



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

PROPUESTA DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN

VALDEPEÑAS DE JAÉN

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 Y ZONACIÓN DE UN POSIBLE PERÍMETRO 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 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 Valdepeñas de Jaén se usan las siguientes captaciones:

- Manantial del Vadillo, con nº IGME 1939-1-0018
- Manantial del Estanquillo, con nº IGME 1939-1-0020
- Fuente Anguita, con nº IGME 1939-1-0046

Todas las captaciones drenan recursos de la masa de agua 05.70 Gracia – Ventisquero.

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 05.70 Gracia – Ventisquero está conformada por materiales pertenecientes al Subbético, y más concretamente en el Subbético Externo, los más antiguos pertenecen al Triásico, y los más modernos al Cuaternario.

Las unidades litoestratigráficas que aparecen son las siguientes (IGME, 1991 y 1992; MOLINA CÁMARA, 1987):

- Triásico: Esta formado por arcillas multicolores con predominancia del rojo y el verde típicas de las facies Keuper, con intercalaciones de limos, areniscas, yesos y rocas carbonatadas. La potencia es superior a los 300 metros. Pueden aparecer englobando bloques de calizas y dolomías de facies Muschelkalk, ofitas y yesos con una potencia de hasta 150 m.
- Jurásico: La serie de materiales de edad jurásica comienza con unos niveles de carniolas sobre los que se disponen paquetes de dolomías y calizas de color gris o gris oscuro y aspecto masivo, aunque a veces aparecen estratificadas en gruesos bancos (Formación Gavilán). Esta formación presenta espesores entre 100 m en el sector de Cerro Marroquí, 200 m en el de Cornicabra-Noguerones y 250 m en el sector de Ventisquero. La serie continúa con una formación compuesta esencialmente por calizas, calizas con sílex y calizas margosas (Formación Veleta). Su espesor es muy reducido, alcanzando un máximo de 55 m en Noguerones y de 15 en el Ventisquero donde. A techo se sitúa la Formación Ammonítico Rosso, con una potencia de en torno a los 40 metros en el sector de Gracia-Morenita, 30 metros en La Cornicabra y 60 m en el Ventisquero.
- Cretácico: Consiste en una alternancia monótona de calizas margosas y margas en bancos de 20 a 40 cm de potencia y color gris oscuro en las que son frecuentes las estructuras slumps y pliegues intraformacionales (Formación Carretero). La potencia oscila entre 600 m en la parte occidental de la unidad y 900 m en la oriental. Se le atribuye una edad Berriasiense superior-Barremiense. A techo se sitúa la Formación Carbonero, que aflora con poca extensión en una estrecha franja al sur de las sierras de Cornicabra y Ventisquero, y que está constituida por una serie de carácter turbidítico con un tramo inferior de 18 m de margas azules con intercalaciones de conglomerados y calcarenitas sobre el que se disponen 40 m de arcillas pizarrosas, margas arcillosas, arcillas negras y radiolaritas. Por último, se encuentra un tramo superior de 85 m de potencia formado por una alternancia de margas y areniscas, localmente conglomerados.

El Cretácico culmina con la conocida Formación Capas Rojas, que aflora principalmente al noreste de Castillo de Locubín. La litología es muy homogénea y consiste en calizas margosas y margas de color rojo o blanco, estratificadas en bancos de entre 20 y 40 cm con una potencia total del orden de 200 a 600 metros. Se le atribuye una edad Senonense-Eoceno medio.

- Cuaternario:
 - Travertinos: En el Río Grande, al norte de la Sierra de la Morenita aparece un afloramiento de travertino con entidad cartográfica, del que no existen estudios específicos (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002; IGME, 1991).
 - Aluviales y terrazas fluviales: Los depósitos aluviales aparecen ligados a los ríos Grande y San Juan. Las litologías consisten en gravas, arenas y limos con potencias que no suelen superar los 10 metros.
 - Glacis y derrubios de ladera: Tienen muy escasa representación en el área de estudio, apareciendo preferentemente en la zona sur, al pie de los relieves fuertes, y consisten en conglomerados y gravas con matriz limo-arcillosa de escaso espesor.

3.2. Descripción hidrogeológica

Los materiales permeables que conforman esta unidad son las calizas y dolomías de la Formación Gavilán, y en menor medida las calizas nodulosas y calizas con sílex de las Formaciones Veleta y Ammonítico Rosso Superior que en conjunto presentan espesores comprendidos entre 140 y 325 metros.

Se distinguen tres subunidades, denominadas Ventisquero, Cornicabra-Noguerones y Gracia-Morenita.

- Subunidad de Ventisquero (IGME – CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS, 1996): Situada al este de la masa de agua, ocupa una extensión de 20,6 km², de los que 11,6 km² corresponden a afloramientos permeables de rocas carbonatadas jurásicas y el resto son materiales cretácicos superpuestos. El conjunto de materiales carbonatados presenta un espesor de 300-325 metros. Los 9 km² localizados en el centro del acuífero se encuentran semiconfinados bajo las calizas, margocalizas y margas del Cretácico inferior cuya permeabilidad varía entre media y baja. Sobre estos materiales cretácicos aparece un pequeño klippe de materiales triásicos y jurásicos en el Cerro Altomiro. Todos los límites del acuífero son de carácter cerrado a excepción del sector sureste en el que se superpone al acuífero contiguo de Cornicabra-Noguerones y por el que parece probable que exista una transferencia de recursos desde este último hacia el acuífero de Ventisquero.



- Subunidad de Cornicabra – Noguerones (IGME – CONSERVACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS, 1996): Ocupa una extensión de 11,3 km², de los que 9,5 km² corresponden a materiales carbonatados permeables y 1,8 km² a margocalizas cretácicas de carácter impermeable que recubren a los anteriores en el sector occidental del acuífero. El espesor de materiales permeables oscila entre 280 y 290 metros.

Al igual que en el caso del acuífero de Ventisquero, todos los límites son cerrados excepto el que pone en contacto ambos acuíferos, que es de carácter abierto.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el acuífero tiene dos sectores perfectamente diferenciados. La divisoria entre ambos se produce mediante un estrechamiento de los materiales permeables a causa de la elevación de la base impermeable triásica por efecto de un anticlinal.

- Subunidad de Gracia – Morenita (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002): Al igual que en los acuíferos anteriormente descritos, los materiales permeables que lo conforman son las calizas y dolomías jurásicas (Formación Gavilán, y en menor medida las calizas nodulosas de la Formación Ammonítico Rosso Superior), que en conjunto presentan espesores comprendidos entre 140 y 290 metros. La superficie de afloramientos permeables es de 19,1 km², mientras que el acuífero ocupa una extensión total aproximada de 28 km². El resto de afloramientos corresponden a materiales margocalcáreos cretácicos y a materiales triásicos superpuestos tectónicamente a la serie jurásica, ambos de baja permeabilidad.

Todos los límites son cerrados por contacto con los materiales triásicos, a excepción del suroriental en el que existe continuidad con los carbonatos jurásicos del Acuífero Frailes-Boleta con el que podría existir intercambio hídrico. El sustrato impermeable está constituido por los materiales margo-arcillosos triásicos.

Del estudio de la geometría del acuífero se deduce que gran parte de su zona saturada se encuentra en situación de confinamiento, ya sea debido a la superposición tectónica de los materiales triásicos o, en mayor medida, a la de las margas cretácicas suprayacentes.

3.3. Límites y geometría del acuífero

La masa de agua se sitúa en la margen izquierda del Guadalquivir y más concretamente en la cabecera de las cuencas de los ríos Víboras y San Juan, al sur de la provincia de Jaén y a unos 20 km al sur de la capital.

Se trata de una masa de agua carbonatada permeable por fisuración y karstificación. Tiene una superficie total de afloramientos permeables de 40 km². Todos los límites son cerrados por contacto con los materiales triásicos, a excepción del suroriental en el que existe continuidad con los carbonatos jurásicos del Acuífero Frailes-Boleta, perteneciente a la Masa de agua 05.28 "Montes Orientales. Sector Norte" con el que podría existir intercambio hídrico.



El sustrato impermeable debe estar constituido por los materiales margo-arcillosos triásicos, si bien no hay sondeos que lo alcancen por lo que no se dispone de datos contrastados sobre la profundidad a la que se encuentra (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002).

Las unidades de Ventisquero y de Cornicabra-Noguerones corresponden a sendas estructuras sinformes de dirección ENE-OSO, constituidas por materiales jurásicos pertenecientes al Subbético Externo. El acuífero de Ventisquero se encuentra colgado, en sus bordes septentrional y oriental sobre el impermeable de base, mientras que en el meridional se superpone a materiales cretácicos, y en el occidental es cabalgado por el conjunto triásico. En su límite suroccidental es cabalgado también por la unidad de Cornicabra-Noguerones (ITGE-DIPUTACIÓN DE JAÉN, 1997).

En la unidad de Gracia-Morenita, los cerros de la Morenita, Gracia y el Marroquí presentan estructuras sinclinales con flancos invertidos que en el caso del Cerro Marroquí tienen longitudes del orden de 3 km. Tanto el Cerro Marroquí como el de Gracia forman una estructura de sinclinal tumbado con la charnela situada al sur, de manera que la mayor parte de los afloramientos que se observan están invertidos, los materiales margosos cretácicos se encuentran bajo los paquetes de carbonatos jurásicos aflorando en las zonas más elevadas (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002; SANZ DE GALDEANO, 1973).

3.4. Hidroquímica del sector

Las aguas subterráneas de la unidad son, en general, de mineralización entre ligera y notable. Los valores de la conductividad están comprendidos entre 236 y 1.405 $\mu\text{mhos/cm}$ con un promedio de 604 $\mu\text{mhos/cm}$.

Presentan composiciones bicarbonatadas o sulfatadas cálcicas o cálcico-magnésicas. En cuanto a la diferenciación por subunidades, las muestras procedentes de los manantiales de la Subunidad de Ventisquero presentan facies sulfatadas-bicarbonatadas cálcico-magnésicas y más raramente cálcicas y las de la de Cornicabra-Noguerones, bicarbonatadas o bicarbonatadas-sulfatadas cálcico-magnésicas y en algún caso cálcicas.

En cuanto a las aguas de la Subunidad de Gracia-Morenita, estas presentan composiciones sulfatadas cálcicas (Nacimiento del Río San Juan (1839/8/3)), bicarbonatadas-sulfatadas cálcicas (sondeos Víboras II y IV (1839/4/22 y 1839/4/31)) y bicarbonatadas cálcicas (sondeos Víboras V y VI (1839/4/32 y 1839/4/33)). Además, se observa una evolución del agua del acuífero desde composiciones bicarbonatadas hacia sulfatadas (hacia el norte) que depende del tiempo de residencia del agua en el acuífero (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002).

Se trata de aguas que varían entre los tipos C_2S_1 y C_3S_1 presentando riesgo de alcalinización bajo y de salinización del suelo de medio a alto para su uso en regadío.



En general, las aguas procedentes de la unidad se clasificarían como aptas para consumo humano (IGME-JUNTA DE ANDALUCÍA, 1998).

3.5. Parámetros hidrodinámicos y piezometría

Los parámetros hidráulicos de que se dispone son los obtenidos en diversos ensayos de bombeo realizados en el acuífero Gracia-Morenita y que corresponden a los ensayos de bombeo realizados en los sondeos Víboras II al VI (1839/4/22, 1839/4/30, 1839/4/31, 1839/4/32 y 1839/4/33) (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002).

Los valores de la transmisividad calculados en los diversos ensayos de bombeos, oscilaron entre 100 y 1500 m²/día, mientras que la k aparente es del orden de 1,5 m/día y 6-7,5 m/día respectivamente. El coeficiente de almacenamiento hallado se encuentra en torno a 3,2-4,2 x 10⁻⁵ en la zona confinada y 1,5 x 10⁻² en la zona libre (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002).

Los niveles piezométricos vienen impuestos en los tres acuíferos por las cotas de las surgencias principales. Estas son de entre 930 y 980 m para el acuífero de Ventisquero, de entre 970 y 1.020 m para el de Cornicabra-Noguerones y de 645 m (Nacimiento del Río San Juan (1839/8/3)) para el caso del acuífero de Gracia-Morenita, que puede considerarse como el único manantial claramente relacionado con este último y que drena la totalidad de sus recursos.

Los únicos puntos de observación piezométrica de que se dispone son los sondeos Víboras II, IV, V y VI (1839/4/22, 1839/4/31, 1839/4/32 y 1839/4/33) situados al norte del Cerro de la Morenita, en los que el nivel piezométrico se encuentra entre 651 y 660 metros lo que implica gradientes del orden del 0,2 % en dirección suroeste en la subunidad de Gracia-Morenita.

3.6. Funcionamiento hidrogeológico y balance hidráulico

La alimentación del conjunto de la masa de agua se produce por infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos permeables, aunque en el caso de la Subunidad de Gracia-Morenita también por percolación de la escorrentía superficial a través de los cauces del Río Grande y del Arroyo de los Cabañeros, percolación desde las margocalizas cretácicas suprayacentes y mediante aportes laterales desde el Acuífero Frailes-Boleta (incluido en la Masa de agua 05.28 Montes Orientales. Sector Norte) (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002).

Las salidas naturales se producen principalmente por manantiales son los del Chorro (1939/1/22), Vadillo (1939/1/18), Chorrillo (1939/1/19) y Estanquillo (1939/1/20) para el acuífero de Ventisquero, los de Papel Alta y Baja (1939/5/1 - 1939/5/2) para Cornicabra-Noguerones y el Nacimiento del Río San Juan (1839/8/3) para Gracia-Morenita.



En cuanto a las relaciones con las unidades hidrogeológicas colindantes, solo se contempla la existencia de continuidad entre el acuífero de Gracia-Morenita y con los carbonatos jurásicos del acuífero Frailes-Boleta (Masa de agua 05.28 "Montes Orientales. Sector Norte") con el que podría existir intercambio hídrico.

El balance hídrico de la Masa de agua Gracia-Ventisquero se ha realizado tomando los balances de los tres acuíferos de los documentos GONZÁLEZ RAMÓN (2002) e ITGE-CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1996). La superficie permeable total considerada ha sido de 40,2 km² (11,6 km² del acuífero de Ventisquero, 9,5 km² de Cornicabra-Noguerones y 19,1 km² de Gracia-Morenita). Se aplica una tasa de infiltración de 410 l/m²/año (valor que resulta de aplicar el 40 % de la precipitación media) para Gracia-Morenita y del 60% de la lluvia útil para los otros dos acuíferos.

Entradas:

Infiltración del agua de lluvia	
Subunidad Ventisquero	6 hm ³ /año
Subunidad Cornicabra-Noguerones	3 hm ³ /año
Subunidad Gracia-Morenita	8 hm ³ /año
Percolación desde materiales semipermeables Cretácicos	
Subunidad Gracia-Morenita	0,5 hm ³ /año
Percolación por escorrentía superficial y aportes del acuífero Frailes-Boleta	
Subunidad Gracia-Morenita	2 hm ³ /año
TOTAL	20 hm³/año

Salidas:

Drenaje por manantiales	
Subunidad Ventisquero	7 hm ³ /año
Subunidad Cornicabra-Noguerones	2,5 hm ³ /año
Subunidad Gracia-Morenita	10,5 hm ³ /año
TOTAL	20 hm³/año



4. VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

4.1. Inventario de focos contaminantes

El municipio de Valdepeñas de Jaén presenta una importante actividad agrícola y fundamentalmente ganadera.

La actividad ganadera corresponde fundamentalmente a la explotación de ganado ovino y caprino con más de 3.000 cabezas de ganado entre ambas. La cabaña ganadera se encuentra dispersa a lo largo del término municipal, por lo que no se estima que la afección potencial sobre las aguas subterráneas o de abastecimiento pueda llegar a ser especialmente alta.

De las actividades industriales destacan únicamente la existencia de cuatro balsas de alpechín y una estación de servicio. Estas actividades se encuentran fundamentalmente sobre terrenos impermeables, por lo que la afección potencial sobre las aguas subterráneas será de baja a insignificante. En cuanto a la posible afección sobre las captaciones de abastecimiento, todas las actividades industriales se encuentran en áreas ajenas a éstas, por lo que la afección potencial será nula.

La actividad agrícola, desarrollada en todo el término municipal, corresponde al cultivo casi exclusivo del olivo, con unas 5.400 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, ésta puede llegar a ser significativa debido a la presencia de zonas cultivadas en las proximidades de las captaciones.

Dentro de la poligonal envolvente de las captaciones, sólo se ha detectado la existencia de dos zonas de vertido ilegal de residuos sólidos urbanos y escombros.

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 acuíferos de elevada permeabilidad de ambas unidades presentan un riesgo potencialmente alto de contaminación en relación con las características propias de sus materiales carbonatados, mientras que los materiales semipermeables que recubren el acuífero, presentan un riesgo moderado de contaminación.



4.3. Sistema de vigilancia

Dada la presencia de actividades potencialmente contaminantes, 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:

Nº IGME	Determinaciones	Frecuencia
1939-1-0015	Constituyentes mayoritarios, metales pesados, especies nitrogenadas, fungicidas, pesticidas y herbicidas	Anual
1939-1-0027	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 Valdepeñas de Jaén:

- Manantial del Vadillo (1939-1-0018):

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	Q_d	20	Ficha IGME
Transmisividad ($m^2/día$)	T	1.000	Descripción hidrogeológica
Espesor total zonas transmisivas	b	300	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	3,33	Cálculo
Porosidad	m	0,01	Estimación propia
Coefficiente almacenamiento	S	0,01	Estimación propia
Gradiente Hidráulico	i	0,001	Cálculo propio
Dirección de flujo respecto al Norte	grados	0	Estimación propia
Incertidumbre dirección flujo	grados	20	
Longitud captación (UTM)	m	428907	
Latitud captación (UTM)	m	4160405	

- Manantial del Estanquillo (1939-1-0020):

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de bombeo (l/seg)	Q_b	10	Ficha IGME
Transmisividad ($m^2/día$)	T	1.000	Descripción hidrogeológica
Espesor total zonas transmisivas	b	300	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	3,33	Cálculo
Porosidad	m	0,01	Estimación propia
Coefficiente almacenamiento	S	0,01	Estimación propia
Gradiente Hidráulico	i	0,001	Cálculo propio
Dirección de flujo respecto al Norte	grados	0	Estimación propia
Incertidumbre dirección flujo	grados	20	
Longitud captación (UTM)	m	428387	
Latitud captación (UTM)	m	4160671	

- Fuente Anguita (1939-1-0046):

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de bombeo (l/seg)	Q_b	0,25	Ficha IGME
Transmisividad ($m^2/día$)	T	1.000	Descripción hidrogeológica
Espesor total zonas transmisivas	b	300	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	3,333	Cálculo
Porosidad	m	0,01	Estimación propia
Coefficiente almacenamiento	S	0,01	Estimación propia
Gradiente Hidráulico	i	0,001	Cálculo propio

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Dirección de flujo respecto al Norte	grados	0	Estimación propia
Incertidumbre dirección flujo	grados	20	
Longitud captación (UTM)	m	428897	
Latitud captación (UTM)	m	4160953	

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

Valdepeñas de Jaén	1939-1-0018	1939-1-0020	1939-1-0046
X ₀ o radio de llamada (m)	275	138	3
B o ancho de llamada (m)	1.728	864	22
B` o ancho de llamada a la altura de la captación (m)	864	432	11
V _e o velocidad eficaz (m/día)	0	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_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 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.

Valdepeñas de Jaén	1939-1-0018	1939-1-0020	1939-1-0046
S _i aguas arriba (m)	14	10	2
S _i aguas abajo (m)	15	10	1

En las captaciones 1939-1-0020 y 46 por seguridad se ampliarán las dimensiones sus respectivas zonas. En los tres casos se modificará esta zona de protección para ser adaptada a 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.

Valdepeñas de Jaén	1939-1-0018	1939-1-0020	1939-1-0046
S_{II} aguas arriba (m)	107	79	24
S_{II} aguas abajo (m)	85	57	3

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.

Valdepeñas de Jaén	1939-1-0018	1939-1-0020	1939-1-0046
S_{III} aguas arriba (m)	880	740	502
S_{III} aguas abajo (m)	275	138	3

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

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 (1.000 m²/día en las tres captaciones).
- t: Tiempo de bombeo (generalmente 120 días).
- S: Coeficiente de almacenamiento (0,01 en las tres captaciones).

Con los datos indicados, se obtienen tres radios de influencia de 5.196 m, por lo que considerando las características del acuífero la zona de protección de la cantidad coincidirá 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 las captaciones 1939-1-0018, 1939-1-0020 y 1939-1-0046. Las coordenadas de los vértices de la misma son los siguientes:

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y	Cota
1	427924	4160549	920
2	428180	4160564	910
3	428377	4160719	950
4	428680	4160774	990
5	428902	4160970	1.060
6	429353	4160691	1.220
7	430051	4158925	1.490
8	427354	4158790	1.200



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los puntos tratados en el presente documento son los manantiales del Vadillo (1939-1-0018) y del Estanquillo (1939-1-0020) y Fuente Anguita (1939-1-0046).
- Este municipio se abastece también de una toma superficial del río Víboras, la cual no ha sido considerada para definir un perímetro de protección.
- Todas las captaciones explotan recursos de la masa de agua 05.70 Gracia – Ventisquero.
- Sólo se ha detectado la existencia de dos zonas de vertedero como focos potenciales de contaminación en la poligonal envolvente propuesta. Estos vertederos deberían ser eliminados
- 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 la unidad 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 zonas de protección han sido parcialmente modificadas para adaptarlas a las condiciones reales del terreno y del acuífero, así como para que no queden fuera de la poligonal envolvente de las captaciones.



BIBLIOGRAFÍA

- González Ramón, A. (2002). Contribución al conocimiento hidrogeológico e hidroquímico del acuífero kárstico Gracia-Morenita (provincia de Jaén). Tesis de Licenciatura. Universidad de Granada. 64 p.
- IGME (1991). Memoria y Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Hoja de Valdepeñas de Jaén nº 19-39 (969).
- IGME (1992). Memoria y Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Hoja de nº Alcaudete 18-39 (968).
- GME (2003). Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Mitología y aplicación al territorio.
- IGME-Junta de Andalucía (1998). Atlas hidrogeológico de Andalucía.
- IGME-Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía (2000). Mejora del conocimiento del acuífero Gracia-Morenita para la evaluación de las posibilidades de recarga artificial como apoyo a los abastecimientos públicos. Informe interno.
- 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).
- ITGE. Archivo y base de datos de puntos de agua.
- ITGE-Diputación Provincial de Jaén (1997). Atlas hidrogeológico de la provincia de Jaén.
- ITGE-Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía (1996). Reconocimiento hidrogeológico y ejecución de sondeos de investigación en el sector Quiebrajano-Víboras (Jaén).
- Molina Cámara, J.M. (1987). Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético Externo (provincia de Córdoba y sur de Jaén). Tesis doctoral. Univ. de Granada.
- Sanz de Galdeano, C. (1973). Geología de la transversal Jaén-Frailes (Provincia de Jaén). Tesis doctoral. Universidad de Granada.



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

