



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

## PROPUESTA DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN

# JIMENA

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 ordenación de actividades

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 Torres (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 Jimena se usan las siguientes captaciones:

- Sondeo Cañete, con nº IGME 2037-5-0009
- Sondeo de La Sierra, con nº IGME 2038-1-0049

Ambas captaciones explotan recursos de la masa de agua 05.15 Torres – Jimena.

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 masa de agua 05.15 Torres – Jimena está conformada por sedimentos pertenecientes al dominio estratigráfico denominado regionalmente como “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.

Las unidades litoestratigráficas que aparecen son las siguientes (ITGE, 1992):

- Cretácico inferior: Los materiales más antiguos que aparecen en la unidad consisten en unas dolomías masivas muy tectonizadas cuya potencia no supera los 100 metros. A techo se sitúa una alternancia de areniscas calcáreas y margas verdosas y sobre estas una nueva alternancia de margas y arcillas verdes y amarillentas con calizas bioclásticas y calizas amarillentas. Su potencia es superior a los 200 metros.
- Cretácico superior: En la zona de Aznatín aparecen representadas unas facies exclusivamente de calizas y otras constituidas por calizas y dolomías. El tramo inferior corresponde a unos 400 metros de calizas sobre las que se sitúan unos 100 o 200 metros de dolomías y calizas.
- Mioceno: Los materiales miocenos más antiguos corresponden a la “Unidad Olistostrómica del Guadalquivir” y están constituidos por un conjunto de rocas de diversa naturaleza, como son arcillas y margas de colores variados, areniscas rojas, dolomías y yesos, que se reconocen como procedentes de unidades triásicas. Además existen bloques de materiales pertenecientes al Cretácico y Terciario y materiales margosos del Mioceno inferior y parte del medio. Sobre esta unidad se encuentran unos niveles de calizas de algas y calcarenitas. A techo se sitúan unos niveles de margas calcáreas blancas que pueden aparecer también reposando directamente sobre la unidad olistostrómica. En la zona pueden alcanzar espesores entre 150 y 300 metros (IGME, 1982).
- Cuaternario. Se trata de conglomerados, gravas y arcillas que conforman depósitos de origen coluvial y aluvial existentes en la zona de escasa potencia.

#### 3.2. Descripción hidrogeológica

La masa de agua de Torres – Jimena tiene una superficie de materiales permeables de 20 km<sup>2</sup> (DGOH, 1985), con potencias del orden de 600 metros de materiales carbonatados cretácicos



y miocenos, si bien, en el afloramiento de Jimena, las potencias se encuentran en torno a los 70 metros.

Sobre la base de las diferencias litológicas e hidrogeológicas existentes se pueden diferenciar dos subunidades:

- **Subunidad de Aznatín:** Su superficie de afloramientos permeables es de 17 km<sup>2</sup> (DGOH, 1985). Los materiales acuíferos que la constituyen son calizas y dolomías del Cretácico superior y localmente calizas algales miocenas. El sustrato impermeable está conformado por margas, arcillas y areniscas del Cretácico inferior.
- **Subunidad de Jimena:** Tiene una superficie de afloramientos permeables de 3 km<sup>2</sup> (DGOH, 1985). Los materiales acuíferos que la constituyen son las calizas algales miocenas mientras que el sustrato impermeable son margas, arcillas y areniscas del Cretácico inferior (ITGE, 1992).

### 3.3. Límites y geometría del acuífero

La Masa de agua de Torres – Jimena (05.15) se sitúa en la provincia de Jaén a unos 30 km al este de la capital.

Es una unidad fundamentalmente carbonatada, permeable por fisuración – karstificación, y con carácter libre, aunque pudiera presentar confinamiento bajo los sedimentos impermeables que la limitan, especialmente bajo los recubrimientos de las margas miocenas en los núcleos sinclinales.

La estructura que presentan los materiales cretácicos se ha interpretado como del tipo “cartón de huevos” por interferencia de pliegues ENE-OSO a NE-SO y pliegues NNO-SSE, con culminaciones antiformales formadas por materiales cretácicos y cubetas con margas miocenas. De norte a sur, las diversas estructuras que aparecen son el pliegue de Jimena, que constituye un anticlinal tumbado vergente hacia el norte con núcleo de materiales cretácicos y calizas miocenas y un sinclinal con margas miocenas que es cabalgado por los anticlinales tumbados de Arroyo de Pinar y de Aznatín. Estos pliegues afectan a las calizas y dolomías del Cretácico superior, que constituyen los principales relieves correspondientes a sus flancos normales. A su vez están afectados por pliegues N0-SE y fallas NNO-SSE y E-O con componentes normal y de desgarre. Al sur de Aznatín hay un estrecho sinclinal E-O con Mioceno y un anticlinal que evoluciona a cabalgamiento en el flanco norte entre Torres y Albalánchez.

Los bordes de estas estructuras presentan buzamientos muy acentuados, e incluso invertidos en sus flancos septentrionales, por lo que las calizas se introducen rápidamente bajo las



margas miocenas. Frecuentemente estos bordes se encuentran así mismo fallados, por fallas normales o inversas (IGME, 1982).

### **3.4. Hidroquímica del sector**

Las aguas de la unidad presentan composición bicarbonatada cálcica o cálcico-magnésica, acorde con el tipo de materiales que constituyen el acuífero, con mineralizaciones ligeras y durezas medias (MOPU-IGME, 1988).

### **3.5. Parámetros hidrodinámicos y piezometría**

En el sondeo nº 2037/5/9 situado en la subunidad de Jimena, se realizó en marzo de 1982 un bombeo de 24 horas de duración con un caudal de 40 l/s. La depresión total obtenida fue de 4,14 metros, mientras que la transmisividad obtenida fue de 430 m<sup>2</sup>/día (IGME, 1983).

En el sondeo nº 2038/1/45 se realizó en noviembre de 1989 un bombeo de 36 horas de duración con un caudal de 38 l/s. la depresión total obtenida fue de 15,5 metros, mientras que la transmisividad osciló entre 135 y 175 m<sup>2</sup>/día (ITGE, 1990).

En cuanto al nivel piezométrico, en la Subunidad de Jimena se sitúa a cotas de 620-660 m, correspondiente a los manantiales de la Presa (2037/5/7) y de Cánava (2037/5/6), con caudales medios superiores a los 10 l/s, y al sondeo nº 2037/5/9. Las surgencias más importantes de la Subunidad de Aznatín son los manantiales de San José de Hútar (nº 2038/1/17 y 18) situados a cotas de 720 y 715 m respectivamente al este del Cerro de Aznatín. Este manantial tiene caudales, para el periodo de 1983-2000, comprendidos entre los 2 l/s medidos en el estiaje de 1999 y 400 l/s registrados en enero de 1997, con medias en torno a los 70 l/s. En el sector de Albanchez la única salida representativa corresponde a la Fuente de los Siete Caños (2038/1/57), cuya cota es de 805 m con caudales medios en torno a los 5 l/s, inferiores a los que cabría esperar si tenemos en cuenta la superficie permeable a la que esta asociada. El resto de manantiales son en su mayoría debidos al drenaje natural de niveles de agua colgados, con bajos caudales y cotas de surgencia comprendidas entre 900 y 1200 m.

No existe ningún punto de control piezométrico por lo que se desconoce la evolución de niveles.

### **3.6. Funcionamiento hidrogeológico y balance hidráulico**

La alimentación se produce exclusivamente a partir de la infiltración directa de las precipitaciones, que tienen lugar sobre los afloramientos carbonatados.



La descarga se produce por más de una veintena de manantiales, aunque el volumen de agua drenado por sólo 5 de ellos representa hasta el 85% del total de las salidas de la unidad. Otras descargas se producen mediante bombeos en los sondeos para abastecimiento y regadío existentes.

Todos los puntos de descarga de una cierta entidad se localizan en el borde oriental de los macizos carbonatados, por lo que hay que suponer una componente principal oeste-este en el sentido del flujo subterráneo, sin destacar un flujo más limitado hacia el norte. A lo largo del borde oriental la cota de las surgencias va disminuyendo de sur a norte, con saltos aparentemente bruscos de cota topográfica, lo que tendría un cierto significado hidrogeológico en relación directa con la estructura en pliegues-falla del acuífero.

Los datos de entradas que se han utilizado en el balance procedentes de DGOH (1995) son los más actualizados, si bien presentan el problema de estar basados en una sola estación climática sin tener en cuenta los cambios en la precipitación altitudinales y latitudinales, por lo que están dados por defecto. Por otra parte, las salidas por manantiales se basan en la red de control y base de datos que el IGME mantiene y las extracciones por bombeos, son una estimación que parece razonable a partir de los datos que se muestran en el capítulo de usos.

#### Entradas:

Subunidad de Jimena:	
Infiltración de agua de lluvia	0,5 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad de Aznatin:	
Infiltración de agua de lluvia	2,2 hm <sup>3</sup> /año
TOTAL:	3,2 hm <sup>3</sup> /año

#### Salidas:

Subunidad de Jimena:	
Drenaje manantiales	0,5 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad de Aznatin:	
Drenaje manantiales	1,6 hm <sup>3</sup> /año
Extracciones por bombeos	1,1 hm <sup>3</sup> /año
TOTAL:	3,2 hm <sup>3</sup> /año



## **4. VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN**

### **4.1. Inventario de focos contaminantes**

El municipio de Jimena presenta una importante actividad agrícola e industrial y, en menor medida, ganadera.

La actividad industrial es importante y variada, destacando la existencia de dos almazaras con sus correspondientes balsas de alpechín y una industria cárnica y otra de conservas vegetales. Estas actividades se encuentran fundamentalmente en el núcleo urbano o en sus proximidades sobre terrenos de baja a media permeabilidad, por lo que la afección potencial sobre las aguas subterráneas puede llegar a ser significativa, mientras que sobre las captaciones de abastecimiento, debido a su ubicación, será insignificante.

La actividad agrícola, desarrollada a lo largo de todo el término municipal, corresponde al cultivo casi exclusivo del olivo, con más de 3.500 ha cultivadas. 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 las captaciones de abastecimiento, esta afección no parece que pueda llegar a ser significativa debido a la escasa presencia de zonas cultivadas en las proximidades de las captaciones.

La actividad ganadera corresponde fundamentalmente a la explotación de ganado ovino, con unas 1.100 cabezas de este tipo de ganado dispersas a lo largo del término municipal, por lo que son bajas las posibilidades de afección a las aguas subterráneas o de abastecimiento.

En cuanto a la presencia de actividades potencialmente contaminantes en la poligonal envolvente de las captaciones, sólo destaca un vertido de aguas residuales procedentes de un restaurante junto a la captación 2037-5-0009 y el manantial 2037-5-0006, con una afección que puede llegar a ser elevada sobre este último

Para más información sobre focos potenciales de contaminación, 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.

### **4.2. Vulnerabilidad frente a la contaminación**

Los afloramientos carbonatados permeables de la unidad están considerados como muy vulnerables a la contaminación debido a su elevada permeabilidad por fisuración-karstificación

### 4.3. Sistema de vigilancia

Dada la existencia de focos potenciales de contaminación en las poligonales envolventes propuestas, se propone llevar a cabo un seguimiento de la eficiencia del perímetro de protección delimitado que garantice el mantenimiento de la calidad del agua en las captaciones de abastecimiento. Para ello, se han seleccionado una serie de puntos de agua en los que llevar a cabo un muestreo de aguas subterráneas, con la realización de análisis periódicos de parámetros de interés, acordes con el tipo de contaminación potencial que se podría generar.

A continuación se especifican los puntos de control propuestos, parámetros a determinar y frecuencia de análisis:

<b>Nº IGME</b>	<b>Determinaciones</b>	<b>Frecuencia</b>
2038-1-0011	Constituyentes mayoritarios, metales pesados, especies nitrogenadas, fungicidas, pesticidas y herbicidas	Anual
2038-1-0054	Constituyentes mayoritarios, metales pesados, especies nitrogenadas, fungicidas, pesticidas y herbicidas	Anual

Asimismo, en caso de producirse una situación especial que provoque un vertido potencialmente contaminante en las proximidades de la captación, se llevará a cabo una campaña de seguimiento de la calidad del agua, 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 de los perímetros de protección de las captaciones de este municipio se ha utilizado la hoja de cálculo propuesta en ITGE (1998), 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 las captaciones de Jimena:

- Sondeo Cañete (2037-5-0009):

	<b>Abreviatura</b>	<b>Datos</b>	<b>Procedencia</b>
Caudal de bombeo (l/seg)	Q <sub>i</sub>	21	Ficha IGME
Transmisividad (m <sup>2</sup> /día)	T	430	Descripción hidrogeológica
Espesor total zonas transmisivas	b	20	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	21,5	Cálculo
Porosidad	m	0,01	Estimación propia
Coefficiente almacenamiento	S	0,01	Estimación propia
Gradiente Hidráulico	i	0,01	Cálculo propio
Dirección de flujo respecto al Norte	grados	90	Estimación propia
Incertidumbre dirección flujo	grados	20	
Longitud captación (UTM)	m	458837	
Latitud captación (UTM)	m	4187693	

- Sondeo de La Sierra (2038-1-0049):

	<b>Abreviatura</b>	<b>Datos</b>	<b>Procedencia</b>
Caudal de bombeo (l/seg)	Q <sub>i</sub>	7	Ficha IGME
Transmisividad (m <sup>2</sup> /día)	T	133	Descripción hidrogeológica
Espesor total zonas transmisivas	b	300	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	0,44	Cálculo
Porosidad	m	0,01	Estimación propia
Coefficiente almacenamiento	S	0,01	Estimación propia
Gradiente Hidráulico	i	0,01	Cálculo propio
Dirección de flujo respecto al Norte	grados	90	Estimación propia
Incertidumbre dirección flujo	grados	20	
Longitud captación (UTM)	m	458645	
Latitud captación (UTM)	m	4185702	

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

<b>Jimena</b>	<b>2037-5-0009</b>	<b>2038-1-0049</b>
X <sub>0</sub> o radio de llamada (m)	67	72
B o ancho de llamada (m)	422	455
B` o ancho de llamada a la altura de la captación (m)	211	227
V <sub>e</sub> o velocidad eficaz (m/día)	22	0

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 la captación a proteger y cuyo radio ( $s_i$ ) 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 se puede representar como un círculo por simplicidad, cumpliendo igualmente el objetivo que se persigue, que es proteger la captación y sus proximidades.

<b>Jimena</b>	<b>2037-5-0009</b>	<b>2038-1-0049</b>
S <sub>i</sub> aguas arriba (m)	69	8
S <sub>i</sub> aguas abajo (m)	41	8

En el caso de la captación 2038-1-0049 se adoptará el polígono teórico aunque ligeramente modificado para adaptarlo a las condiciones reales del terreno. En la captación 2037-5-0009 se seguirá este mismo criterio, pero además se incluirá al manantial 2037-5-0006, seco desde hace años pero susceptible de volver a ser utilizado. 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 la proteja (en el caso de que no exista), que se valle la zona definida y se instale un drenaje perimetral.

## 5.3. Zona de restricciones máximas

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.

<b>Jimena</b>	<b>2037-5-0009</b>	<b>2038-1-0049</b>
S <sub>II</sub> aguas arriba (m)	1276	72
S <sub>II</sub> aguas abajo (m)	67	43

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<sub>III</sub>). 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.

<b>Jimena</b>	<b>2037-5-0009</b>	<b>2038-1-0049</b>
S <sub>III</sub> aguas arriba (m)	31.718	828
S <sub>III</sub> aguas abajo (m)	67	72

Al igual que en caso de la zona de restricciones máximas, a efectos prácticos se adoptará el polígono teórico salvo que éste supere los límites establecidos en 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**

Para la protección de la cantidad en sondeos de abastecimiento se calcula el descenso en el nivel piezométrico que podrían provocar sondeos de semejantes características a las de los sondeos 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 (m).
- T: Transmisividad (m<sup>2</sup>/día).

- Q: Caudal (m<sup>3</sup>/día).
- t: Tiempo de bombeo (generalmente 120 días).
- r: Distancia al sondeo de captación (de 50 a 1.000 m).
- S: Coeficiente de almacenamiento.

Jimena	T	Q	D (r=50)	D (r=100)	D (r=200)	D (r=500)	D (r=1000)
<b>2037-5-0009</b>	430	1.814	2,831	2,367	1,902	1,287	0,822
<b>2038-1-0049</b>	133	605	2,627	2,126	1,625	0,963	0,462

Con estos datos de partida, se obtiene que en la captación 2037-5-0009, el objetivo de protección se cumple a partir de los 200 m de distancia, mientras que en la captación 2038-1-0049 el criterio de protección se cumple a todas las distancias. Sin embargo, y con el fin de garantizar una mejor protección de los acuíferos, se propone que la zona de protección de la cantidad coincida con la poligonal envolvente de las captaciones.

## 5.6. Poligonal envolvente

Esta poligonal engloba las zonas delimitadas anteriormente. Así, al ser en parte coincidentes, se define una única área para la captación 2038-1-0049 de Jódar y 2038-1-0006, 2038-1-0020 y 2038-1-0045 de Albanchez de Mágina y otra para la captación 2037-5-0009. Las coordenadas de los vértices de la misma son los siguientes:

- Sondeo Cañete (2037-5-0009):

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y	Cota
1	456133	4183195	1.230
2	456339	4184352	1.170
3	455749	4185590	1.110
4	456509	4186394	1.120
5	457614	4186490	1.050
6	458889	4186261	810
7	459199	4185484	790
8	459052	4184013	820
9	459017	4183993	820
10	459033	4183627	760
11	458227	4183052	1.010
12	458532	4182972	900
13	458840	4182950	850





Vértice	Coordenada X	Coordenada Y	Cota
14	458975	4182881	850
15	459027	4182709	850
16	459112	4182516	810
17	458345	4182128	1.010
18	457197	4182633	1.190
19	457298	4183082	1.180

- Sondeo de La Sierra (2038-1-0049):

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y	Cota
1	458954	4187932	620
2	459019	4187692	690
3	458438	4186882	840
4	457102	4187232	1.030
5	456469	4187211	1.010
6	455961	4186805	940
7	455445	4187452	820
8	455562	4187802	760
9	456325	4188183	760
10	458214	4188139	710



## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los puntos tratados en el presente documento son el sondeo Cañete (2037-5-0009) y sondeo de La Sierra (2038-1-0049). Dentro del perímetro del primero se ha incluido también a la captación 2038-5-0006, seca desde hace años pero susceptible de volver a ser utilizada
- Todas las captaciones explotan recursos la masa de agua 05.15 Torres – Jimena.
- Sólo se ha detectado la existencia de un vertido de aguas residuales procedentes de un restaurante en las poligonales envolventes de las captaciones.
- 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.
- Las normas de explotación de ambas unidades contemplan la protección frente a la contaminación de todos los afloramientos permeables de la unidad, por lo que las garantías de protección son mayores.
- Algunas de las zonas de protección, se han modificado para coincidir con la poligonal envolvente de sus captaciones.



## BIBLIOGRAFÍA

- DGOH (1995). Normas de explotación de las unidades hidrogeológicas con afección directa a los embalses de regulación y fuentes de abastecimientos a poblaciones de la cuenca del Guadalquivir. Unidad Hidrogeológica 05.15 Torres-Jimena.
- IGME (1982). Proyecto para la realización de estudios hidrogeológicos especiales en las provincias de Granada y Jaén. Abastecimiento a Jimena (Jaén).
- IGME (1983). Proyecto para la realización de estudios hidrogeológicos locales en la Cuenca del Guadalquivir y baja del Guadiana. Informe final del sondeo de abastecimiento a Jimena (Jaén).
- IGME (2003). Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Mitología y aplicación al territorio.
- ITGE (1990). Informe sobre el sondeo y ensayo de bombeo realizados para abastecimiento con aguas subterráneas al núcleo urbano de Albánchez de Úbeda (Jaén).
- ITGE (1992). Planos geológicos 1:50.000 y memorias correspondientes (serie magna) de las hojas: 926-Mengíbar, 927-Baeza, 947-Jaén y 948-Torres.
- ITGE (1998). Estudio de la viabilidad de las captaciones de Agua Natural Teixidó S.L. y delimitación de su perímetro de protección. La Massana, Principado de Andorra (inédito).
- MOPU-IGME (1988). Estudio 07/88. Delimitación de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características. Cuenca del Guadalquivir.



## 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
<b>Actividades agrícolas</b>						
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	*				*	
<b>Actividades urbanas</b>						
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	*			*		
<b>Actividad industrial</b>						
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	*			*		
<b>Otras</b>						
Campings	*				*	
Ejecución de nuevas perforaciones o pozos no destinados para abastecimiento	*				*	



## **ANEXO II: Ficha de inventario del punto de abastecimiento**

MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y CIENCIA

INSTITUTO GEOLÓGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA

