

**PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DEL SONDEO Y MANANTIAL
LA MALEZA DE ABASTECIMIENTO AL NÚCLEO URBANO DE
MARTOS (JAÉN)**



ÍNDICE

Pag nº

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SITUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO	5
2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN	6
2.1.1. <i>Captaciones de abastecimiento</i>	6
2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO.....	8
2.2.1. <i>Depósitos y conducciones</i>	8
2.2.2. <i>Esquema general</i>	11
2.2.3. <i>Importancia de las captaciones y volúmenes captados</i>	11
3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	13
3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	13
3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO.....	15
3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA	17
3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO.....	18
3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR	20
4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	22
4.1. ORIGEN DE LA INFORMACIÓN SOBRE FOCOS DE CONTAMINACIÓN	22
4.2. INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	23
4.2.1. <i>Actividad agrícola</i>	23
4.2.2. <i>Actividad ganadera</i>	24
4.2.3. <i>Actividad industrial</i>	24
4.2.4. <i>Residuos sólidos urbanos</i>	24
4.2.5. <i>Aguas residuales</i>	25
4.3. FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LAS CAPTACIONES	25
4.4. INDICIOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES	27
5. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN	28
5.1. DISTRIBUCIÓN EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA	28
5.2. RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN.....	29
5.2.1. <i>Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad</i>	29
5.3. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD Y DEL RIESGO.....	30

6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN.....	33
6.1. ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO	33
6.1.1. Límites hidrogeológicos y geometría del acuífero Dogger de Jabalcuz.....	33
6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)	37
6.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS)	37
6.3. ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN	38
6.4. ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	39
6.5. ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	40
6.6. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	40
6.7. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD	41
7. RED DE CONTROL Y VIGILANCIA	43
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
9. REFERENCIAS	46

ANEXOS

ANEXO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEXO II: FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES

ANEXO III: FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

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 manantial la Maleza (183770003) y el sondeo la Maleza (183770028), que abastecen al núcleo urbano de Martos y están situados en la MAS 05.16 "Jabalruz".

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 DEL ABASTECIMIENTO

El municipio de Martos tiene una población residente estable de 24.520 habitantes (Cifras de población referidas al 01/01/2008), de los que 22.946, corresponden al núcleo de Martos.

En función de un consumo de 7.123 m³/día para el núcleo de Martos, se ha calculado una dotación de 310 l/hab/día, que supone un consumo anual para el núcleo urbano de 2,6 h m³/año.

El abastecimiento a Martos se realiza mediante aguas superficiales procedentes de la planta de tratamiento del Víboras y de un sondeo y dos manantiales. El manantial y sondeo denominados ambos La Maleza, captan recursos pertenecientes a la Masa de Aguas Subterráneas (MAS) 05.16 "Jabalucz" y se localizan dentro del propio término municipal. El manantial de Taza de Plata o El Quemado (183930016) drena materiales de la MAS 05.07 "Ahillo-Caracolera" y está situado dentro del término municipal de Alcaudete. Este último abastece a la pedanía de Villar Bajo. Dentro del término municipal de Martos existe además un sondeo denominado sondeo de Bobadilla o de Fuente La Higuera que capta la misma masa 05.07 pero que pertenece al sistema de abastecimiento de Alcaudete y del municipio de Martos solamente suministra agua a la aldea de Venta de Pantalones.

La gestión del servicio de abastecimiento la realiza la empresa Aqualia.

La localización del manantial y el sondeo La Maleza, objeto del perímetro de protección, se muestra en el plano de situación nº 1 y en la figura 2.

2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN

2.1.1. Captaciones de abastecimiento

A continuación se describen las dos captaciones objeto del presente perímetro de protección, el sondeo y el manantial próximo, ambos denominados La Maleza, que forman parte del sistema de abastecimiento del municipio de Martos.

- **Sondeo La Maleza (183770028)**

Capta materiales carbonatados pertenecientes a la MAS 05.16 "Jabalruz". Tiene una profundidad de 296 m y unos diámetros de perforación de 560/450/380/320. Está entubado con tubería metálica de 450/350/300 mm de diámetro de 0 a 270 m. Se sitúa a cota de emboquille 838 msnm. El nivel dinámico se situaba en noviembre de 2008 a 64,30m de profundidad, a una cota aproximada de 773,70 msnm. Las coordenadas UTM del sondeo son 423557, 4181272.

Está equipado con una electrobomba sumergible de 60 CV. El sondeo dispone de tubo piezométrico para el control de los niveles estático y dinámico, de caudalímetro para la medida del caudal bombeado y de espita tomamuestras.

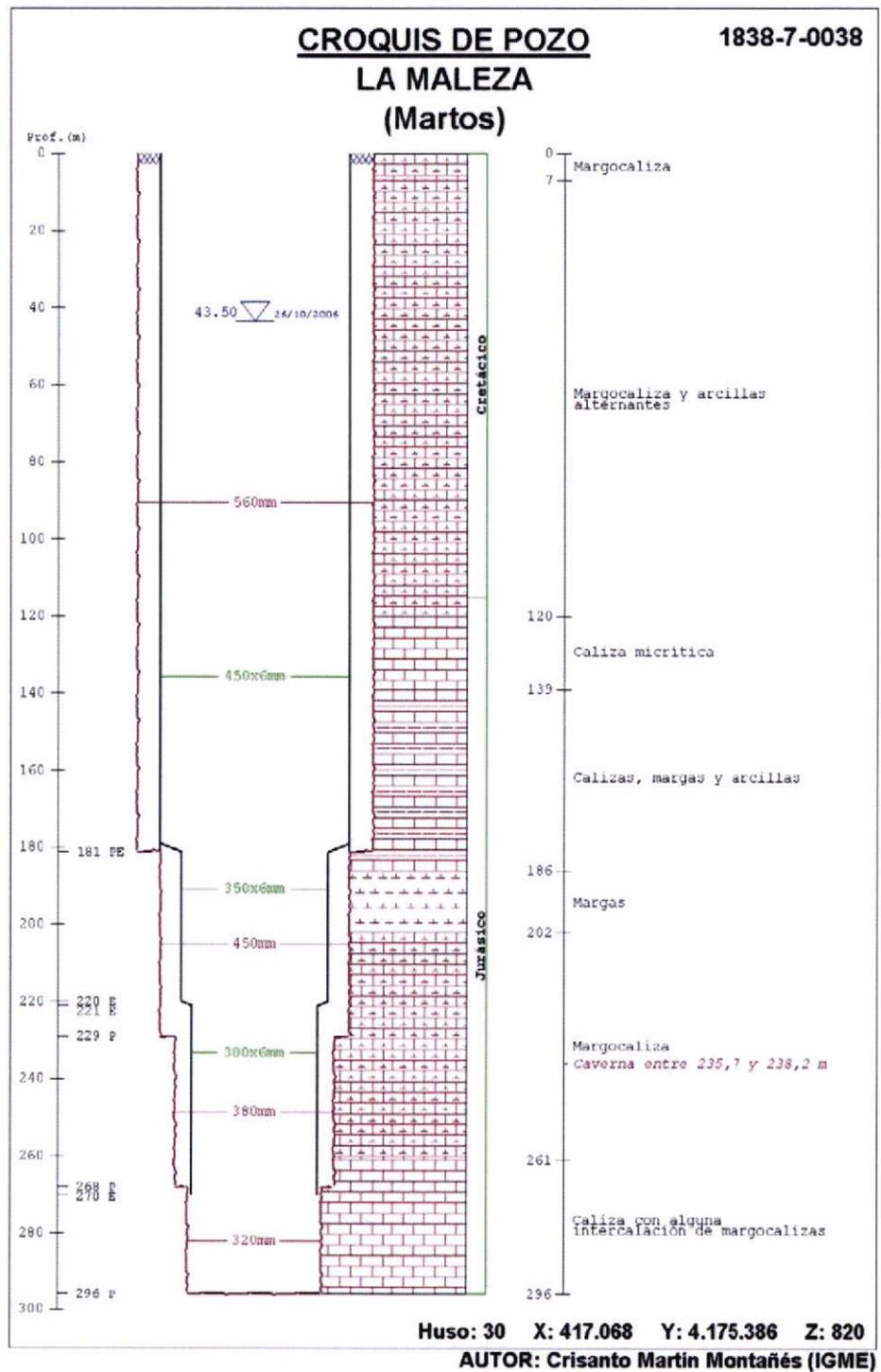


Fig 1. Columna estratigráfica del sondeo la Maleza

- **Manantial La Maleza (183770003)**

Situado en el paraje del mismo nombre, al este del núcleo urbano de Martos y a cota 824 msnm drena los recursos de los materiales pertenecientes a la MAS 05.16 "Jabalruz". Las coordenadas UTM del manantial son 423809, 4178858.

La captación consiste en tres galerías denominadas G-1, G-2 y G-3 desarrolladas en la zona de descarga de la barra calcárea que origina el relieve de la Sierra de la Grana. La mas alta de ellas (G-1) es la que presenta una dinámica más acentuada, con puntas tan elevadas que no son evacuadas en su totalidad por la tubería; G-2 y G-3 son más constantes, aunque también exceden la capacidad de las tuberías. Existe además una surgencia a cota más baja y caudal menor. Todas tienen acondicionamiento para la evacuación de los excesos de caudal.

La galerías G-3 y G-2 se unen en una arqueta que conecta con la caseta principal, por medio de una tubería de 300 mm de diámetro. La G-1 y la surgencia más baja se conectan también con esta caseta, la primera por una tubería de 150 mm de diámetro. De esta caseta, mediante una válvula de compuerta, parte la tubería de 300 mm de diámetro hacia los depósitos. Además de la conducción hacia los depósitos, existe una pequeña toma para el riego y un desagüe. Las galerías se encuentran actualmente sin mantenimiento y su acceso es muy difícil.

2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO

2.2.1. Depósitos y conducciones

Existen un total de once depósitos de regulación en uso. A continuación se presentan las características de los dos depósitos que reciben agua del manantial y el sondeo La Maleza.

- **DE23060001 Depósito El Calvario (Principal)**

Cota (msnm): 750

Base: Rectangular

Tipo: Semienterrado

Capacidad (m³): 3.500

Origen del agua: Captación superficial y La Maleza (sondeo y manantial)

Núcleo al que abastece: Martos

- **DE23060002 Depósito del Portillo**

Cota (msnm): 760

Base: Rectangular

Tipo: Superficial

Capacidad (m³): 650

Origen del agua: Sondeo de La Maleza

Núcleo al que abastece: Martos (depósito del Calvario)

- **Conducciones**

El sistema de conducciones de abastecimiento en alta tiene una longitud total próxima a los 32,6 km de tuberías. Sus principales características se incluyen en el cuadro adjunto.

Código	Diámetro (mm)	Tipo	Longitud (m)	Procedencia	Final
CO23060001	300	Fibro cemento	854	Cond. Víboras	Dep. Calvario
CO23060002	300	Fibro cemento	851	Dep. Portillo	Dep. Calvario
CO23060003	300	PVC	1.734	La Maleza	Dep. Portillo
CO23060004	70	-	14.114	Red Martos	Dep. MonteLope Álvarez
CO23060005	-	-	1.678	Dep. MonteLope Álvarez	Dep. Cortijuelos
CO23060006	110	PRFV	4.372	Potabilizadora La Carrasca	Dep. Carrasca
CO23060007	-	-	1.792	Dep. Carrasca	Dep. Casillas
CO23060008	-	-	3.103	Cond. Víboras	Potabilizadora S ^a . Grande
CO23060009	-	-	884	Potabilizadora S ^a . Grande	Dep. Chircales
CO23060010	-	-	3.221	Taza de Plata	Depósitos Villar Bajo (I y II)
		Total	32.603		

2.2.2. Esquema general

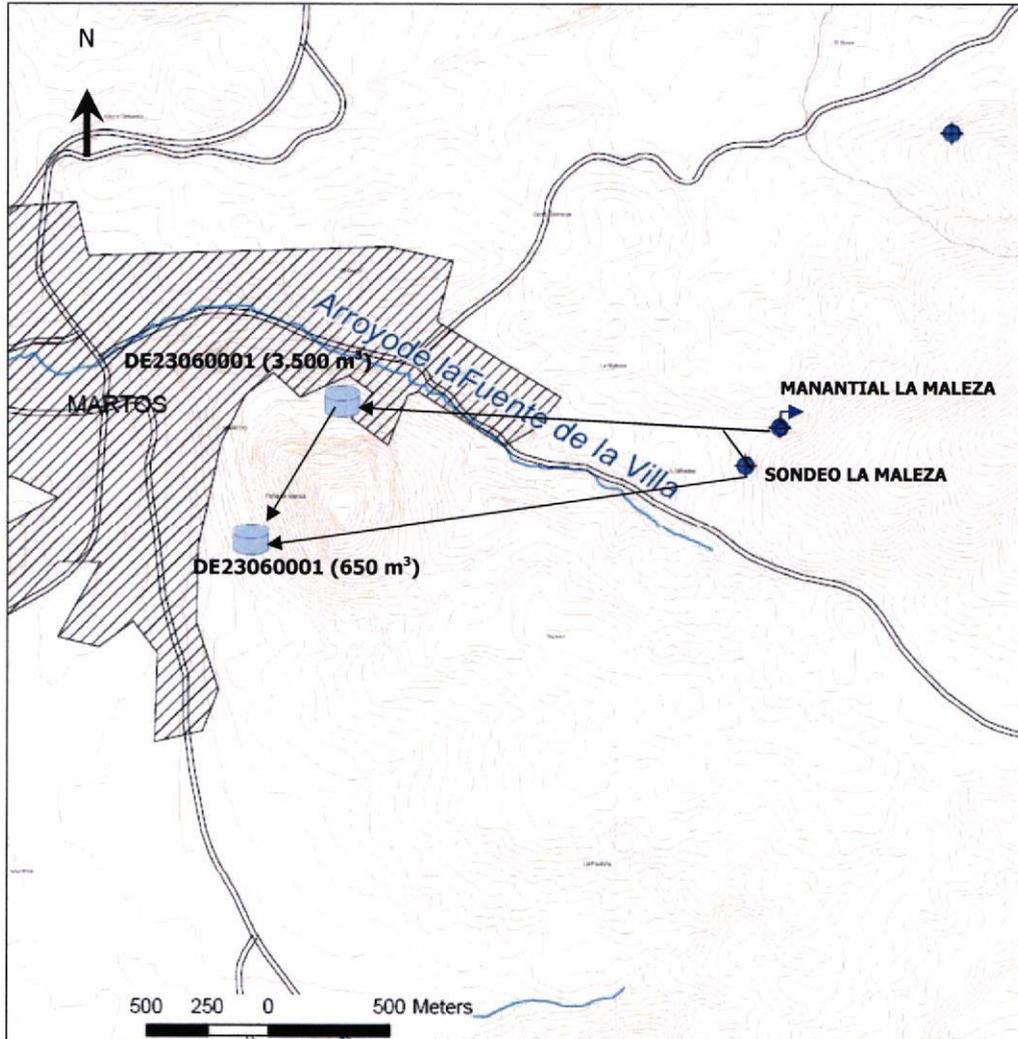


Fig. 2. Sistema de abastecimiento de las captaciones de abastecimiento a Martos

2.2.3. Importancia de las captaciones y volúmenes captados

El manantial de La Maleza y su sondeo de regulación del mismo nombre son las principales captaciones de agua subterránea que abastecen al núcleo urbano de Martos junto con la captación de aguas superficiales del río Víboras.

El manantial de La Maleza tiene un caudal medio de drenaje en torno a los 9 l/s y está muy condicionado por las precipitaciones, de manera que en aquellos meses de gran pluviosidad el caudal puede llegar a ser de 6000 m³/día (70 l/s). Cuando se dan estas circunstancias se paran las extracciones del sondeo La Maleza, siendo el manantial la única captación de abastecimiento al núcleo de Martos en esta situación de elevadas descargas por precipitaciones.

El caudal de explotación del sondeo de La Maleza es de 13 l/s (1.123 m³/día). La explotación anual del sondeo es de 24 horas al día, excepto cuando el caudal del manantial La Maleza es suficiente para el abastecimiento a Martos. El consumo anual proveniente de ambas captaciones es de 0,7 hm³/año.

En épocas lluviosas, la práctica totalidad del abastecimiento del núcleo urbano de Martos se realiza desde el manantial, mientras que en meses secos y medios está complementada con el sondeo La Maleza y la captación de aguas superficiales del río Víboras.

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

El sondeo y manantial de La Maleza (183770028 y 183770003) de los que se abastece Martos se localizan en materiales pertenecientes a la MAS 05.16 "Jabalruz" que se incluyen principalmente en el dominio paleogeográfico denominado "Unidades Intermedias", caracterizado por su naturaleza litoestratigráfica y sedimentológica mixta entre las zonas subbética y prebética propiamente dichas. Además de estos materiales, existen dos afloramientos carbonatados (Cerro Fuente y la Peña de Martos) atribuibles al Subbético Externo.

Se trata de una MAS carbonatada permeable por fisuración y karstificación. Tiene una superficie total de afloramientos permeables de 7,7 km² distinguiéndose tres subunidades denominadas Lías de Jabalruz, Dogger de Jabalruz y Cerro Fuente. Además de estas subunidades cabe destacar el acuífero formado por el conjunto de materiales neógenos, calcarenitas principalmente, situados al Oeste de la MAS, en las proximidades de Torredonjimeno.

La subdivisión entre el Lías y Dogger de Jabalruz responde a la individualización de estos materiales carbonatados jurásicos (pertenecientes a las Unidades Intermedias) en dos paquetes separados por un tramo de margocalizas y calizas margosas tableadas que tiene un carácter semipermeable, confiriéndoles esta circunstancia funcionamientos hidrogeológicos independientes. Asimismo se ha considerado la separación de estos materiales acuíferos de los del acuífero carbonatado de Cerro Fuente, pertenecientes al Subbético Externo. El sustrato de la MAS está constituido por la denominada Unidad Olistostrómica de la Depresión del Guadalquivir en su sector norte y por materiales triásicos impermeables en el resto.

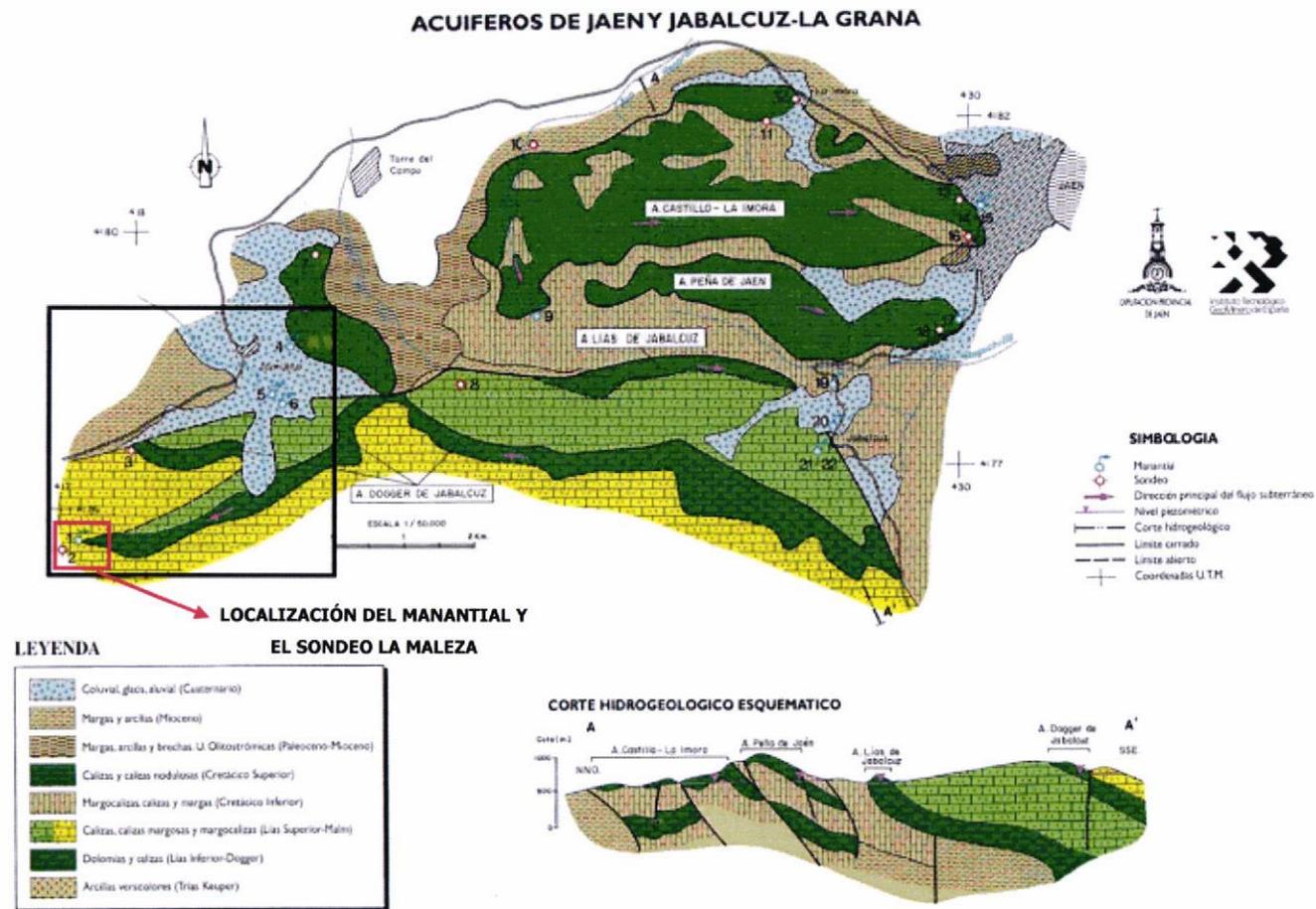


Fig. 3. Hidrogeología del área donde se ubican las captaciones de abastecimiento a Martos

3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

La estructura de la MAS en el sector de Jabalcuz es muy sencilla: monoclinas con buzamiento muy constante hacia el sur. En la Sierra de La Grana no se mantiene este esquema y aparece un repliegue sinclinal no demasiado apretado flanqueado por fracturas. Sin embargo, la estructura de Cerro Fuente es muy compleja existiendo numerosas fracturas, de pequeña entidad, a través de las cuales surgen los materiales triásicos basales.

Las captaciones de abastecimiento a Martos captan el agua de la subunidad del Dogger de Jabalcuz. En la secuencia monoclinas jurásica, buzante al sur, que aflora desde Jabalcuz hasta las proximidades de Martos, aparece un tramo de 150 a 300 m de potencia formado por calizas con sílex del Dogger, que constituye el acuífero del Dogger de Jabalcuz.

Estos materiales permeables afloran en una superficie de 5 km² y se disponen sobre materiales de baja permeabilidad del Lías superior, constituidos por calizas margosas y calizas tableadas, o sobre el conjunto dolomítico del Lías inferior en los sectores más occidentales.

Hacia el sur, el acuífero se introduce bajo margas, margocalizas y turbiditas calcáreas del Malm, que llegan a producir su confinamiento.

La única descarga natural visible corresponde al manantial de La Maleza, lo que denota un flujo subterráneo principal hacia el Oeste. Dentro del acuífero existen sectores desconectados del mismo, tales como el sector noroccidental, donde se encuentra el sondeo de abastecimiento a Jamilena, con los niveles situados por debajo de la cota de surgencia del manantial de La Maleza, manantial que se encuentra regulado por el sondeo del mismo nombre.

Otro sector desconectado del acuífero principal se encuentra en el extremo oriental, donde el nivel aparece a 635 msnm.

3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

Los parámetros hidráulicos de los materiales acuíferos que componen la subunidad del Dogger de Jabalcuz se han calculado en su mayor parte en los ensayos de bombeo realizados en los sondeos de abastecimiento existentes. Estos datos son los siguientes:

Las transmisividades obtenidas fueron las siguientes:

- Punto 1938/5/35: transmisividad de $77 \text{ m}^2/\text{d}$ con un caudal de bombeo de $8,5 \text{ l/s}$ durante 18 horas y con una depresión de 51 m.
- Punto 1838/8/35: transmisividad de $65 \text{ m}^2/\text{d}$ con un caudal de bombeo de 60 l/s durante 19 horas y con una depresión de 14,5 m.
- Punto 1838/7/28: transmisividad de $70 \text{ m}^2/\text{d}$ con un caudal de bombeo de $30\text{-}35 \text{ l/s}$ durante 40 horas y con una depresión de 79 m.

Como puede apreciarse, todos los valores de transmisividad están en el mismo orden de magnitud.

Por otra parte, el coeficiente de agotamiento deducido del control de caudales efectuado en otro punto de la zona con nº 1938/5/32 fue de $1,9 \times 10^{-2} \text{ días}^{-1}$ para el periodo abril-junio 1982 y $9,8 \times 10^{-3} \text{ días}^{-1}$ para febrero-agosto de 1986.

La descarga del sistema en el acuífero del Dogger de Jabalcuz se realiza hacia el Oeste, siendo la dirección principal del flujo ENE-OSO.

PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL DOGGER DE JABALCUZ						
FUENTE DE INFORMACIÓN	TRANSMISIVIDAD (m²/día)	GRADIENTE HIDRÁULICO	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	ESPESOR DEL ACUÍFERO (m)	ESPESOR SATURADO DEL ACUÍFERO	POROSIDAD EFICAZ (%)
Norma de explotación de la UH 05.16 (Jabalruz)	65-77	0,01	2.10 ⁻²	150-300	100	
Atlas Hidrogeológico de Jaén				150-300		
Mapa Hidrogeológico de España				150-400		1-3

3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

La infiltración directa a partir de las precipitaciones constituye la principal alimentación de la unidad del Dogger de Jabalruz y se estima en 1,25 hm³/año. Las descargas anuales cuantificadas corresponden a las que se producen a través del manantial de La Maleza (0,25 hm³/año) y las extracciones desde el sondeo de regulación (1 h m³/año) (Atlas Hidrogeológico de la Provincia de Jaén).

El balance hídrico de la Unidad Hidrogeológica "Jabalruz" se ha realizado tomando una superficie permeable total de 7,7 km² (1,5 km² de la Subunidad del Lías de Jabalruz, 5 km² de la del Dogger de Jabalruz y 1,2 km² de la de Cerro Fuente). Se ha aplicado un valor de la Lluvia Útil de 250 mm para las Subunidades del Lías y Dogger de Jabalruz y de 225 mm para la de Cerro Fuente. El porcentaje de infiltración de esta lluvia útil considerado ha sido del 80%, 60% y 80%, respectivamente. Además se ha considerado que existe una aportación oculta desde los materiales semipermeables jurásicos que recubren a los permeables de las Subunidades del Lías y Dogger de Jabalruz.

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

Entradas:

Subunidad del Lías de Jabalcuz

- Infiltración de la precipitación 0,3 hm³/año
- Aportes subterráneos de mat. suprayacentes..... 1,0 hm³/año

Subunidad del Dogger de Jabalcuz

- Infiltración de la precipitación 0,8 hm³/año
- Aportes subterráneos de mat. suprayacentes..... 0,4 hm³/año

Subunidad de Cerro Fuente

- Infiltración de la precipitación 0,2 hm³/año

TOTAL..... hm³/año

Salidas:

Drenaje por manantiales

- Subunidad del Lías de Jabalcuz 1,0 hm³/año
- Subunidad del Dogger de Jabalcuz 0,2 hm³/año
- Subunidad de Cerro Fuente 0,2 hm³/año

Extracciones por bombeo

- Subunidad del Lías de Jabalcuz 0,3 hm³/año
- Subunidad del Dogger de Jabalcuz 1,0 hm³/año

TOTAL..... 2,7 hm³/año

Según este balance hídrico, las entradas y salidas en la unidad del Dogger de Jabalcuz están en concordancia con los datos del balance del Atlas Hidrogeológico de Jaén.

3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

Las Aguas Subterráneas de la Unidad de Jabalcuz (05.16) presentan en general, facies hidroquímica bicarbonatada cálcica con mineralización total reducida, circunstancias acordes con la naturaleza litológica de las formaciones permeables (Calvache, M.L. y Benavente, J., 2002).

En la Subunidad del Dogger de Jabalcuz, las aguas presentan facies bicarbonatada cálcica con un contenido salino bajo en su sector occidental. En cambio en el extremo oriental presentan una elevada salinidad y facies clorurada sódica con altos contenidos, así mismo, en sulfatos, calcio y magnesio. La salinidad podría estar relacionada con que el sondeo (193850035) se ubica en un sector desconectado del resto de la unidad por causas tectónicas y con la presencia próxima de materiales triásicos (CHG, 2001).

Respecto al manantial y sondeo de La Maleza, no se ha conseguido análisis químicos del Ayuntamiento, pero se dispone de una serie de analíticas procedentes de la Base de datos del IGME para distintas fechas, que se reflejan en la siguiente tabla:

PUNTO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	C.E	pH	FECHA
Manantial La Maleza	3	24	1110			4	10	64		360		15/04/1967
Manantial La Maleza	3	8	208	0	8	3	4	70	1	347	7,8	24/05/2000
Sondeo La Maleza	18	82	201			7	11	58			8,1	19/04/1980
Sondeo La Maleza	3	8	200	14	4	3	10	59	1	318	7,9	15/07/1991
Sondeo La Maleza	4	1	209	15	5	9	8	60	2	323	8,2	07/04/1992

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

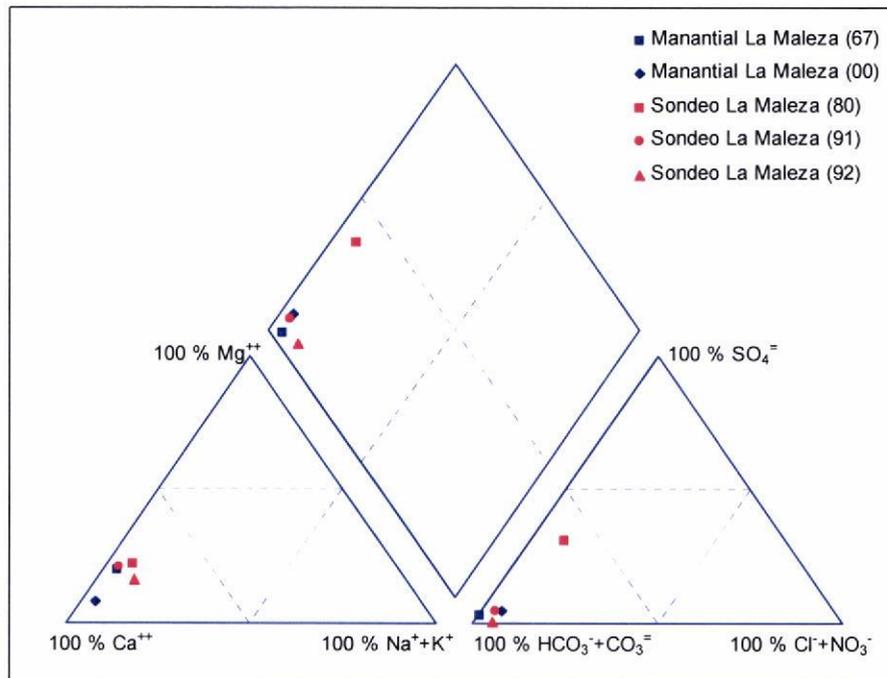


Fig. 5 Diagrama de Piper de las aguas de las captaciones de abastecimiento a Torredelcampo

Como se puede observar en el diagrama de Piper Ambas captaciones presentan aguas con facies bicarbonatada cálcica. Cabe reseñar que el sondeo la Maleza, en los años 80 presentaba un contenido mayor en sulfatos y cloruros, que en los años 90. Lo que indica que las aguas de los años 80 eran más evolucionadas, es decir, presentaban un tiempo de residencia mayor en el acuífero que le permitió enriquecerse en sales.

El contenido en nitratos es bajo, acorde con aguas procedentes de acuíferos carbonatados de montaña donde hay escasa roturación y están poco habitadas.

4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

4.1. ORIGEN DE LA INFORMACIÓN SOBRE 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 Martos 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 es el olivar de secano, de hecho más del 99% de los cultivos desarrollados en este término municipal pertenecen al olivar (96% de secano y el resto de regadío) Los primeros se desarrollan mayoritariamente sobre materiales de baja permeabilidad y los segundos sobre detríticos de naturaleza permeable. De aquí que el grado de afección a las aguas subterráneas en el primer caso sea bajo y en el segundo puede llegar a representar una mayor presión de grado medio.

Respecto a la zona de recarga, los cultivos de olivar en secano ocupan una superficie de 5,5 ha sobre ésta.

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	150
Frutales	25
Olivar	23.441
Viñedo	0
Otras tierras labradas	0

4.2.2. Actividad ganadera

En cuanto a la actividad ganadera del municipio, la mayoría de la cabaña ganadera la representa la ganadería aviar. Existen una granja porcina y dos avícolas, en las que se concentran la mayoría de las cabezas, sin embargo, la situación de estas actividades ganaderas no se encuentra en el ámbito de la zona de recarga de las captaciones.

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

Actividad ganadera	Unidades ganaderas
Bovinos	0
Ovinos	86
Caprinos	48
Porcinos	1.055
Equinos	58
Aves	93

4.2.3. Actividad industrial

La actividad industrial del municipio es muy importante, pero la actividad industrial cercana a las captaciones es prácticamente inexistente. A una distancia de 2,5 km hacia el NE de las captaciones se sitúa una cantera de áridos que ya no se encuentra activa, situada sobre las calizas y margocalizas del Cretácico inferior. Esta cantera se encuentra fuera del ámbito de la recarga de los abastecimientos.

4.2.4. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos son tratados fuera del término municipal. El antiguo vertedero de Martos, a una distancia de 1 km de las captaciones, se encuentra

actualmente sellado y recuperado como parque. A escasos metros de este vertedero se sitúa un almacén de recogida de residuos en activo. Estas dos presiones cercanas al sondeo y el manantial, al igual que las actividades industriales de la zona, no se encuentran en la zona de recarga de las captaciones.

4.2.5. Aguas residuales

Todos los vertidos a cauces del municipio están aguas abajo del manantial y el sondeo de La Maleza, y fuera de las zonas de recarga.

Las aguas residuales urbanas (ARU) generadas en el municipio se vierten sin tratamiento alguno en tres puntos del término. Las provenientes de Las Casillas se vierten al Arroyo de la Salina y se hacen en el recorrido del arroyo sobre materiales de baja permeabilidad. No obstante, el lugar de vertido está a pocos metros de la cola del pantano Víboras, lo que implica una afección a las aguas superficiales con posible implicación en la calidad de las aguas subterráneas.

Las ARU del núcleo de Martos se vierten al Arroyo de la Fuente de la Villa en los límites del casco urbano. En este caso, dado que el arroyo discurre sobre materiales detríticos aluviales permeables, es posible la afección potencial a las aguas subterráneas. Las ARU de La Carrasca se vierten en el Río Víboras, aguas abajo del embalse del mismo nombre, por lo que el grado de afección potencial a las aguas subterráneas del aluvial de dicho río se considera elevado. No obstante, estos vertidos están alejados de las captaciones del presente perímetro de protección.

4.3. FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LAS CAPTACIONES

Los principales focos potenciales de contaminación más próximos a las captaciones están constituidos por los cultivos de la zona. El sondeo La Maleza se encuentra situado en un área agrícola de cultivos de secano. Estos cultivos, que están aguas abajo del manantial La Maleza, se extienden unos 60 metros aguas arriba del sondeo.

Próximos a las captaciones se encuentran también cultivos de olivar en secano, que se extienden principalmente al norte y noreste de los abastecimientos, a una distancia de aproximadamente 1,1 km.

Los focos puntuales cercanos a los abastecimientos son el antiguo vertedero de Martos, que actualmente se encuentra sellado y se sitúa sobre margas y margocalizas del cretácico inferior, y un almacén de recogida de residuos que se sitúa a escasos metros del vertedero.

La situación de estos focos respecto a las captaciones se muestra en el siguiente mapa:

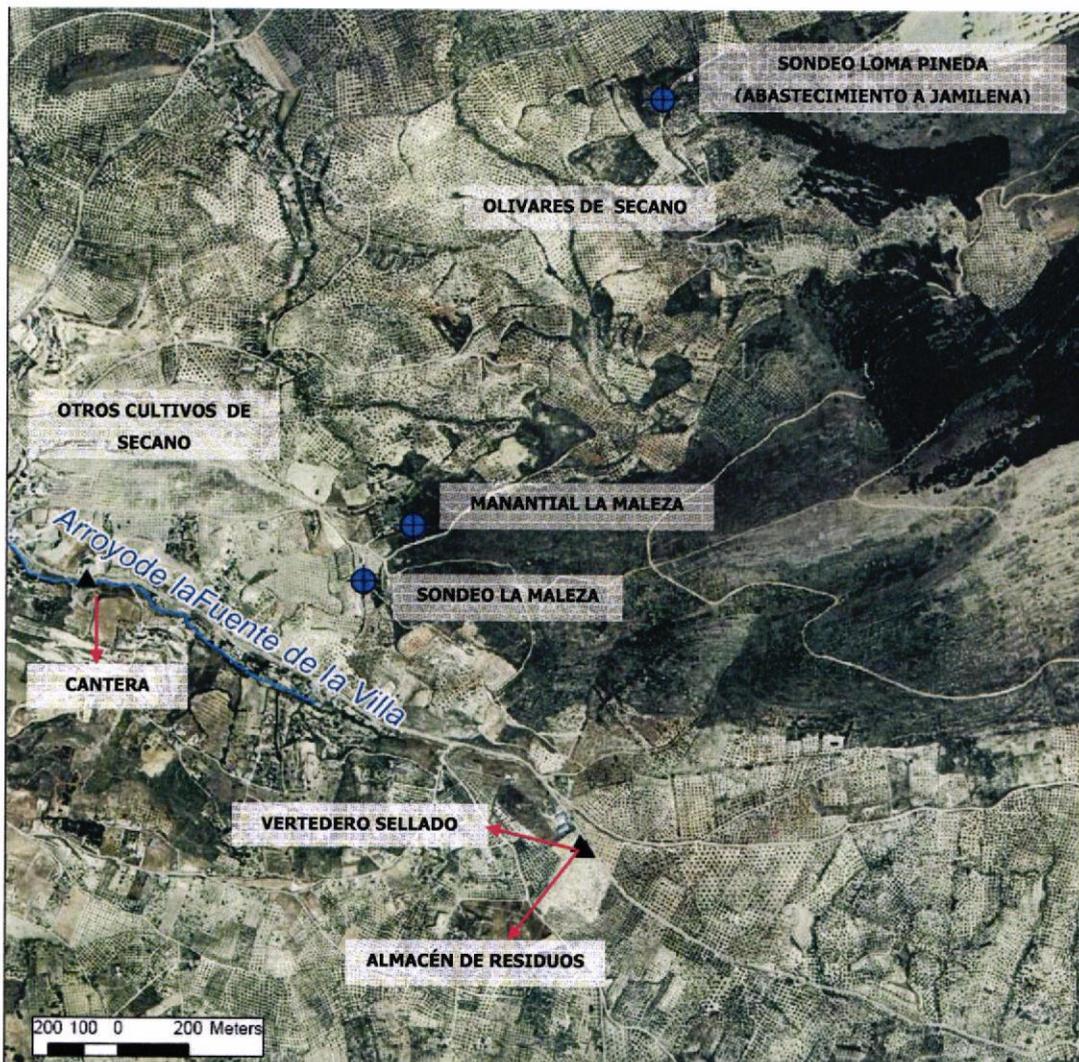


Fig. 6. Entorno de las captaciones de abastecimiento

4.4. INDICIOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES

No se han encontrado indicios de contaminación en las captaciones 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.

A causa de la naturaleza kárstica de la mayor parte de los acuíferos de la MAS 05.16 "Jabalruz", 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 unidad 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. DISTRIBUCIÓN 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.

Los materiales carbonatados que conforman el área de recarga de las captaciones presentan una vulnerabilidad alta a la contaminación debido a su elevada permeabilidad por fisuración-karstificación.

En esta zona de recarga, constituida por los materiales carbonatados de la Sierra de la Grana se observa una alta vulnerabilidad en las calizas del Dogger de Jabalcuz, y una vulnerabilidad moderada en las margocalizas y calizas detríticas del Jurásico superior en la zona sur de esta Sierra.

En el entorno más próximo de las captaciones, situadas próximas al contacto con los materiales margocalizos del Cretácico inferior, bajo los subyace la subunidad acuífera del Dogger jurásico, la vulnerabilidad es menor, con valores bajos y muy bajos en las zonas próximas al sondeo y el manantial.

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

Los focos potenciales de contaminación que se sitúan sobre las zonas de recarga vulnerables corresponden a los olivares en secano que se cultivan próximos a la Sierra de La Grana (plano nº 2). Estos cultivos se localizan sobre las zonas de alta vulnerabilidad que corresponden a las calizas del Dogger de Jabalcuz, ocupando una superficie aproximada de 5,5 ha sobre estos materiales.

El resto de focos se sitúan sobre zonas que no constituyen el área de recarga de las captaciones, por lo que no suponen un riesgo potencial para el agua subterránea captada por los abastecimientos.

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, no se han detectado focos que puedan poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas del sector, a excepción de los cultivos de olivar en secano que se encuentran en la zona norte de la barra de calizas jurásicas que actúan como zona de recarga. Como ya se ha comentado, estos cultivos representan una superficie aproximada de 5,5 ha sobre la zona con valores

altos de vulnerabilidad.

TIPO DE CONTAMINACIÓN	PRESIONES	CONTAMINANTES	DISTANCIA A LA CAPTACIÓN	VULNERABILIDAD
Difusa	Agrícola. Olivos de secano	Nitratos Plaguicidas	1,1 km	Alta
	Agrícola. Otros cultivos de secano	Nitratos Plaguicidas	0 m del sondeo	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.

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

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. (*Jiménez 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
Cultivos de olivar en secano	25	1	1	25	Baja	0,63	0,025	Bajo
Otros cultivos de secano	25	1	1	25	Baja	6,3	0,252	Moderado

Las prácticas agrícolas en la zona próxima de las captaciones suponen un riesgo bajo y moderado para las aguas subterráneas captadas por los abastecimientos.

6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

Por la proximidad entre ambos puntos y por compartir un mismo contexto hidrogeológico, estos dos puntos han sido agrupados y analizados como uno sólo.

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 Dogger de Jabalcuz

Desde el punto de vista hidrogeológico, el manantial y sondeo de la Maleza captan aguas de una barra de calizas jurásicas del acuífero del Dogger de Jabalcuz, con permeabilidades de conjunto medias ($K=1-10$ m/día) y puntuales altas-muy altas ($K=10->100$); es decir, con un amplio rango de variabilidad y un reparto muy heterogéneo. En el sondeo de la Maleza se obtuvieron valores e transmisividad de 70 m²/día.

El substrato del acuífero no aflora en el entorno de la unidad, aunque podría tratarse de las dolomías grises del Lías inferior que, por contraste de permeabilidades, podría actuar en la práctica como nivel impermeable. El techo de la unidad está constituido por un paquete de margas del Malm (Jurásico), que actúa como sello de techo.

Esta barra calcárea del Dogger de Jabalcuz presenta unos 300 m de potencia y se dispone en dirección OSO-ENE, según una estructura monoclinal con buzamientos de unos 30-35° al SSE. El afloramiento se extiende más de 4 km en dirección, dando

lugar al relieve estructural de la sierra de la Grana. La anchura media del afloramiento de calizas es de unos 500 m, por lo que la superficie ocupada por las unidades carbonatadas permeables alcanza los 2,2 km².

Atendiendo a esa configuración geológica, los límites hidrogeológicos de la unidad acuífera vienen impuestos por:

Al Norte la unidad está limitada por una importante falla normal que recorre todo el borde septentrional de la sierra de la Grana. Esta estructura pone en contacto las calizas jurásicas con materiales cretácicos y con las calizas detríticas del Malm.

Por el Sur, el límite del sistema viene dado por el contacto de techo de las calizas con las margas del Malm. Este contacto, en las zonas en las que se encuentra en laderas aguas debajo del paquete de margas, actuará como borde de recarga (alóctona).

Hacia el lado oriental, el límite del sistema viene definido por la divisoria subterránea con el sistema de Loma Pineda. La localización de esta divisoria se ha establecido en el entorno del valle que separa la sierra de la Grana del cerro de Cuesta Negra, aproximándose a la superficie estimada a partir del balance hídrico.



Fig. 7 Vista general desde el SO de la unidad carbonatada (coloreada) que drena a través del manantial de la Maleza. El sondeo se localiza unas decenas de metros por encima del manantial, en el mismo emplazamiento hidrogeológico.

A continuación se representa el esquema geológico de los límites definidos, diferenciándose las zonas de recarga autóctona y alóctona:

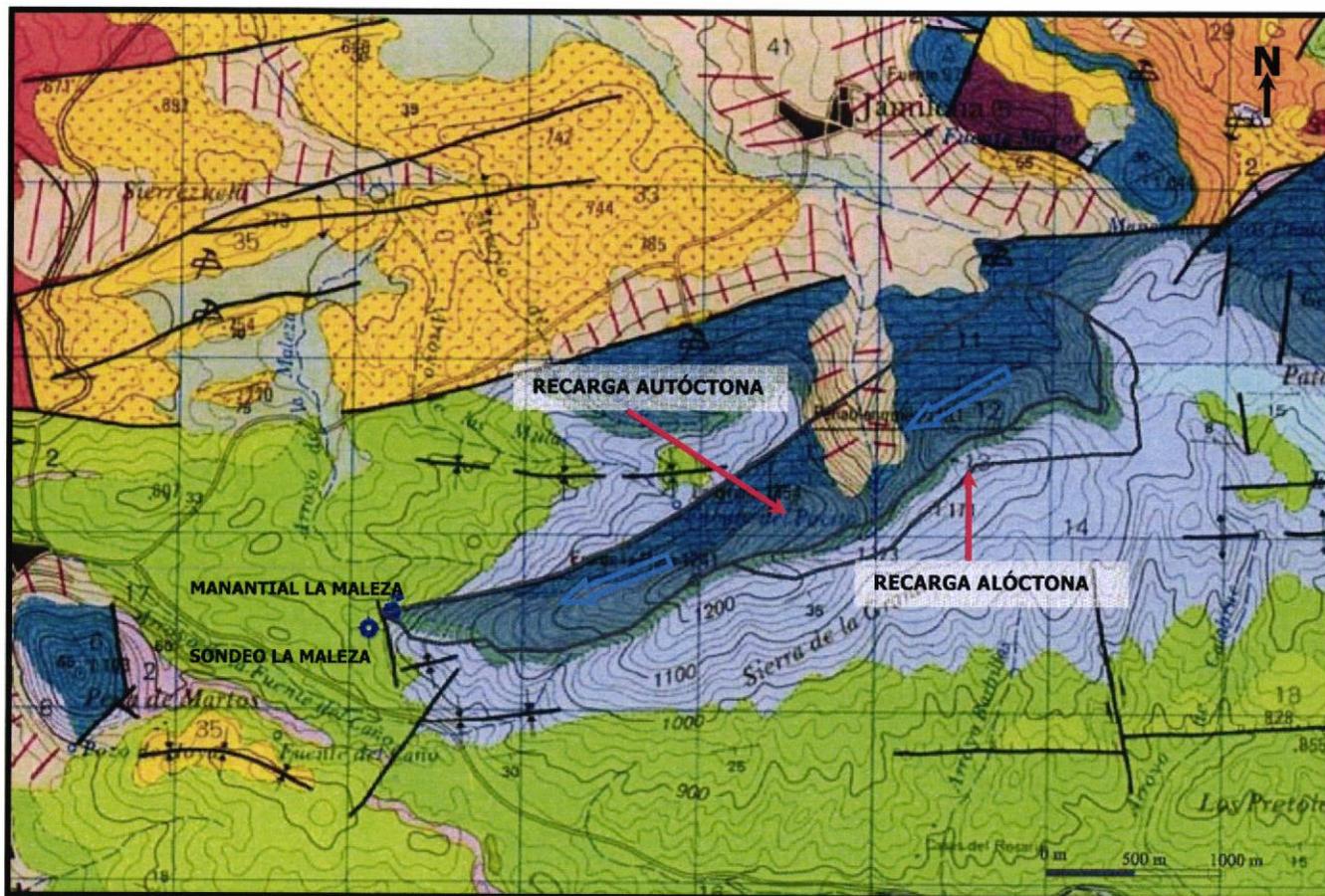


Fig. 8. Límites hidrogeológicos de la zona de recarga de las captaciones

 Dirección del flujo subterráneo
 Límites hidrogeológicos de la zona de recarga

LEYENDA

UNIDADES DE LA DEPRESIÓN DEL GUACALQUIVIR Y DE LAS ZONAS EXTERNAS DE LAS CORDILLERAS BÉTICAS

CUATERNARIO		43	41	43	41	43	41	43	41
MIOCENO	SUPERIOR	MESINIENSE		37	36	37	36	37	36
		TORTONIAL		35	34	35	34	35	34
	MEDIO	SERRAVAL		35	34	35	34	35	34
		LANGHIE		29	29	29	29	29	29

PREBÉTICO INTERNO

CRETÁCICO	SUPERIOR	CENOMANIENSE	28	27	28	27	28	27	28
	INFERIOR	ALBIENSE SUPERIOR	26	24	26	24	26	24	26

UNIDADES INTERMEDIAS (SUBBÉTICO EXT. SEP.)

CRETÁCICO	SUP.	CENOMANIENSE	20	19	20	19	20	19	20
	INFERIOR	ALBIENSE	17	16	17	16	17	16	17
JURÁSICO	MALN	OXFORDIENSE	14	13	14	13	14	13	14
	DOGGER	BAJOIENSE INFERIOR	12	11	12	11	12	11	12
LIAS	MEDIO-SUPERIOR	11	10	11	10	11	10	11	10
	INFERIOR	9	9	9	9	9	9	9	9

6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)

Como ya se ha indicado, la descarga natural del sistema es el manantial de la Maleza (824 m), localizado en el extremo occidental de la unidad calcárea, en las cotas más bajas del afloramiento calcáreo. El nivel dinámico en el adyacente sondeo de la Maleza se encuentra a cota 776 m, con bombeos de unos 13 l/s. Estas diferencias de cotas entre el nivel del sondeo y el hecho de que el manantial no se haya secado indican que cada elemento es abastecido por diferentes aportes, con una conexión hidráulica poco eficaz entre ambos.

Por los límites hidrogeológicos y la configuración de las zonas de recarga, la dirección del flujo subterráneo en el sistema es del ENE hacia el OSO, con un gradiente del 8%. La dirección del flujo puede observarse en la figura 5 del anterior apartado.

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. La recarga es de unos 250 mm/a (lluvia útil), mientras que los caudales drenados y extraídos de la unidad son del orden de los 22 l/s. Con ello se tiene que la zona de alimentación del sistema drenado y regulado por el manantial y el sondeo de la Maleza es de 2,8 km².

Q medio (l/s)	Q medio (hm ³ /a)	Recarga (mm/a)	Superficie recarga (km ²)	Q específico (l/s/km ²)
22	0,69	250	2,8	7,85

6.3. ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN

El manantial de la Maleza constituye el drenaje natural de una unidad carbonatada jurásica (Dogger), con caudales que pueden llegar a ser de hasta 70 l/s en épocas de gran pluviosidad. También hay que destacar que este manantial se encuentra regulado por el sondeo de la Maleza, del cual se extraen 13 l/s. El caudal medio conjunto, de manantial y sondeo se puede estimar en unos 22 l/s. A partir de estos caudales drenados o distraídos del sistema y de los parámetros climáticos, se ha extrapolado una cuenca de alimentación o zona de influencia con una superficie de aproximadamente de 2,8 km².

Para la estimación del área de recarga en el entorno de influencia del sondeo se ha considerado la lluvia útil reseñada en las Normas para la Subunidad del Dogger de Jabalcuz, que se sitúa en torno a los 250 mm/a.

Atendiendo a la configuración geológica del sistema y teniendo en consideración los límites hidrogeológicos, se ha delimitado un área de recarga del sistema en torno a los 2,8 km². Esta superficie es equiparable a la extensión prevista a través de los caudales y lluvia útil, y correspondería a la zona de alimentación del manantial y del sondeo.

La recarga del sistema es prácticamente de naturaleza autóctona, por infiltración directa y difusa sobre el afloramiento calcáreo. Aunque una pequeña aportación procede de recarga alóctona, por infiltración de la escorrentía generada en materiales de menor permeabilidad. La distribución de la recarga según su naturaleza es de 2,2 km² para la infiltración difusa sobre el afloramiento y 0,58 km² para la recarga alóctona.

6.4. ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS

Como ya se ha indicado, a efectos de delimitación del perímetro de protección, el sondeo y el manantial La Maleza se consideran una única captación debido a la proximidad entre ambas y por tener el mismo escenario hidrogeológico.

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 = 0,01

Q = caudal de bombeo = 22 l/s

T = 70 m²/día

m_e = porosidad eficaz = 0,01

Los datos obtenidos son los siguientes:

	S_o (m)	S_u (m)	B (m)	B' (m)
MANANTIAL LA MALEZA	23	22	1.605	802
SONDEO LA MALEZA	19	18	1.111	555

En vista a los resultados, se define una zona de restricciones absolutas de 25 m de radio para el manantial la Maleza y 20 m de radio para el sondeo la Maleza, 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 (m)	S_u (m)	B (m)	B' (m)
MANANTIAL LA MALEZA	208	148	1.605	802
SONDEO LA MALEZA	179	119	1.111	555

Los datos obtenidos, teniendo en cuenta las características del acuífero, no se consideran adecuados para la delimitación de la zona de restricciones máximas, por lo que esta zona se delimita mediante criterios hidrogeológicos.

Se ha delimitado como zona de restricciones máximas, el área comprendida dentro de la zona de restricciones moderadas hasta unos 2.600 m aguas arriba de las captaciones. Este límite aguas arriba se ha definido en base a la existencia de una divisoria de aguas superficiales dentro de la zona de restricciones moderadas.

6.6. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS

Debido a la configuración geológica del acuífero del que drenan agua las captaciones de abastecimiento a Martos, 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 las zonas de recarga autóctona y alóctona para las captaciones de abastecimiento. Por tanto la zona de restricciones moderadas será la envolvente de las dos zonas indicadas. Esta envolvente se ha aumentado hasta 300 m aguas abajo de las captaciones teniendo en cuenta los datos obtenidos con el método de Wyssling para el tiempo de tránsito de 4 años aguas abajo del sondeo de La Maleza.

	S_o (m)	S_u (m)	B (m)	B' (m)
MANANTIAL LA MALEZA	1.861	401	1.605	802
SONDEO LA MALEZA	1.754	294	1.111	555

6.7. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD

Se delimita un perímetro de protección de la cantidad, con el apoyo de criterios hidrogeológicos, en función del grado de afección que podrían producir determinadas captaciones en los alrededores.

- Cálculos de la zona de protección de la cantidad para el manantial La Maleza

Para la protección de la cantidad del manantial de abastecimiento se definirá un perímetro en función del radio de influencia R:

$$R = 1,5 (T t / S)^{1/2} = 972 \text{ m}$$

Donde:

T = transmisividad = 70 m²/día

t = tiempo de bombeo (120 días)

S = coeficiente de almacenamiento = 0,02

Con el rango de parámetros utilizados y teniendo en cuenta la características

hidrogeológicas conocidas de estos materiales, el radio teórico de afección es de 972 metros.

- Cálculos de la zona de protección de la cantidad para el sondeo La Maleza

Para la protección del sondeo de abastecimiento a Martos, 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 = 70 m²/día

Q = caudal (caudal máximo del sondeo a proteger) = 13 l/s (1123,2 m³/día)

t = tiempo de bombeo (120 días)

r = distancia al sondeo de captación (500 m)

S = coeficiente de almacenamiento = 0,02

El descenso obtenido para estos valores es de 1,69 m, valor que no es muy significativo en comparación con el espesor del acuífero, pero dadas las características hidrogeológicas del acuífero se tomará como zona de protección de la cantidad la obtenida para el manantial de la Maleza.

Así, se tomará como zona de protección de la cantidad para ambas captaciones, la incluida en un radio de 1.000 m con centro en el punto medio de las captaciones. Por tanto, se define una única zona de protección de la cantidad para los dos abastecimientos.

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 desarrolla sobre los afloramientos permeables 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. En cualquier caso, se aconseja que este control sea semestral, efectuando dichos análisis en las captaciones de abastecimiento a Martos.

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, con el análisis de los parámetros que en cada momento se juzgue necesario determinar, y con la periodicidad que aconsejen las circunstancias. Se establecen como puntos de control las propias captaciones, que responden a los puntos de descarga del sistema y se propone la realización de un sondeo en una situación intermedia entre la recarga con cultivos y las captaciones de abastecimiento para que constituya un punto previo de control.

En el Plan de Control de Jaén para el municipio de Martos se recomienda un estudio hidrogeológico para la ubicación de un sondeo preventivo, que respalde al existente, en las proximidades del manantial de La Maleza para su regulación, así como llevar a cabo un seguimiento de la evolución del nivel piezométrico, de los volúmenes extraídos en el sondeo de La Maleza, y del caudal drenado por el manantial. Las coordenadas aproximadas del sondeo propuesto son X: 417137, Y: 4175370, y una cota de 850 msnm.

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 de agua al núcleo de Martos se realiza mediante agua superficial del Río Víboras y las captaciones de agua subterránea del sondeo y el manantial de La Maleza.

Las dos captaciones explotan el acuífero Dogger de Jabalcuz de la MAS 05.16 “Jabalcuz”, constituido fundamentalmente por materiales carbonatados jurásicos.

No se han detectado focos de contaminación que pueden poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas del sector, a excepción de la contaminación difusa que pueda aportar las prácticas agrícolas. Estas actividades suponen un riesgo bajo-moderado para las aguas subterráneas.

La vulnerabilidad de esta unidad 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 05.16 (Jabalruz).

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

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

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. Sondeo La Maleza, Martos.



Foto 2. Sondeo La Maleza, Martos.



Foto 3. Manantial La Maleza, Martos.



Foto 4. Manantial La Maleza, Martos.



Foto 5. Parque sobre antiguo vertedero, Martos.



Foto 6. Parque sobre antiguo vertedero, Martos.

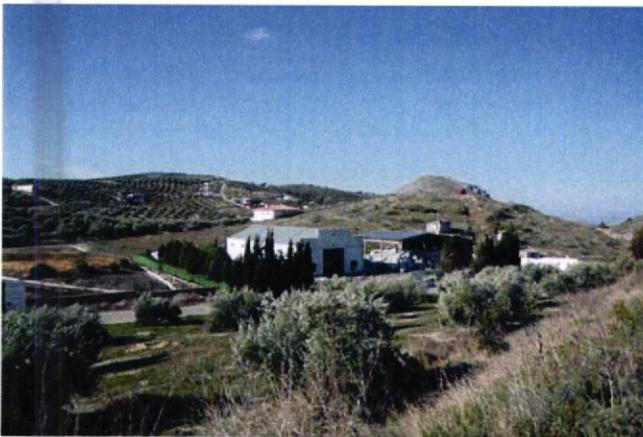


Foto 7. Almacén de recogida de residuos, Martos.

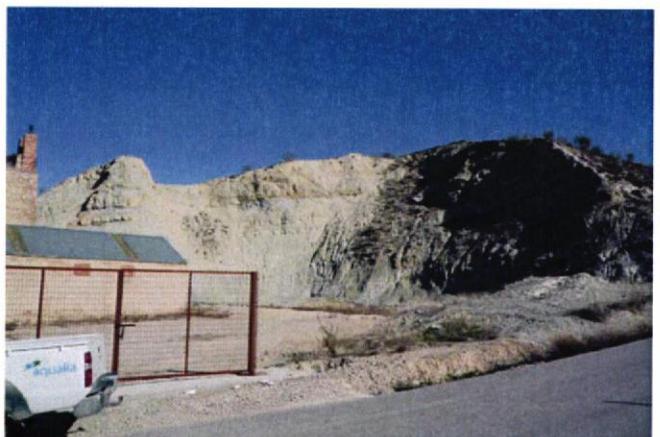
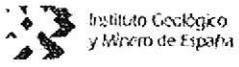


Foto 8. Cantera de áridos abandonada, Martos.

ANEXO II
FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES



**INVENTARIO
PUNTO ACUÍFERO**

① N° de registro 183870003
 N° de puntos descritos 01
 Hoja topográfica 1/50.000
MARTOS
 Número 946

② COORDENADAS Lambert
 X 305417222 Y 4175533
 UTM
 Huso Sector X Y

3 Croquis acotado o mapa detallado
 4 Cuenca hidrográfica GUADALquivir 05
 Unidad hidrogeológica 16
 Sistema acuífero
 Provincia JAEN 23
 Término Municipal MARTOS
 Toponimia LA MALTA

6 Objeto
 Cota
 Referencia topográfica
 8 Naturaleza GALERIA 7
 Profundidad de la obra
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7 Tipo de perforación
 Trabajos aconsejados por
 Año de ejecución Profundidad
 Reprofundizado el año Profundidad final

6 MOTOR
 Naturaleza
 Tipo equipo de extracción
 Potencia cv

BOMBA
 Naturaleza
 Capacidad
 Marca y tipo

9 Utilización del agua
ABASTECIMIENTO E
 Cantidad extraída (Dm³)
 Durante días

10 ¿Tiene perímetro de protección?
 Bibliografía del punto acuífero
 Documentos intercalados
 Entidad que contrata y/o ejecuta la obra
 Escala de representación
 Redes a las que pertenece el punto
 P C I G H Ex LI Ve

11 MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL

Fecha	Surgencia	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida

12 Sistema de Explotación:
 13 Zonas Húmedas:

14 Usuario JUAN LEÓN CAMPOS
 Nombre Propietario AQUALIA Telf. 607 203357 / 902 216021
 Dirección AVD. DE LOS ACEITUNEROS Localidad MARTOS

15 OBSERVACIONES CAUDAL MUY VARIABLE EN FUNCIÓN DE LAS ULTIMAS PRECIPITACIONES

16 Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero
 Año en que se efectuó la modificación

17 Instruido por
 Fecha 21 / 11 / 08

Consumo anual (m ³ /año)	Días de bombeo
Caudal instantáneo (l/s)	Consumo municipio (m ³ /año)
Volumen diario (m ³ /día)	Entidad gestora

 Instituto Geológico y Minero de España

INVENTARIO PUNTO ACUÍFERO

① N° de registro **183870028**

N° de puntos descritos **01**

Hoja topográfica 1/50.000 **MARTOS**

Número **946**

② COORDENADAS Lambert

X Y

UTM Huso Sector X Y

30 S 41708U 4175376

③ Croquis ecotado o mapa detallado

④ Cuenca hidrográfica **GUADALQUIVIR 05**

Unidad hidrogeológica **16**

Sistema acuífero

Provincia **JAEEN 23**

Término Municipal **MARTOS**

Toponimia **LA MAJETA**

⑤ Objeto

Cota

Referencia topográfica

⑥ Naturaleza **SONDEO 1**

Profundidad de la obra

Profundidad/Longitud de la obra secundaria

⑦ Tipo de perforación

Trabajos aconsejados por

Año de ejecución Profundidad

Reprofundizado el año Profundidad final

⑧ MOTOR

Naturaleza

Tipo equipo de extracción

Potencia **60** cv

BOMBA

Naturaleza

Capacidad

Marca y tipo

⑨ Utilización del agua **ABASTECIMIENTO e**

Cantidad extraída (Dm³)

Durante días

⑩ ¿Tiene perímetro de protección?

Bibliografía del punto acuífero

Documentos intercalados

Entidad que contrata y/o ejecuta la obra

Escala de representación

Redes a las que pertenece el punto P C I G H Ex LI Ve

⑪ MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL

Fecha	Surgenza	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida
21/11/08	<input type="checkbox"/>	6430	<input type="text"/>		
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		

⑫ Sistema de Explotación:

⑬ Zonas Húmedas:

⑭ Usuario **JUAN LEÓN CAMPOS**

Nombre Propietario **AQUALIA** Telf. **607 203357 / 90221601**

Dirección **AV. DE LOS ACEITUNEROS, 4. BAJO** Localidad **MARTOS**

⑮ OBSERVACIONES **CUNDO EL MANANTIAL LA MAJETA LLEVA SERVICIO... CAUDAL EL SONDEO DEJA DE EXTRAER AGUA (NO SUCEDE MÁS DE UN MES AL AÑO)**

⑯ Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero

Año en que se efectuó la modificación

⑰ Instruido por

Fecha **21/11/08**

Consumo anual (m ³ /año)		Días de bombeo	
Caudal instantáneo (l/s)	13	Consumo municipio (m ³ /año)	
Volumen diario (m ³ /día)		Entidad gestora	

ANEXO III
FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

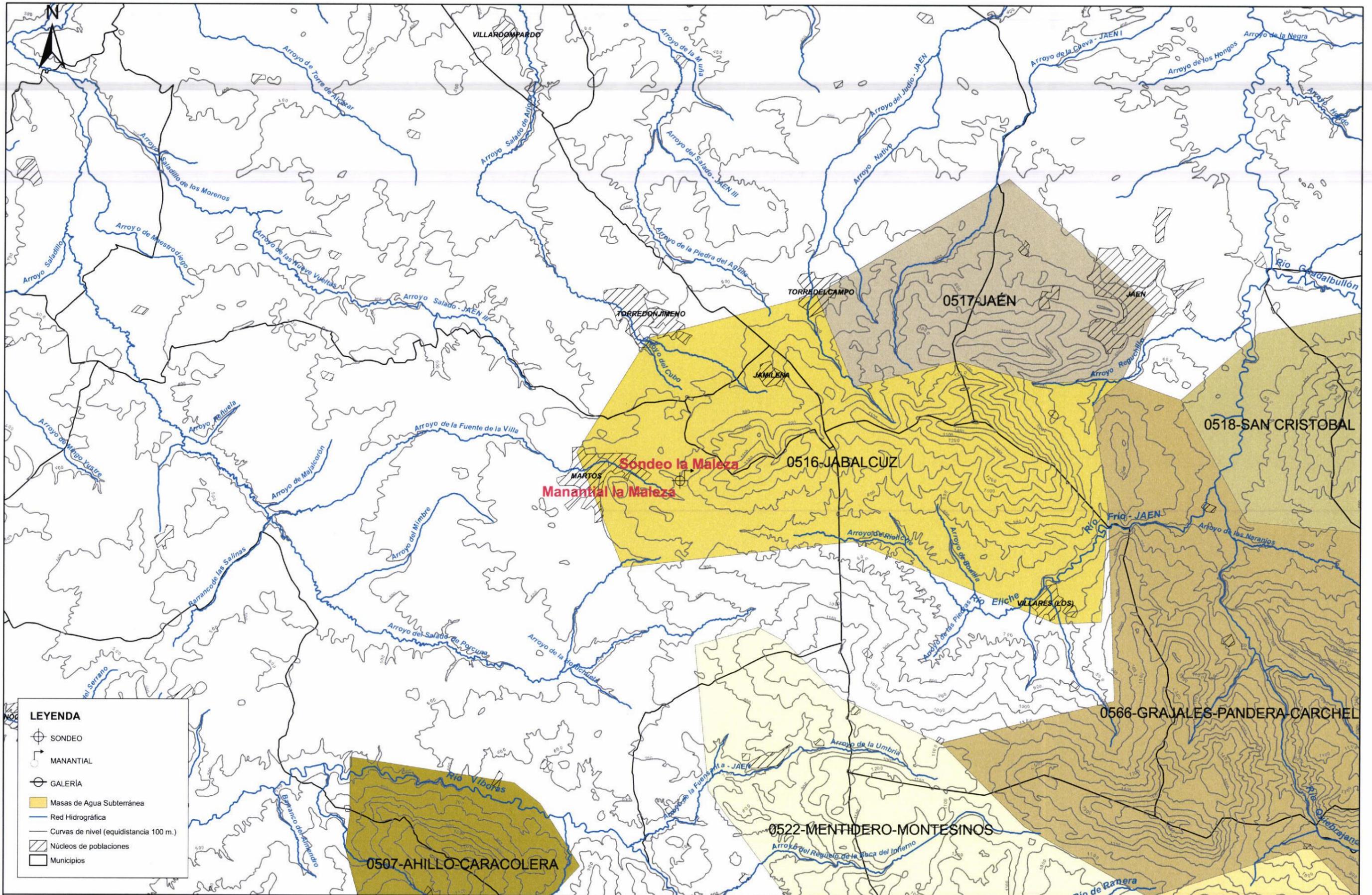
PRESIONES INVENTARIADAS EN CAMPO

Provincia	Término Municipal	Núcleo urbano	Dirección/Paraje	Nombre	Tipo de actividad	Topología	Estado	Descripción	Sustancias contaminantes	UTM X	UTM Y	Superficie (m2)	Captación	Distancia a la captación	Otras captaciones	Distancia al cauce más próximo	Nombre del cauce
Jaén	Martos	Martos	Carretera JV-2212 K. 13	Vertedero	Vertedero	Puntual	Recuperado	Parque público	Lixiviados	417701	4174630		Sondeo la Maleza	1000			
Jaén	Martos	Martos	Carretera JV-2212 K. 13	Almacén	Almacén	Puntual	Activo	Recogida de residuos	Residuos industriales	417716	4174615		Sondeo la Maleza	850			
Jaén	Martos	Martos	Las Cañadas	Cantera	Cantera	Puntual	Abandonada	Cantera de áridos	Aceites, hidrocarburos	416290	4175382	5000	Sondeo la Maleza	1000			

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



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
- Piscifactorias
- 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

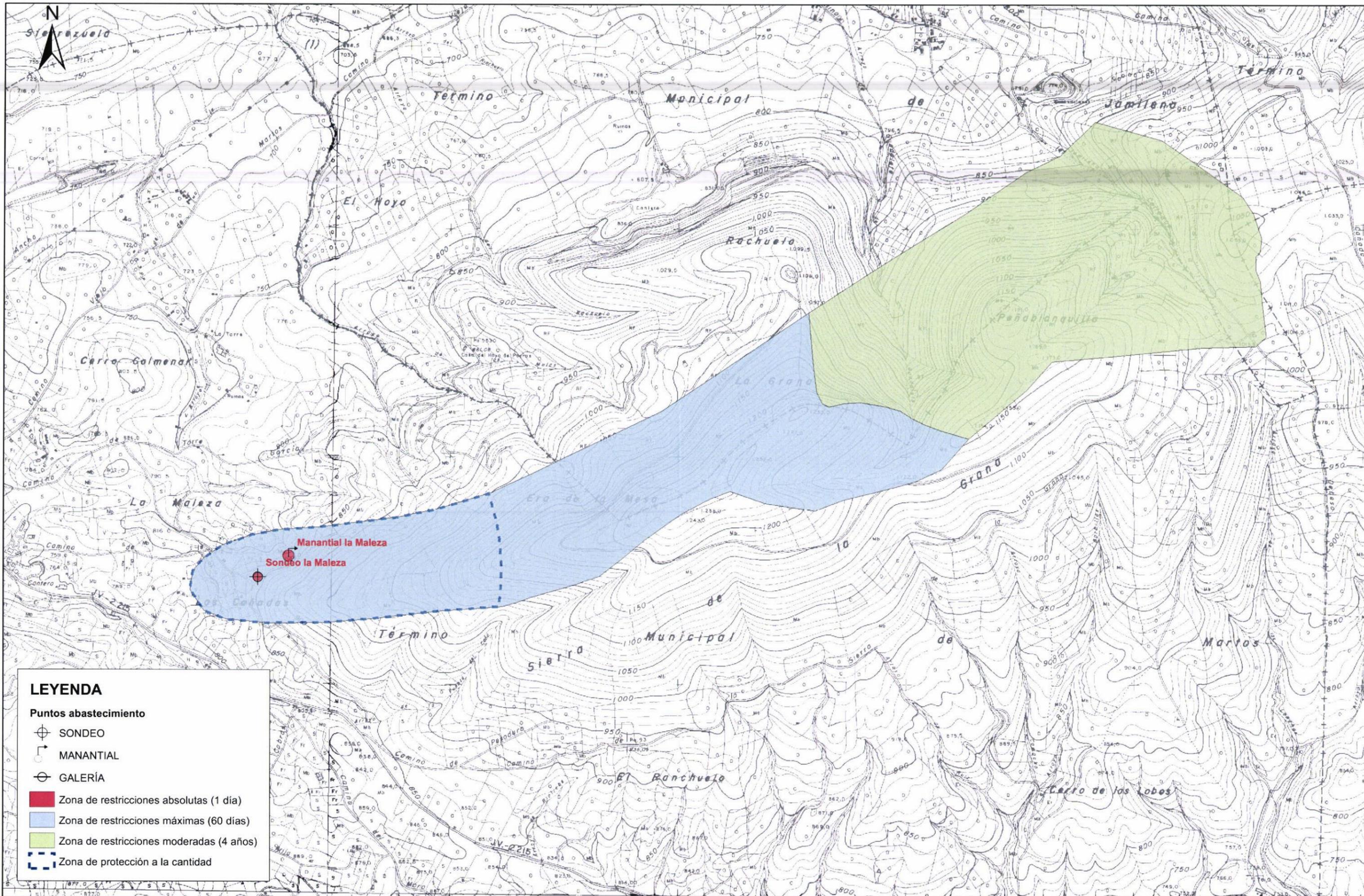
- Resto de instalaciones deportivas y recreativas
- Aeropuertos
- Autopistas, autovías y terrenos asociados
- Campos de golf
- Grandes superficies de equipamientos y servicios
- Tejido urbano continuo
- Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas
- Zonas de extracción minera
- Zonas industriales
- Zonas verdes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

Cultivos

- Cultivos de regadío
- Cultivos de secano
- Oliveras en regadío
- Oliveras en secano

Vulnerabilidad

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



LEYENDA

Puntos abastecimiento

- ⊕ SONDEO
- ⊕ MANANTIAL
- ⊕ GALERIA

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



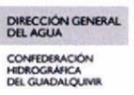
GOBIERNO DE ESPAÑA



Agencia Andaluza del Agua
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO DE ESPAÑA



DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA
CONFERENCIACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALquivir

ESCALA:

1:15.000

TÍTULO:
PLANO DE DELIMITACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

PLANO Nº 3