



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

PROPUESTA DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN

BÉLMEZ DE LA MORALEDA

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 Bélmez de la Moraleda se usan las siguientes captaciones:

- Manantial El Nacimiento, con nº IGME 2038-6-0007
- Galería de Los Huertos, con nº IGME 2038-6-0014

Ambas captaciones explotan recursos de la masa de agua 05.21 Sierra Mágina.

Para más información, se remite al lector a las memorias municipales de la 3ª 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 de Sierra Mágina (05.21) está constituida por dos potentes series carbonatadas del Jurásico pertenecientes a dos dominios litoestratigráficos diferentes (Subbético Externo de Sierra Mágina y Unidades Intermedias) superpuestos tectónicamente (ITGE, 1996).

Las unidades litoestratigráficas que aparecen son de muro a techo las siguientes (ITGE, 1996):

- Triásico inferior y medio: son los materiales más antiguos, con fácies Keuper, y consisten en arcillas, limolitas y yesos (ITGE, 1993).
- Subbético Externo de Sierra Mágina (ITGE, 1996):
 - Triásico superior, Lías inferior y medio: formado por dolomías, calizas brechificadas y brechas tectónicas. Pueden alcanzar una potencia de 500-800 m.
 - Jurásico medio y superior: lo forman calizas nodulosas oolíticas y con sílex, con intercalaciones margosas. Llegan a presentar espesores de hasta 200 m.
- Unidades Intermedias (ITGE, 1996):
 - Triásico superior, Lías y Dogger: dolomías, dolomías brechoides, calizas tableadas y calizas bioclásticas y oolíticas. Tiene una potencia de 600-1000 m.
 - Oxfordiense: margas y arcillas radiolaríticas con intercalaciones de calizas nodulosas. Es una delgada serie de 15 a 40 m de espesor.
 - Malm (Kimmeridgiense y Portlandiense): calizas tableadas negras con juntas e intercalaciones margosas. Tiene una potencia de 200-300 m.
- Cretácico y Oligoceno: margas grises y arcillas rojas con yesos. También se detecta la presencia de olistolitos y brechas calcáreas (ITGE, 1996).
- Mioceno inferior: está formado por paquetes de calcarenitas. No presentan una gran potencia en el seno de la unidad, pero hay datos (DGOH, 1999) que revelan una potencia de 300 m en las cercanías de los municipios de Carchel y Carchelejo, al sur de la unidad, y fuera de la poligonal.
- Cuaternario: principalmente gravas, cantos y bloques calcáreos con matriz limo-arcillosa, en general de aspecto caótico y que a veces presentan un intenso encostramiento y



cementación carbonatada. Se trata de sedimentos postectónicos de tipo coluvial, y, aluviales ligados esencialmente al río Jandulilla (ITGE, 1996).

3.2. Descripción hidrogeológica

Para la descripción hidrogeológica se distinguen fundamentalmente dos unidades:

- **Subunidad Mágina:** Su superficie de afloramientos permeables es de 60 km² y su espesor medio del orden de 700 m aunque presenta variaciones significativas de unos sectores a otros, desde 500-800 m en la zona de Sierra Mágina-la Serrezuela- Peñalisa, a unos de 600-1000 m en la Sierra de la Cruz. Los límites hidráulicos del acuífero se consideran cerrados en la mayor parte del mismo, y vienen impuestos por el cabalgamiento del Subbético Externo de Mágina y/o por contactos mecánicos con materiales triásicos, cretácicos o terciarios impermeables. Tan sólo en la mitad oriental del límite septentrional se considera la existencia de un flujo hacia la Subunidad Cárceles-Carluco (ITGE, 1996).
- **Subunidad Cárceles-Carluco:** Su superficie de afloramientos es de 37 km² y su espesor medio de 500-1000 m. El límite septentrional es impermeable, constituido por una serie de margas, calizas y areniscas del Cretácico inferior. Los límites este y oeste vienen marcados por estos mismos materiales. El basamento impermeable no llega a aflorar en ningún punto, pero cabe suponer que está formado por materiales arcillosos, margo-arcillosos y yesíferos del Triásico aunque, dado el carácter alóctono de las Unidades Intermedias podrían, incluso, estar apoyadas sobre formaciones del Cretácico o del Terciario (CHG, 1995).

3.3. Límites y geometría del acuífero

En cuanto a la estructura geológica de la zona, ésta se puede dividir en dos sectores:

- Subunidad Mágina: En la zona de Sierra Mágina-la Serrezuela-Peñalisa, las dolomías, calizas brechificadas y brechas tectónicas del Trías superior-Lías inferior y medio constituyen el núcleo de un cabalgamiento en cuyos bordes aparecen los términos superiores del Jurásico, en posición invertida: calizas nodulosas oolíticas y con sílex, con intercalaciones margosas, con espesores (muy laminados tectónicamente) de hasta 200 m. En la zona de Sierra de la Cruz, las dolomías brechoides, calizas tableadas, calizas bioclásticas y oolíticas aparecen en posición invertida sobre materiales permeables o semipermeables más modernos de la vecina Subunidad de Cárceles-Carluco (ITGE, 1996).
- Subunidad Cárceles-Carluco: Está constituida por un conjunto de anticlinales y sinclinales, con orientación ENE-OSO y E-O, ocasionalmente volcados y vergentes al norte (CHG, 1995).



3.4. Hidroquímica del sector

En la Subunidad de Cárceles-Carluco, las aguas son de composición bicarbonatada cálcica o cálcico magnésica, a excepción de los puntos de agua situados en el borde suroeste, donde el contacto con materiales triásicos, de matriz yesífera, hace que las fácies sean sulfatada cálcicas (ITGE, 1993).

La Subunidad de Sierra Mágina presenta una composición fuertemente bicarbonatada, generalmente cálcica. La proporción de magnesio aumenta hacia el este (ITGE, 1996).

La conductividad presenta valores generalmente entre 200-300 $\mu\text{mhos/cm}$ en la Subunidad de Sierra Mágina. Sin embargo, los máximos se dan en la subunidad Cárceles-Carluco, llegando a valores medios de 400-500 $\mu\text{mhos/cm}$.

Utilizando la clasificación de la calidad del agua para usos agrícolas, las muestras mayoritariamente pertenecen a la clase C2-S1, por lo que son aguas de salinidad media, aptas para la mayoría de cultivos. En la Subunidad Cárceles-Carluco las aguas se incrementan en sales, sobre todo en épocas de sequía, llegando a la clase C3-S1 (aguas moderadamente salinas, pudiendo no ser apropiadas para riego).

Para abastecimiento las aguas presentan, en general, buena calidad química para el consumo humano.

3.5. Parámetros hidrodinámicos y piezometría

Para el sector de Sierra Mágina se dispone de siete ensayos de bombeo repartidos entre tres sondeos. Tres realizados en el punto 2038/6/15, dos en el 2038/5/17 y otros dos en el 2038/6/16. Todos ellos fueron realizados por el IGME, excepto uno que lo realizó el S.G.O.P.U. En el sondeo 2038/6/15 se obtuvo una transmisividad entre 34 y 55 $\text{m}^2/\text{día}$, en el 2038/5/17 entre 11 y 28 $\text{m}^2/\text{día}$ y en el 2038/6/16 entre 100 y 165 $\text{m}^2/\text{día}$ (ITGE, 1996).

Hay datos de porosidad eficaz en el punto 2038/6/16, variando, según los métodos y puntos de observación considerados, entre 0,5 y 3 %. En el mismo ensayo se calculó una porosidad eficaz de aproximadamente el 1%, como valor más representativo del conjunto del acuífero (ITGE, 1996).

No se dispone de datos de parámetros hidráulicos de la Subunidad de Cárceles-Carluco, si bien se puede suponer que serán de igual orden de magnitud que los datos de Sierra Mágina.



La piezometría de la Subunidad de Sierra Mágina es complicada. Aunque no existe una red de sondeos en el seno de la subunidad, por las cotas de los manantiales se pueden establecer unas direcciones de flujo. Hay dos zonas bien diferenciadas, que están separadas por la importante fractura que se sitúa al este de la Cumbre de Sierra Mágina, con dirección NNO-SSE. Las dos zonas se han denominado zona suroccidental y zona nororiental.

La zona suroccidental (sector SW-3 en ITGE, 1996) es drenada por el manantial de El Gargantón nº 2038/6/9 (caudal medio aproximado de 300 l/s) a cota 1.120 y la parte oeste (sector SW-2 en ITGE, 1996) por el manantial de Mata Begid nº 2038/5/7 (caudal medio aproximado de 125 l/s) situado a cota 1.010 (ITGE, sin fecha).

El sector nororiental podría estar fragmentado varios compartimentos de posible funcionamiento independiente, separados por fracturas y por el límite de cabalgamiento Subbético Externo / Unidades Intermedias. El principal manantial es el Manantial del Parque nº 2038/6/7 (caudal medio aproximado de 30 l/s), situado a 875 m (ITGE, 1996).

En la zona nororiental, el flujo es principalmente hacia el sureste. Las cotas piezométricas varían entre los 1010 y los 1130 m. En el sector suroccidental, las direcciones varían entre suroeste a noreste, pero normalmente con componente sur. Las cotas piezométricas son algo más bajas, variado entre 875 y 1070 m (ITGE, 1996)

La subunidad de Cárceles-Carluco es menos conocida, al no existir ninguna perforación en su interior. El flujo parece dirigirse hacia el norte y noreste, hacia el nacimiento del río Bedmar (manantiales de Sistillo nºs 2038/2/4 y 2038/2/5, a 700 y 680 m respectivamente). El manantial Sistillo I nº2038/2/5 presenta caudales medios de 287 l/s (con máximos de 2800 l/s) bastante superiores al manantial Sistillo II nº 2038/2/4.

3.6. Funcionamiento hidrogeológico y balance hidráulico

La alimentación se produce por infiltración del agua de lluvia sobre sus afloramientos permeables. Las descargas se producen a través de los manantiales, mediante extracciones por bombeo y un probable drenaje subterráneo al río Jandulilla y a materiales miocenos.

- **Subunidad de Mágina** (ITGE, 1996)

Como balance global de la subunidad, para el período de control foronómico 1982-83 a 1994-95, que puede considerarse seco, se obtiene:

Entradas:



Infiltración de agua de lluvia sector nororiental	4,1 hm ³ /año
Infiltración de agua de lluvia sector Suroriental:	
Subsector SW-1 (Gargantón Alto)	5,3 hm ³ /año
Subsector SW-2 (Mata Begid)	2,6 hm ³ /año
Subsector SW-3 (Tosquilla-Guadalijar-Gargantón Bajo)	1,5 hm ³ /año
TOTAL	13,5 hm³/año

Salidas:

Manantiales y galerías	11,4 hm ³ /año
Sondeos	0,6 hm ³ /año
Descargas subterráneas ocultas	1,5 hm ³ /año
TOTAL	13,5 hm³/año

Si se calculan las entradas para un año medio del período 1960-95, se puede observar que son bastante mayores, del orden de 19,5 hm³/año, que podrían considerarse representativas de los recursos medios de esta subunidad. No están disponibles las salidas para este periodo.

• **Subunidad de Cárceles-Carluco (CHG, 1995)**

Entradas:

Para una secuencia climática seca (período 1980-94 con control foronómico), las entradas deducidas para esta subunidad, por proporción de su superficie permeable respecto al total de la Unidad de Almadén-Carluca, se tendría:

Infiltración de agua de lluvia	7,6 a 8,8 hm ³ /año
Lateral de la Subunidad Mágina	1,6 a 0,4 hm ³ /año
TOTAL	9,2 hm³/año

Salidas:

Drenaje por manantiales	9,2 hm ³ /año
TOTAL	9,2 hm³/año



Para años medios no se dispone de aforos de manantiales, pero las entradas por infiltración se elevarían con igual criterio a unos 14,5-17,5 hm³/año (período 1942-85), que pueden considerarse representativas de los recursos medios de esta subunidad.

En definitiva, para el conjunto de la Unidad los recursos medios serían, por consiguiente, de unos 34-37 hm³/año, mientras que en años secos no superarían los 21-22 hm³/año.



4. VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

4.1. Inventario de focos contaminantes

No ha sido posible determinar la existencia de focos potenciales de contaminación en este municipio, por lo que se remite al lector a las memorias municipales de la 3ª 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 permeables de la masa de agua 05.21 Sierra Mágina presentan un alto riesgo de contaminación de las aguas subterráneas debido a la naturaleza carbonatada de sus materiales y a la importante karstificación que presentan.

4.3. Sistema de vigilancia

Si bien no se ha podido determinar la ubicación de focos potenciales de contaminación en la poligonal envolvente de las captaciones, 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, dado que no existen otras captaciones en la poligonal, se tomarán como referencia las propias captaciones de abastecimiento, donde se hará anualmente un análisis completo que incluirá constituyentes mayoritarios, metales pesados, especies nitrogenadas, fungicidas, pesticidas y herbicidas.

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 Bélmez de La Moraleda:

- Manantial El Nacimiento (2038-6-0007):

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	Q_i	100	Ficha IGME
Transmisividad ($m^2/día$)	T	1.000	Descripción hidrogeológica
Espesor total zonas transmisivas	b	300	Ficha IGME
Permeabilidad (m/día)	K	3,33	Cálculo
Porosidad	m	0,01	Estimación propia
Coefficiente almacenamiento	S	0,02	Estimación propia
Gradiente Hidráulico	i	0,001	Cálculo propio
Dirección de flujo respecto al Norte	grados	135	Estimación propia
Incertidumbre dirección flujo	grados	20	
Longitud captación (UTM)	m	466231	
Latitud captación (UTM)	m	4175517	

- Galería de Los Huertos (2038-6-0014):

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	Q_i	3	Ficha IGME
Transmisividad ($m^2/día$)	T	1.000	Descripción hidrogeológica
Espesor total zonas transmisivas	b	300	Ficha IGME
Permeabilidad (m/día)	K	3,33	Cálculo
Porosidad	m	0,01	Estimación propia
Coefficiente almacenamiento	S	0,02	Estimación propia
Gradiente Hidráulico	i	0,001	Cálculo propio
Dirección de flujo respecto al Norte	grados	135	Estimación propia
Incertidumbre dirección flujo	grados	20	
Longitud captación (UTM)	m	466145	
Latitud captación (UTM)	m	4175588	

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

Bélmez de la Moraleda	2038-6-0007	2038-6-0014
X ₀ o radio de llamada (m)	1.375	41
B o ancho de llamada (m)	8.640	259
B [^] o ancho de llamada a la altura de la captación (m)	4.320	130
V _e o velocidad eficaz (m/día)	0	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_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 se puede representar como un círculo por simplicidad, cumpliendo igualmente el objetivo que se persigue, que es proteger la captación y sus proximidades.

Bélmez de la Moraleda	2038-6-0007	2038-6-0014
S ₁ aguas arriba (m)	30	5
S ₁ aguas abajo (m)	56	5

En el manantial de El Nacimiento, al encontrarse dentro del núcleo urbano de Bélmez de la Moraleda, no tiene sentido el establecimiento de una zona de restricciones absolutas, pues es espacio que debería abarcar esta zona está ya ocupado por viviendas y otras edificaciones. No obstante, la red de saneamiento deberá ser especialmente vigilada en esta zona con el fin de evitar filtraciones al manantial.

En la galería de Los Huertos, el polígono teórico será ligeramente modificado para adaptarlo 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 la captación (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.

Bélmez de la Moraleda	2038-6-0007	2038-6-0014
S _{II} aguas arriba (m)	223	49
S _{II} aguas abajo (m)	206	27

A efectos prácticos, se adoptarán los polígonos teóricos salvo en aquellas zonas donde se sitúen sobre suelo urbano, pues no se consideran aplicables las restricciones que en esta zona se establecen. 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.

Bélmez de la Moraleda	2038-6-0007	2038-6-0014
S _{III} aguas arriba (m)	1.500	598
S _{III} aguas abajo (m)	1.375	41

Al igual que en caso de la zona de restricciones máximas, a efectos prácticos se adoptarán los polígonos teóricos salvo que éstos supere los límites establecidos en la poligonal envolvente de la captación o incluyan espacios urbanos de Bélmez de la Moraleda. 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 o galerías 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 (1.000 m²/día en ambas).
- t: Tiempo de bombeo (generalmente 120 días).
- S: Coeficiente de almacenamiento (0,02 en ambas).

Con los datos indicados, se obtiene un radio de influencia de 3.674 m en cada una de las captaciones, si bien considerando las características del acuífero, la importancia de las captaciones y los escasos recursos del acuífero que drenan, el perímetro de protección a la cantidad coincidirá con la poligonal envolvente de la captación.

5.6. Poligonal envolvente

Esta poligonal engloba las zonas delimitadas anteriormente. Así, al ser en gran parte coincidentes, se adopta una sola poligonal para ambas captaciones. Las coordenadas de los vértices de la misma son los siguientes:

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y	Cota
1	466144	4175559	890
2	466110	4175473	880
3	464473	4175987	1.250
4	462194	4177007	1.790
5	466012	4177007	1.030
6	466927	4176160	940
7	466476	4175661	910
8	466342	4175633	890
9	466349	4175592	880



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los puntos tratados en el presente documento son el manantial El Nacimiento (2038-6-0007) y la galería de Los Huertos (2038-6-0014)
- Ambas captaciones drenan recursos de la masa de agua 05.21 Sierra Mágina.
- No ha sido posible determinar la existencia de focos potenciales de contaminación en la poligonal envolvente de ambas 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.
- Las áreas con restricciones han sido parcialmente modificadas para no incluir el núcleo urbano de Bélmez de la Moraleda, donde la morfología urbana hace imposible la aplicación de las restricciones establecidas para cada una de estas zonas. Se deberán adoptar por tanto medidas de control estrictas sobre el correcto funcionamiento del alcantarillado y las actividades que puedan incorporar contaminantes al subsuelo.
- Algunas de las zonas de protección se han hecho coincidir con la poligonal envolvente de las captaciones.



BIBLIOGRAFÍA

- CHG (1995). Normas de gestión de unidades hidrogeológicas. 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 (2003). Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Mitología y aplicación al territorio.
- ITGE. Archivo y base de datos de inventario de puntos de agua.
- ITGE (1993). Propuesta de norma de explotación de la Unidad Hidrogeológica (05.21) de Sierra Mágina.
- ITGE. (1996). Reconocimiento y ejecución de sondeos de investigación en el T.M. de Huelma (Jaén).
- 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).



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

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

INSTITUTO GEOLÓGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

