



**INFORME FINAL Y PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN
DEL SONDEO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE A LA LOCALIDAD DE ALBADALEJO DEL CUENDE (CUENCA).**

Enero 2014

Sondeo: Albaladejo del Cuende

Término municipal: Albaladejo del Cuende

Provincia: Cuenca

Sonda/contratista: Rotopercusión /Sondeos Leñador S.L.

SITUACIÓN:

Hoja topográfica: N° 662 Valverde del Júcar

Coordenadas UTM: Datum: ED-50, **Huso:** 30 **X:** 563.497 **Y:** 4.406.537

Cota aproximada: 925 (+/-) 5 m s.n.m.

CARACTERÍSTICAS:

Profundidad: 196 m.

Referencias topográficas: situado a 2,5 km aproximadamente SW de núcleo urbano de Albaladejo del Cuende, localizado en el margen del Arroyo del Portillo, entre la loma del Portillo las Huertas y el Hoyo de Villaverde, a unos 20m del manantial que abastece la localidad actualmente.

Profundidad NE: $\approx$ 102 m (823 m s.n.m.)

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo

2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

2.1. Situación

2.2. Características específicas de las obras

2.2.1. Consideraciones constructivas

2.2.2. Perfil litológico

2.2.3. Acondicionamiento del sondeo

2.2.4. Hidroquímica

2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo

2.3. Resultados obtenidos

3. PROPUESTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

3.1. Marco hidrogeológico regional

3.2. Marco hidrogeológico local

3.3. Inventario de focos potenciales de contaminación

3.4. Estimación de la vulnerabilidad

3.5. Perímetro de protección de la captación

3.5.1 Zona de restricciones absolutas

3.5.2 Zona de restricciones máximas

3.5.3 Zona de restricciones moderadas

3.5.4 Perímetro de protección de la cantidad

4. BIBLIOGRAFÍA

ANEXO I: Representaciones hidroquímicas

ANEXO II: Ensayo de bombeo

ANEXO III: Resultados analíticas

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del convenio de asistencia técnica suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Excm. Diputación Provincial de Cuenca, se redacta el presente informe en el que se detalla el informe final y propuesta de perímetro de protección de la captación realizada en la localidad de Albadalejo del Cuende (Cuenca), cuyas características se muestran a continuación.

1.1. Objetivo

El objetivo era obtener agua de buena calidad y con un caudal suficiente para atender o complementar la demanda máxima de agua, tanto actual como futura, cifrada en **2,7 L/s**, conforme a la información facilitada por el ayuntamiento. Para ello se recomendó la perforación de un sondeo nuevo en las proximidades del actual manantial de abastecimiento.

2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

2.1. Situación

El sondeo de abastecimiento Albadalejo del Cuende se localiza a 2,5 km al SW de la localidad de Albadalejo del Cuende, concretamente en la Loma del Portillo las Huertas, a unos 250 metros donde se ubica el manantial de abastecimiento. Dicha situación corresponde a un punto de la hoja nº 662 de coordenadas UTM. (ED-50) **X: 563.497 Y: 4.406.537** y una cota aproximada de 925 m s.n.m.



Figura 1. Situación del sondeo Albaladejo del Cuende.

2.2. Características específicas de las obras

2.2.1. Consideraciones constructivas

La ejecución del sondeo fue llevada a cabo por Sondeos Leñador, durante los días 11, 12, 13, 14 y 15 de Noviembre de 2013, mediante rotoperCUSión con martillo en fondo.

La perforación del sondeo se realizó con un diámetro de 318 mm hasta el fin del sondeo, a los 196 m de profundidad.

2.2.2. Perfil litológico

De acuerdo con el informe hidrogeológico previo realizado, los materiales atravesados en el sondeo de Albaladejo del Cuende corresponden a materiales sedimentarios de edad Terciario y Cretácico Superior. El sondeo está emplazado en materiales Terciarios y finaliza en calizas de edad Cretácico Superior (Santoniense).

Se perforaron los siguientes materiales:

0-97m: Arcillas rojas compactas, con pasadas de areniscas rojizas, calcarenitas y calizas.

97-105m: Calizas y areniscas rojas con yesos

105-143m: Yesos gris blanquecino con niveles calizos

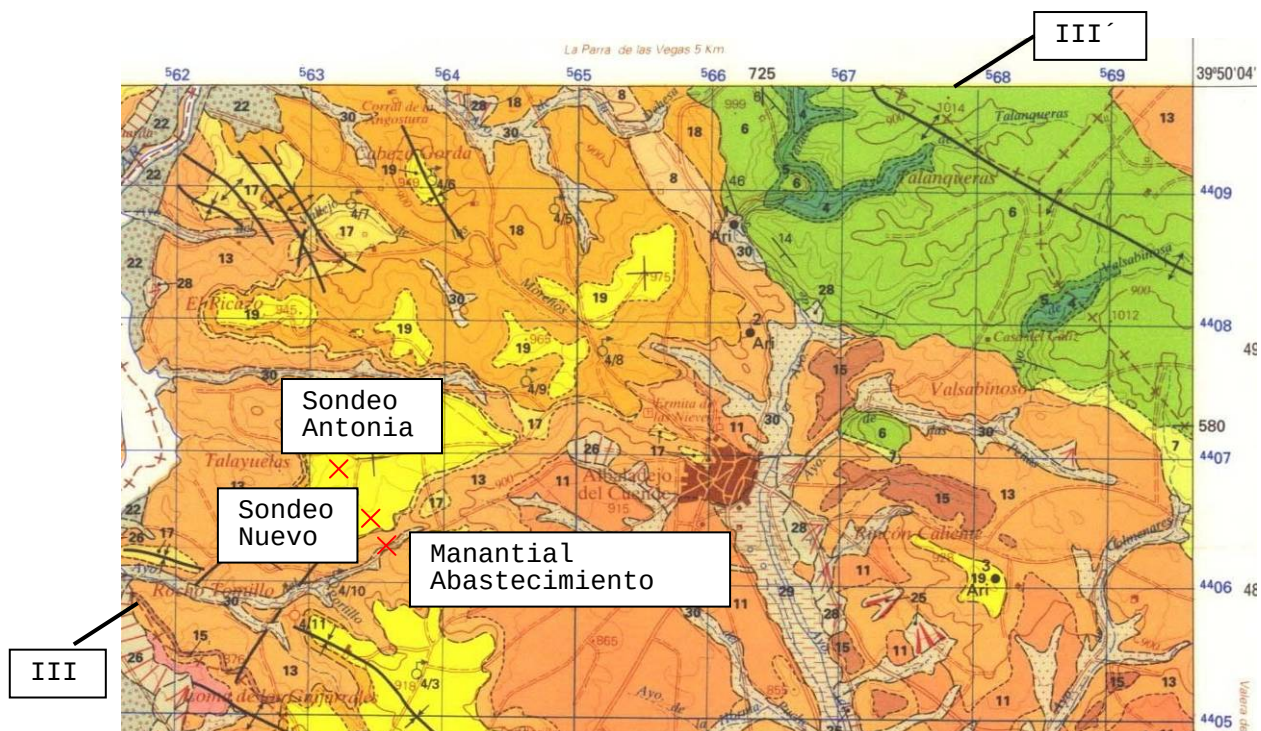
143-155m: Calizas con yesos

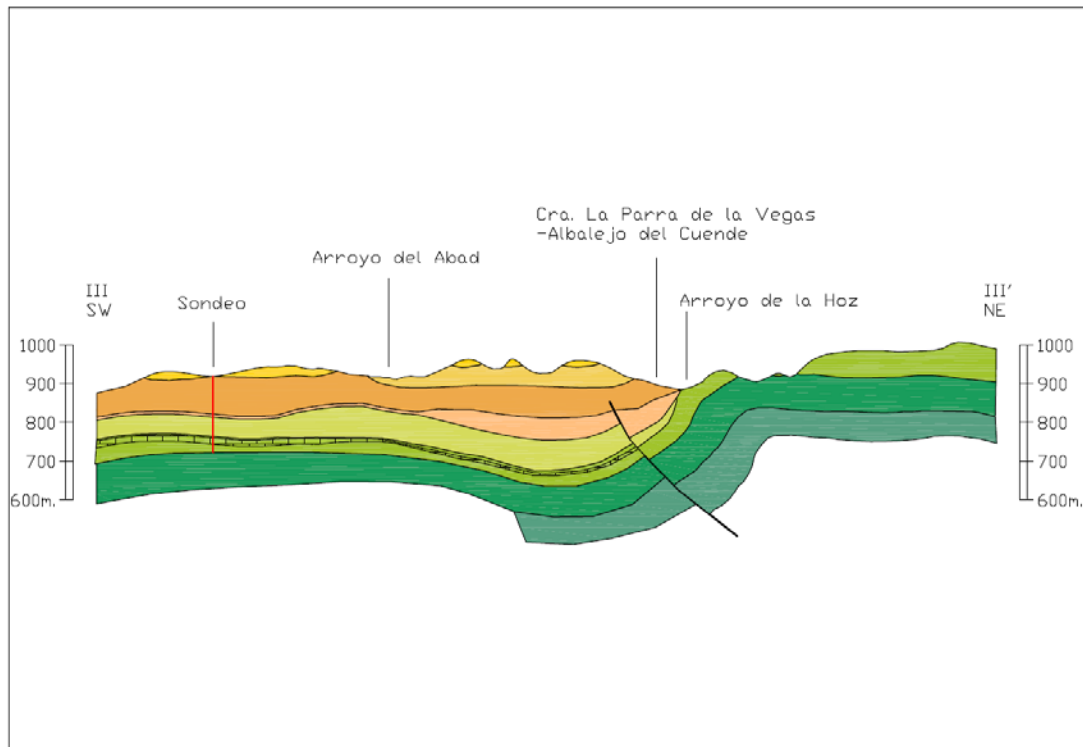
155-188m: Caliza blanquecina

188-196m: Calizas blanquecinas muy duras.

En el metro 65 se capta agua por primera vez, se trata de un nivel calcáreo de poco espesor, que proporciona un caudal muy bajo (0.5 l/s). El tramo productivo con mayor aporte de caudal se corta desde los 159 metros hasta los 175 metros. El nivel piezométrico del sondeo se encuentra a los 102 metros conforme a los datos del ensayo de bombeo efectuado.

Los materiales atravesados se localizan en el borde de cuenca. Son Terciarios y del Cretácico superior.





LEYENDA

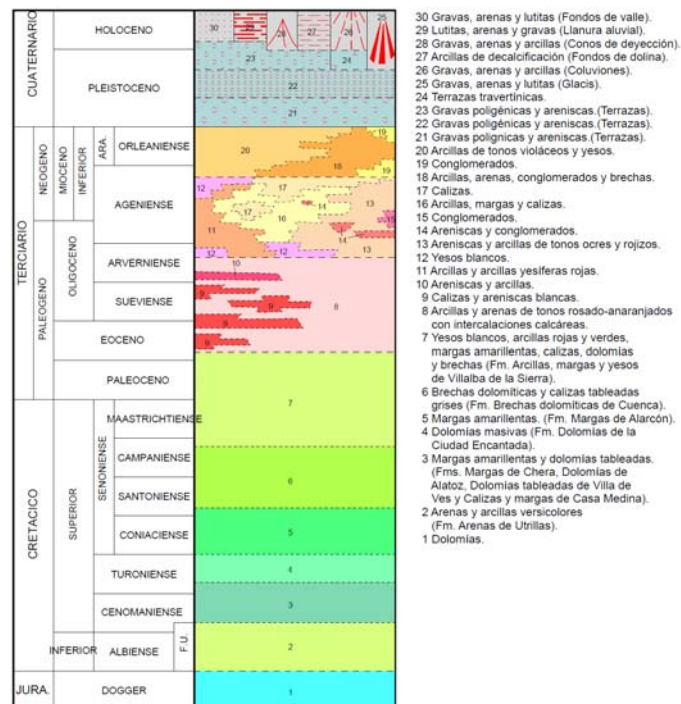


Figura 2. Mapa Geológico de la zona de Albaladejo del Cuendo y corte supuesto del sondeo, la línea roja discontinua indica las posibles formaciones que atraviesa el sondeo. (MAGNA. 1:50.000. Nº 662. Valverde de Júcar).



Figura 3. Emplazamiento del sondeo de Albaladejo del Cuende.

2.2.3. Acondicionamiento del sondeo

El sondeo se entubó con tubería de 250 mm Ø de 5mm de grosor, hasta los 196 m de profundidad, con la excepción de los tramos ranurados que van desde el metro 160 hasta el 178, y desde el 184 hasta el 190m, sumando un total de 24 metros de tubería filtrante de puentecillo. Se ha instalado empaque de grava silícea bien seleccionada de 3 a 5 mm.

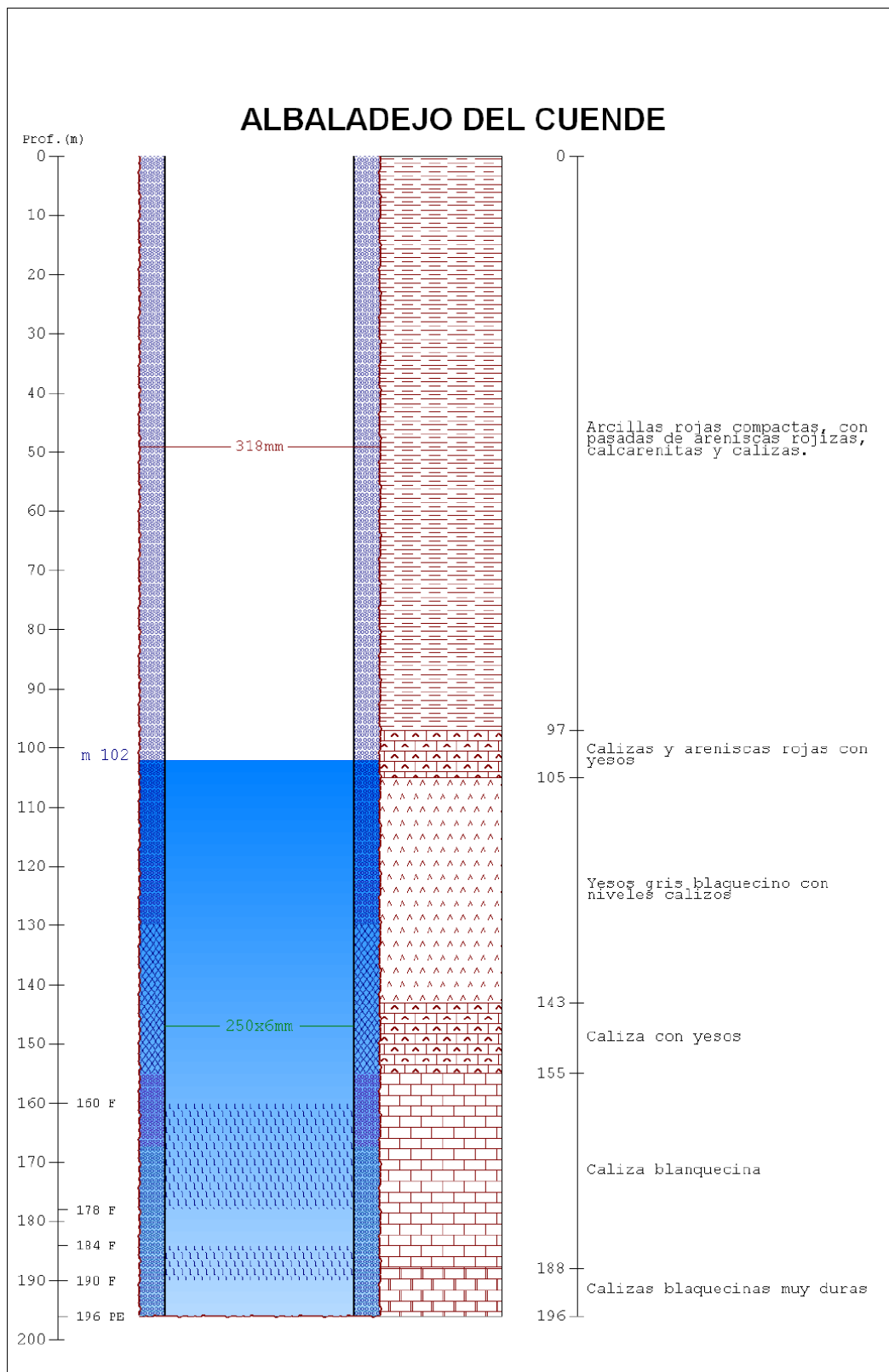


Figura 4. Perfil del sondeo Albaladejo del Cuende.

2.2.4. Hidroquímica

El agua del sondeo presenta una facies hidroquímica **sulfatada-bicarbonatada cálcica** con todos los componentes dentro de los límites que establece la legislación.

Se adjuntan los parámetros físico-químicos correspondientes al análisis de la muestra recogida en durante el ensayo de bombeo realizado y posteriormente analizada por el Laboratorio del IGME (Anexo III). Dichos valores han sido representados (Anexo I) en diferentes tipos de gráficos, con la finalidad de aportar una caracterización completa, debido a la elevada importancia de las aguas destinadas, en la actualidad o en un futuro próximo, para abastecimiento de población.

Resultados de la analítica

DQO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	mg/l
-	8	240	298	0	6	6	40	144	0	

pH	Cond	R.S. 180	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	F	CN	mg/l
7,23	710	515,6	<0,05	<0,05	<0,05	9,9	<0,5	<0,01	

Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Se	Cd	Hg	Pb	μg/l
<0,05	1,94	<15	<0,2	7,87	0,38	<0,5	<0,2	<0,5	<0,2	

Relaciones iónicas

Relaciones iónicas					
Mg/Ca	K/Na	Na/Ca	Na/Ca+Mg	Cl/HCO ₃	SO ₄ /Cl
0,46	0,00	0,04	0,02	0,05	22,14

Facies hidroquímica

Anionica	Cationica
SO ₄ HCO ₃	Ca

Tabla 1. Componentes químicos (en mg/L), conductividad (en μS/cm).

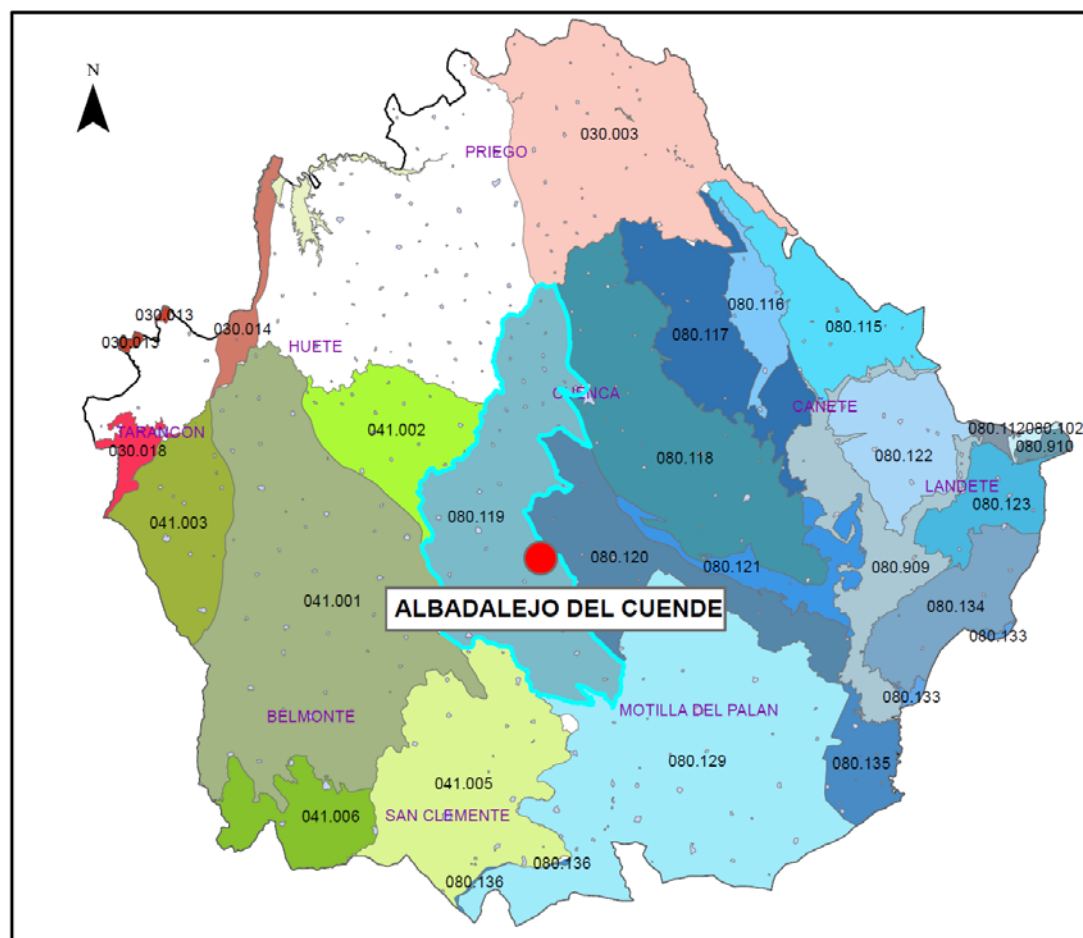
2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico el sondeo se ubica en el acuífero carbonatado en la **MASb 080.119**, llamada según la última delimitación de masas de agua subterránea de la Confederación Hidrográfica del Júcar, como “Jurásico de Alarcón” tal y como aparece en la cartografía de Masas de Agua Subterránea de la provincia de Cuenca. (Figura 5). La masa de agua tiene una extensión de 7.286 km².

El sondeo atraviesa materiales detríticos y carbonatados de edad Terciario (Oligoceno) hasta cortar materiales Cretácicos superior de edad Santoniense. El nivel acuífero se localiza en materiales carbonatados correspondientes al Cretácico Superior.

El funcionamiento hidrogeológico del entorno más próximo a la captación, está determinado por dos niveles freáticos distintos. Un nivel freático superior asociado a calizas terciarias, que es de donde se extrae el agua del manantial que abastece la localidad, y un nivel freático inferior asociado a las calizas del Cretácico superior que son las que hacen de nivel acuífero en los dos sondeos de la zona.

La profundidad del nivel piezométrico para el sondeo Albaladejo del Cuende es de 102 m, tal como se apreció tras la ejecución del sondeo.



MASb Tajo

- 030.003 Tajuña-Montes Universales
- 030.013 Aluvia del Tajo
- 030.014 Entrepeñas
- 030.018 Ocaña

MASb Guadiana

- 041.001 Sierra de Alomira
- 041.002 La Obispalía
- 041.003 Lillo-Quintanar
- 041.005 Rus-Valdelobos
- 041.006 Mancha Occidental II

MASb Júcar

- 080.136 Lezuza - El Jardín
- 080.102 Javalambre Occidental
- 080.112 Hoya de Teruel
- 080.115 Montes Universales
- 080.116 Triásico de Boniches
- 080.117 Jurásico de Uña
- 080.118 Cretácico de Cuenca Norte
- 080.119 Terciario de Alarcón
- 080.120 Cretácico de Cuenca Sur
- 080.121 Jurásico de Cardenete
- 080.122 Vallanca
- 080.123 Alpuente
- 080.129 Mancha Oriental
- 080.133 Requena - Utiel
- 080.134 Mira
- 080.135 Hoces del Cabriel
- 080.909 Impermeable o acuífero de interés local 09
- 080.910 Impermeable o acuífero de interés local 10

Figura 5. Masas de Agua Subterránea de la provincia de Cuenca.

2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo

Sondeos Leñador, s.l. realizó, el 18 de Noviembre de 2013, el ensayo de bombeo del sondeo Albaladejo del Cuende, de 196 m de profundidad. Se realizaron cuatro escalones de bombeo de 4 l/s, 8 l/s, 10 l/s y 12.9 l/s respectivamente, y la recuperación correspondiente, siendo esta superior al 90%. Los datos del aforo se muestran en el anexo II.

El **caudal de explotación** recomendado, teniendo en cuenta un bombeo continuado, es de 4 l/s, no obstante dicho caudal podrá incrementarse según las necesidades de demanda y en base a ello analizar el comportamiento del sondeo.

2.3. Resultados obtenidos

El sondeo de Albaladejo del Cuende se finalizó alcanzando una profundidad final de 196 m. Dicho sondeo se consideró positivo y, tras la prueba de bombeo se recomienda un caudal de explotación no superior de 4 L/s, siendo este superior al requerido.

Los parámetros hidráulicos obtenidos del ensayo de bombeo realizado (Figuras 6 y 7) han sido interpretados con el software AQUIFER TEST. Se ha obtenido la transmisividad para cada escalón aplicando el método gráfico de Cooper-Jacob (1946) para acuíferos confinados en régimen transitorio. La transmisividad media del acuífero es de 221,2 m²/día. A partir de este dato, se ha obtenido un valor de conductividad hidráulica de 6,7 m/día, teniendo en consideración que el acuífero tiene un espesor de 33 metros.

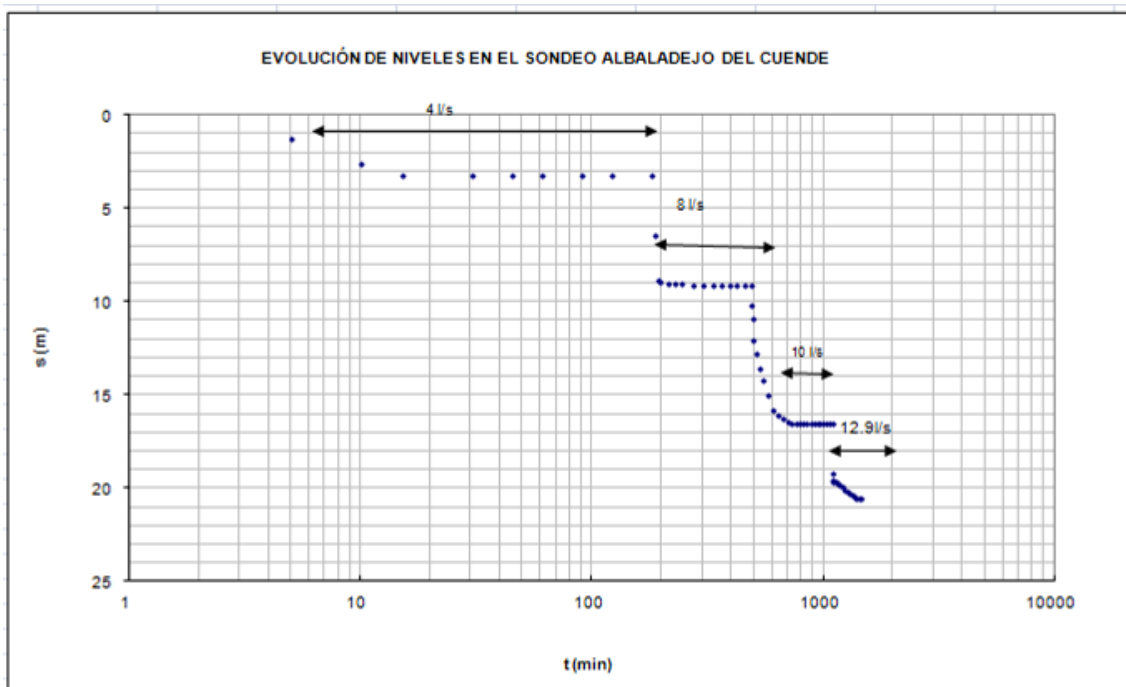


Figura 6. Evolución del nivel freático durante la realización del ensayo de bombeo.

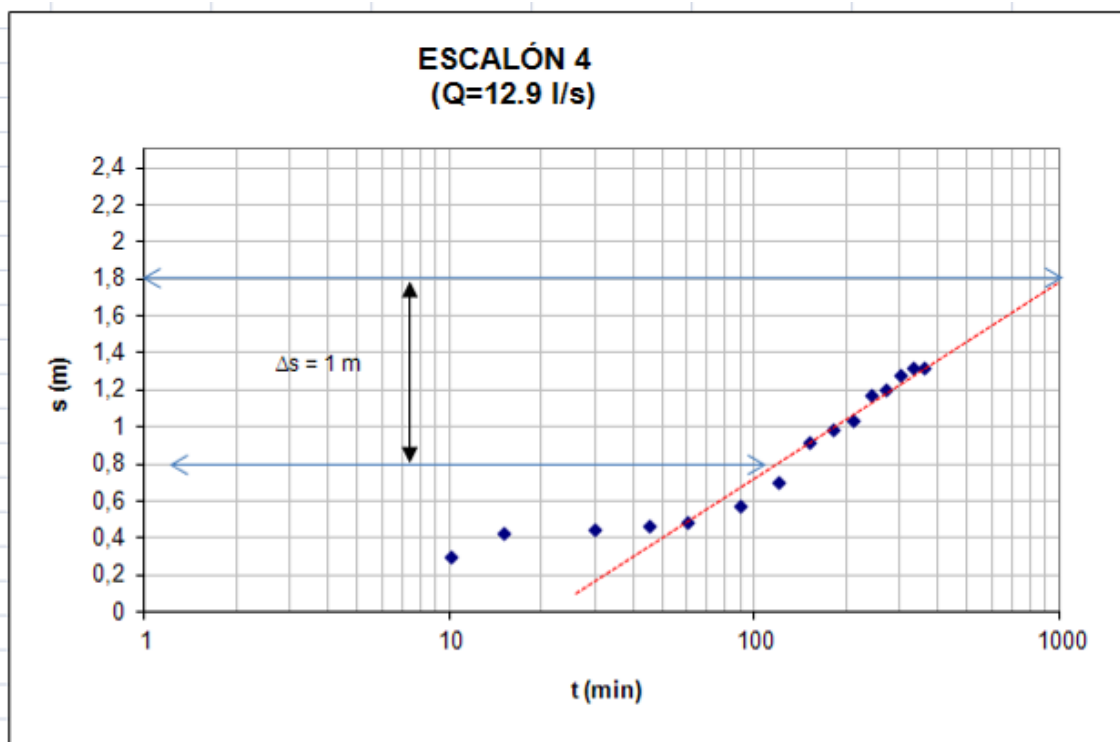


Figura 7. Método gráfico para el cálculo de la transmisividad del acuífero (Datos tomados del escalón 4 del ensayo de bombeo). Interpretación del ensayo de bombeo.

Se aporta, en los anexos, la analítica correspondiente a la muestra tomada durante el aforo. El agua del sondeo presenta una facies hidroquímica **sulfatada-bicarbonatada cálcica** con todos los componentes dentro de los límites que establece la legislación.

3. PROPUESTA DE LOS PERÍMETROS DE PROTECCIÓN

3.1. Marco hidrogeológico regional

La provincia de Cuenca participa de tres cuencas hidrográficas distintas: Guadiana, Júcar y Tajo, que a su vez quedan divididas en distintas Masas de Agua Subterránea (MASb) tal y como se muestra en la Figura 5. Albadalejo del Cuende está situada en la demarcación hidrográfica del Júcar, en el interior de la MASb 080.015: Serranía de Cuenca, la cual posteriormente fue dividida en 6 masas de agua quedando las captaciones de abastecimiento a Albadalejo del Cuende situadas en la masa de agua subterránea Jurásico de Alarcón (080.119).

La masa de agua subterránea Serranía de Cuenca, ocupa una extensión de 421.464 km², de los cuales 1.239 km² pertenecen a la masa de agua subterránea Jurásico de Uña delimitada posteriormente.

Comprende la Serranía de Cuenca y la Mancha conquense. Limita al S con las divisorias hidrográficas entre el río Gritos, vertiente aguas arriba de la presa de Alarcón, y el Guadazaon, vertiente al río Cabriel; con los ríos Ledaña, Valdemembra, arroyo Valhermoso vertientes al Júcar aguas abajo del embalse de Alarcón. Limita al N y O con el límite de cuenca entre el Júcar, Guadiana y Tajo. El límite oriental se define en los afloramientos de materiales triásicos desde la localidad de Cañete hasta el embalse de Contreras al SE. El límite NE se identifica con los Montes Universales.

Respecto a los límites de la masa de agua subterránea Serranía de Cuenca, el límite O y NO corresponde con la divisoria hidrográfica Júcar-Guadiana y Júcar-Tajo. Al E limita con los afloramientos triásicos de Cañetes, Villar de Humo y Las Minas, y en la mitad septentrional según el contacto del Triásico con el Jurásico de Montes Universales. El límite meridional corresponde

con las divisorias de aguas superficiales entre los ríos Gritos, Guadazaon, vertientes al río Cabriel y al río Júcar aguas arriba del embalse de Alarcón; con los ríos Ledaña, Valdemembra y arroyo Valhermoso vertientes al Júcar aguas abajo del embalse de Alarcón.

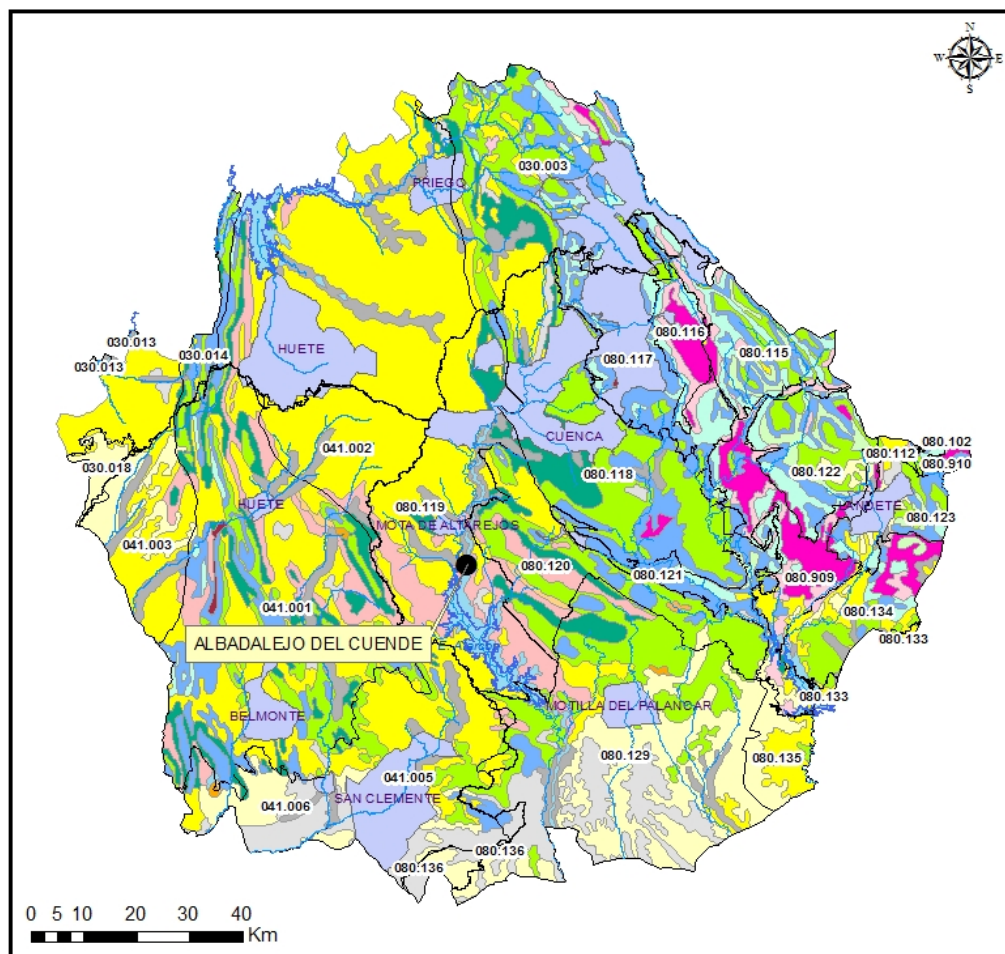
En referencia a sus características geológicas e hidrogeológicas, en el conjunto se identifican varios tramos acuíferos constituidos por materiales terciarios y cretácicos carbonatados, dos tramos carbonatados jurásicos separados por un conjunto margo-arcilloso, y un acuífero formado por dolomías, conglomerados y areniscas de edad triásica. Estas cinco formaciones acuíferas se encuentran separadas por tramos impermeables, y en total tienen espesores de más de 500 m. La geometría es compleja, afectada por una tectónica que puede provocar la desconexión de algunos tramos. En general los materiales se disponen en estructuras plegadas de dirección aproximada NO SE, en las que los núcleos anticlinales están formados por materiales mesozoicos, jurásicos y cretácicos; y los sinclinales rellenos de materiales oligocenos y miocenos.

La recarga se produce principalmente por infiltración del agua de lluvia aunque también existe una pequeña parte que se realiza por infiltración de cursos de aguas superficiales, mientras que la descarga se produce hacia los ríos y manantiales.

Los depósitos Jurásicos y Cretácicos calco-dolomíticos sobre los que se sitúa la zona de estudio son buenos acuíferos potenciales ya que tienen elevada permeabilidad debido a la fisuración y karstificación de los materiales que los componen.

3.2. Marco hidrogeológico local

El sondeo atraviesa materiales detríticos y carbonatados de edad Terciario (Oligoceno) hasta cortar materiales Cretácicos superior de edad Santoniense. El nivel acuífero se localiza en materiales carbonatados correspondientes al Cretácico Superior. El funcionamiento hidrogeológico del entorno más próximo a la captación, está determinado por dos niveles freáticos distintos. Un nivel freático superior asociado a calizas terciarias, que es de donde se extrae el agua del manantial que abastece la localidad, y un nivel freático inferior asociado a las calizas del Cretácico superior que son las que hacen de nivel acuífero en los dos sondeos de la zona.



Columna estratigráfica

MAS Júcar

- 080.138 Lezuza - El Jardín
- 080.102 Javalambre Occidental
- 080.112 Hoya de Teruel
- 080.115 Montes Universales
- 080.116 Triásico de Boniches
- 080.117 Jurásico de Uña
- 080.118 Cretácico de Cuenca Norte
- 080.119 Terciario de Alarcón
- 080.120 Cretácico de Cuenca Sur
- 080.121 Jurásico de Cardenete
- 080.122 Vallanca
- 080.123 Alpuente
- 080.129 Mancha Oriental
- 080.133 Requena - Utiel
- 080.134 Mira
- 080.135 Hoces del Cabriel
- 080.909 Impermeable o acuífero de interés local 09
- 080.910 Impermeable o acuífero de interés local 10

MAS Guadiana

- 041.001 Sierra de Altomira
- 041.002 La Obispaña
- 041.003 Lillo-Quintanar
- 041.005 Rus-Valdelobos
- 041.006 Mancha Occidental II

MAS Tajo

- 030.003 Tajuña-Montes Universales
- 030.013 Aluvial del Tajo
- 030.014 Entrepeñas
- 030.018 Ocaña

- MASA DE AGUA SUPERFICIAL
- Holoceno
- Pleistoceno
- Plioceno-Pleistoceno inferior
- Mioceno
- Oligoceno-Mioceno
- Eoceno-Oligoceno-Mioceno
- Paleoceno-Oligoceno-Mioceno
- Paleoceno-Eoceno
- Cretácico superior-Paleoceno-Eoceno
- Cretácico superior
- Cretácico inferior
- Jurásico superior
- Jurásico inferior
- Keuper
- Bunt Sandstein-Muschelkalk
- Ordovícico inferior

Figura 8. Geología y Masas de agua subterránea de la Provincia de Cuenca.

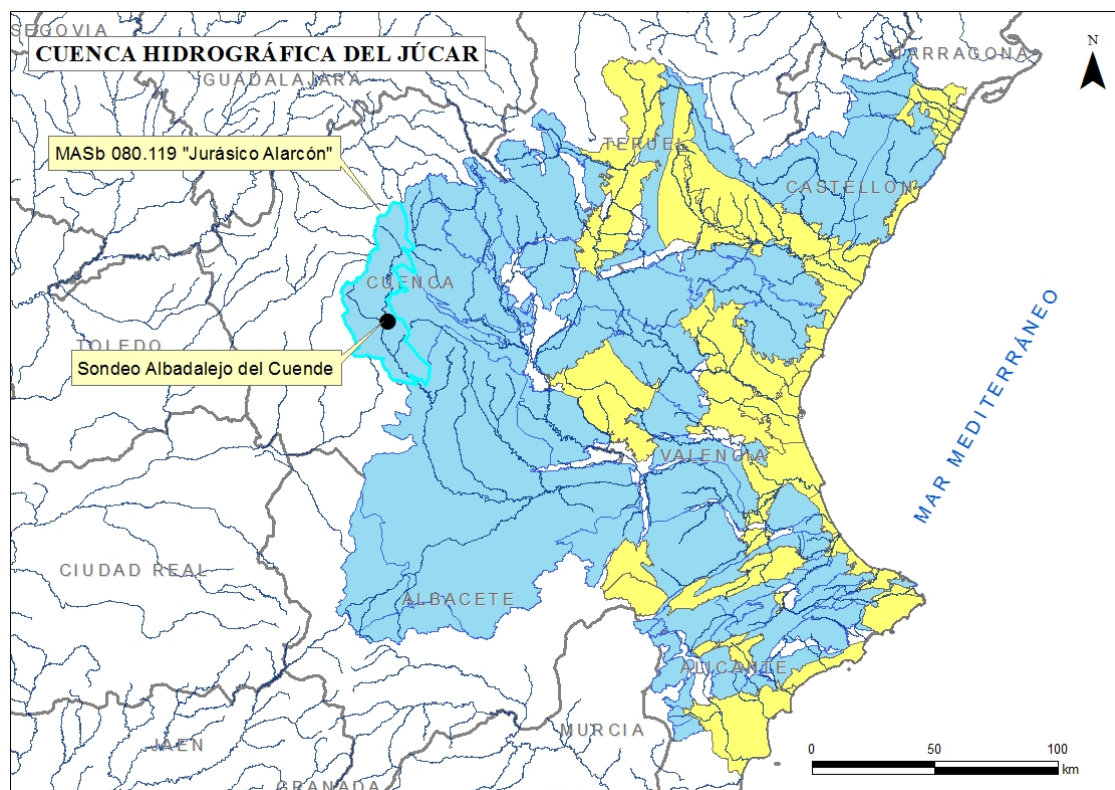


Figura 9. Cuenca Hidrográfica del Júcar y delimitación de sus Masas de Agua Subterránea.

3.3. Inventario de focos potenciales de contaminación

Tras la visita a la zona de campo por parte de técnicos del IGME en octubre y noviembre de 2013, y la información proporcionada por el propio ayuntamiento para valorar los focos potenciales de contaminación en las inmediaciones de la captación, que pudiesen influir negativamente en la calidad del agua de la misma y constituyan por tanto un riesgo potencial de contaminación, hay que indicar que en el entorno de este nuevo sondeo de abastecimiento es reseñable el pastoreo de ganado extensivo junto a la existencia de campos de vid y agricultura de secano, principalmente, cereal, en el área de recarga.

3.4. Estimación de la vulnerabilidad

Una de las metodologías más adecuadas para la determinación de la vulnerabilidad es la realización de una cartografía de vulnerabilidad. Para la realización de este apartado se ha considerado el método COP.

El método COP (Vías *et al.*, 2006) fue diseñado para evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos carbonatados a partir de tres factores: concentración de flujo (C), protección del agua subterránea (O) y precipitación (P). El método COP representa una interpretación integral de la propuesta europea contemplada en la Acción COST 620.

El factor O tiene en cuenta la capacidad de atenuación del contaminante ejercida por la zona no saturada en función de la textura y espesor de suelo, la litología, el espesor de la zona no saturada y el grado de confinamiento del acuífero. El factor C es específico de acuíferos carbonatados y considera dos escenarios posibles, por un lado diferencia las zonas de infiltración preferencial del acuífero donde la existencia de conductos y velocidades elevadas de flujo provocan un aumento de la vulnerabilidad, y por otro las áreas donde se produce una infiltración difusa sin una concentración significativa de los flujos del agua de recarga. Para evaluar el factor P hay que tener en cuenta tanto la cantidad como la intensidad de las precipitaciones.

El índice COP se calcula mediante el producto de los tres factores. Sus valores varían entre 0 y 15 y se agrupan en cinco clases de vulnerabilidad, de manera que los índices más bajos indican máxima vulnerabilidad (Figura 10).

Según este método se obtiene una vulnerabilidad a la contaminación moderada y baja en la zona donde se ubica el sondeo, si bien hay que revelar la existencia de zonas de vulnerabilidad alta en su zona de alimentación.

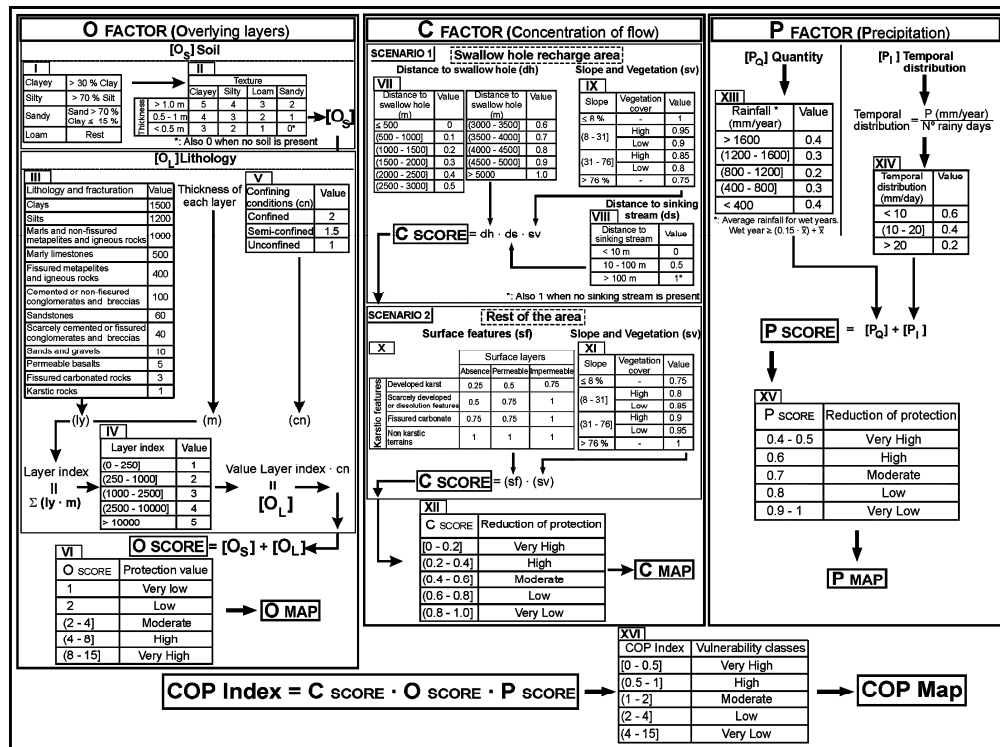


Figura 10. Esquema de la valoración del índice COP.

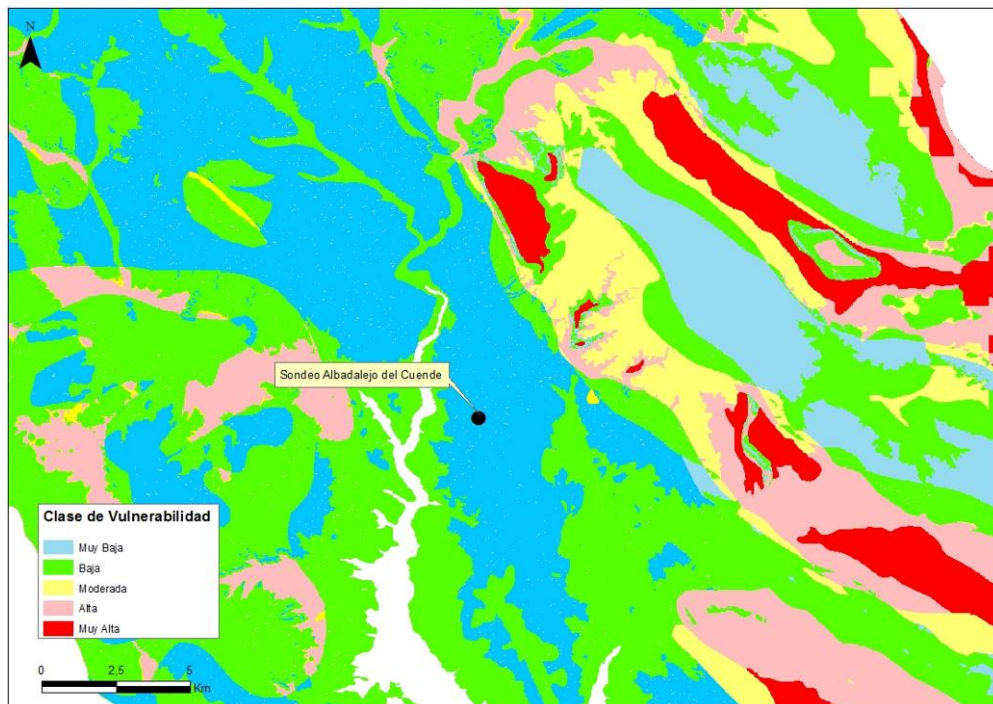


Figura 11. Cartografía de vulnerabilidad según el método COP.

3.5. Perímetro de protección de las captaciones

La delimitación de zonas de protección de las captaciones para abastecimiento urbano se viene revelando como práctica fundamental para asegurar tanto la calidad del agua suministrada a la población como la gestión sostenible del recurso agua.

En el presente documento se proponen el perímetro de protección en torno a la nueva captación construida para el abastecimiento de Albadalejo del Cuende, para proteger tanto la **calidad** como la **cantidad** de agua necesaria para satisfacer la demanda. En el primer caso, la protección tiene en cuenta la contaminación puntual o difusa que pudiera poner en riesgo la calidad del agua del abastecimiento, y en el segundo caso, la protección considera la afección provocada por otros pozos o por bombeos intensos no compatibles con el sostenimiento de los acuíferos.

Para lograr ambos objetivos se suele recomendar el diseño de un perímetro dividido en tres zonas de protección en función de distintos criterios, los cuales habrá que establecer para cada caso.

La definición de los perímetros de protección de la captación se basa fundamentalmente en **criterios hidrogeológicos y análisis de vulnerabilidad a la contaminación**, apoyándose además habitualmente en los cálculos realizados siguiendo el **método de Wyssling**, que tiene en cuenta el tiempo de tránsito. Este método permite evaluar el tiempo que un contaminante tardaría en llegar a la captación que se quiere proteger.

Como resultado se obtiene una zonación dentro del perímetro de protección de las distintas captaciones en tres zonas las cuales contarán con restricciones de uso tanto mayor cuanto más próximas se encuentren a la captación:

- Zona inmediata o de restricciones absolutas: el criterio de delimitación suele ser un tiempo de tránsito de 1 día o un área fija de unos 100 m². Estará vallada para impedir el acceso de personal no autorizado a las captaciones.
- Zona próxima o de restricciones máximas: se dimensiona generalmente en función de un tiempo de tránsito de 50 días. Protege de la contaminación microbiológica. Puede

delimitarse también empleando criterios hidrogeológicos combinado con el análisis de la vulnerabilidad y en algunos casos se usa también un criterio de descenso del nivel piezométrico o el poder autodepurador del terreno.

- Zona alejada o de restricciones moderadas: el criterio más utilizado para su dimensionado es un tiempo de tránsito de varios años, en función de los focos contaminantes, criterios hidrogeológicos combinado con el análisis de la vulnerabilidad o ambos. Su objetivo es proteger la captación frente a contaminantes de larga persistencia.

La aplicación de métodos hidrogeológicos, exclusivamente, delimitaría el área de alimentación de cada captación, pero no permite su subdivisión en diferentes zonas, como sí lo posibilita el empleo de métodos que consideran el tiempo de tránsito o la combinación de métodos hidrogeológicos con el análisis de la vulnerabilidad, lo que favorece la regulación de actividades en el entorno de la captación.

Con la combinación de ambos métodos, la definición del perímetro de protección permite asegurar que la contaminación será inactivada en el trayecto entre el punto de vertido y el lugar de extracción del agua subterránea y, al mismo tiempo, en el caso de contaminantes de larga persistencia se proporciona un tiempo de reacción que permita el empleo de otras fuentes de abastecimiento alternativas, hasta que el efecto de la posible contaminación se reduce a niveles tolerables.

Las características hidrogeológicas del acuífero captado y los valores de sus parámetros hidráulicos representativos, obtenidos del ensayo de bombeo efectuado en el mismo, hacen poco apropiado en este caso el método de Wyssling por lo que las diferentes zonas se definirán en base al análisis hidrogeológico combinado con la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación.

3.5.1 Zona de restricciones absolutas

La **zona de restricciones absolutas** tiene como objeto impedir el acceso de personal no autorizado a las captaciones así como la realización de cualquier actividad ya que repercutiría directamente en la propia captación.

Por ello para proteger la propia captación y sus proximidades se recomienda la construcción de una caseta, el cierre de la cabeza de la tubería del sondeo y la instalación de un drenaje perimetral con una leve inclinación para la circulación de agua hacia fuera del sondeo. Sus dimensiones serían las indicadas en la tabla 2 y figura 12 que corresponden a un rectángulo de aproximadamente 25m x 25m. En esta zona se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación.



Figura 12. Mapa de la propuesta de zona de restricciones absolutas del perímetro de protección en el sondeo nuevo de Albadalejo del Cuende.

3.5.2 Zona de restricciones máximas

Para determinar **la zona de restricciones máximas** se emplearán criterios hidrogeológicos así como el análisis de la vulnerabilidad a la contaminación.

Se delimitará como zona de restricciones máximas (figura 13), una superficie poligonal con el eje mayor en la dirección principal del flujo subterráneo que se extenderá por las zonas de vulnerabilidad moderada incluyéndose también las zonas de vulnerabilidad alta y muy alta más próxima del área de alimentación de la captación. Hay que reseñar que la vulnerabilidad muy baja de los materiales existentes en el entorno de la captación y hacia el noreste del área de alimentación de la misma, así como su elevada potencia, superior a 100 metros, protegen ante cualquier eventual contaminación hasta el afloramiento de los materiales carbonatados que si requieren protección. Esta será idéntica a la ya propuesta para la antigua captación de abastecimiento. No existe por ello continuidad física entre la zona de restricciones absolutas y la zona de restricciones máximas. Las coordenadas de dicho perímetro se encuentran en la Tabla 2. Dentro de este perímetro sólo quedan englobados los excrementos de ganadería extensiva y campos de cultivos.

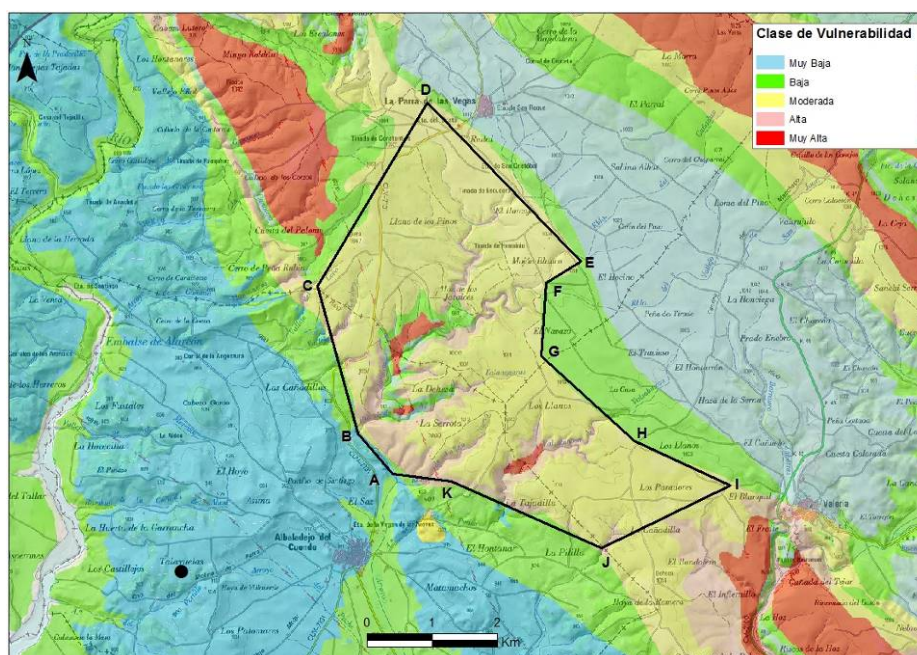


Figura 13. Mapa de la propuesta de zona de restricciones máximas del perímetro de protección en el sondeo nuevo de Albadalejo del Cuende.

3.5.3 Zona de restricciones moderadas

Para determinar la **zona de restricciones moderadas** se emplearán criterios hidrogeológicos así como el análisis de la vulnerabilidad a la contaminación.

La poligonal delimitada incluye las zonas de vulnerabilidad a la contaminación moderada, alta y muy alta cartografiada dentro del área de alimentación de la captación y coincide con la ya propuesta para las antiguas captaciones de abastecimiento. Se extiende desde el final de la zona de restricciones máximas hasta los límites incluidos en la figura 14. Sus coordenadas se encuentran en la Tabla 2.

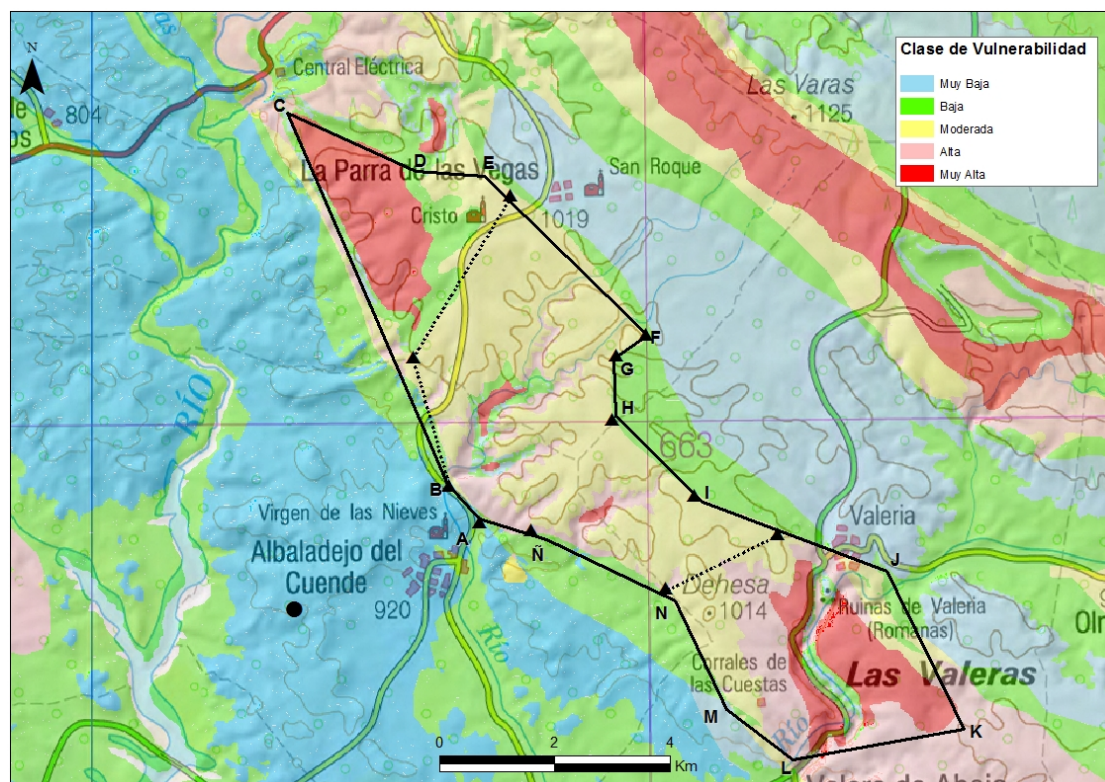


Figura 14. Mapa de la propuesta de zona de restricciones moderadas del perímetro de protección en el sondeo nuevo de Albadalejo del Cuende. En discontinuo el límite de la zona de restricciones máximas.

3.5.4 *Perímetro de protección de la cantidad*

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

Para la protección de la captación del sondeo se calcula el descenso en el nivel piezométrico que podrían provocar sondeos situados a determinadas distancias.

Para los cálculos de descensos se utiliza la fórmula de Jacob:

$$D = \frac{0.183}{T} Q \log \frac{2.25Tt}{r^2 S}$$

D = Descenso del nivel piezométrico

T = Transmisividad = 221,2 m²/día

Q = Caudal (caudal máximo de la captación a proteger: 4 l/s) = 345,6 m³/día

t = Tiempo de bombeo (120 días)

r = Distancia al sondeo de captación (1.000 m)

S = Coeficiente de almacenamiento = 0.05

Con los datos indicados se obtiene que el descenso del nivel piezométrico que provocaría un sondeo que capte los materiales cretácicos y que explote 4 l/s durante 120 días continuados, situado a 1.000 m de distancia de la captación sería de 0,02 metros. En base a los datos calculados, se delimita una zona de protección de la captación con un radio de 1.000 metros al considerarse el descenso producido perfectamente asumible. Su representación cartográfica se puede observar en la Figura 15.

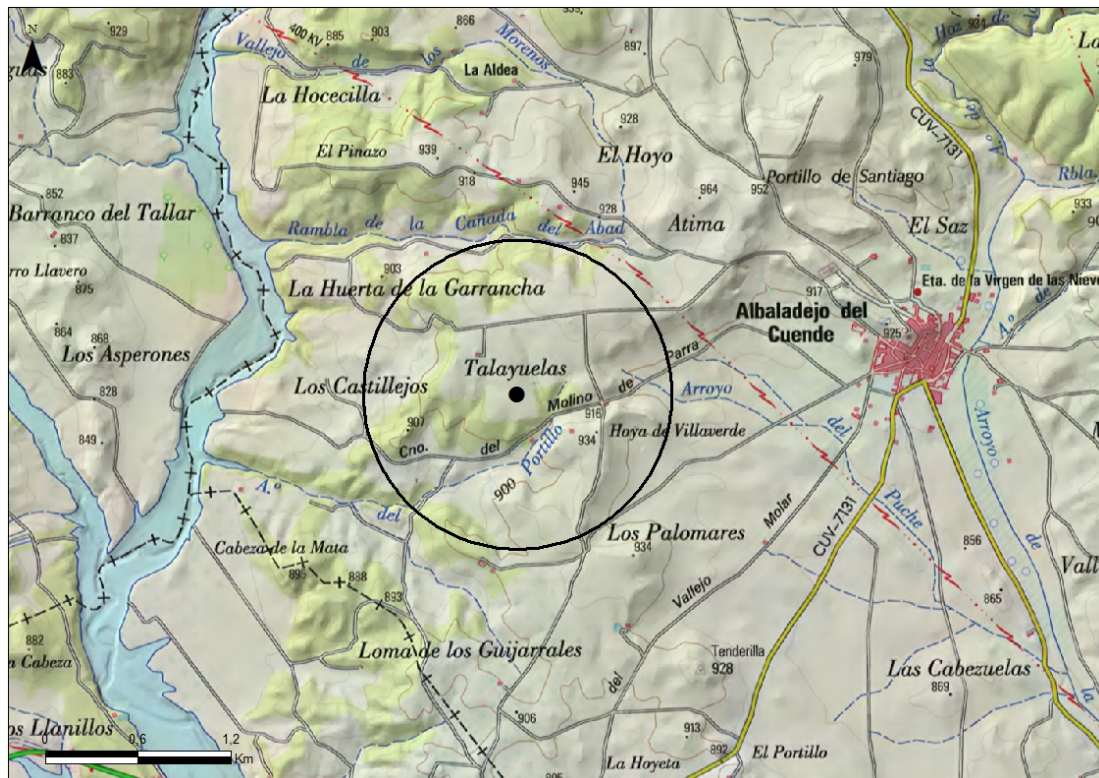


Figura 15. Perímetros de protección de la cantidad en el sondeo nuevo de Albadalejo del Cuende

	Nº PUNTO	Sondeo Nuevo	
		UTM_X	UTM_Y
ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	A	563.485	4.406.548
	B	563.508	4.406.548
	C	563.485	4.406.528
	D	563.508	4.406.528
ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	A	566.717	4.408.060
	B	566.186	4.408.697
	C	565.567	4.410.926
	D	567.247	4.413.738
	E	569.600	4.411.315
	F	569.069	4.410.961
	G	569.016	4.409.847
	H	570.432	4.408.520
	I	571.882	4.407.865
	J	569.936	4.406.910
	K	567.601	4.407.919
ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	A	566.717	4.408.060
	B	566.186	4.408.697
	C	563.460	4.415.228
	D	565.598	4.414.122
	E	569.600	4.411.315
	F	569.069	4.410.961
	G	569.016	4.409.847
	H	570.432	4.408.520
	I	571.882	4.407.865
	J	573.792	4.407.178
	K	575.066	4.404.463
	L	572.110	4.403.934
	M	570.933	4.404.823
	N	570.092	4.406.697
	Ñ	567.601	4.407.919

Tabla 2. Coordenadas UTM propuestas para los distintos perímetros de protección del sondeo.

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la Tabla 3.

ACTIVIDAD	ZR. ABSOLUTAS	ZR. MÁXIMAS	ZR.MODERADAS
AGRICULTURA Y GANADERÍA			
Uso de fertilizantes y pesticidas	P	P	S
Uso de herbicidas	P	P	S
Almacenamiento de estiércol	P	P	S
Granjas porcinas y de vacuno	P	P	S
Granjas de aves y conejos	P	P	S
Ganadería extensiva	P	S	A
Aplicación de purines porcinos y vacunos estabilizados por compostaje	P	P	P
Depósitos de balsas de purines	P	P	P
Almacenamiento de materias fermentables para alimentación del ganado	P	P	S
Silos	P	P	S
RESIDUOS SÓLIDOS			
Vertederos incontrolados de cualquier naturaleza	P	P	P
Vertederos controlados de residuos sólidos urbanos	P	P	S
Vertederos controlados de residuos inertes	P	S	S
Vertederos controlados de residuos peligrosos	P	P	P
VERTIDOS LÍQUIDOS			
Aguas residuales urbanas	P	P	P
Aguas residuales con tratamiento primario, secundario y terciario	P	P	S
Aguas residuales industriales	P	P	P
Fosas sépticas, pozos negros o balsas de aguas negras	P	P	S
Estaciones depuradoras de aguas residuales	P	P	S
ACTIVIDADES INDUSTRIALES			
Asentamientos industriales	P	P	P
Canteras y minas	P	P	P
Almacenamiento de hidrocarburos	P	P	P
Conducciones de hidrocarburos	P	P	P
Depósitos de productos radiactivos	P	P	P
Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	P	P	P
OTROS			
Cementerios	P	P	P
Campings, zonas deportivas y piscinas públicas	P	P	S
Ejecución de nuevas perforaciones o pozos no destinados para abastecimiento	P	P	S

A: Actividad aceptable

S: Actividad sujeta a condicionantes

P: Actividad no autorizada

Tabla 3. Definición de las actividades restringidas o prohibidas dentro del perímetro de protección.

En el caso de propuesta de perforación de nuevos sondeos, éstos deberán estar supeditados a la

presentación de un estudio hidrogeológico en el que se contemple la inexistencia de afección del sondeo a la captación municipal. Si se autoriza, será necesario el correspondiente informe final de obras con ensayo de bombeo y adecuación de los sondeos para su medida periódica de niveles piezométricos. Asimismo será necesario el equipamiento de contadores para determinar y en su caso regular el caudal extraído.

Las restricciones de diversas actividades en el ámbito de los perímetros de protección definidos (zona de restricciones absolutas, zona de restricciones máximas y zona de restricciones moderadas) limitado por las coordenadas reseñadas en la tabla 2 serán las indicadas en la tabla 3 para garantizar la calidad del agua de consumo humano objeto del presente informe.

Madrid, enero de 2014



Fdo. Carlos Martínez Navarrete
Asistencia Técnica: Alberto Jiménez Madrid (CRN Consultores)
M^a Jesús Minaya Ovejeros (CRN Consultores)

4. BIBLIOGRAFÍA

Mapa geológico E 1:50.000 nº 662 "Valverde del Júcar". Memoria e informe hidrogeológico complementario.

IGME (2013). Propuesta de perímetro de protección de las captaciones para abastecimiento de Albadalejo del Cuende (Cuenca).

IGME (2012). Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento público de agua potable a la localidad de Albadalejo del Cuende (Cuenca).

IGME (2009). Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de las masas de agua subterránea intercomunitarias. Masas carbonatadas demarcación hidrográfica del Guadiana. Acuerdo para la encomienda de gestión por el Ministerio de Medio Ambiente (Dirección General del Agua), al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), del Ministerio de Educación y Ciencia, para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.

IGME (2003): Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano: metodología y aplicación al territorio. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 276 páginas. Martínez Navarrete, C. y García García, A.

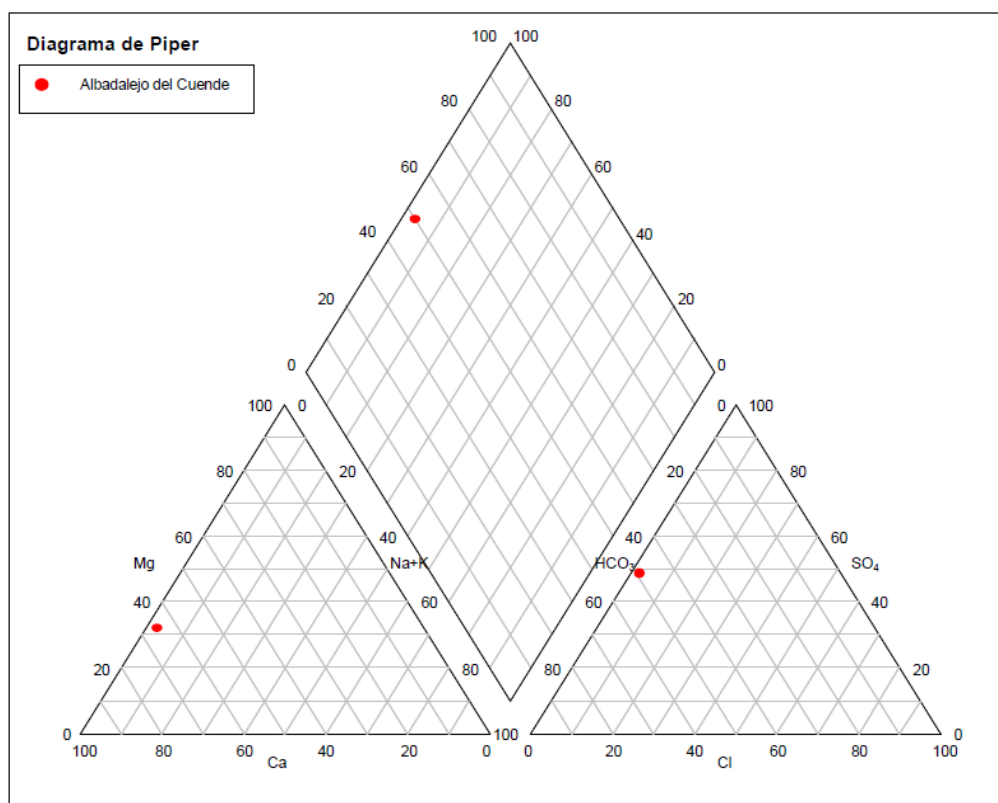
IGME (1984): Pozos y acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo. Iglesias, A; Villanueva, M.

Vías, J.M., Andreo, B., Perles, M.J., Carrasco, F., Vadillo, I. y Jiménez P. (2006): Proposed method for groundwater vulnerability mapping in carbonate (karstic) aquifers: the COP method. Application in two pilot sites in Southern Spain. Hydrogeology Journal, 14: 912-925.

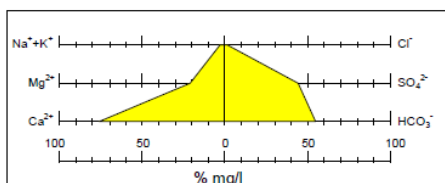
ANEXO I

Representaciones hidroquímicas

Piper- Hill-Langelier

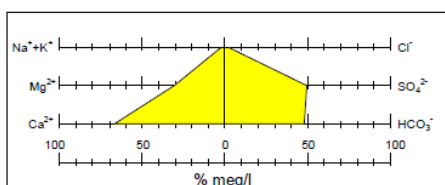


Stiff



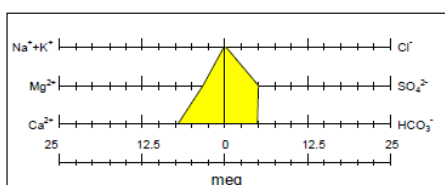
	mg/l	meq/l	%mg/l
Na+K	6	0,26	3,16
Mg	40	3,29	21,05
Ca	144	7,19	75,79

	mg/l	meq/l	%mg/l
Cl	8	0,23	1,47
SO4	240	5,00	43,96
HCO3	298	4,88	54,58



	mg/l	meq/l	%meq/l
Na+K	6	0,26	2,43
Mg	40	3,29	30,65
Ca	144	7,19	66,92

	mg/l	meq/l	%meq/l
Cl	8	0,23	2,23
SO4	240	5,00	49,44
HCO3	298	4,88	48,33



	mg/l	meq/l
Na+K	6	0,26
Mg	40	3,29
Ca	144	7,19

	mg/l	meq/l
Cl	8	0,23
SO4	240	5,00
HCO3	298	4,88

Schoeller

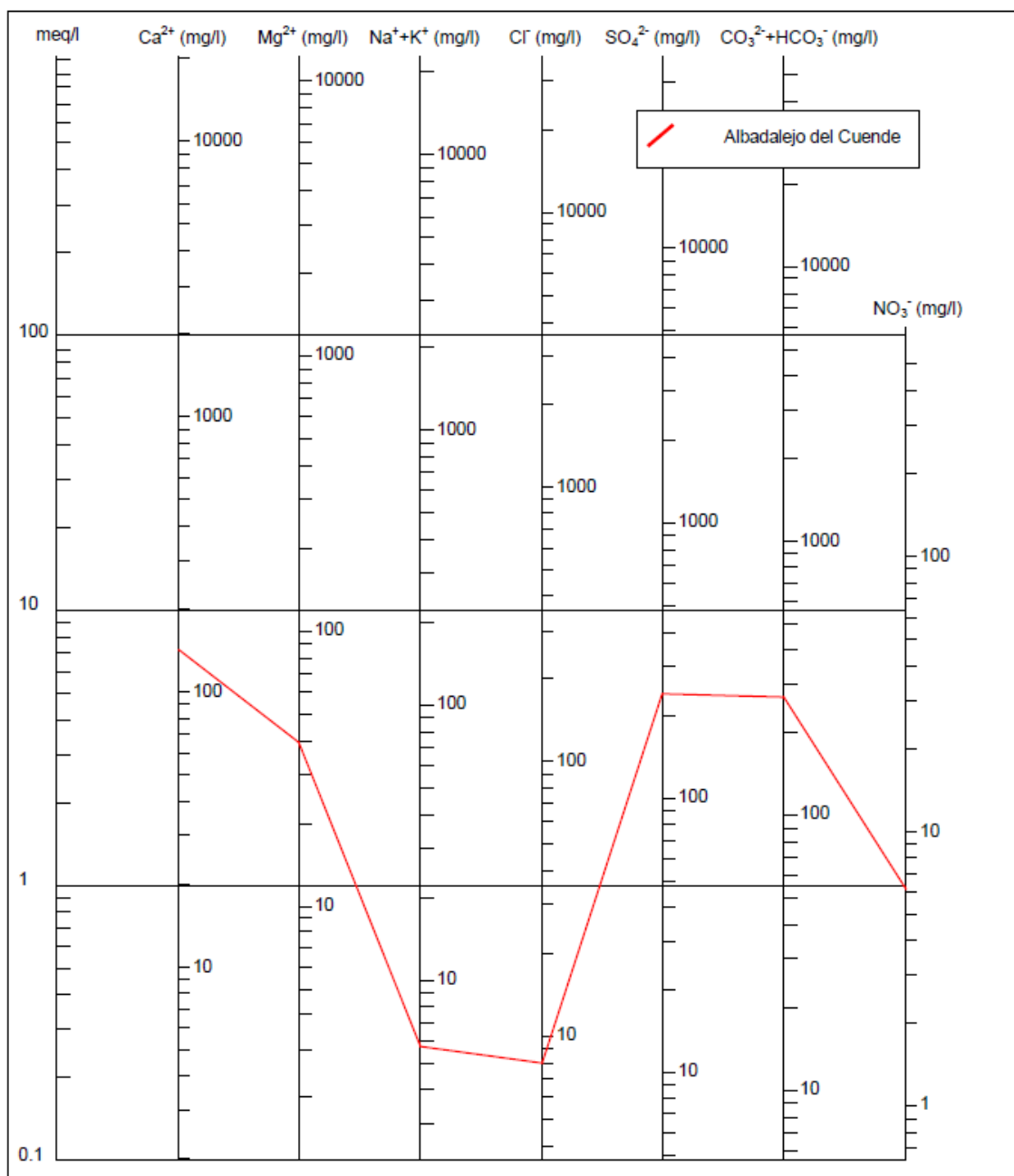


Gráfico de Potabilidad

INFORME APTITUD AGUA DE CONSUMO

Parámetros físico-químicos

	Límite	Valor	Alerta
Arsénico	10 µ/l	0,38	
Boro	1 mg/l		
Cadmio	5 µg/l		
Cianuro	50 µg/l		
Cobre	2 mg/l		
Cromo	50 µg/l		
Fluoruro	1.5 mg/l		
Mercurio	1 µg/l		
Níquel	20 µg/l		
Nitrato	50 mg/l	6	
Nitrito	0.5 mg/l	<0,05	
Plomo	25 µg/l	<0,2	
Selenio	10 µg/l	<0,5	

Parámetros indicadores

	Límite	Valor	Alerta
Aluminio	200 µg/l		
Cloruro	250 mg/l	8	
C.E.	2500 µS/cm	710	
Hierro	200 µg/l	15	
Manganeso	50 µg/l	1,94	
Oxidabilidad	5 mg O ₂ /l	0,5	
pH	6.5 -9.5	7,23	
Sodio	200 mg/l	6	
Sulfato	250 mg/l	240	

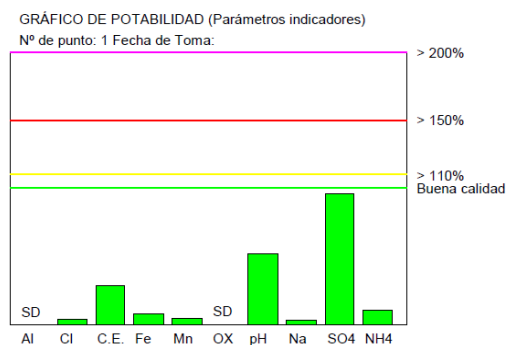
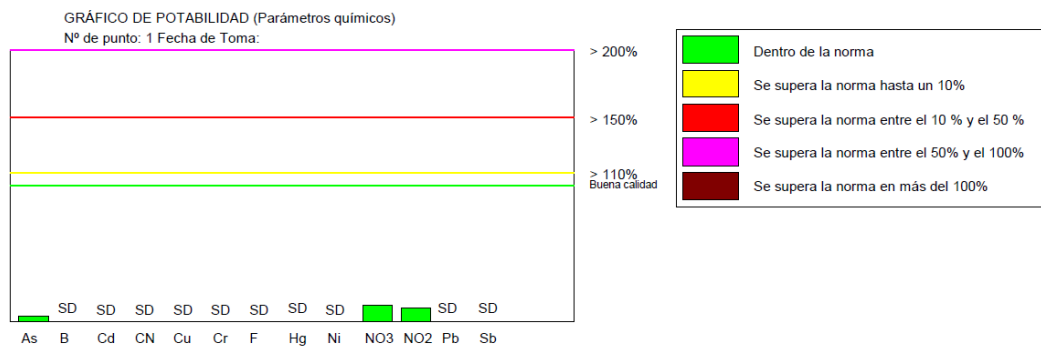
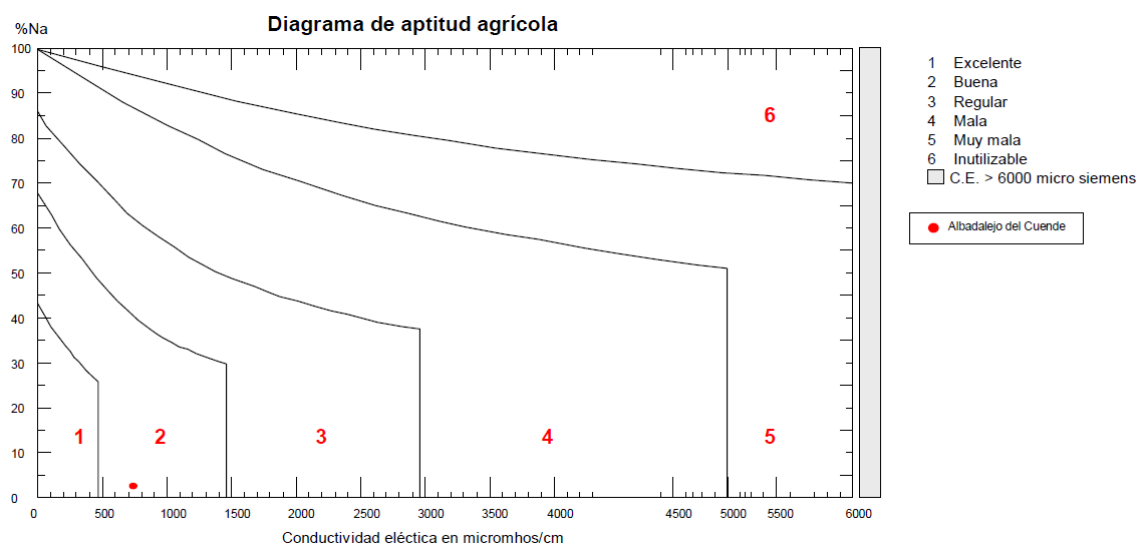


Diagrama de aptitud agrícola



ANEXO II

Ensayo de Bombeo

ALBADALEJO DEL CUENDE
BOMBA MONTADA A 170M
NIVEL DE AGUA AL ARRANQUE 102M

4L/S	
HORA	NIVEL
14:00	102M
14:05	103,10M
14:10	104,50M
14:15	105,10M
14:30	105,15M
14:45	105,15M
15:00	105,15M
15:30	105,15M
16:00	105,15M
17:00	105,15M

ESTABILIZADO

8L/S	
HORA	NIVEL
17:05	108,3M
17:10	110,7M
17:15	110,85M
17:30	110,9M
17:45	110,9M
18:00	110,9M
18:30	111M
19:00	111M
19:30	111,02M
20:00	111,02M
20:30	111,02M
21:00	111,03M
21:30	111,03M
22:00	111,03M

ESTABILIZADO

10L/S	
HORA	NIVEL
22:05	112,1M
22:10	112,80M
22:15	113,9M
22:30	114,7M
22:45	115,45M
23:00	116,10M
23:30	116,9M
0:00	117,65M
0:30	117,95M
1:00	118,15M
1:30	118,28M
2:00	118,4M
2:30	118,4M
3:00	118,4M
3:30	118,4M
4:00	118,4M
4:30	118,4M
5:00	118,4M
5:30	118,4M
6:00	118,4M
6:30	118,4M
7:00	118,4M
7:30	118,4M
8:00	118,4M

ESTABILIZADO

12,9L/S	
HORA	NIVEL
8:05	121,10M
8:10	121,4M
8:15	121,53M
8:30	121,55M
8:45	121,57M
9:00	121,59M
9:30	121,68M
10:00	121,81M
10:30	122,02M
11:00	122,09M
11:30	122,14M
12:00	122,28M
12:30	122,31M
13:00	122,39M
13:30	122,43M
14:00	122,43M

ESTABILIZADO

ANEXO III

Resultados analíticos



Informe N°	13/0401
Referencia de Laboratorio	4684-1
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	CUENCA-1
Fecha de entrega a Laboratorio	02/12/2013
Proyecto N°	35300320

De Laboratorio Aguas a Dirección de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Nombre Muestra	Nº Registro	F. de toma	Minutos	Profundidad	F. Terminación	Num. Muestra
ALBADALEJO DEL CUENDE		15/11/2013			15/01/2014	1

Físico-Químicos (*):

Oxidab. al MnO4K (mg/L)
0,5

Conductividad 20° (µS/cm)
710

pH (Unid. pH)
7,23

R. S. 180° (mg/L)
515,6

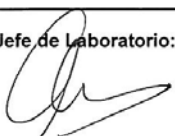
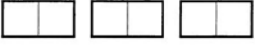
R. S. 260° (mg/L)

Mayoritarios (mg/L):

Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
6	0	144	40	8	240	298
CO ₃	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	
0	6	<0,05	<0,05	<0,05	9,9	

Metales (µg/L):

Ag	Al	As	Boro	Ba	Be	Cd	Co	Cr
		0,38				< 0,2		< 0,05
Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb
< 0,2	< 15	< 0,5		1,94			< 0,2	
Se	Sr	Ta	Th	Ti	U	V	Zn	
< 0,5							7,87	

La Jefe de Laboratorio:	RECIBIDO D.A.S.	Vº Bº
		

(*) Las determinaciones serán expresadas en mg/l, excepto Conductividad (µS/cm) y pH (unidades de pH).
Valor = 0,00 es inferior a su límite de determinación.

OBSERVACIONES:

NO SE APRECIAN SULFUROS EN NINGUNA MUESTRA

Informe N°	13/0401
Referencia de Laboratorio	4684-1
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	CUENCA-1
Fecha de entrega a Laboratorio	02/12/2013
Proyecto N°	35300320

De Laboratorio Aguas a Dirección de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Nombre Muestra	N° Registro	F. de toma	Minutos	Profundidad	F. Terminación	Num. Muestra
ALBADALEJO DEL CUENDE		15/11/2013			15/01/2014	1

Específicos (*):

Fluoruro (mg/L)	CN (mg/L)	Sulfuros (mg/L)	Fenoles (mg/L)	Detergentes (mg/L)	CO2 (mg/L)
<0,5	<0,01				
Materias en suspensión (mg/L)	Dureza (mg/L)	COT (mg/L)	CT (mg/L)	IC (mg/L)	Bromato (mg/L)
Bromuro (mg/L)	N org (mg/L)	Cloruro cromatogr. iónica (mg/L)	Cl/Br	Color (UC)	Turbidez (UNF)

Nitrógeno Total

Isótopos (Bq/L):

Radalfa	Erradalfa	Radbeta	Erradbeta	Titrio
---------	-----------	---------	-----------	--------

La Jefe de Laboratorio:	RECIBIDO D.A.S.	Vº Bº
		

(*) Las determinaciones serán expresadas en mg/L, excepto Cl/Br, Color (UC) y Turbidez (UNF).
Valor = 0,00 es inferior a su límite de determinación.

OBSERVACIONES:

NO SE APRECIAN SULFUROS EN NINGUNA MUESTRA

