



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

PROPUESTA DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN

TORRES

CORREO

granada@igme.es

Urb. Alcázar del Genil, 4
Edif. Zulema. Bajo.
18006-Granada
Tel. : 958 18 31 43/46
Fax : 958 122 990



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

- 3.1. Marco geológico
- 3.2. Descripción hidrogeológica
- 3.3. Límites y geometría del acuífero
- 3.4. Hidroquímica del sector
- 3.5. Parámetros hidrodinámicos y piezometría
- 3.6. Funcionamiento hidrogeológico y balance hidráulico

4. VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

- 4.1. Inventario de focos contaminantes
- 4.2. Vulnerabilidad frente a la contaminación
- 4.3. Sistema de vigilancia

5. DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN

- 5.1. Introducción
- 5.2. Zona de restricciones absolutas
- 5.3. Zona de restricciones máximas
- 5.4. Zona de restricciones moderadas
- 5.5. Protección de la cantidad
- 5.6. Poligonal envolvente

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BILIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO I: Tabla de actividades restringidas

ANEXO II: Ficha de inventario de los puntos de abastecimiento



1. INTRODUCCIÓN

La realización de este estudio se enmarca en el Convenio de asistencia técnica suscrito entre la Excm. Diputación de Jaén y el Instituto Geológico y Minero de España.

La dirección técnica y supervisión de este estudio ha sido llevada a cabo por D. Juan Antonio Luque Espinar (IGME), siendo G&V Aplicaciones Ambientales S.L. la empresa redactora en colaboración con los geólogos D. José Luis García García y D. Manuel Hódar Correa.

El perímetro de protección de captaciones de agua para abastecimiento público es una figura contemplada en la Directiva Marco del Agua (D.M.A.) (2000/60/CE), elaborada por la Unión Europea en 2000 y que está prevista en la legislación española sobre aguas:

- Art. 42, 56 y 97 c del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Art. 172 y 173 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (R.D.P.H.), aprobado por R.D. 849/1986, de 11 de abril.
- Art. 82 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (R.A.P.A.P.H.), aprobado por R.D. 927/1988, de 29 de julio
- Art. 7 y 13 de Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

El perímetro de protección aparece también recogido en el artículo 6 de la Directiva 2006/118/CE, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro. En este artículo se confirma la importancia del perímetro de protección como herramienta útil para evitar la entrada en los acuíferos de sustancias contaminantes que alteren la calidad de las aguas.

La planificación hidrológica en España contempla los perímetros de protección de captaciones de abastecimiento en el Plan Hidrológico Nacional (P.H.N.), así como en los Planes Hidrológicos de cuenca, aprobados mediante R.D. 1664/1998, de 24 de julio.

Según el artículo 173.3 del R.D.P.H., estos perímetros “tienen por finalidad la protección de captaciones de agua para el abastecimiento a poblaciones o zonas de especial interés ecológico, paisajístico, cultural o económico”.

La legislación estatal prevé dos posibilidades a la hora de la determinación del perímetro, ya sea a través de los planes hidrológicos (artículo 42 del texto refundido de la Ley de Aguas) o, en su ausencia, o para completar sus determinaciones, por el Organismo de cuenca (artículo 56.3 del texto refundido de la Ley de Aguas y artículo 173 del R.D.P.H.). El procedimiento se iniciará (artículo 173.3 del R.D.P.H.):



- De oficio en las áreas de actuación del Organismo de cuenca.
- A solicitud de la autoridad medioambiental.
- A solicitud de la autoridad municipal.
- A solicitud de cualquier otra autoridad sobre la que recaigan competencias sobre la materia.

Las actividades que pueden ser restringidas o prohibidas en el área definida por el perímetro de protección están indicadas en el artículo 173.6 del R.D.P.H. Sin embargo, el alcance e importancia de estas limitaciones llegaría a impedir prácticamente el desarrollo de cualquier actividad si se aplicase a toda la extensión del perímetro, por lo que el artículo 173.5 del R.D.P.H. señala respecto a las actividades que podrán imponerse condicionamientos en el ámbito del perímetro a ciertas actividades o instalaciones que puedan afectar a la cantidad o la calidad de las aguas subterráneas. Dichas actividades o instalaciones se relacionarán en el documento de delimitación del perímetro. El sistema más frecuentemente empleado consiste en dividir el perímetro en diversas zonas alrededor de la captación, graduadas de mayor a menor importancia en cuanto a las restricciones de actividad impuestas sobre ellas.



2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

Actualmente para abastecimiento a Torres se utiliza el manantial denominado Fuenmayor, con nº IGME 2038-1-0022. Este manantial drena recursos de la masa de agua 05.20 Almadén.

Para más información, se remite al lector a las memorias municipales de la 2ª Fase del Plan de Control de recursos y gestión de captaciones de aguas subterráneas para abastecimientos urbanos de la provincia de Jaén.



3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

3.1. Marco geológico

La Unidad Hidrogeológica de Almacén – Carluca (05.20) se asocia a los tramos carbonatados de edad jurásica aflorantes en la alineación montañosa Almadén-Atalaya, los cuales se asignan a las unidades intermedias del dominio subbético (ITGE, 1993).

Las unidades litoestratigráficas que aparecen son de muro a techo las siguientes (DGOH, 1995; IGME, 1981; ITGE, 1983):

- Triásico: son materiales arcillo-margosos, que forman la base impermeable de la unidad.
- Lías inferior: dolomías grises oscuras que no afloran en toda su potencia por estar cepilladas por una falla inversa que las pone en contacto con las margas del cretácico. Su potencia no sobrepasa los 40 m.
- Lías inferior-medio: está formado por calizas grises micríticas en estratos de hasta 2 m en la base que, hacia el techo, van disminuyendo de potencia. A techo el color es más oscuro y presentan un intenso diaclasado. Su potencia es próxima a 250 m.
- Domeriense superior-Toarciense: se trata de una alternancia de margas y margocalizas que a techo tienen un nivel de calizas nodulosas en facies de “falsa brecha”. La potencia del conjunto es de unos 50 m.
- Dogger: calizas grises micríticas permeables en bancos de unos 20 cm. En ocasiones de aspecto masivo, en las que se intercalan pequeños niveles de margas gris-verdosas, y niveles de sílex hacia la parte central. Debido a razones tectónicas no afloran en su totalidad, siendo su mayor potencia vista próxima a 100 m.
- Malm: margas, margocalizas y calizas de unos 200 m de potencia.
- Cretácico: margocalizas, margas y calizas. También lo forman niveles de margas y areniscas con intercalaciones de turbiditas terrígenas.
- Terciario: formado en su mayoría por margas y calcarenitas con olistolitos de edad cretácica.
- Cuaternario: principalmente derrubios de ladera, conos de deyección y glaciés.



3.2. Descripción hidrogeológica

Se trata de una unidad hidrogeológica carbonatada permeable por fisuración y karstificación (DGOH, 1995).

La potencia del acuífero es difícil de estimar dadas las condiciones de afloramiento de los materiales que lo constituyen, pero en principio se puede considerar entre 500 y 1000 m (equivalente al sector Cárceles-Carluca) (DGOH, 1995).

Los acuíferos de la unidad están constituidos por materiales calcáreos y dolomíticos. Hacia el techo tienen intercalaciones margosas, que en ocasiones pueden ser importantes. En el extremo SE hay un afloramiento de calizas y dolomías del Subbético Interno que probablemente constituyen un bloque alóctono, desligado del resto del acuífero, enclavado en materiales de baja permeabilidad del Terciario (DGOH, 1995).

3.3. Límites y geometría del acuífero

La unidad está formada por un manto de cabalgamiento de materiales jurásicos de la Unidad Intermedia sobre litologías, eminentemente margosas, del Prebético. El frente de cabalgamiento se sitúa al norte de la unidad, sin embargo, por el sur, este y oeste, los afloramientos permeables están delimitados por fallas de gravedad que ponen en contacto el jurásico con margas y arcillas del Terciario o, en el caso de la zona oriental, con las litologías de margas y areniscas cretácicas del Prebético (ventana tectónica).

Todos los límites del acuífero son cerrados. El norte está definido por un cabalgamiento que pone en contacto los materiales carbonatados del jurásico, que constituyen el acuífero, con arcillas y margas del Mioceno o, en algunos puntos, con calizas brechoides y margas del Cretácico superior (DGOH, 1995 y 1999). Los límites este, oeste y sur están formados por fallas de gravedad que ponen en contacto el Jurásico con margas y arcillas del Terciario o, en el caso del límite oriental, con margas, areniscas y calizas cretácicas del Prebético Interno (DGOH, 1995 y 1999). No obstante en el suroeste de la unidad existe una abertura que podría permitir la comunicación del acuífero carbonatado con el río Guadalbullón. Esa comunicación hidráulica se realizaría a través de litologías terciarias, pues las calizas jurásicas tienen continuidad hidrogeológica en esa zona, compuestas por calcarenitas y margas miocenas de unos 150 m de espesor (DGOH, 1999).

3.4. Hidroquímica del sector

Las aguas de la unidad son de composición bicarbonatada cálcica o cálcico magnésica, con salinidades del orden de 350-400 mg/l.



La conductividad presenta valores generalmente entre 250-400 $\mu\text{mhos/cm}$, mientras que el índice SAR es bajo (CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA, 1999; ITGE, 1999a). Utilizando la clasificación de la calidad del agua para usos agrícolas, las muestras mayoritariamente pertenecen a la clase C_2-S_1 , por lo que son aguas de salinidad media, aptas para la mayoría de cultivos.

Para abastecimiento las aguas presentan, en general, buena calidad química.

3.5. Parámetros hidrodinámicos y piezometría

Sólo se dispone de datos de un ensayo de bombeo realizado por el ITGE en 1995 en el sondeo 1938/8/12, destinado a abastecimiento a Cambil. Se realizaron cuatro bombeos con sus recuperaciones, obteniéndose valores de transmisividad entre 185 y 720 $\text{m}^2/\text{día}$ (ITGE, 1995).

No se dispone de datos precisos sobre la piezometría de la unidad, pues son escasos los sondeos que actualmente la explotan. Los datos conocidos se refieren fundamentalmente a la cota de las principales surgencias.

3.6. Funcionamiento hidrogeológico y balance hidráulico

La alimentación se produce exclusivamente por infiltración del agua de lluvia sobre sus afloramientos permeables. Las descargas se producen principalmente a través de los manantiales, ya que los bombeos son escasos en la actualidad. Debido a la escasez de sondeos no se puede establecer un flujo subterráneo a partir de isopiezas, conociéndose fundamentalmente a partir de la cota de las principales surgencias.

Los manantiales más importantes por el volumen drenado son 1938/8/3 (Villanueva), 2038/1/25 (Fuente del Zar) y 2038/1/22 (Fuenmayor). El primero está situado en el límite sur, a 937 m de altitud, y los otros dos, están situados junto al borde noreste, a cota 1.180 y 1.240 m respectivamente. El 1938/8/3 tiene un caudal medio de 105 l/s, con máximos de 900 l/s (año 1997) y mínimos de algo menos de 20 l/s. De idéntica forma ocurre con los otros dos, que se miden conjuntamente; el caudal medio es de unos 47 l/s, y el mínimo y máximo, 10 y 360 l/s respectivamente (ITGE, 1993).

En todos los puntos controlados, junto con las importantes oscilaciones, se observa una disminución del caudal de drenaje desde 1983 hasta 1995 que, en principio, únicamente se puede atribuir a la disminución de la recarga por efecto de la sequía, ya que las extracciones por bombeo son poco importantes. Desde 1996 a la actualidad se recuperan los caudales, teniendo su máximo en el invierno 1996/1997.



Entradas:

Infiltración de agua de lluvia: 5,3 a 6,2 hm³/año

Salidas:

Calculadas a partir de los caudales medios de los principales manantiales, muy variables y siempre sobre la base de datos de aforos comprendidos entre 1983 y 1996. El resto correspondería a drenaje a cauces.

Manantiales	4,7 a 5,1 hm ³ /año
Descargas a través de los ríos	0,6 a 1,1 hm ³ /año
Total	5,3 a 6,2 hm ³ /año

Para años medios del período 1955/56 a 1984/85 las entradas por infiltración a esta unidad podrían alcanzar los 10-12 hm³/año, que podrían considerarse representativas de los recursos medios, aunque no se dispone de datos de aforos para su contraste. En cualquier caso, del análisis de los caudales drenados por manantiales se deduce que dicho caudal es, en secuencias climáticas secas, del orden de un 45-50 % del correspondiente a secuencias climáticas medias, valor coherente con los recursos indicados.



4. VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

4.1. Inventario de focos contaminantes

En el municipio de Torres se encuentran un número relativamente elevado de focos potenciales de contaminación de las aguas subterráneas, especialmente teniendo en cuenta la relativamente escasa población del municipio, en torno a 1.700 habitantes.

La actividad industrial del municipio es importante, relacionada especialmente con el olivar, pues existen dos almazaras con sus correspondientes balsas de alpechín. En lo que se refiere a otras actividades industriales, destacan dos industrias cárnicas, dos graveras y dos puntos de venta de productos fitosanitarios. La potencialidad de la afección de estas actividades es variable según su ubicación, sin que parezca probable una afección sobre las captaciones de abastecimiento.

La actividad ganadera del municipio relativamente escasa, destacando sólo la existencia de unas 1.600 cabezas de ganado ovino. La cabaña ganadera se encuentra dispersa a lo largo del término municipal, por lo que parece poco probable una afección de importancia sobre las aguas subterráneas o de abastecimiento.

La actividad agrícola en este municipio es intensa, dedicada casi exclusivamente al cultivo del olivar, que suma cerca de 4.000 *ha* entre secano y regadío. La afección potencial de estas actividades sobre la calidad de los recursos subterráneos es de carácter difuso, derivada de las labores de abonado y tratamientos fitosanitarios. En cuanto a la afección potencial sobre la captación de abastecimiento, no se considera que ésta pueda llegar a ser significativa, pues se encuentra un área donde los cultivos son escasos.

Las aguas residuales de Torres se vierten al río Torres tras haber sido depuradas, existiendo además otros vertidos aislados. La afección potencial sobre la captación de abastecimiento será insignificante, mientras que sobre las aguas subterráneas en general será también insignificante o escasa.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, existen en el municipio tres vertederos y dos escombreras, todos ellos de distinta importancia, habiendo sido posible confirmar la clausura de sólo uno de los vertederos. La afección potencial del vertedero y las escombreras sobre las aguas subterráneas debe ser poco significativa, e insignificante sobre las captaciones de abastecimiento.



El cementerio de Torres se sitúa sobre materiales permeables, de manera que la afección potencial de ambos sobre las aguas subterráneas puede llegar a ser alta, no siendo sin embargo significativa esta afección sobre la captación de abastecimiento.

4.2. Vulnerabilidad frente a la contaminación

Los afloramientos permeables de la unidad hidrogeológica 05.20 Almadén – Carluca presentan un alto riesgo de contaminación de las aguas subterráneas debido, sobre todo, a la elevada permeabilidad de los materiales que la conforman. Los cultivos de olivar situados al norte del manantial del Cortijo de Villanueva (1938/8/3) pueden suponer un foco potencial de contaminación (ITGE, 1999b).

4.3. Sistema de vigilancia

La captación de abastecimiento a Torres (2038-1-0022) no tiene focos de contaminación ni otras captaciones inventariadas por el IGME dentro de su poligonal envolvente por lo que sólo se considerará como punto de control la propia captación de abastecimiento. En ella, se realizará un análisis completo químico y bacteriológico anualmente.

Asimismo, en caso de producirse una situación especial que provoque un vertido potencialmente contaminante en las proximidades cualquiera 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.

5. DELIMITACIÓN Y ZONACIÓN DE UN POSIBLE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

5.1. Introducción

Para la delimitación del perímetro de protección se ha utilizado el criterio del tiempo de tránsito según el método de Wyssling, en el que se distinguen tres áreas de restricciones de uso crecientes con la proximidad a la captación, denominadas:

- Zona I o de restricciones absolutas (tiempo de tránsito de 1 día).
- Zona II o de restricciones máximas (tiempo de tránsito de 50 días).
- Zona III o de restricciones moderadas (tiempo de tránsito de 4 años).

A aplicación de este método precisa el conocimiento una serie de variables como son:

- i : Gradiente hidráulico.
- Q : Caudal de bombeo (m^3/s).
- k : Permeabilidad horizontal (m/s).
- m_c : Porosidad eficaz.
- b : Espesor del acuífero.

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

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

Mientras que la distancia desde la captación a un punto con un tiempo de tránsito t (en días, se puede calcular siguiendo la siguiente expresión:

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

Siendo l el producto de la velocidad efectiva (V_e) por el tiempo de tránsito. El signo positivo inicial se usa para calcular la distancia aguas arriba de la captación, mientras que el signo negativo se usa para calcular la distancia aguas debajo de la captación.

Para el cálculo del perímetro de protección de la captación de este municipio se ha utilizado una hoja de cálculo realizada por D. Antonio Azcón (IGME) que simplifica las superficies

protegidas de un elipsoide a un trapecio. En esta hoja de cálculo se han considerado los siguientes datos de partida en la captación de Torres:

- Fuenmayor (2038-1-0022):

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	Q_1	60	Ficha IGME
Transmisividad ($m^2/día$)	T	200	Norma de explotación
Espesor total zonas transmisivas	b	300	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	0,667	Cálculo
Porosidad	m	0,015	Estimación propia
Coeficiente almacenamiento	S	0,012	Norma de explotación
Gradiente Hidráulico	i	0,02	Cálculo propio
Dirección de flujo respecto al Norte	NºE	20	Estimación propia
Incertidumbre dirección flujo	grados	20	
Longitud captación (UTM)	m	454549	
Latitud captación (UTM)	m	4178483	

Con estos valores, los parámetros de partida para definir las zonas de protección de acuerdo con el método de Wyssling son los siguientes:

Torres	2038-1-0022
X_0 o radio de llamada (m)	206
B o ancho de llamada (m)	1.296
B^{\wedge} o ancho de llamada a la altura de la captación (m)	648
V_e o velocidad eficaz (m/día)	1

Según la metodología propuesta, se realiza una zonación dentro del perímetro de protección de la captación objeto de estudio en tres zonas, con restricciones mayores de uso cuanto más próximas a las captaciones.

5.2. Zona de restricciones absolutas

Se considera como el círculo cuyo centro es el sondeo a proteger y cuyo radio (s_1) es la distancia que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en un día. Esta zona tendrá una forma circular u oval dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, aunque

sin embargo, se puede representar como un círculo por simplicidad, cumpliendo igualmente el objetivo que se persigue, que es proteger la boca del sondeo y sus proximidades.

Torres	2038-1-0022
S _I aguas arriba (m)	20
S _I aguas abajo (m)	20

Se adoptará el polígono teórico, si bien ligeramente modificado para ser adaptado a las condiciones reales del terreno. En esta zona se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación, para lo que se recomienda la construcción de una caseta que proteja el manantial (en el caso de que no exista), que se valle la zona definida y se instale un drenaje perimetral.

5.3. Zona de máximas restricciones

Se considera la zona de restricciones máximas como el espacio (s_{II}) que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en más de un día y menos de 50. Queda por tanto delimitada entre la zona de protección inmediata y la isocrona de 50 días.

Torres	2038-1-0022
S _{II} aguas arriba (m)	167
S _{II} aguas abajo (m)	108

A efectos prácticos, se adoptará el polígono teórico salvo que éste supere los límites establecidos en la poligonal envolvente de la captación. En el Anexo I se incluye la relación de actividades y limitaciones que se deben imponer.

5.4. Zona de restricciones moderadas

Limita el área comprendida entre la zona de protección próxima II y la isocrona de 4 años (radio s_{III}). Cuando el límite de zona de alimentación del sondeo esté a una distancia menor que la citada isocrona, el límite de la zona lejana coincidirá con la zona de alimentación.

Torres	2038-1-0022
S _{III} aguas arriba (m)	1.759
S _{III} aguas abajo (m)	206

No obstante, las dimensiones de esta zona se consideran insuficientes por lo que para garantizar los objetivos de esta zona, sus límites coincidirán con la poligonal envolvente de la captación. También en el Anexo I se incluye la relación de actividades y limitaciones que se deben imponer.

5.5. Protección de la cantidad

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

Para la protección de la cantidad de la captación de abastecimiento en manantiales se define un perímetro en función del radio de influencia R:

$$R = 1,5 \left(\frac{Tt}{S} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- T: Transmsividad (200 m²/día).
- t: Tiempo de bombeo (generalmente 120 días).
- S: Coeficiente de almacenamiento (0,012).

Con los datos indicados, se obtiene un radio de influencia de 2.121 m, demasiado grande considerando las características del acuífero, por lo que el área de protección a la cantidad quedará limitada por la poligonal envolvente de la captación.

5.6. Poligonal envolvente

Esta poligonal engloba las zonas delimitadas anteriormente. Las coordenadas de los vértices de la misma son los siguientes:

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y	Cota
1	454639	4178744	1.250
2	455513	4176230	1.590
3	452628	4176927	1.620
4	452943	4178664	1.410
5	452529	4178910	1.385



Vértice	Coordenada X	Coordenada Y	Cota
6	452411	4180366	1.250
7	453694	4180029	1.230
8	454827	4179415	1.170



Plano 1



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El único punto tratado en el presente documento son el manantial de Fuenmayor (2038-1-0022).
- Esta captación explota recursos de la unidad hidrogeológica 05.20 Almadén – Carluca.
- No existen focos de contaminación que puedan afectar a la calidad de las aguas de la captación.
- La vulnerabilidad de los acuíferos frente a la contaminación puede considerarse como muy alta debido a la naturaleza carbonatada de éstos y al escaso espesor de suelo.
- La delimitación de las distintas zonas de que constan los perímetros de protección se ha basado fundamentalmente en criterios hidrogeológicos, apoyándose en los cálculos realizados siguiendo el método de Wyssling.
- La norma de explotación de la unidad contempla la protección frente a la contaminación de todos los afloramientos permeables de la unidad, por lo que las garantías de protección son mayores.
- Con el fin de garantizar la cantidad y calidad del abastecimiento, algunas de algunas de las zonas de protección se han hecho coincidir con la poligonal envolvente de sus captaciones.



BIBLIOGRAFÍA

- Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (1999). Inventario y caracterización de los regadíos de Andalucía. CD-ROM.
- DGOH (1995). Normas de explotación de las unidades hidrogeológicas en la Cuenca del Guadalquivir. Unidad hidrogeológica 05.20 Almadén-Carluca.
- DGOH. (1999). Actualización del inventario de recursos subterráneos en la cuenca alta del río Guadalbullón y del río Torres.
- IGME (1981). Proyecto de investigación hidrogeológica e infraestructural de los sistemas acuíferos del Alto Guadalquivir para la mejora de abastecimientos urbanos. Belmez de la Moraleda.
- ITGE (1993). Propuesta de normas de explotación de la unidad hidrogeológica nº 05.20 (Almadén-Carluca).
- ITGE. (1995). Nota técnica sobre los trabajos de perforación y bombeo de ensayo realizados para el abastecimiento con aguas subterráneas de la localidad de Cambil (Jaén).
- ITGE (1999a). Plan de integración de los recursos hídricos subterráneos en los sistemas de abastecimiento público de Andalucía. Sector de acuíferos de Almadén-Sistillo (Jaén). Fichas de regulación del sector Almadén-Sistillo.
- ITGE (1999b). Tratamiento de información relativa a la hidrogeología de los acuíferos de Almadén, Mancha Real, Guadix y Baza. (Provincias de Jaén y Granada). Focos potenciales de contaminación.



Anexo I: Tabla de actividades restringidas

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

INSTITUTO GEOLÓGICO
Y MINERO DE ESPAÑA



DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS			ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS		
	Prohibido	Condicional	Permitido	Prohibido	Condicional	Permitido
Actividades agrícolas						
Uso de fertilizantes	*				*	
Uso de herbicidas	*				*	
Uso de pesticidas	*			*		
Almacenamiento de estiércol	*				*	
Vertido de restos de animales	*				*	
Ganadería intensiva	*			*		
Ganadería extensiva		*				*
Almacenamiento de materias fermentables para alimentación del ganado	*				*	
Abrevaderos o refugios de ganado		*				*
Silos	*				*	
Actividades urbanas						
Vertidos superficiales de aguas residuales sobre el terreno	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas en pozos negros, balsas o fosas sépticas	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas en cauces públicos	*			*		
Vertidos de residuos sólidos urbanos	*			*		
Cementerios	*			*		
Actividad industrial						
Asentamientos industrial	*			*		
Vertidos de residuos líquidos industriales	*				*	
Vertidos de residuos sólidos industriales	*			*		
Almacenamiento de hidrocarburos	*			*		
Depósitos de productos radioactivos	*			*		
Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	*			*		
Conducciones de líquido industrial	*			*		
Conducciones de hidrocarburos	*			*		
Apertura y explotación de canteras	*				*	
Relleno de canteras o explotaciones	*			*		
Otras						
Campings	*				*	
Ejecución de nuevas perforaciones o pozos no destinados para abastecimiento	*				*	



ANEXO II: Ficha de inventario del punto de abastecimiento

