

**PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DEL POZO PERICANO Y EL
POZO DE LA CUEVA DE ABASTECIMIENTO AL NÚCLEO
URBANO DE TORREDELCAMPO (JAÉN)**



ÍNDICE

Pag nº

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ABASTECIMIENTOS.....	5
2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN	6
2.1.1. <i>Captaciones de abastecimiento</i>	6
2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO.....	7
2.2.1. <i>Depósitos y conducciones</i>	7
2.2.2. <i>Esquema general</i>	9
2.2.3. <i>Importancia de las captaciones y volúmenes captados</i>	10
3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	12
3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	12
3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO.....	14
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 SOBRE PRESIONES Y FOCOS DE CONTAMINACIÓN	21
4.2. INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN.....	22
4.2.1. <i>Actividad agrícola</i>	22
4.2.2. <i>Actividad ganadera</i>	23
4.2.3. <i>Actividad industrial</i>	23
4.2.4. <i>Residuos sólidos urbanos</i>	23
4.2.5. <i>Aguas residuales</i>	24
4.2.6. <i>Otros focos</i>	24
4.3. FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LAS CAPTACIONES	24
4.4. INDICIOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES	26
5. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN	27
5.1. VULNERABILIDAD EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA	27
5.2. RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN.....	28
5.2.1. <i>Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad</i>	28

5.3.	EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD Y EL RIESGO	29
6.	DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN.....	32
6.1.	ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO	32
6.1.1.	<i>Límites hidrogeológicos y geometría del acuífero.....</i>	<i>32</i>
6.1.2.	<i>Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)</i>	<i>35</i>
6.2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS).....	36
6.3.	ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN	36
6.4.	ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS.....	37
6.5.	ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	38
6.6.	ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	38
6.7.	ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD	39
7.	RED DE CONTROL Y VIGILANCIA	40
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
9.	REFERENCIAS	44

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 Pozo de Pericano (183840024), y el Pozo de la Cueva (183840001), que abastecen al núcleo urbano de Torredelcampo y están situados en la MAS 05.17 "Jaén".

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 Torredelcampo tiene una población residente estable de 14.558 habitantes (Cifras de población referidas al 01/01/2008), de los que 14.527, corresponden al núcleo de Torredelcampo.

En función del consumo anual en el año 2007, que fue de 1.121.442 m³ (3.072 m³/día), según datos facilitados por el Ayuntamiento, se ha calculado una dotación de unos 210 l/hab/día. En los meses de verano, julio, agosto y septiembre de 2007 sube a un consumo de 3.901 m³/día, esto representa una dotación de 270 l/hab/día para este periodo.

El abastecimiento a Torredelcampo se realiza mediante aguas superficiales procedentes de la planta de tratamiento del Víboras y de cuatro sondeos y un manantial. Los sondeos denominados Santa Ana I y II (183840021) y Cuesta Negra (183880036) se encuentran en la Masa de Agua Subterránea (MAS) 05.16 "Jabalruz". El sondeo Pozo de Pericano (183840024), El Pozo de La Cueva (183840001) y el Manantial de Torrecillas (183840006) drenan materiales de la MAS 05.17 "Jaén". Todos ellos están situados dentro del término municipal de Torredelcampo.

La gestión del servicio de abastecimiento la realiza la empresa EMAT (Empresa Municipal de Aguas de Torredelcampo).

Este informe presenta la delimitación del perímetro de protección del Pozo de La Cueva y del Pozo de Pericano, que se encuentran próximos entre sí y en un contexto hidrogeológico que permite su protección mediante un perímetro común para ambas captaciones. La localización de las captaciones se muestra en el plano de situación nº1 y en la figura 1.

2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN

2.1.1. Captaciones de abastecimiento

- Pozo de la Cueva (183840001)

Se localiza en materiales carbonatados pertenecientes a la MAS 05.17 "Jaén". Se trata de un pozo construido a mano que tiene una profundidad de 34 m y un diámetro de 2 m revestido de ladrillo. Además, aproximadamente a algo menos de la mitad de la profundidad existe una galería que comunica el pozo con el exterior y actúa como aliviadero en el caso de que el nivel de agua en el pozo ascienda hasta esa profundidad (el pozo está excavado en una ladera). La boca del pozo se sitúa a cota 660 msnm. Las coordenadas UTM del pozo de La Cueva son X: 423557, Y: 4181272.

El pozo de La Cueva ha llegado a aportar un caudal medio máximo de 16 l/s. El nivel estático se situaba en noviembre de 2006 a 18,46 m de profundidad, a una cota aproximada de 642 msnm. (Plan de Control de Jaén). La profundidad del nivel en noviembre de 2008 era de 30,5 m, situándose a una cota aproximada de 630 msnm., no pudiéndose definir en campo si se trata de un nivel dinámico o estático, no obstante, a tenor de los datos obtenidos en 2006, se trata probablemente del nivel dinámico en el pozo.

Está instalado con dos bombas sumergibles de 5,5 y 3 C.V. que funcionan dependiendo de la altura de la columna de agua sobre la aspiración. La tubería de impulsión es metálica.

- Pozo de Pericano (183840024)

Capta materiales carbonatados pertenecientes a la MAS 05.17 "Jaén". Tiene una profundidad de 211 m y un diámetro de perforación de 250 mm. Está entubado con tubería metálica de 200 mm de diámetro en su totalidad y se sitúa a cota 789 msnm. Las coordenadas UTM del pozo de Pericano son X: 423301, Y: 4181099.

Su caudal de explotación es de entre 3 y 10 l/s. Está instalado con una electrobomba sumergible de potencia desconocida. La tubería de impulsión es metálica. El sondeo no dispone de tubo piezométrico para el control de los niveles estático y dinámico ni de caudalímetro para la medida del caudal bombeado. Tampoco tiene espita tomamuestras.

2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO

2.2.1. Depósitos y conducciones

Existen un total de cuatro depósitos de regulación en uso. A continuación se presentan las características de los depósitos pertenecientes al sistema de abastecimiento de Torredelcampo.

- DE23086001 Depósito del Megatín

Cota (msnm): 900

Base: Rectangular

Tipo: Superficial

Capacidad (m³): 150

Origen del agua: Manantial de Torrecillas y Pozo de Pericano

Núcleo al que abastece: Urbanización Peñón del Megatín

- DE23086002 Depósito de La Ratonera

Cota (msnm): 700

Base: Rectangular

Tipo: Superficial

Capacidad (m): 2.500

Origen del agua: Torrecillas, La Cueva, Dep. La Sierra y Captación superficial.

Núcleo al que abastece: Torredelcampo

- **DE23086003 Depósito de La Sierra**

Cota (msnm.): 750

Base: Rectangular

Tipo: Semienterrado

Capacidad (m³): 6.000

Origen del agua: Cuesta Negra y Depósito de Fuente Nueva

Núcleo al que abastece: Torredelcampo

- **DE23086004 Depósito de Fuente Nueva**

Cota (msnm.): 670

Base: Rectangular

Tipo: Superficial

Capacidad (m³): 1.250

Origen del agua: Captación superficial y depósito de la Ratonera

Núcleo al que abastece: Torredelcampo

De estos datos se deduce que la capacidad total de regulación del sistema de abastecimiento de Torredelcampo es de 9.900 m³.

- **Conducciones**

El sistema de conducciones de abastecimiento tiene una longitud total próxima a los 12 km de tuberías. Sus principales características se incluyen en el cuadro siguiente.

Código	Diámetro (mm)	Tipo	Longitud (m)	Procedencia	Final
CO23086001	150	Fibrocemento	2.338	Bombeo de La Venta	Dep. Fuente Nueva
CO23086002	160	Polietileno	690	Dep. de La Sierra	Dep. Ratonera
CO23086003	110	PVC	582	Dep. Fuente Nueva	Dep. Ratonera
CO23086004	90	PVC	329	Pozo Pericano	Dep. Megatín
CO23086005	140	PVC	1.427	Man. Torrecillas	Dep. Megatín
CO23086006	63	Polietileno	1.655	Dep. Megatín	Arqueta Cueva-Megatín
CO23086007	63	Polietileno	417	Pozo De La Cueva	Arqueta Cueva-Megatín
CO23086008	160	Fibrocemento	1.827	Arqueta Cueva-Megatín	Dep. Ratonera
CO23086009	160	PVC	2.516	Cuesta Negra	Dep. de La Sierra
		Total	11.781		

2.2.2. Esquema general

El sistema de abastecimiento de las captaciones de abastecimiento a Torredelcampo se muestra en el siguiente esquema.

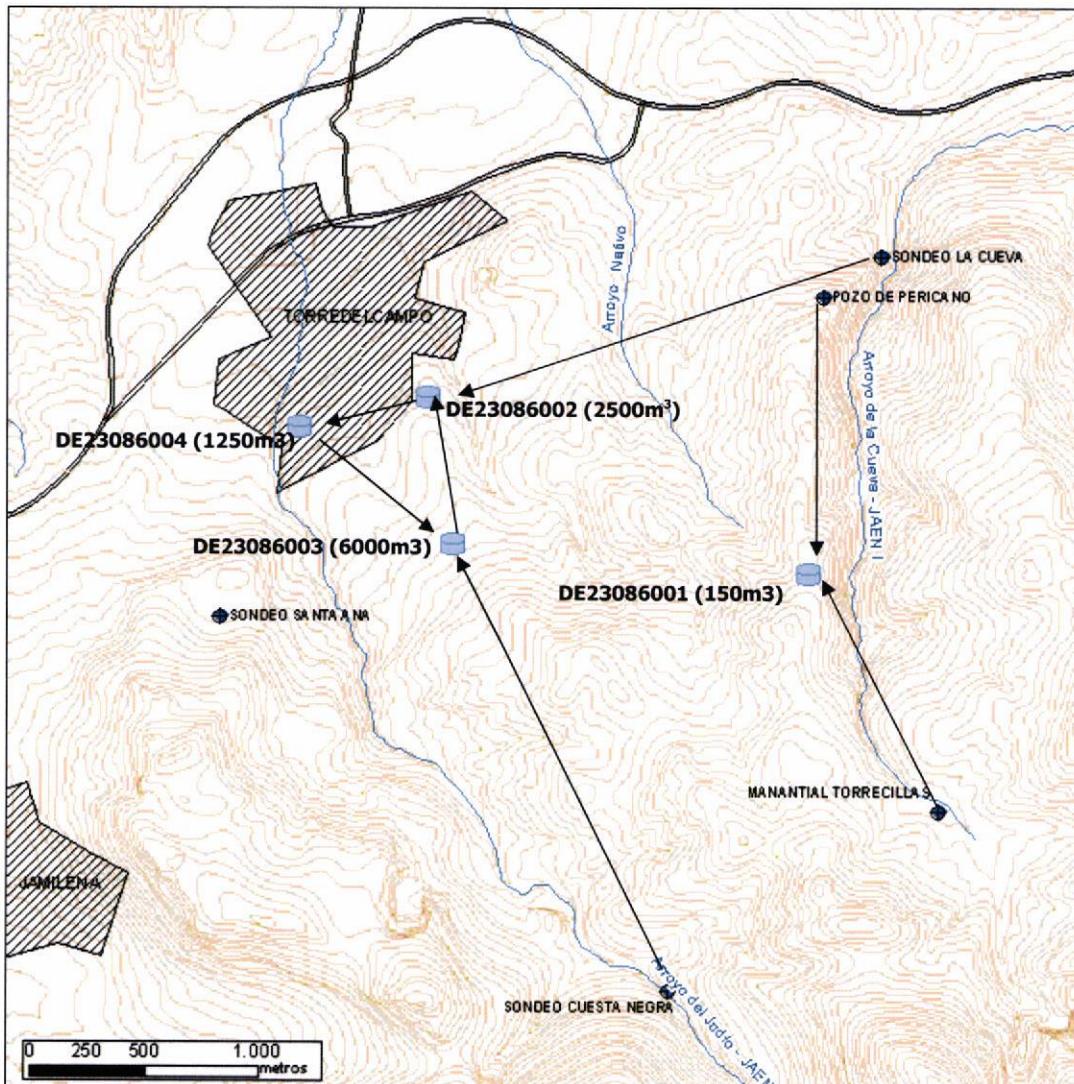


Fig. 1. Sistema de abastecimiento de las captaciones de abastecimiento a Torredelcampo

2.2.3. Importancia de las captaciones y volúmenes captados

Según los datos de consumo de agua, facilitados por el Ayuntamiento de Torredelcampo, para el año 2007, el abastecimiento con aguas subterráneas supone un 23,4% del total del consumo anual, frente al 73,6% del abastecimiento con aguas superficiales procedentes de la planta de tratamiento del río Víboras.

ABASTECIMIENTO A TORREDELCAMPO	
Tipo de abastecimiento	Consumo anual 2007 (m)
Aguas superficiales	859.311
Aguas subterráneas	262.131
Total	1.121.442

AGUAS SUBTERRÁNEAS DE ABASTECIMIENTO A TORREDELCAMPO		
Captación	Consumo anual 2007	Porcentaje del consumo (%)
Sondeo Cuesta Negra	195.943	74,75
Pozo de la Cueva	9.713	3,7
Manantial Torrecilla	31.322	11,95
Pozo Pericano	25.153	9,6
Total	262.131	100

En cuanto al abastecimiento con agua subterránea en el año 2007, el sondeo Cuesta Negra es la captación de mayor importancia, aportando un 74,75% del volumen extraído en las captaciones.

El Pozo de Pericano, que aporta un 9,6% del consumo de agua subterránea para el año 2007, se activa cuando el caudal del manantial Torrecilla, que abastece a la urbanización Peñón del Megatín, es insuficiente. Esto obliga al cese del Pozo de la Cueva debido a su gran proximidad. Por tanto el Pozo de Pericano es una captación de emergencia que abastece a la urbanización Peñón del Megatín en épocas de déficit del manantial Torrecilla, aportando un caudal de 3-10 l/s según el Plan de Control de Jaén.

El Pozo de la Cueva, que aporta un 3,7% del consumo de agua subterránea para el año 2007, abastece en situación normal al núcleo urbano de Torredelcampo con un caudal medio máximo de 16 l/s. Como ya se ha comentado, la explotación de este pozo cesa cuando se utiliza el Pozo de Pericano para abastecimiento a la urbanización.

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

El sondeo Pozo de la Cueva y el Pozo Pericano se localizan en materiales pertenecientes a la MAS 05.17 "Jaén", que se asigna a la zona Prebética, concretamente en el dominio estratigráfico denominado "Prebético de Jaén" y se sitúa en el borde septentrional de los afloramientos de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas, en contacto con los materiales de la Depresión del Guadalquivir.

Se trata de una MAS carbonatada permeable por fisuración y karstificación. Tiene una superficie total de afloramientos permeables de 12,5 km². Los materiales permeables están formados por un paquete de carbonatos del Cretácico inferior (Albiense) y otro del Cretácico superior (Cenomaniense) ambos con potencias del orden de 250 metros. El sustrato impermeable lo constituye la ritmita margoso-calcárea del Cretácico inferior y la Unidad Olistostrómica miocena. Sobre la base de la geometría de la MAS se pueden diferenciar dos subunidades:

- **Subunidad Castillo-La Ímora.** Su superficie de afloramientos permeables es de 8,5 km². Corresponde al núcleo y flanco septentrional del anticlinal que estructura la Sierra de Jaén. En el núcleo afloran calizas albienses y en el flanco septentrional, materiales calcáreos cenomanienses. Ambos paquetes se encuentran conectados hidráulicamente gracias al desplazamiento vertical provocado por varias importantes fracturas.

- **Subunidad Peña de Jaén.** Tiene una superficie de afloramientos permeables de 4 km². Corresponde al flanco meridional del citado anticlinal. Esta constituido por calizas de edad Cenomaniense que se disponen sobre materiales margocalcáreos impermeables del Cretácico inferior y que constituyen sus límites. Hacia el sur el acuífero se encuentra cubierto por materiales margosos miocenos.

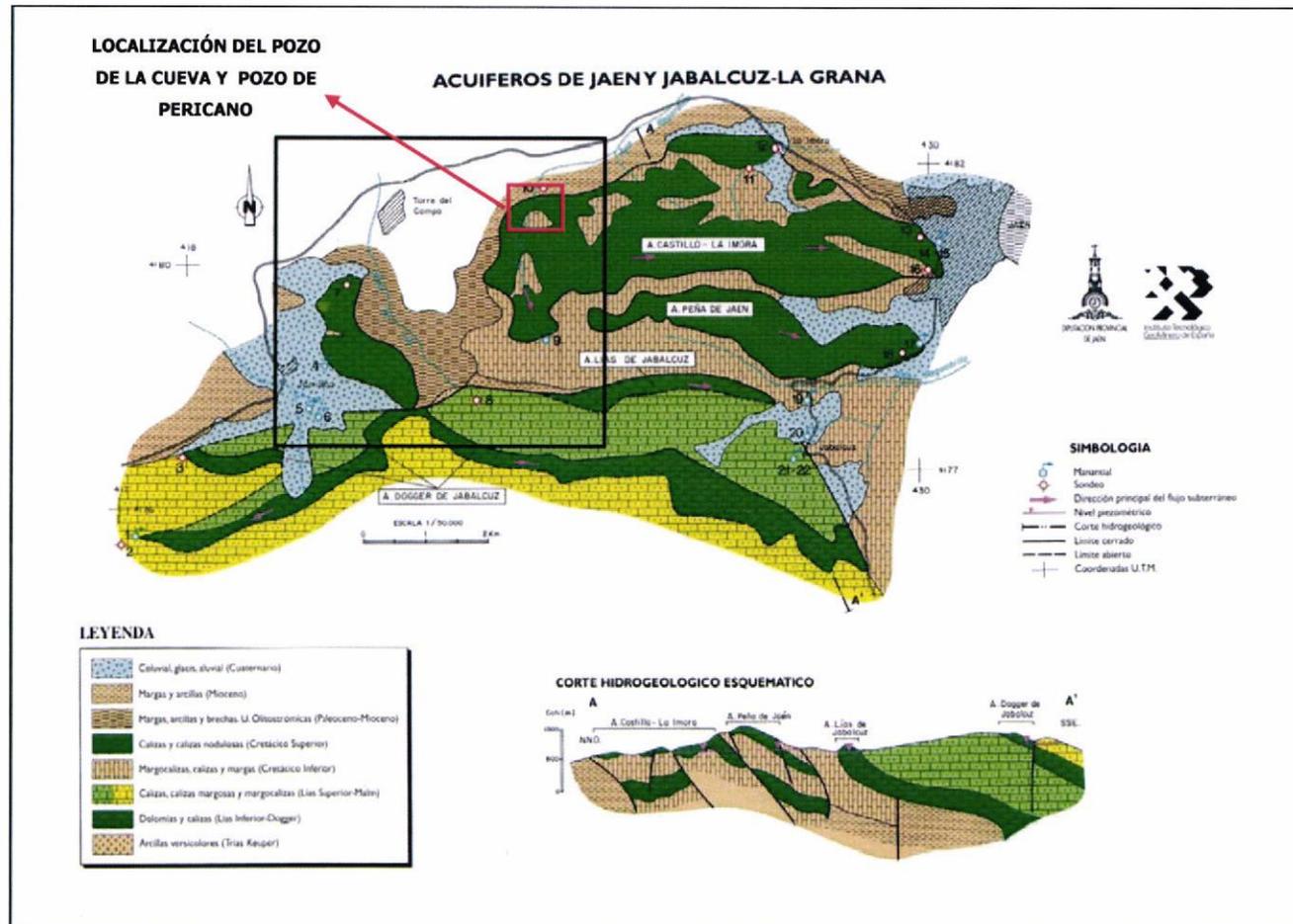


Fig. 2. Hidrogeología del área donde se ubican las captaciones de abastecimiento a Torredelcampo

3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

La estructura interna de la MAS 05.17 "Jaén" ha sido definida como un anticlinal vergente al norte, en cuyo núcleo se ubican unas calizas del Cretácico inferior (Albiense) y en los flancos otros paquetes calcáreos del Cretácico superior (Cenomaniense). Las fracturas que afectan al flanco septentrional hacen que conecten ambos niveles carbonatados estando presumiblemente en continuidad hidráulica, mientras que en el flanco sur ambos niveles permanecen independientes. Al conjunto permeable constituido por el núcleo y flanco septentrional se le denomina Subunidad Castillo-La Ímora, mientras que a las calizas del Cenomaniense del flanco meridional se le conoce como Subunidad Peña de Jaén. El conjunto prebético se encuentra en su totalidad rodeado de sedimentos impermeables del Mioceno, y se cree que está embutido en este a modo de un gran bloque (megaolistolito), por lo que se encuentra aislado de formaciones permeables próximas.

El sondeo Pozo de la Cueva y el Pozo Pericano se localizan en la subunidad Castillo-La Ímora. Esta subunidad presenta una superficie de 8,5 km² y se sitúa al Oeste de la ciudad de Jaén. Constituye un área montañosa, alargada en dirección E-O, que se extiende desde la propia ciudad de Jaén hasta 500m al Oeste del arroyo Corteza.

Se trata de un acuífero libre que corresponde al núcleo y flanco septentrional de un anticlinal de dirección E-O, vergente al Norte. En el núcleo del anticlinal afloran calizas albenses, y en el flanco septentrional, lo hacen materiales calcáreos cenomanenses. Ambos materiales se encuentran conectados hidráulicamente gracias al desplazamiento vertical provocado por varias importantes fracturas.

Entre ambos materiales acuíferos se disponen, con un espesor de más de 300m, margas, margocalizas y calizas, de carácter impermeable. Los límites corresponden a materiales impermeables, margosos miocenos al Norte y margocalcáreos del cretácico inferior al Sur.

En la siguiente figura se muestra la geología de la zona en la que se encuentran los sondeos La Cueva y Pericano.

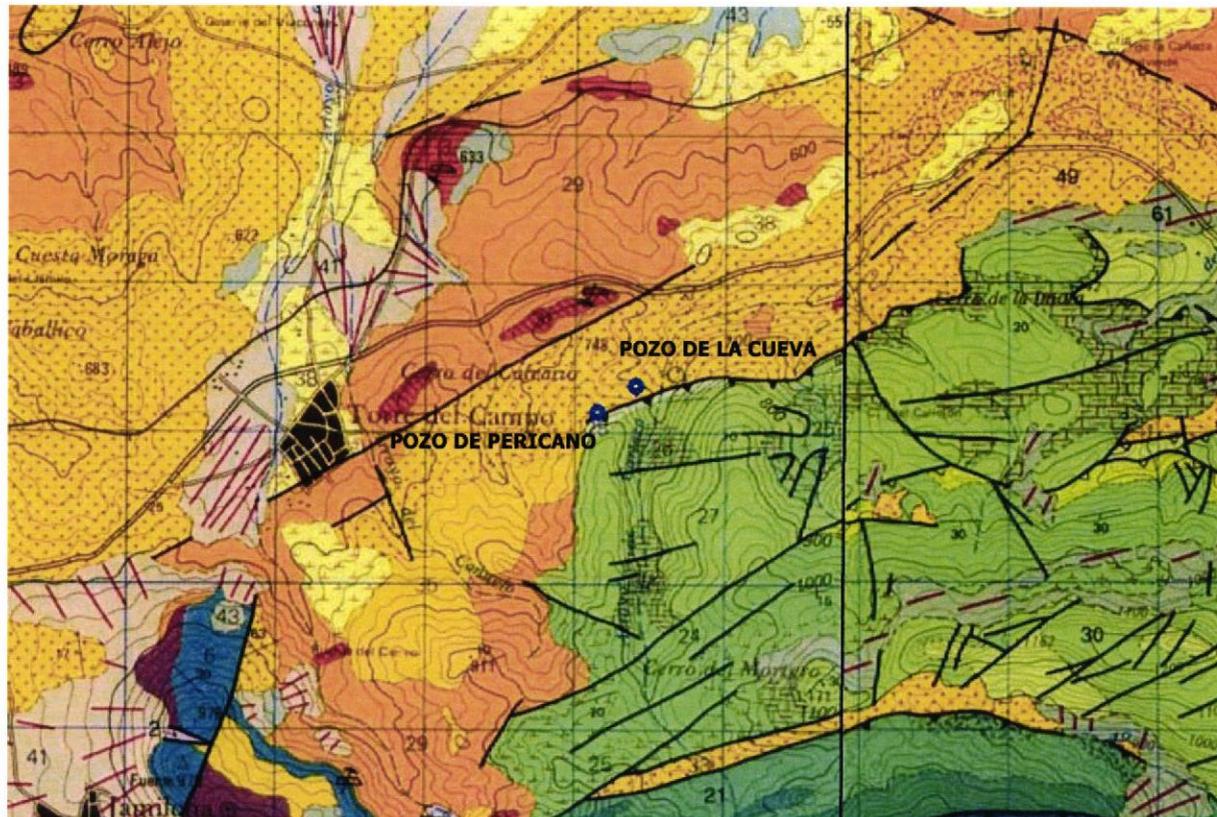
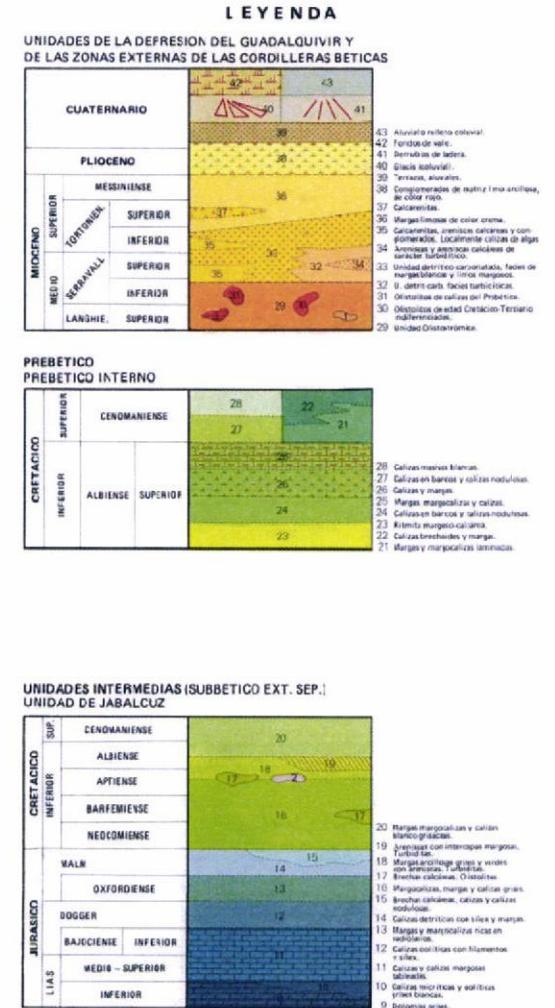


Fig. 3 Geología del área donde se ubican el Pozo La Cueva y el Pozo de Pericano



3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

El drenaje natural del acuífero se produce hacia el Este a través de los manantiales de La Magdalena, situados a una cota de 600m. La transmisividad del acuífero cenomanense según los datos obtenidos en el sondeo 193810038, es del orden de 500-100 m²/día, y el gradiente hidráulico está comprendido entre el 1 y 2%. (Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén).

En el sondeo 193810032, realizado en 1968 en el marco del proyecto del Guadalquivir, se realizó una prueba de bombeo, de 72 horas de duración, con un caudal de 50 l/s y descensos de 0,33 metros.

PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DE LA SUBUNIDAD CASTILLO-LA ÍMORA						
FUENTE DE INFORMACIÓN	TRANSMISIVIDAD (m ² /día)	GRADIENTE HIDRÁULICO	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	ESPESOR DEL ACUÍFERO (m)	ESPESOR SATURADO DEL ACUÍFERO (m)	POROSIDAD (%)
Norma de explotación de la UH 05.17 (Jaén)	500-1000	0,01-0,02	2.10 ⁻²	250		
Atlas Hidrogeológico de Jaén	500-1000	0,01-0,02		220-280		
Mapa Hidrogeológico de España	Entre 50 y varios centenares			250-350	100	1-3

3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

La alimentación de la MAS procede exclusivamente de la infiltración directa de las precipitaciones. El drenaje natural de las dos subunidades, se realiza por los manantiales de La Peña (193810002), para la subunidad de la Peña, y de la Magdalena (193810035 y 36), para la subunidad Castillo-La Ímora. Ambos manantiales se sitúan a una cota aproximada de 600 metros correspondiente al contacto mecánico entre el acuífero y los materiales impermeables. El manantial de la

Magdalena quedó seco tras el inicio de extracciones en los sondeos de Santa Catalina (193810032 y 45) y no existe actualmente ningún punto de control de niveles en dicha MAS, aunque se sabe que en el sector oriental de la subunidad Castillo-La Ímora se encuentran en torno a 570-580 msnm. El gradiente hidráulico en esta subunidad está comprendido entre el 1 y 2% y la circulación del flujo subterráneo se produce en dirección Este.

En la subunidad de la Peña, no hay explotación. En el manantial de la Peña se controlan las descargas desde 1983 observándose fuertes oscilaciones de caudal desde menos de 1 l/s hasta caudales superiores a 200 l/s con respuesta muy rápida a las precipitaciones.

El balance hídrico de la MAS según se incluye en su Norma de explotación de 2001 (C.H.G.-I.G.M.E.) es el siguiente:

Entradas:

- Subunidad de la Peña de Jaén.
Infiltración del agua de lluvia0,8-1 hm³/a.
- Subunidad de Castillo-La Ímora.
Infiltración de agua de lluvia.....1,8-2,1 hm³/a.

TOTAL.....2,6-3,1 hm³/a.

Salidas:

- Subunidad de la Peña de Jaén.
Drenaje manantiales.....0,8-1 hm³/a.
- Subunidad de Castillo-La Ímora.
Extracciones por bombeos2,8 hm³/a.

TOTAL.....3,6-3,8 hm³/a.

3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

A partir de casi cincuenta análisis que constan en la base de datos del IGME, correspondientes a muestras tomadas entre los años 1967 y 1999 en los puntos más significativos de la MAS de Jaén (05.17), se deduce que las aguas en esta MAS se caracterizan por presentar facies hidroquímicas bicarbonatada cálcica y mineralización generalmente reducida, lo que concuerda con la litología carbonática de los acuíferos y la naturaleza de los sistemas de flujo. (Calvache, M.L. y Benavente, J., 2002).

En la MAS de Jaén, Torredelcampo se abastece de El Manantial Torrecillas (183840021), el Sondeo de La Cueva (183880036) y el Pozo de Pericano (183840024). Los sondeos Cuesta Negra y Santa Ana, que también abastecen a Torredelcampo, se sitúan en la MAS de Jabalcuz. Los análisis de estas captaciones corresponden a muestras de agua relativamente recientes (año 2000) procedentes de la Base de datos del IGME, a excepción del Pozo de Pericano del que no se han obtenido análisis.

PUNTO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	C.E	pH	FECHA
Manantial Torrecillas	13	83	204	0	24	7	18	86	3	533	8,1	22/05/2000
Sondeo La Cueva	6	52	291	0	4	4	16	98	1	550	7,6	22/05/2000
Sondeo Cuesta Negra	14	10	1680			14	14	88		510		13/04/1967
Sondeo Santa Ana	39	250	69			30	24	106		870		13/04/1967

Los análisis de las aguas correspondientes a las distintas captaciones se han representado en un diagrama de Piper:

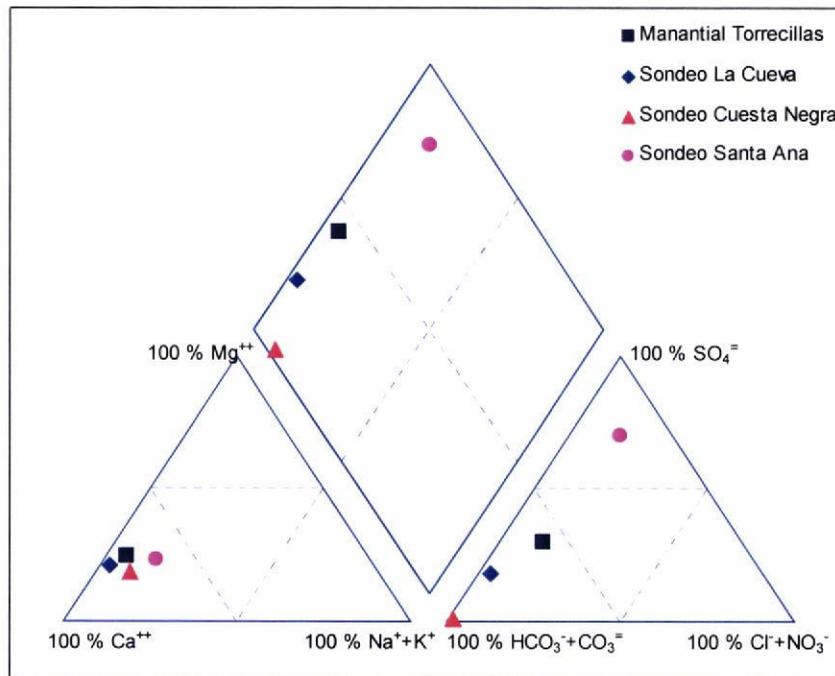


Fig.4 Diagrama de Piper de las aguas procedentes de las captaciones de abastecimiento a Torredelcampo

Como se puede observar en el diagrama de Piper las aguas de las captaciones son bicarbonatadas cálcicas con mineralizaciones medias. Corresponden a acuíferos carbonatados de montaña, que normalmente son zonas escasamente roturadas y habitadas. Exceptuando el Sondeo de Santa Ana que presenta una facies hidroquímica sulfatada cálcica con salinidad relativamente alta por lo que estas aguas deben de proceder de un sistema de flujo de cierta profundidad y con influencia de materiales triásicos.

Con respecto a la contaminación por nitratos, los valores de la MAS de Jaén son aceptables.

Microbiología

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

perfringens (incluidas las esporas) 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 SOBRE PRESIONES Y FOCOS 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, piscifactorias 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

El municipio de Torredelcampo presenta una importante actividad industrial y agrícola, pero las captaciones de abastecimiento se sitúan aguas arriba de las principales actividades de la zona. 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

El principal cultivo tanto de secano como de regadío es el olivar. En general, se desarrollan principalmente sobre materiales impermeables y el grado de afección potencial a las aguas subterráneas sería bajo. En los cultivos de regadío, menos del 4% del total de los cultivos se desarrollan mayoritariamente sobre materiales detríticos de naturaleza permeable. Sin embargo, dada la poca extensión de estos cultivos, el grado de afección potencial a las aguas subterráneas sería medio.

En cuanto al entorno de las captaciones, el área cultivada representa una superficie de unas 15 ha dentro de la zona de recarga del sondeo de la Cueva y el pozo de Pericano. Esta zona cultivada se sitúa a aproximadamente 1 km de las captaciones.

Según el Instituto Nacional de Estadística (datos referidos a 1.999) el aprovechamiento de las tierras labradas de este municipio es el siguiente:

Actividad agrícola	Hectáreas cultivadas
Herbáceos	466
Frutales	90
Olivar	14.494
Viñedo	69
Otras tierras labradas	1

4.2.2. Actividad ganadera

Dada la situación de la captación de abastecimiento, el grado de afección sobre las aguas subterráneas captadas en las dos captaciones objeto de este informe es nulo, ya que esta actividad no se sitúa sobre las zonas de recarga de las captaciones.

Según el Instituto Nacional de Estadística (datos referidos a 1.999) las unidades ganaderas para el municipio de Torredelcampo son las siguientes:

Actividad ganadera	Unidades ganaderas
Bovinos	284
Ovinos	48
Caprinos	38
Porcinos	0
Equinos	9
Aves	0

4.2.3. Actividad industrial

La actividad industrial del municipio es muy importante, pero la actividad industrial cercana a las captaciones es prácticamente inexistente. La actividad más cercana es un polígono industrial situado aproximadamente a 1,5 km de las captaciones. No obstante, esa zona industrial se sitúa aguas abajo de la zona de recarga de las captaciones.

4.2.4. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos son tratados fuera del término municipal. Existen además dos escombreras incontroladas una de ellas sobre materiales de baja permeabilidad cuya afección potencial a las aguas subterráneas se considera insignificante y otra situada sobre materiales detríticos permeables. En esta última, la afección potencial a las aguas subterráneas se considera baja debido al carácter

inerte de la mayoría de los residuos depositados. Al igual que la actividad industrial de la zona estas actividades no representan ninguna afección a las aguas subterráneas captadas por los abastecimientos debido a que no se sitúan en el ámbito de la recarga.

En ningún caso los emplazamientos de vertido y tratamiento de residuos se encuentran en zonas de recarga de los pozos de la Cueva y de Pericano.

4.2.5. Aguas residuales

Todos los vertidos a cauces del municipio están aguas debajo del Pozo de la Cueva y el Pozo de Pericano, y fuera de las zonas de recarga.

Las aguas residuales urbanas (ARU) generadas en el municipio se vierten sin tratamiento alguno en dos puntos del término aunque existe una EDAR que entrará en funcionamiento próximamente. Los puntos de vertido son en el Arroyo del Cañuelo por lo que el grado de afección potencial a las aguas subterráneas del aluvial de dicho arroyo se considera elevado.

4.2.6. Otros focos

Próxima a las captaciones se encuentra la urbanización Peñón del Megatín, situada a escasos metros del pozo de Pericano, y a unos 400m del pozo de la Cueva. Esta situación preocupa al ayuntamiento y están en vías de tomar medidas. Los pozos de la Cueva y de Pericano se encuentran aguas abajo de la urbanización.

4.3. FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LAS CAPTACIONES

Los focos potenciales de contaminación cercanos a las captaciones son los cultivos de olivar en secano y la urbanización Peñón el Megatín, situada a unos 400m del

Pozo de la Cueva y a escasos metros del Pozo de Pericano. Dicha urbanización no posee red de saneamiento, de manera que todas las viviendas vierten sus residuos a fosas sépticas.

En el entorno también se encuentran otros cultivos de secano, pero éstos se sitúan fuera del entorno de la zona de alimentación del acuífero, así como una zona industrial al Este del núcleo urbano de Torredelcampo.

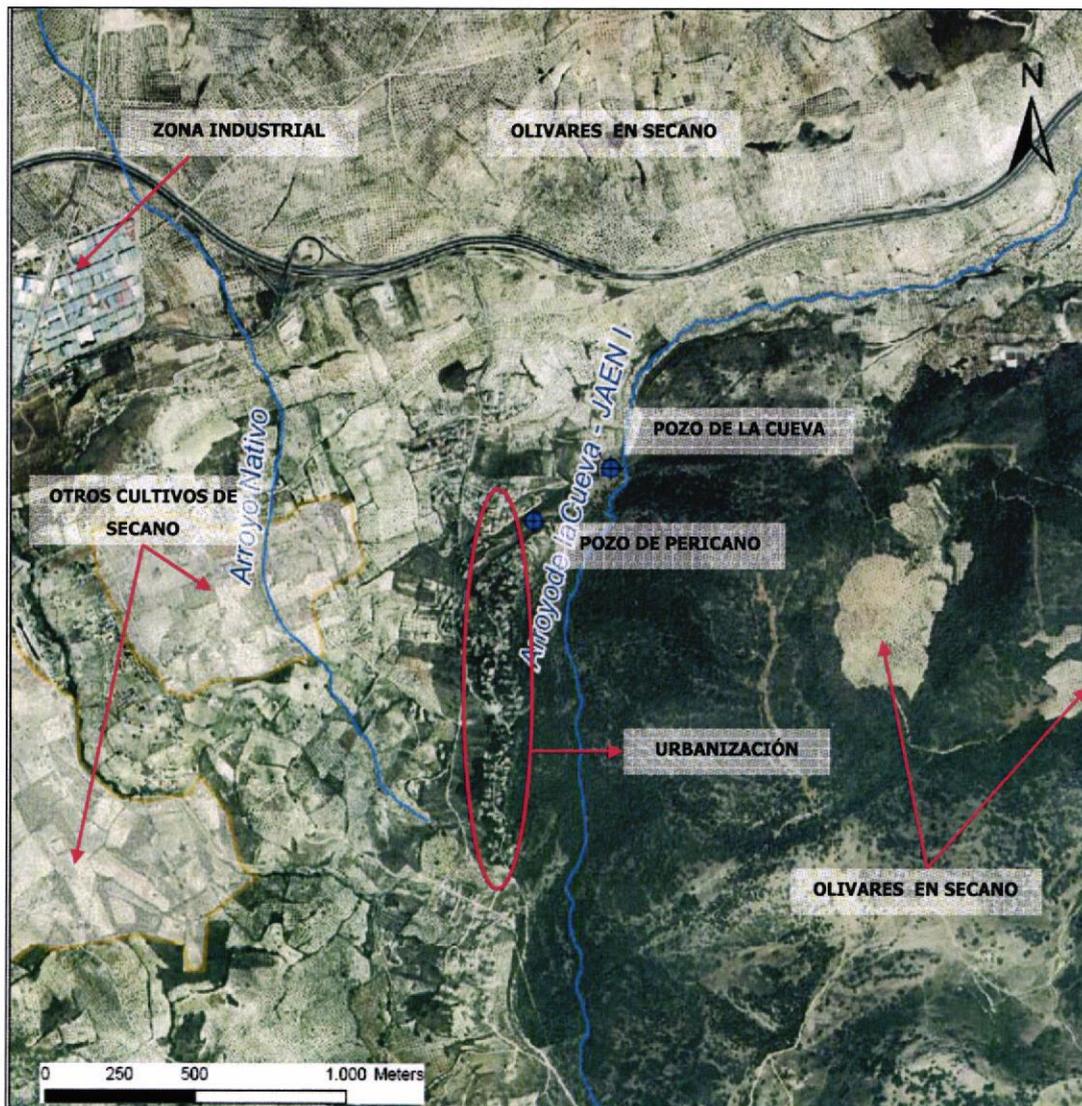


Fig. 5. Entorno de las captaciones de abastecimiento

4.4. INDICIOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES

Los pozos de la Cueva y Pericano se encuentran aguas abajo de la urbanización, y teniendo en cuenta que se trata de un sistema cárstico, el riesgo de afección a los pozos es muy alto. No obstante, los análisis químicos del agua en esas captaciones no indican ningún tipo de contaminación química, orgánica o microbiológica. Existen antecedentes de contaminación por nitratos en la parte llana del término municipal, llegando a ser declarada agua no potable el manantial de la Muña.

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.

A causa de la naturaleza kárstica de la mayor parte de los acuíferos de la MAS 05.17 "Jaén", su vulnerabilidad frente a la contaminación es muy elevada, si bien es cierto que el riesgo de contaminación es pequeño ya que las zonas de recarga se sitúan a elevadas cotas, donde la actividad humana y las presiones son reducidas o nulas.

Además se ha realizado una evaluación hidrogeológica de la MAS en base al funcionamiento hidrogeológico, zonas de recarga, circulación del flujo subterráneo, zonas de circulación preferencial, funcionamiento libre o confinado, 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. VULNERABILIDAD EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA

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

El área de recarga de las captaciones presenta una alta vulnerabilidad debido al carácter kárstico de las formaciones aflorantes del acuífero, formadas por los materiales carbonáticos del cretácico inferior y superior. La vulnerabilidad más elevada se sitúa en las cotas más bajas de la zona de recarga.

El entorno más inmediato de los abastecimientos presenta una vulnerabilidad muy alta para los materiales sobre los que se sitúa el Pozo de Pericano, y una vulnerabilidad baja en los que se sitúa el Pozo de la Cueva, sin embargo, en todo el área de alimentación para las captaciones de abastecimiento La Cueva y Pericano, la vulnerabilidad es, en conjunto, alta y muy alta.

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

Los focos potenciales de contaminación que se sitúan sobre la zona de recarga de las captaciones (plano nº2) corresponden a los olivares en secano y a la urbanización Peñón del Megatín (ver figura 6).

Los cultivos de olivares representan una zona cultivada de tamaño poco significativo sobre el área de recarga. En el entorno más próximo de las captaciones, estos cultivos se sitúan a pocos metros de éstas. Los olivares se sitúan aguas abajo de los abastecimientos, a excepción de una zona cultivada a aproximadamente 1 km de distancia aguas arriba de las captaciones, además de otras zonas de menor tamaño, que representan una superficie de unas 15 ha. Estos cultivos situados en la zona de recarga se encuentran en áreas de alta a muy alta vulnerabilidad.

El Pozo de Pericano se sitúa a escaso metros de la urbanización Peñón del Megatín. Esta urbanización está situada aguas arriba de los abastecimientos, y como ya se ha comentado, no dispone de red de saneamiento y los residuos son vertidos a fosas sépticas, lo que, debido al carácter cárstico de los materiales, representa una posible afección a la calidad de las aguas subterráneas, ya que los materiales sobre los que se sitúa esta urbanización presentan una vulnerabilidad muy alta a la contaminación.

5.2.1. Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad

Teniendo en cuenta la distribución de los focos de contaminación que se sitúan sobre las zonas de alimentación de las captaciones, los focos de contaminación que pueden

producir una afección a la calidad de las aguas subterráneas son la urbanización Peñón del Megatín, situada a pocos metros de las captaciones, y los cultivos de olivar en secano que representan una superficie aproximada de 15 ha dentro de la zona de recarga. Ambos focos se sitúan en zonas de alta y muy alta vulnerabilidad.

TIPO DE CONTAMINACIÓN	PRESIONES	CONTAMINANTES	DISTANCIA A LA CAPTACIÓN	VULNERABILIDAD
Difusa	Agrícola. Olivos de secano	Nitratos Plaguicidas	1 km	Alta- muy alta
Puntual	Urbanización sin red de saneamiento. Aguas residuales	Contaminación orgánica	Pozo de la Cueva :400 m Pozo de Pericano: 80 m	Alta- muy alta

5.3. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD Y EL 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.

$$HI = H \cdot Q_n \cdot R_f$$

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 las captaciones objeto del perímetro de protección:

FOCO POTENCIAL DE CONTAMINACIÓN	H	Qn	Rf	HI	Clase de peligrosidad	Factor COP	RII	Nivel de riesgo
Aguas residuales procedentes de la urbanización Peñón del Megatín (zonas urbanizadas sin red de alcantarillado)	70	1,2	1	84	Alta	0,52	0,006	Alto
Cultivos de olivar en seco	25	0,8	1	20	Muy baja	0,38	0,019	Moderado

El nivel de riesgo que suponen los focos de contaminación situados sobre la zona de recarga de las captaciones es moderado-alto. El mayor riesgo corresponde a la urbanización Peñón el Megatín, ya que ésta, situada a escasos metros de las captaciones, constituye una afección potencial de las aguas subterráneas debido a que no posee red de saneamiento.

6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

El Pozo de la Cueva y el Pozo de Pericano se hallan próximos y en un mismo contexto hidrogeológico, por lo que han sido agrupados de cara a su análisis y definición de zonas 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

Estos pozos se ubican en el contacto cabalgante entre las calizas del Cretácico Superior y las margas y limos del Mioceno. Los pozos están excavados en las calizas cretácicas, en el extremo Oeste de la Sierra de Jaén. La estructura interna de esta sierra viene definida por un anticlinal de eje E-O y vergente al norte, en cuyo núcleo se ubican unas calizas del Cretácico inferior (Albiense) y en los flancos otros paquetes calcáreos del Cretácico superior (Cenomaniense). Las fracturas que afectan al flanco septentrional podrían permitir la conexión hidráulica entre los materiales calcáreos del Cretácico. Al conjunto permeable constituido por el núcleo y flanco septentrional, donde se localizan los pozos, se le denomina Subunidad Castillo-La Ímora.

Atendiendo a esta configuración, los límites hidrogeológicos de la zona de influencia de los pozos de La Cueva y Pericano vienen marcados en gran medida por los límites del flanco septentrional del anticlinorio de la Sierra de Jaén, esto es:

- Al Norte y al Oeste todo el conjunto está limitado por un borde tectónico (cabalgamiento) que coloca los materiales carbonatados cretácicos, pertenecientes a la MAS de Jaén, sobre las margas y limos del Mioceno (Depresión del Guadalquivir).
- Por el Sur, el límite se ha establecido en un cabalgamiento que discurre subparalelo (también de vergencia Norte) al frente de cabalgamiento principal OSO-ENE, aunque en este caso poniendo en contacto diferentes niveles de los materiales carbonatados cretácicos.
- Por el Este, el límite será el que marque la posición de la divisoria subterránea de aguas generada por las depresiones generadas por las extracciones en los pozos de La Cueva y Pericano, así como otros que pudieran desarrollarse en ese entorno.



Fig. 6. Vista general desde el Norte de la situación y zona de influencia (coloreada) de los pozos de La Cueva y Megatín. La localidad de Torredelcampo en la esquina derecha inferior.

A continuación se representa el esquema geológico de los límites definidos para la zona de recarga, que corresponde a una recarga autóctona:

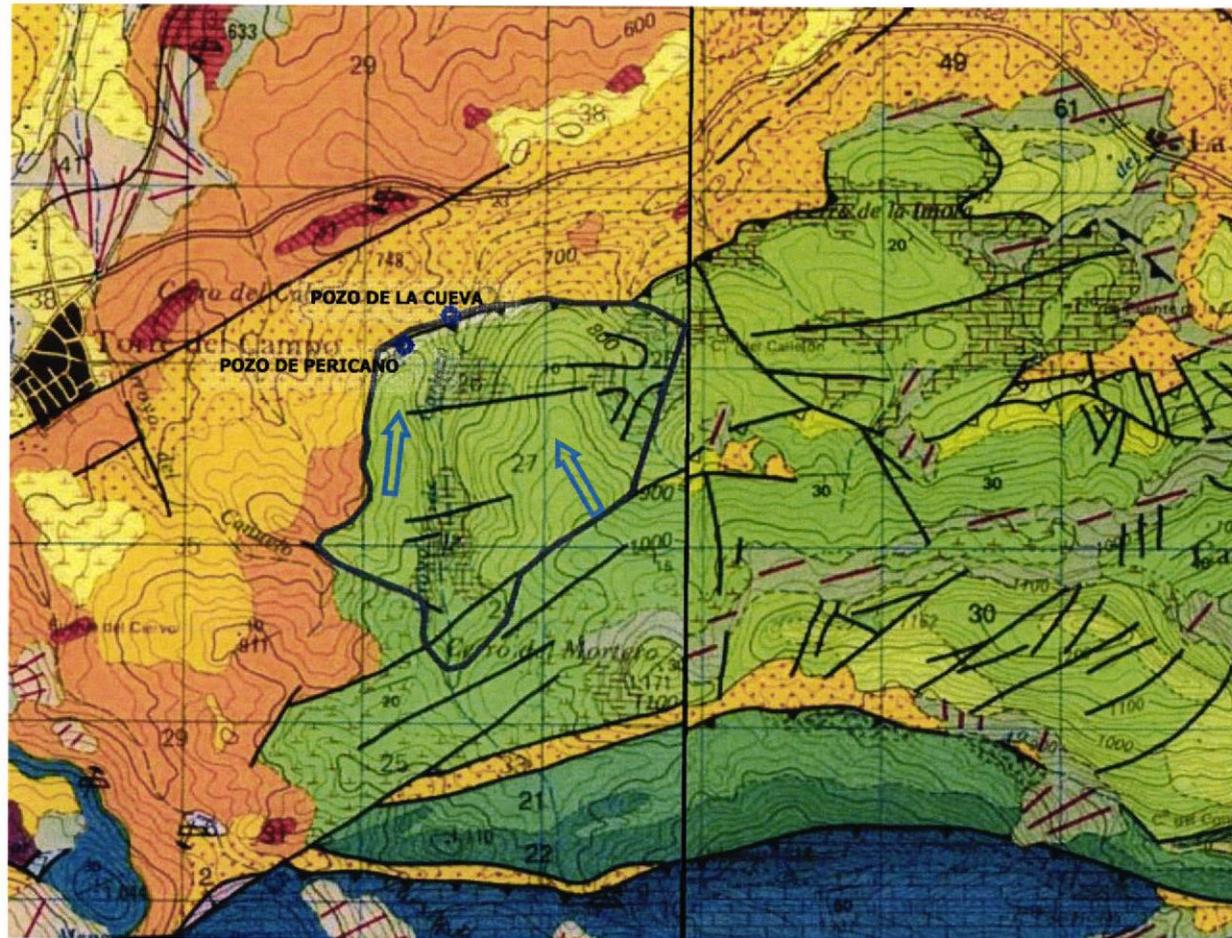
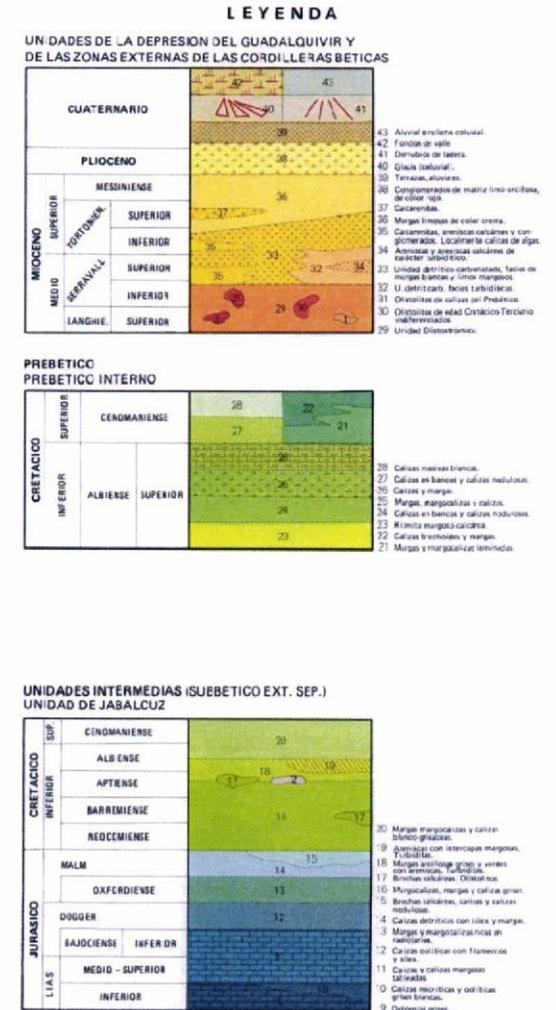


Fig. 7. Límites hidrogeológicos de la zona de recarga de las captaciones

 Dirección del flujo subterráneo
 Límites hidrogeológicos de la zona de recarga



6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)

El drenaje natural de las dos subunidades, se realiza por los manantiales de La Peña (1938/1/2), para la subunidad de la Peña, y de la Magdalena (1938/1/35 y 36), para la subunidad Castillo-La Ímora. Ambos manantiales se sitúan a una cota aproximada de 600 metros correspondiente al contacto mecánico entre el acuífero y los materiales impermeables. El manantial de la Magdalena quedó seco tras el inicio de extracciones en los sondeos de Santa Catalina (1938/1/32 y 45) y no existe actualmente ningún punto de control de niveles en dicha unidad, aunque se sabe que en el sector oriental de la subunidad Castillo-La Ímora se encuentran en torno a 570-580 msnm. El gradiente hidráulico en esta subunidad está comprendido entre el 1 y 2% y la circulación del flujo subterráneo se produce en dirección Este.

El drenaje natural de esta subunidad Castillo-La Ímora es hacia el Este, donde se sitúan las cotas más bajas del afloramiento calcáreo, a través de los manantiales de la Magdalena, situados en torno a los 600 msnm, en el contacto mecánico entre el acuífero carbonatado y los materiales impermeables terciarios. Por tanto, los pozos de La Cueva y Pericano se localizan en el extremo Oeste o cabecera del sistema hidrogeológico y, en consecuencia, su funcionamiento genera una divisoria subterránea de aguas hacia el Este.

Dicha divisoria se extenderá tanto más lejos hacia el Este cuanto mayor sea la extracción realizada en los pozos, y desaparecerá una vez pare el bombeo y se recuperen los niveles naturales. El nivel piezométrico en el pozo de La Cueva se encuentra a 642 msnm, sin poder determinar si se trata de un nivel estático o dinámico.

Desde el punto de vista hidrogeológico, los pozos de La Cueva y Pericano se ubican en un paquete de calizas del Cretácico Superior, con permeabilidades de conjunto medias-altas ($K=1-100$ m/día), aunque con una distribución muy heterogénea y anisótropa según las direcciones preferenciales de las discontinuidades del macizo (E-O).

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

Para tantear la extensión de la zona de alimentación del sistema y poder contrastarla con sus límites hidrogeológicos, se ha considerado la relación entre la recarga y la descarga de la unidad.

CÓDIGO	Tipo Captación	Nombre	Q (l/s)	Tipo de Acuífero	Funcionamiento	Lluvia útil (mm/a)	Recarga Autóctona (km ²)	Recarga Alóctona (km ²)	Recarga Total (km ²)
183840001	Pozo	Pozo de la Cueva	16	Kárstico	Libre	250	2,42	0,00	2,42
183840024	Pozo	Pozo de Pericano		Kárstico	Libre	250	2,42	0,00	2,42

6.3. ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN

La lluvia útil reseñada en las Normas se sitúa en torno a los 250-350 mm/a. Para la estimación del área de recarga en el entorno de influencia del sondeo se ha considerado el valor menor, de 250 mm, ya que el afloramiento calcáreo muestra amplias áreas con cobertera vegetal y desarrollo de suelos.

El pozo de La Cueva ha llegado a aportar un caudal medio máximo de 16 l/s. A partir del rango de esta extracción media y de los parámetros climáticos, se ha extrapolado una zona de influencia del pozo, considerándolo como si se tratara de una surgencia natural con un caudal drenado equivalente. Esta superficie sería aproximadamente del orden de 2 km².

Atendiendo a la configuración geológica del sistema y teniendo en consideración sus posibles límites hidrogeológicos, se ha delimitado una posible área de influencia o recarga del pozo en torno a los 2,5 km², en un rango similar a la extensión prevista a través del cruce de los datos de caudales y lluvia útil.

La recarga del sistema es en su totalidad de naturaleza autóctona, por infiltración directa y difusa sobre el afloramiento calcáreo. Además, el cauce del arroyo de La

Cueva atraviesa el afloramiento calcáreo en la zona de influencia o recarga de los pozos, estableciéndose relaciones variables entre esta corriente superficial y el acuífero:

- En épocas de estiaje o recarga normal el arroyo aporta la totalidad o una parte importante de los recursos drenados al acuífero.
- En episodios de recarga abundante, el arroyo sigue cediendo recursos para la recarga del acuífero pero, la mayor parte del caudal atraviesa de forma superficial el afloramiento calcáreo.

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 = 0,015 (valor medio según la Norma de Explotación de la unidad)

Q = caudal de bombeo = 16 l/s

k = permeabilidad horizontal = 50 m/d

m_e = porosidad eficaz = 0,01

b = espesor del acuífero (m) = 100m

Los datos obtenidos son los siguientes:

S_o = 80 m (Aguas arriba en la dirección de flujo)

S_u = 5 m (Aguas abajo en la dirección de flujo)

En vista a que los resultados obtenidos no son satisfactorios, se define una zona de restricciones absolutas de 25 m de radio con centro en cada una de las captaciones.

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:

$S_o = 4.506$ m (Aguas arriba en la dirección de flujo)

$S_u = 6$ m (Aguas abajo en la dirección de flujo)

$B = 18$ m

$B' = 9$ m

Los datos obtenidos, teniendo en cuenta las características del acuífero, no se consideran adecuados para la delimitación de la zona de restricciones máximas, debido a que excede la zona de alimentación de las captaciones, por lo que esta zona, basándose en criterios hidrogeológicos, tendrá un área delimitada por un círculo con un radio de 800m, dentro de la zona de recarga de las captaciones, quedando esta zona delimitada al este de las captaciones mediante una divisoria de aguas superficiales.

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.

Debido a la configuración geológica del acuífero del que explotan agua las captaciones de abastecimiento a Torredelcampo, la zona de restricciones moderadas se ha delimitado basándose en criterios hidrogeológicos (zona de recarga, fracturación, heterogeneidad del medio, etc.).

Esta zona estará delimitada por la zona de recarga para las captaciones de abastecimiento. Por tanto la zona de restricciones moderadas será la envolvente de dicha zona.

6.7. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD

Para la protección de los abastecimientos, se ha calculado el descenso en el nivel piezométrico que podrían provocar sondeos de semejantes características a las de las captaciones 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 = 50-100 m²/día

Q = caudal (caudal máximo del sondeo a proteger: 16 l/s (1382,4 m³/día)

t = tiempo de bombeo (120 días)

r = distancia al sondeo de captación (500 m)

S = coeficiente de almacenamiento = 0,02 (Norma de explotación de la Unidad Hidrogeológica de Jaén)

El descenso obtenido para estos valores es de 2,05 m. Si tomamos como distancia al sondeo de captación un valor de 1000 m el descenso obtenido es de 0,02 m por tanto, la zona de protección de la cantidad es la incluida en un radio de 1000 m dentro de los límites de la poligonal envolvente.

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.

Debido a la actividad agrícola que se realiza en la zona y la presencia de la urbanización Peñón del Megatín, 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, y así como, especies nitrogenadas, fosforadas, pesticidas y fungicidas fundamentalmente.

Se aconseja que este control sea semestral, efectuando dichos análisis en ambas captaciones. No obstante, debido a la proximidad de la urbanización a los abastecimientos, se aconseja que en el Pozo de Pericano, que es el más cercano a ésta, se lleve a cabo un control analítico con una periodicidad trimestral.

En caso de producirse una situación especial que provoque un vertido potencialmente contaminante, en las proximidades de las captaciones, 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 abastecimiento a Torredelcampo se realiza mediante aguas superficiales procedentes de la planta de tratamiento del río Víboras y de cuatro sondeos y un manantial (Sondeo Santa Ana, Pozo de la Cueva, Pozo de Pericano, Sondeo Cuesta Negra y Manantial Torrecillas).

Las dos captaciones objeto del perímetro, Pozo de la Cueva y Pozo Pericano, explotan la subunidad Castillo-La Imora de la MAS 05.17 "Jaén", constituido fundamentalmente por materiales carbonatados cretácicos.

El principal foco potencial de contaminación que puede poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas del sector es la urbanización Peñón del Megatín, que se sitúa a pocos metros aguas arriba de las captaciones y no posee red de saneamiento. Por tanto, como se indica en el apartado anterior, es conveniente llevar a cabo un seguimiento analítico de las aguas captadas por los abastecimientos que pueda detectar las posibles afecciones a las aguas subterráneas. No obstante se recomienda tomar medidas para establecer una red de saneamiento en la urbanización, ya que tratándose de un sistema cárstico el riesgo potencial a los pozos de abastecimiento es alto.

Además de la urbanización Peñón del Megatín, otro foco potencial de contaminación son las prácticas agrícolas constituidas por cultivos de olivar en secano, que pueden llegar a producir una contaminación difusa en el sector.

La vulnerabilidad de esta MAS se debe considerar como alta, por lo que las precauciones y vigilancia sobre posibles actividades potencialmente contaminantes dentro de la poligonal deben ser suficientes.

La zonación realizada se ha basado fundamentalmente en criterios hidrogeológicos, apoyándose en cálculos previos realizados según el método de Wyssling.

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. Aquellas zonas que pudieran estar parcialmente fuera de los límites del municipio, deberían comunicárselo a los Ayuntamientos afectados y coordinar actuaciones para velar, en la medida de lo posible, porque se cumplan las normas correspondientes.

9. REFERENCIAS

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

ITGE-DPJ. 1997. Atlas hidrogeológico de la provincia de Jaén.

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 05.17 (Jaén).

ITGE. Mapa geológico de España, escala 1:50 000. Hoja de Martos nº 18-38 (946) y Hoja de Jaén nº 19-38 (947).

ITGE. Plan de Control de la provincia de Jaén. 3ª Fase. Municipio de Torredelcampo.

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.

Jiménez Madrid et al., 2009. Groundwater pollution risk assessment. Application to different carbonate aquifers in south Spain, European Geosciences Union, General Assembly, Vienna 2009.

Calvache, M.L. y Benavente, J. 2002. Acuíferos Jurásicos y Cretácicos del entorno de la ciudad de Jaén. Aportaciones al Conocimiento de los acuíferos Andaluces. Libro Homenaje a Manuel del Valle Cardenete. Capítulo II, pp. 231-244.

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

ANEXOS

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1. Pozo la Cueva, Torredelcampo.



Foto 2. Pozo la Cueva, Torredelcampo.

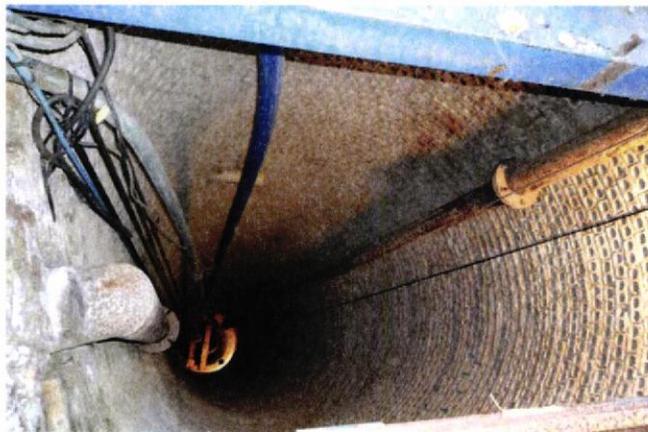


Foto 3. Pozo la Cueva, Torredelcampo.



Foto 4. Pozo Pericano, Torredelcampo.



Foto 5. Pozo Pericano, Torredelcampo.

ANEXO II
FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES

ANEXO III
FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

PRESIONES INVENTARIADAS EN CAMPO

Provincia	Término Municipal	Nucleo 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
Jaén	Torredelcampo	Torredelcampo	Cuesta Rasa	Cantera	Cantera	Puntual	Abandonada	Cantera de extracción de áridos	Aceites, hidrocarburos	422072	4178500	1500	Pozo Cuesta Negra	700			
Jaén	Torredelcampo	Torredelcampo	Urbanización Megatín	Urbanización	Urbanización	Puntual	Activo	Existencia de fosas sépticas	Aguas residuales	423174	4180605		Pozo de la Cueva y Megatín	500			
Jaén	Torredelcampo	Torredelcampo	Cuesta Rasa	Cantera	Cantera	Puntual	Abandonada	Cantera de áridos	Aceites, hidrocarburos	424162	4178000	30000	Manantial Torrecilla	1000		15	Barranco de la Torrencilla

ANEXO IV
ANÁLISIS QUÍMICOS

RAMÓN RUIZ BOSCH (ING. AGRÓNOMO) - JUAN A. TELLO JIMENEZ (QUÍMICO) - MANUEL ALCANTARA CASTILLO (FARMACEÚTICO)

CLIENTE: EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE TORREDELCAMPO

DIRECCION:

LOCALIDAD: TORREDELCAMPO. JAEN

ASUNTO: INFORME SOBRE ANALISIS COMPLETO DE AGUA.

REF. LABORATORIO: 20.08 FECHA RECEPCION MUESTRA: 11/01/08

REF. CLIENTE: DEPOSITO RATONERA

INFORME

LAS DETERMINACIONES QUE SOBRE LA CITADA MUESTRA SE HAN REALIZADO, ARROJAN LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

	RESULTADO	VALOR MAXIMO
ANTIMONIO (mg/l)	< 0.001	0.005
ARSENICO (mg/l)	< 0.005	0.01
BENCENO (microg/l)	No se detecta	1.00
BENZO (ALFA) PIRENO (microg/l)	No se detecta	0.01
BORO (mg/l)	0.46	1.00
CADMIO (microg/l)	< 0.01	5
CIANUROS (mg/l)	< 0.005	0.05
COBRE (mg/l)	< 0.005	2
CROMO (microg/l)	0.64	50
1,2 DICLOROETANO (microg/l)	No se detecta	3.00
FLUORURO (mg/l)	0.70	1.50
H.P.A. (microg/l)	No se detecta	0.10
Benzo (b) Fluoranteno (microg/l)	No se detecta	
Benzo (ghi) Perileno (microg/l)	No se detecta	
Benzo (k) Fluoranteno (microg/l)	No se detecta	
Indeno(1,2,3 cd)Pireno (microg/l)	No se detecta	
MERCURIO (microg/l)	< 0.005	1
NIQUEL (microg/l)	< 0.01	20
NITRATO (mg/l)	4.81	50
NITRITO (mg/l)	< 0.08	0.50
PLOMO (microg/l)	4.10	25
SELENIO (microg/l)	< 0.05	10
T.H.M. s (microg/l)	7.95	150
Bromodiclorometano (microg/l)	3.75	
Bromoformo (microg/l)	No se detecta	
Cloroformo (microg/l)	No se detecta	
Dibromoclorometano (microg/l)	No se detecta	
TRICLOROETILENO+		
TETRACLOROETILENO (microg/l)	No se detecta	10

LABORATORIO AGRITEST, C.B.

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL

Polígono Industrial «Los Olivares» - C/ La Huelga, 8

Teléfono y fax: 953 28 00 40

23009 JAÉN

AMON RUIZ BOSCH (ING. AGRÓNOMO) - JUAN A. TELLO JIMÉNEZ (QUÍMICO) - MANUEL ALCANTARA CASTILLO (FARMACÉUTICO)

	RESULTADO	VALOR MÁXIMO
Tetracloroetano (microg/l)	No se detecta	
Tricloroetano (microg/l)	No se detecta	
ALUMINIO (microg/l)	4.31	200
AMONIO (mg/l)	< 0.20	0.50
CLORURO (mg/l)	24.82	250
COLOR (Pt/Co)	0.00	15
CONDUCTIVIDAD (20° C microS/cm)	600	2500
HIERRO (mg/l)	0.0005	0.20
MANGANESO (microg/l)	1.16	50
OLOR	No se aprecia	3 a 25°
OXIDABILIDAD (mg O ₂ /l)	1.15	5
pH(Potenciométricamente)	7.81	6.5-9.5
SABOR	No se aprecia	3 a 25°
SODIO (mg/l)	24.65	200
SULFATO (mg/l)	60.89	250
TURBIDEZ (U.N.F.)	< 0.50	1.00
PLAGUICIDAS TOTALES (microg/l)	< 0.03	0.50
Aldrín (microg/l)	< 0.03	0.03
Dieldrín (microg/l)	< 0.03	0.03
Heptacloro (microg/l)	< 0.03	0.03
Heptacloro epóxido (microg/l)	< 0.03	0.03
Simazina (microg/l)	< 0.10	0.10
Terbutilazina (microg/l)	< 0.10	0.10
Atrazina (microg/l)	< 0.10	0.10
Dimetoato (microg/l)	< 0.10	0.10
COLOR RESIDUAL LIBRE (mg/l)	0.60	1.00
COLOR RESIDUAL COMBINADO (mg/l)	0.40	2.00
RECuento a 22° C	Ausencia en 1 ml	100 U.F.C./ml
BACTERIAS COLIFORMES	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml
E.COLI	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml
ENTEROCOCO	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml

COMENTARIOS: Se trata de un agua POTABLE según el R. D. 140/2003 de 7 de Febrero, en relación a los parámetros ensayados.

JAEN 05-02-08

M. ALCANTARA
 PC01-PD03-F1/01

LABORATORIO AGRITEST, C.B.

N.I.F.: E-233/3/23

LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA N.º A - 92 - AU
LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE SANIDAD N.º A 85H

Polígono Industrial «Los Olivares» - C/. La Iruela, 8

Teléfono y fax: 953 28 00 40

23009 JAÉN

RAMON RUIZ BOSCH (ING. AGRONOMO) - JUAN A. TELLO JIMENEZ (QUIMICO) - MANUEL ALCANTARA CASTILLO (FARMACEUTICO)

CLIENTE: EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE TORREDELCAMPO.

DIRECCION:

LOCALIDAD: TORREDELCAMPO. JAEN

ASUNTO: INFORME SOBRE ANALISIS COMPLETO DE AGUA.

REF. LABORATORIO: 778.08 FECHA RECEPCION MUESTRA: 21/07/08

REF. CLIENTE: DEPOSITO CUESTA NEGRA

INFORME

LAS DETERMINACIONES QUE SOBRE LA CITADA MUESTRA SE HAN REALIZADO, ARROJAN LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

	RESULTADO	VALOR MAXIMO
ANTIMONIO (mg/l)	< 0.001	0.005
ARSENICO (mg/l)	< 0.005	0.01
BENCENO (microg/l)	No se detecta	1.00
BENZO (ALFA) PIRENO (microg/l)	No se detecta	0.01
BORO (mg/l)	0.31	1.00
CADMIO (microg/l)	< 0.005	5
CIANUROS (mg/l)	< 0.005	0.05
COBRE (mg/l)	< 0.005	2
CROMO (microg/l)	0.006	50
1,2 DICLOROETANO (microg/l)	No se detecta	3.00
FLUORURO (mg/l)	0.55	1.50
H.P.A. (microg/l)	No se detecta	0.10
Benzo (b) Fluoranteno (microg/l)	No se detecta	
Benzo (ghi) Perileno (microg/l)	No se detecta	
Benzo (k) Fluoranteno (microg/l)	No se detecta	
Indeno(1,2,3 cd)Pireno (microg/l)	No se detecta	
MERCURIO (microg/l)	< 0.005	1
NIQUEL (microg/l)	< 0.005	20
NITRATO (mg/l)	10.43	50
NITRITO (mg/l)	< 0.08	0.50
PLOMO (microg/l)	1.23	25
SELENIO (microg/l)	< 0.05	10
T.H.M. s (microg/l)	No se detecta	150
Bromodichlorometano (microg/l)	No se detecta	
Bromoformo (microg/l)	No se detecta	
Cloroformo (microg/l)	No se detecta	
Dibromoclorometano (microg/l)	No se detecta	
TRICLOROETILENO+		
TETRACLOROETILENO (microg/l)	No se detecta	10

LABORATORIO AGRITEST, C.B.

N.I.F. E-23373723

LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA N.º A - 92 - AU
LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE SANIDAD N.º A 850

Polígono Industrial «Los Olivares» - C/. La Iruela, 8

Teléfono y fax: 953 28 00 40

23009 JAÉN

RAMON RUIZ BOSCH (ING. AGRONOMO) - JUAN A. TELLO JIMENEZ (QUIMICO) - MANUEL ALCANTARA CASTILLO (FARMACEUTICO)

	RESULTADO	VALOR MAXIMO
Tetracloroetano (microg/l)	No se detecta	
Tricloroetano (microg/l)	No se detecta	
ALUMINIO (microg/l)	9.09	200
AMONIO (mg/l)	< 0.20	0.50
CLORURO (mg/l)	17.73	250
COLOR (Pt/Co)	0.00	15
CONDUCTIVIDAD (20° C microS/cm)	630	2500
HIERRO (mg/l)	< 0.005	0.20
MANGANESO (microg/l)	0.91	50
OLOR	No se aprecia	3 a 25°
OXIDABILIDAD (mg O2/l)	1.23	5
pH(Potenciométricamente)	7.83	6.5-9.5
SABOR	No se aprecia	3 a 25°
SODIO (mg/l)	3.50	200
SULFATO (mg/l)	31.16	250
TURBIDEZ (U.N.F.)	< 0.50	1.00
PLAGUICIDAS TOTALES (microg/l)	< 0.03	0.50
Aldrín (microg/l)	< 0.03	0.03
Dieldrín (microg/l)	< 0.03	0.03
Heptacloro (microg/l)	< 0.03	0.03
Heptacloro epóxido (microg/l)	< 0.03	0.03
Simazina (microg/l)	< 0.10	0.10
Terbutilazina (microg/l)	< 0.10	0.10
Atrazina (microg/l)	< 0.10	0.10
Dimetoato (microg/l)	< 0.10	0.10
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/l)	0.50	1.00
CLORO RESIDUAL COMBINADO (mg/l)	0.62	2.00
RECuento A 22° C	Ausencia en 1 ml	100 U.F.C./ml
BACTERIAS COLIFORMES	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml
E.COLI	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml
ENTEROCOCO	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml

COMENTARIOS: Se trata de un agua POTABLE según el R. D. 140/2003 de 7 de Febrero, en relación a los parámetros ensayados.

JAEN 05-08-08

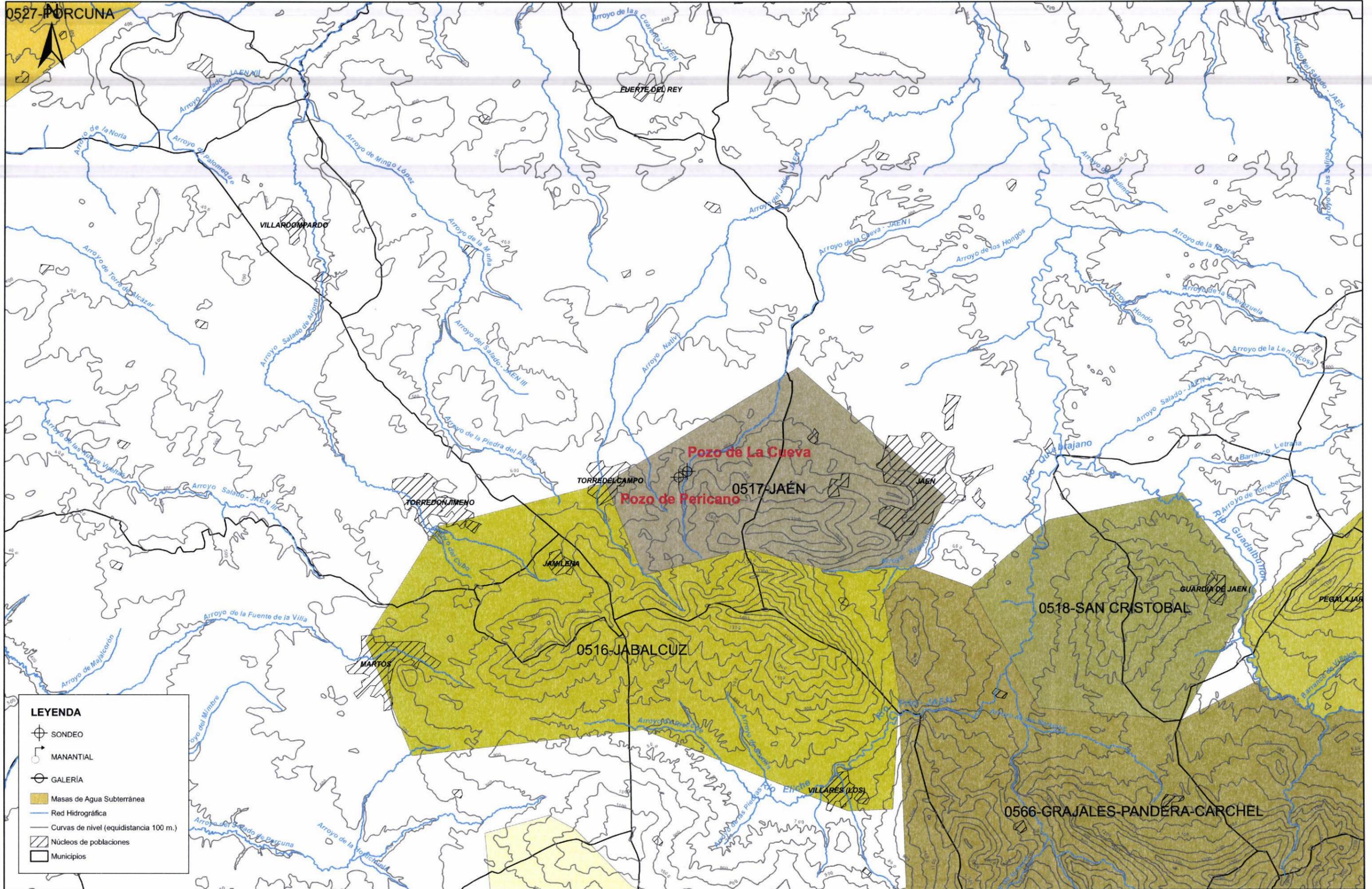


M. ALCANTARA
PC01-PD03-F1/01

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.



0527-PORCUNA

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

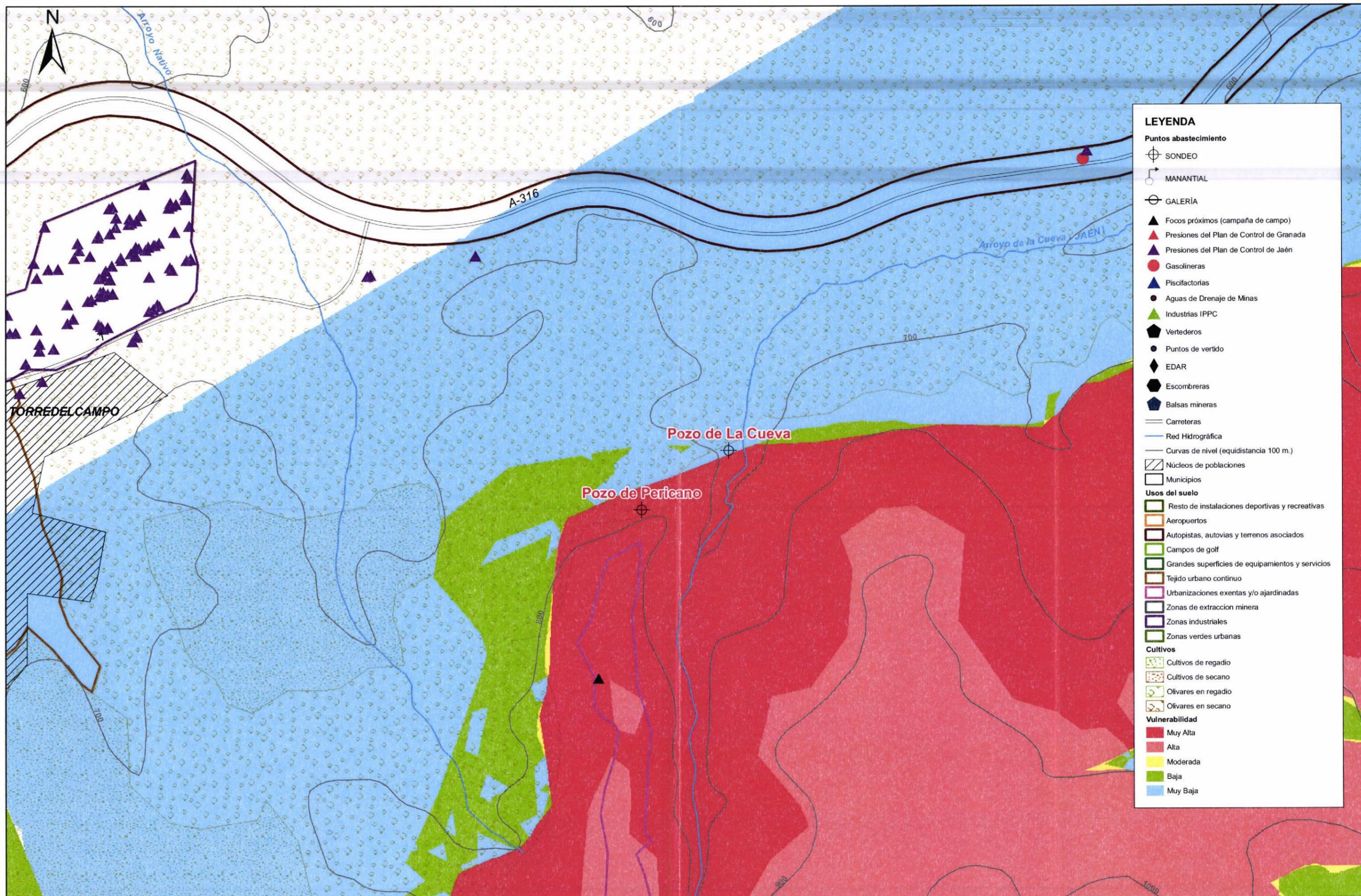


DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA
 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVR

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 (campaña de campo)
- Presiones del Plan de Control de Granada
- Presiones del Plan de Control de Jaén
- Gasolineras
- Piscifactorías
- Aguas de Drenaje de Minas
- Industrias IPPC
- Vertederos
- Puntos de vertido
- EDAR
- Escombreras
- Balsas mineras

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

Usos del suelo

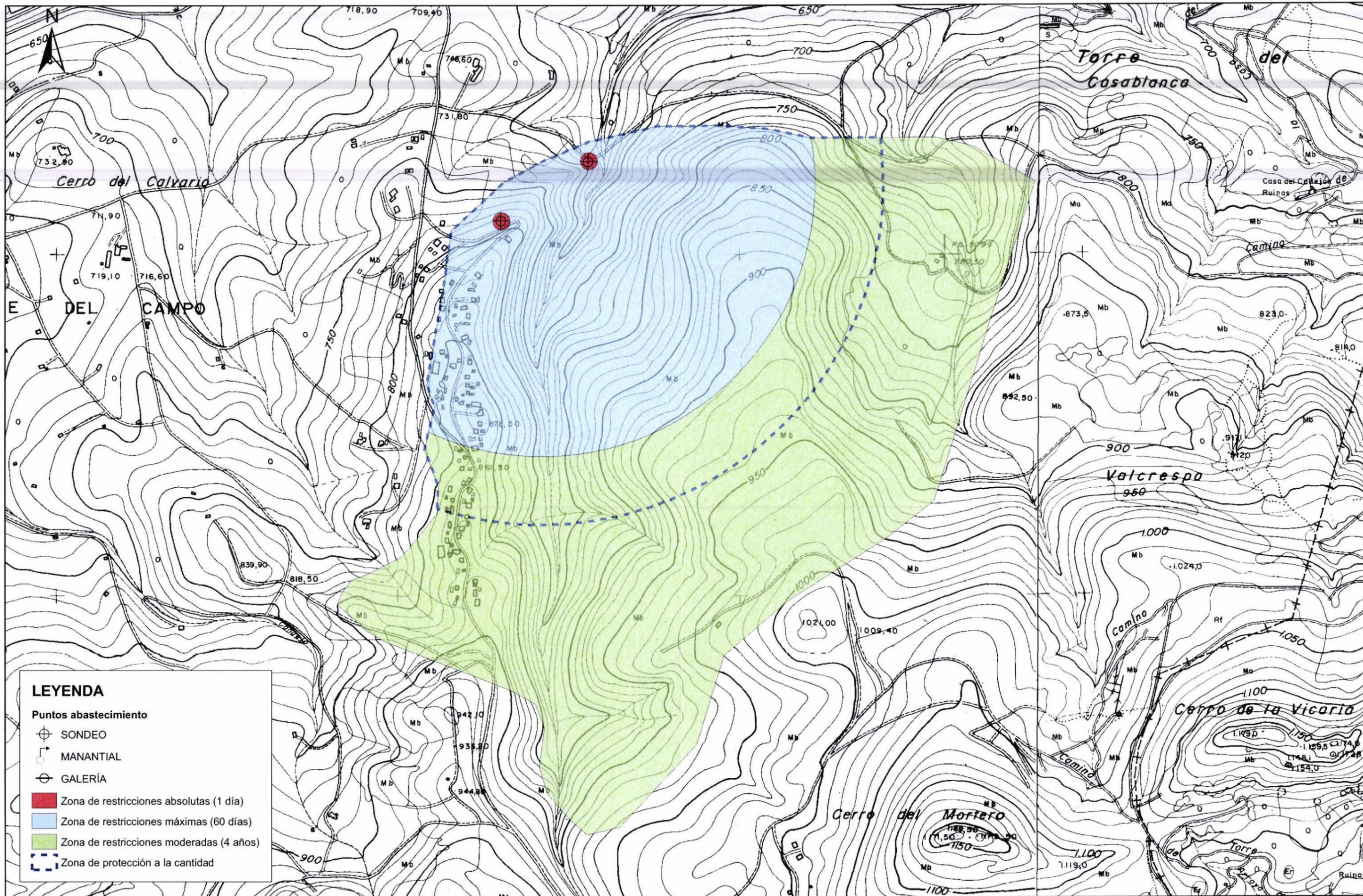
- Resto de instalaciones deportivas y recreativas
- Aeropuertos
- Autopistas, autovías y terrenos asociados
- Campos de golf
- Grandes superficies de equipamientos y servicios
- Tejido urbano continuo
- Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas
- Zonas de extracción minera
- Zonas industriales
- Zonas verdes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