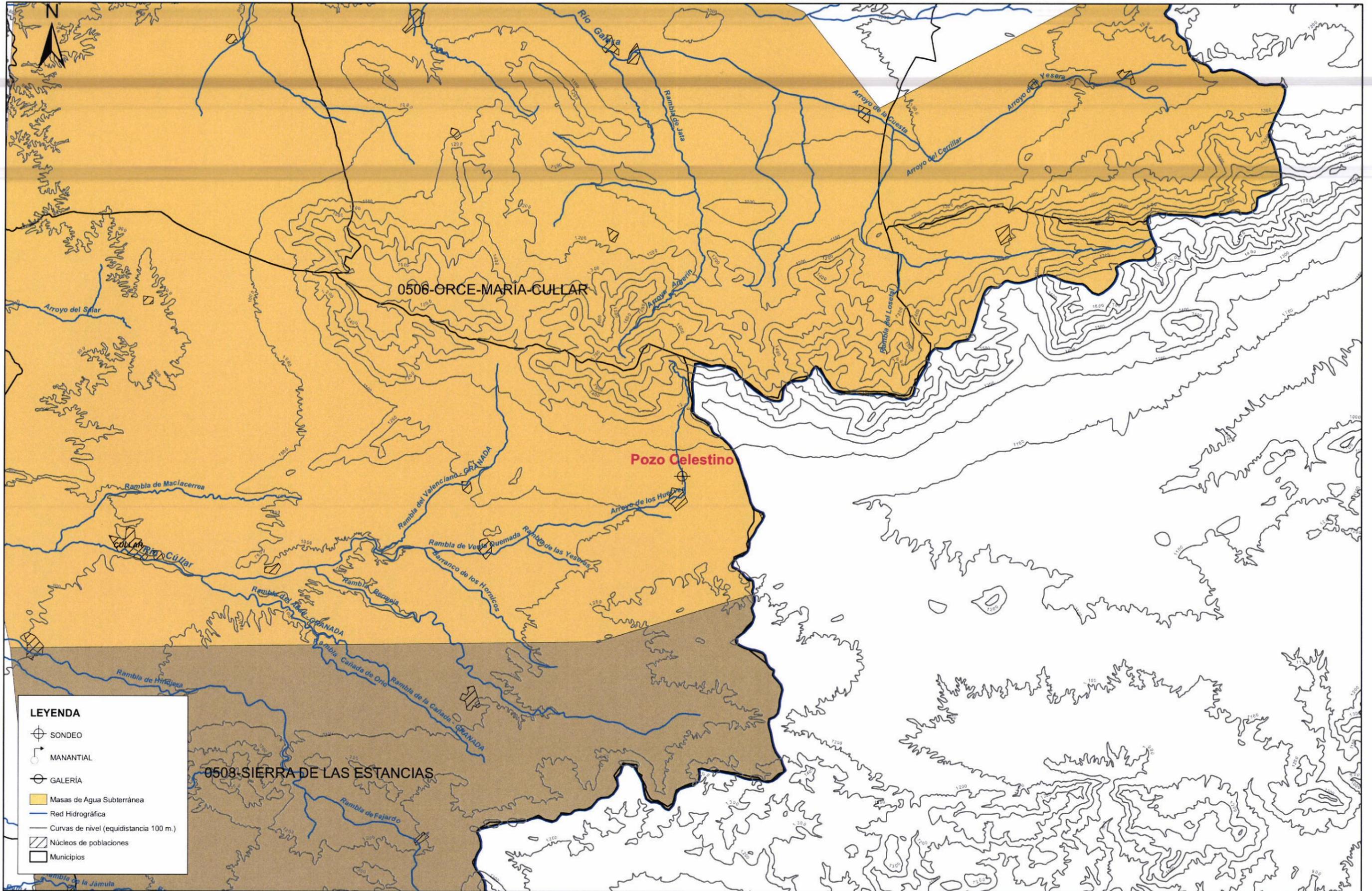
Revisión febrero 06

COPIA

PLANOS

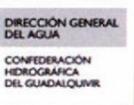
INDICE DE PLANOS

- Plano nº 1 - Situación de las captaciones de abastecimiento.
- Plano nº 2 - Mapa de vulnerabilidad y presiones.
- Plano nº 3 - Mapa del perímetro de protección.



LEYENDA

- SONDEO
- MANANTIAL
- GALERÍA
- Masas de Agua Subterránea
- Red Hidrográfica
- Curvas de nivel (equidistancia 100 m.)
- Núcleos de poblaciones
- Municipios



ESCALA:
1:100.000
 0 1.000 2.000 m.

TÍTULO:
PLANO DE SITUACIÓN. MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

PLANO
 Nº 1



LEYENDA

Puntos abastecimiento

- SONDEO
- MANANTIAL
- GALERÍA

Focos próximos (campana de campo)

- Presiones del Plan de Control de Granada
- Presiones del Plan de Control de Jaén
- Gasolineras
- Piscifactorias
- Aguas de Drenaje de Minas
- Industrias IPPC
- Vertederos
- Puntos de vertido
- EDAR
- Escombreras
- Balsas mineras

Infraestructuras

- Carreteras
- Red Hidrográfica
- Curvas de nivel (equidistancia 100 m.)
- Núcleos de poblaciones
- Municipios

Usos del suelo

- Resto de instalaciones deportivas y recreativas
- Aeropuertos
- Autopistas, autovías y terrenos asociados
- Campos de golf
- Grandes superficies de equipamientos y servicios
- Tejido urbano continuo
- Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas
- Zonas de extracción minera
- Zonas industriales
- Zonas verdes urbanas

Cultivos

- Cultivos de regadío
- Cultivos de secano
- Olivares en regadío
- Olivares en secano

Vulnerabilidad

- Muy Alta
- Alta
- Moderada
- Baja
- Muy Baja



LEYENDA

Puntos abastecimiento

- ⊕ SONDEO
- ⌒ MANANTIAL
- ⊖ GALERÍA

- Zona de restricciones absolutas (1 día)
- Zona de restricciones máximas (60 días)
- Zona de restricciones moderadas (4 años)
- Zona de protección a la cantidad



DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA
 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVR

ESCALA:
1:10.000

0 100 200 m.

TÍTULO:
PLANO DE DELIMITACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

PLANO
 Nº 3