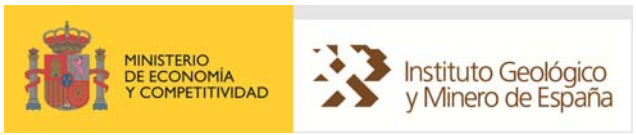


PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DE LA CAPTACIÓN PARA ABASTECIMIENTO DE **YÉMEDA** (CUENCA)

Diciembre 2012

ÍNDICE

1. Introducción

1.1 Ubicación

1.2 Situación actual de abastecimiento

2. Estudios previos

2.1. Marco geológico

2.2 Marco hidrogeológico regional

3. Propuesta de perímetro de protección

3.1. Inventario de potenciales focos de contaminación

3.2 Estimación de la vulnerabilidad

3.3. Perímetro de protección de las captaciones

3.3.1 Perímetro de restricciones absolutas

3.3.2 Perímetro de restricciones máximas

3.3.3 Perímetro de restricciones moderadas

3.3.4 Perímetro de protección de la cantidad

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del convenio de asistencia técnica suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Excma. Diputación Provincial de Cuenca, se redacta el presente informe en el que se establece el perímetro de protección de la captación de Yémeda, cuyas características se muestran a continuación.

1.1. Ubicación

Yémeda es una localidad conquense situada en la Serranía Baja. Situada a 64 km de Cuenca y a unos 20 km de Carboneras de Guadazaón. La situación geográfica del municipio se muestra en la Figura 1.

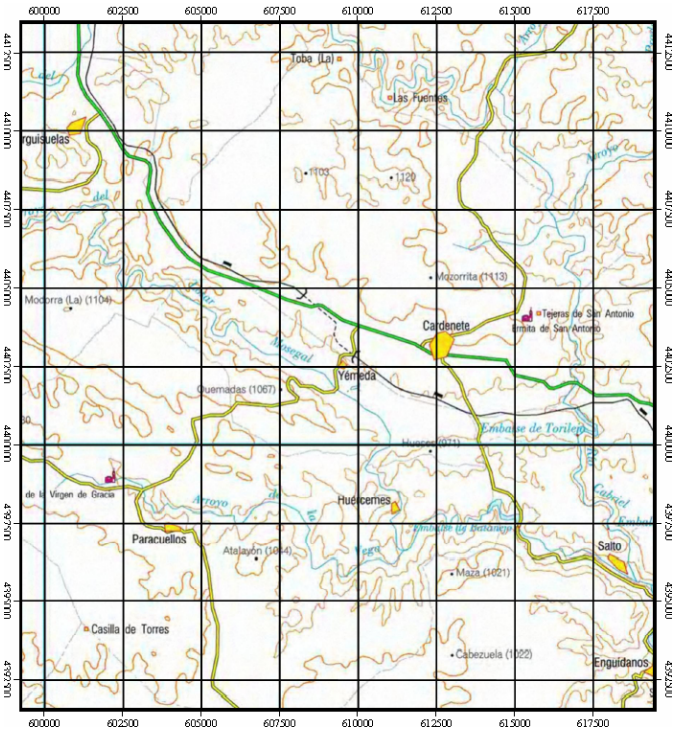


Figura 1. Ubicación de la localidad de Yémeda.

1.2 Situación actual de abastecimiento

La localidad de Yémeda se ha abastecido tradicionalmente de un manantial y de un sondeo de unos 62 m de profundidad, perforado en 1997, según información verbal de los vecinos. En 2012 se realizó un nuevo sondeo de 237 m de profundidad, debido a la alta concentración del ión hierro y al mal estado en el que se encontraba.

Las características de la captación, junto con la situación del sondeo de reciente ejecución son las que se muestran en la siguiente Tabla:

CAPTACIÓN	UTM X	UTM Y	Q (l/s)	Prof (m)	año
S-viejo	609768	4403887	2 *	62	1997
S-nuevo	609775	4403883	4	237	2012

* Dato estimado.

Tabla 1. Características de la actual captación de abastecimiento de Yémeda.

En el gráfico adjunto se muestra la situación correspondiente a los dos sondeos de abastecimiento.

Figura 2. Ubicación de los sondeos de abastecimiento.

2. ESTUDIOS PREVIOS

2.1. Marco geológico

La zona de estudio se ubica en el borde suroccidental de la Cordillera Ibérica, al sur de la Serranía de Cuenca.

Los materiales geológicos que se disponen próximos a las localidades de Yémeda y Cardenete abarcan desde el Triásico (Buntsandstein medio) al Cuaternario, tal como se muestra en la figura 3.

La disposición de los materiales es en forma de anticlinal, situándose en el núcleo los materiales triásico-jurásicos a su alrededor los materiales cretácicos y a modo de cobertera los sedimentos del Terciario y Cuaternario.

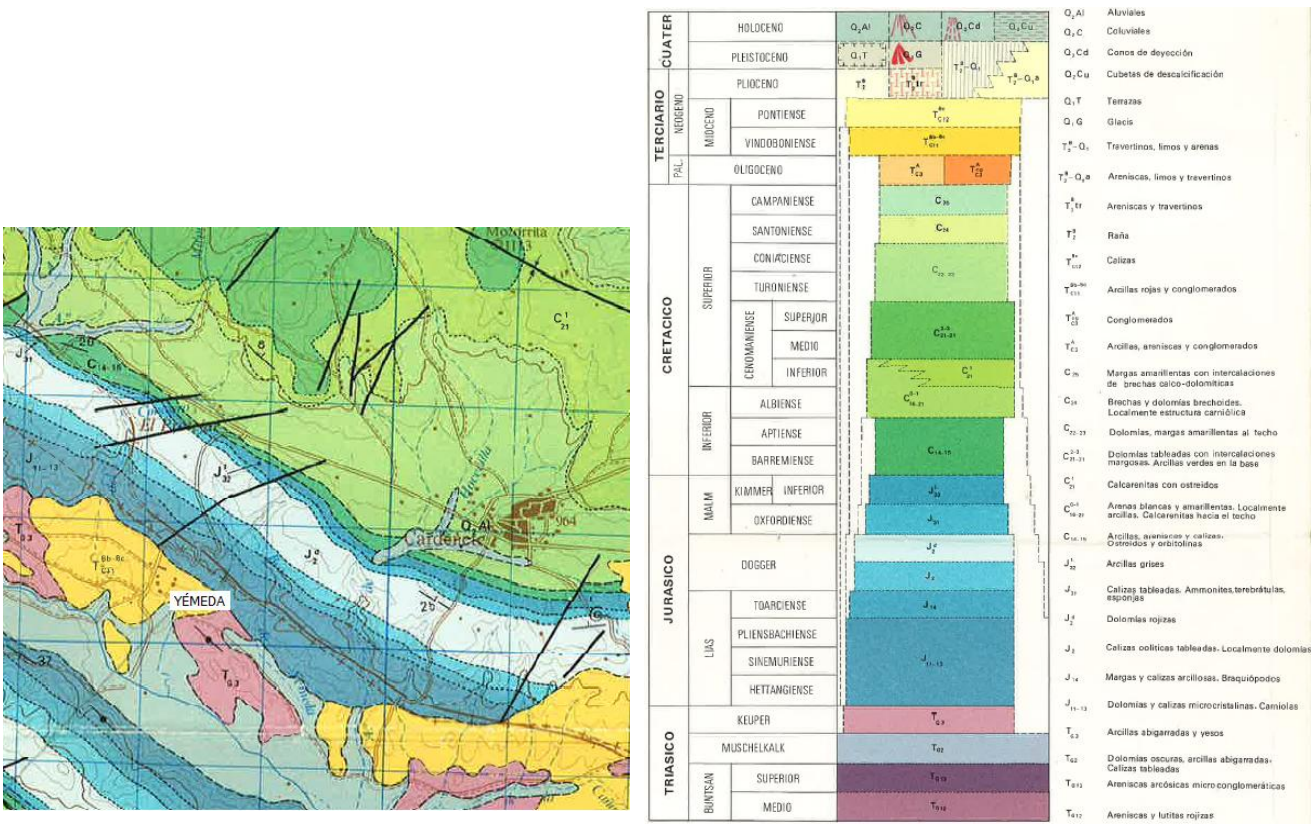


Figura 3. Mapa geológico de la zona de Yémeda. Hoja MAGNA 664 Enguídanos. E:1:50.000.

2.2. Marco hidrogeológico regional

El nuevo sondeo de abastecimiento de agua a Yémeda se sitúa en la parte más meridional de la masa de agua subterránea (MASb) 080.118, Cretácico de Cuenca Norte, mientras que el núcleo urbano se sitúa en la MASb 081.121, Jurásico de Cardenete.

Las líneas de flujo para la zona entre el sondeo de abastecimiento y el núcleo urbano de Yémeda presentan una disposición regional tendente a una orientación N-S tal como se aprecia en la figura 4.

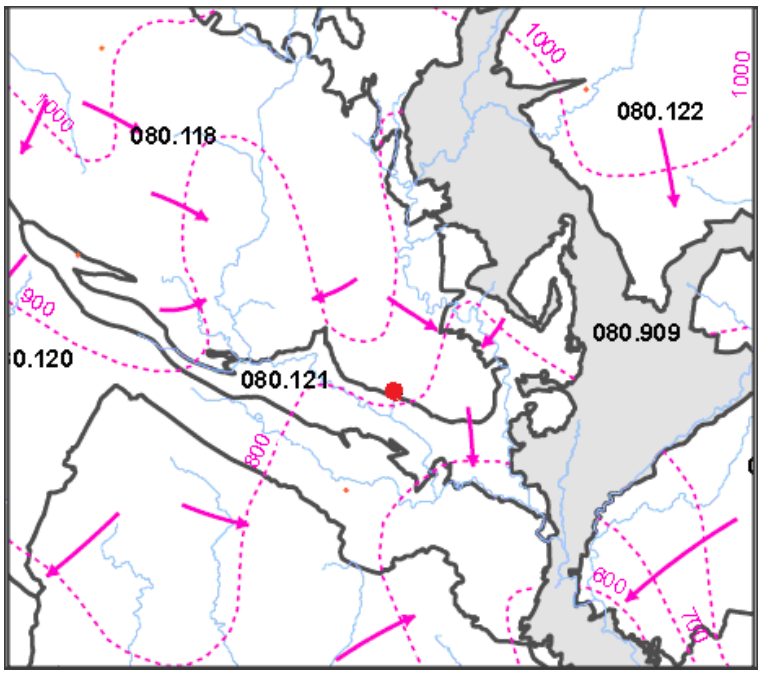


Figura 4. Mapa piezométrico de la zona de Yémeda (mayo 2008). Fte. elaboración del mapa piezométrico de España. Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas. IGME-MARM (2009).

3. PROPUESTA DE PERIMETRO DE PROTECCIÓN

3.1 Inventario de focos de contaminación

El núcleo urbano de Yémeda así como su término municipal, fue visitado en junio y julio del 2012 por técnicos del IGME. Se apreciaron dos focos potenciales de contaminación en las inmediaciones de la captación además de los campos de secano que podrían influir negativamente en la calidad del agua. Estos focos quedan reflejados en la siguiente tabla:

Foco contaminante	UTM_X	UTM_Y	Distancia captación (m)	Contaminación potencial
Cementerio	609438	4402413	1250	Fosfatos
Carretera	lineal		15	Hidrocarburos, variado.
Campos de secano	areal			Nitratos, fosfatos y potasio

Tabla 2. Potenciales focos de contaminación en el entorno de Yémeda.

En las inmediaciones de la captación se pueden apreciar actividades agrícolas extensivas (cereal de secano) así como posibles actividades ganaderas (pastoreo de ovino y caprino).

3.2. Estimación de la vulnerabilidad

Una de las metodologías más adecuadas para la determinación de la vulnerabilidad es la realización de una cartografía de posible afección al medio.

Se ha considerado el método COP, desarrollado por el Grupo de Hidrogeología de la Universidad de Málaga (Vías et al. 2002) para evaluar la vulnerabilidad a la contaminación

de los acuíferos carbonatados. Para la elaboración de la cartografía de vulnerabilidad del agua subterránea en dichos acuíferos se considera los siguientes parámetros:

* Factor C (flow Concentration), relativo a las condiciones superficiales para la concentración de flujos de agua que recargan al acuífero.

* Factor O (Overlying layers), que contempla las capas de protección del agua subterránea.

* Factor P (Precipitation), relativo a las características de la precipitación.

El método se basa en dos premisas del contaminante:

* Se mueve con el agua a través de la zona no saturada
* Se infiltra en el acuífero desde la superficie.

Factor O (capas de protección del agua subterránea)

La zona no saturada de los acuíferos constituye una protección para el agua subterránea que en ellos se almacena. Tanto el suelo como la litología de la zona no saturada son aspectos a tener en cuenta a la hora de estudiar la protección del agua subterránea.

El grado de desarrollo del suelo (variable OS), así como su contenido en microorganismos, lo convierten en un elemento para la potencial biodegradación de contaminantes, tanto por modificación bioquímica de éstos como por los procesos de sorción, intercambio catiónico, etc. Dos aspectos relevantes del suelo para determinar el grado de protección que ofrece al agua subterránea son la textura y el espesor (Tabla 3).

Textura / Espesor	Arcillosa	Limosa	Franca	Arenosa
> 1 m	5	4	3	2
0,5 m – 1 m	4	3	2	1
≤ 0,5 m	3	2	1	0

Tabla 3. Parámetros y puntuación de la variable suelo OS (Método COP)

Con respecto a la litología de la zona no saturada (variable OL), se tienen en cuenta las características hidrogeológicas, principalmente porosidad y conductividad hidráulica, junto con el grado de fracturación de las capas (Tabla 4) y el espesor de las mismas (Tabla 5).

Rangos del parámetro ly	Valor de (ly)
Arcillas	1500
Limos	1200
Margas y rocas ígneas y metamórficas no fisuradas	1000
Margocalizas	500
Rocas ígneas y metamórficas fisuradas	400
Brechas y conglomerados no fisurados o cementados	100
Areniscas	60
Brechas y conglomerados no fisurados o escasamente cementados	40
Arenas y gravas	10
Basaltos permeables	5
Rocas carbonatadas fisuradas	3
Rocas karstificadas	1

Tabla 4. Valores del parámetro ly (Método COP)

$Li = \Sigma (ly \cdot m)$

donde m es el espesor.

Rango de valores de ly.m	Valor de protección (Li)
≤ 250	1
250 – 1000	2
1000 – 2500	3
2500 – 10000	4
> 10000	5

Tabla 5. Valores del parámetro Li (Método COP)

Otro aspecto que se considera en el parámetro OL es el grado de confinamiento (cn) de los distintos sectores del acuífero (Tabla 6).

Rangos del parámetro cn	Valor de cn
Confinado	2
Semi-confinado	1,5
No confinado	1

Tabla 6. Valores del parámetro cn (Método COP)

$OL = Li \cdot cn$

El valor del factor O se obtiene de la suma de las variables OS y OL. Este valor final se clasifica según la capacidad protección que ofrece al acuífero (Tabla 7).

Factor O = OS + OL

Valores del factor O	Capacidad de protección de la zona no saturada
1	Muy baja
2	Baja
(2 – 4]	Moderada
(4 – 8]	Alta
(8 – 15]	Muy Alta

Tabla 7. Capacidad de protección del agua subterránea en función del factor O (Método COP)

Factor C (condiciones superficiales para la concentración de flujos de agua que recargan al acuífero).

Permite estimar el modo en que se produce la recarga al acuífero y cómo ésta modifica la protección natural dada por el factor O. Así, en zonas donde se produce una recarga concentrada, la protección del acuífero queda más reducida que donde tiene lugar de forma difusa. Estas características se consideran en otros métodos de evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación, como PI (Goldscheider et al., 2000) y EPIK (Doerfliger, 1996).

Para evaluar el factor C se diferencian dos tipos de escenarios. El escenario 1 incluye las cuencas vertientes a un sumidero. En estas áreas la vulnerabilidad del recurso aumenta debido a que el posible contaminante pasaría directamente desde la superficie hasta la zona

saturada, sin estar expuesto a los procesos de atenuación de la zona no saturada. En dicho escenario los parámetros que se utilizan para establecer el valor del factor C son:

* distancia al sumidero (dh), cuya puntuación se presenta en la Tabla 8.

* distancia a los arroyos vertientes al sumidero (ds), tiene en cuenta la distancia, medida perpendicularmente, desde un punto cualquiera de la cuenca al arroyo vertiente (Tabla 9).

* pendiente y densidad de vegetación (sv), que afectan al régimen de escorrentía/infiltración. Así, a mayor pendiente y menor densidad de vegetación, mayor escorrentía y, por tanto, mayor cantidad de agua que llegaría al sumidero (Tabla 10).

Rangos del parámetro d_h: distancia al sumidero	Valor de d_h
≤ 500	0
(500 – 1000]	0,1
(1000 – 1500]	0,2
(1500 – 2000]	0,3
(2000 – 2500]	0,4
(2500 – 3000]	0,5
(3000 – 3500]	0,6
(3500. – 4000]	0,7
(4000 – 4500]	0,8
(4500 – 5000]	0,9
> 5000 m	1

Tabla 8. Valores del parámetro dh (Método COP)

Rangos del parámetros d_s: distancia a los arroyos vertientes al sumidero	Valor de d_s
≤ 10 m	0
(10 – 100]	0,5
> 100	1

Tabla 9. Valores del parámetro ds (Método COP)

Pendiente (s) / Vegetación (v)	≤ 8%	(8 – 31%]	(31 – 76%]	> 76%
Alta densidad	1	0,95	0,85	0,75
Baja densidad	1	0,90	0,80	0,75

Tabla 10. Valores del parámetro sv, pendiente (s) y densidad de vegetación (v), en un escenario tipo 1 (Método COP)

Finalmente, el valor del factor C para el escenario 1 se obtiene del producto de los tres parámetros anteriores:

Factor C= dh · ds · sv

Cuando la recarga se produce de forma difusa, escenario 2, el factor C se evalúa con los siguientes parámetros:

* formas superficiales (sf), que vienen determinadas por el modelado kárstico en superficie y las características de permeabilidad de la capa superficial (Tabla 11).

* pendiente y densidad de vegetación (sv) que afectan al régimen de escorrentía/infiltración. En este caso, se contempla de forma opuesta al del escenario 1, ya que, a mayor pendiente y menor densidad de vegetación, mayor escorrentía que fluye hacia fuera del acuífero y, por tanto, la vulnerabilidad disminuye (Tabla 12).

Capa superficial / Geoformas	Ausente	Permeable	Impermeable
Karst desarrollado: presencia de dolinas, torcas, lapiaces, etc.	0,25	0,5	0,75
Karst en desarrollo o afloramiento superficial afectado por disolución	0,5	0,75	1
Rocas carbonatadas fisuradas	0,75	0,75	1
Ausencia de formas kársticas	1	1	1

Tabla 11. Valores del parámetro sf (Método COP)

Pendiente (s) / Vegetación (v)	≤ 8%	(8 – 31%]	(31 – 76%]	> 76%
Alta densidad	0,75	0,80	0,90	1
Baja densidad	0,75	0,85	0,95	1

Tabla 12. Valores de los parámetros sv, pendiente (s) y vegetación (v), en un escenario tipo 2 (Método COP)

Finalmente, el valor del factor C se obtiene del producto de los dos parámetros anteriores:

Factor C= sf · sv

El factor C presenta valores que varían entre 0 y 1 y se agrupan en diferentes clases, según la reducción de protección. El valor 0 indica que se reduce toda la protección natural dada por el factor O, mientras que el valor 1 indica que las características de la infiltración (C) no afectan a la protección natural ejercidas por las variables contempladas por el factor O. Tabla 13.

Valores del factor C	Reducción de la protección
[0 – 0,2]	Muy Alta
(0,2 – 0,4]	Alta
(0,4 – 0,6]	Moderada
(0,6 – 0,8]	Baja
(0,8 – 1]	Muy Baja

Tabla 13. Clases del factor C (Método COP)

Factor P: características de la precipitación. El agua de la precipitación es el agente que transporta el contaminante hacia el acuífero. A diferencia de los factores C y O que tienen en cuenta características intrínsecas, el factor P contempla aspectos extrínsecos al acuífero, la lluvia. Tanto la cantidad de agua de precipitación como la intensidad son factores influyentes en la protección del acuífero. La cantidad de contaminante que entra al acuífero y la posible dilución antes de alcanzar el nivel piezométrico varía en función de la cantidad de agua de lluvia que produce recarga. Precipitaciones inferiores a 800 – 1200 mm/año influyen de forma negativa en la vulnerabilidad, ya que la infiltración del contaminante se ve favorecida. Por el contrario, cuando las precipitaciones son superiores a 800 – 1200 mm/año, se producen procesos importantes de dilución del contaminante potencial y, por tanto, disminuye la vulnerabilidad. La variable PQ (cantidad de lluvia) es la precipitación media de los años húmedos y se puntúa según los intervalos de la Tabla 14.

Intervalos de precipitación (mm/año)	Valor P_Q
> 1600	0,4
(1200 – 1600]	0,3
(800 – 1200]	0,2
(400 – 800]	0,3
≤ 400	0,4

Tabla 14. Valores de la variable PQ (Método COP)

La variable PI (intensidad de la precipitación) representa la proporción escorrentía/infiltración. Precipitaciones muy intensas favorecen la escorrentía y disminuyen la infiltración. La intensidad (PI) se estima a partir de la precipitación media de los años húmedos y del número de días con lluvia (Tabla 15).

Intervalos de intensidad de precipitación (mm/día)	Valor P_I
≤ 10	0,6
(10 – 20]	0,4
> 20	0,2

Tabla 15. Valores de la variable PI (Método COP)

El valor del factor P es el resultado de la suma de los dos parámetros anteriores:

Factor P= PQ + PI

Este factor puede variar entre 0,4 (modificación máxima de la protección) y 1 (no modifica la protección asignada por el factor O). Los resultados se agrupan según la clasificación de la Tabla 16.

Valores del factor P	Reducción de la protección
[0,4 – 0,5]	Muy Alta
0,6	Alta
0,7	Moderada
0,8	Baja
[0,9 – 1]	Muy baja

Tabla 16. Clases del factor P (Método COP)

Índice de vulnerabilidad intrínseca del método COP

Del producto de los factores C, O y P resulta el índice de vulnerabilidad intrínseca del método COP. Este índice varía entre 0 y 15, valores próximos a 0 indican vulnerabilidad máxima (mínima protección), mientras que los valores cercanos a 15 corresponden a la mínima vulnerabilidad (máxima protección). El índice final de COP se agrupa en 5 clases que representan distintos grados de vulnerabilidad (Tabla 17).

Intervalos del índice COP	Clases de vulnerabilidad del acuífero
[0 – 0,5]	Muy alta
(0,5 – 1]	Alta
(1 – 2]	Moderada
(2 – 4]	Baja
(4 – 15]	Muy baja

Tabla 17. Clases de vulnerabilidad del acuífero según el índice COP

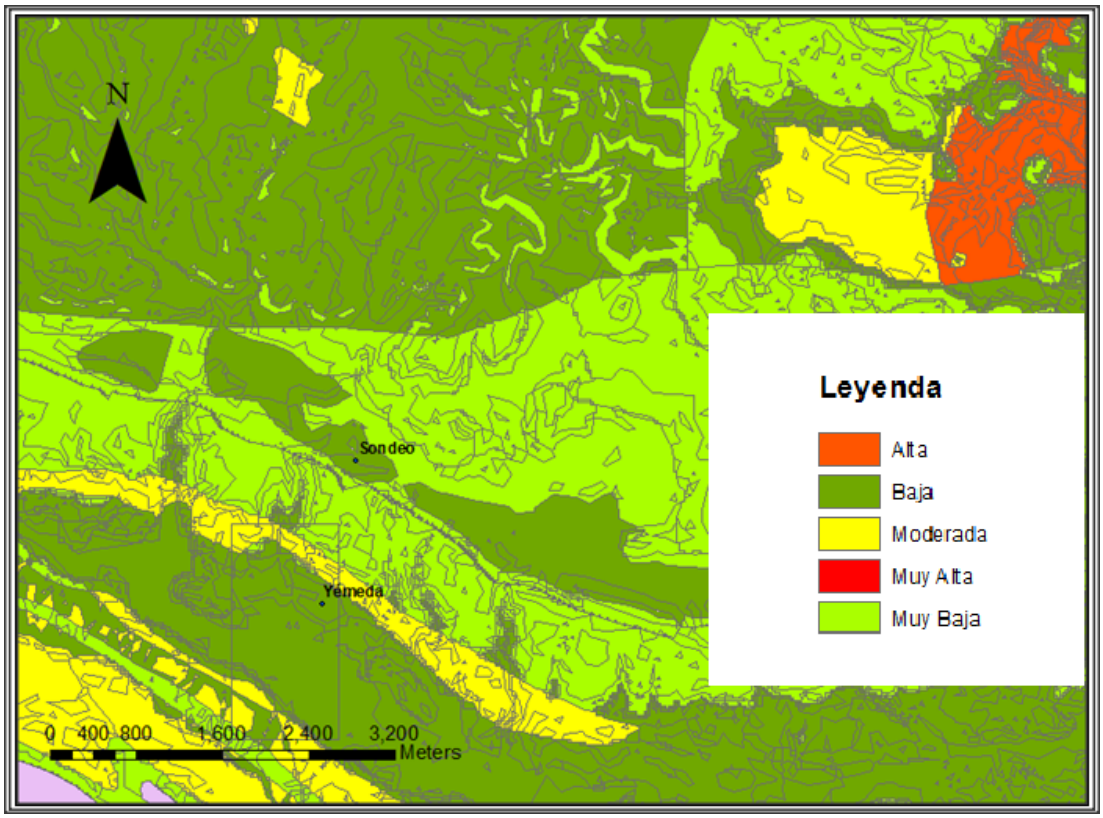


Figura 5. Cartografía de vulnerabilidad empleando el método COP

La cartografía de vulnerabilidad así obtenida muestra un valor que oscila entre baja y muy baja con algún retazo clasificado como moderado. La vulnerabilidad en el entorno del sondeo de Yémeda es baja-muy baja.

Los materiales atravesados durante la ejecución del sondeo realizado en 2012, corresponden al Cretácico inferior hasta el metro 56 y al Jurásico desde el metro 56 hasta el final del sondeo (237 m).

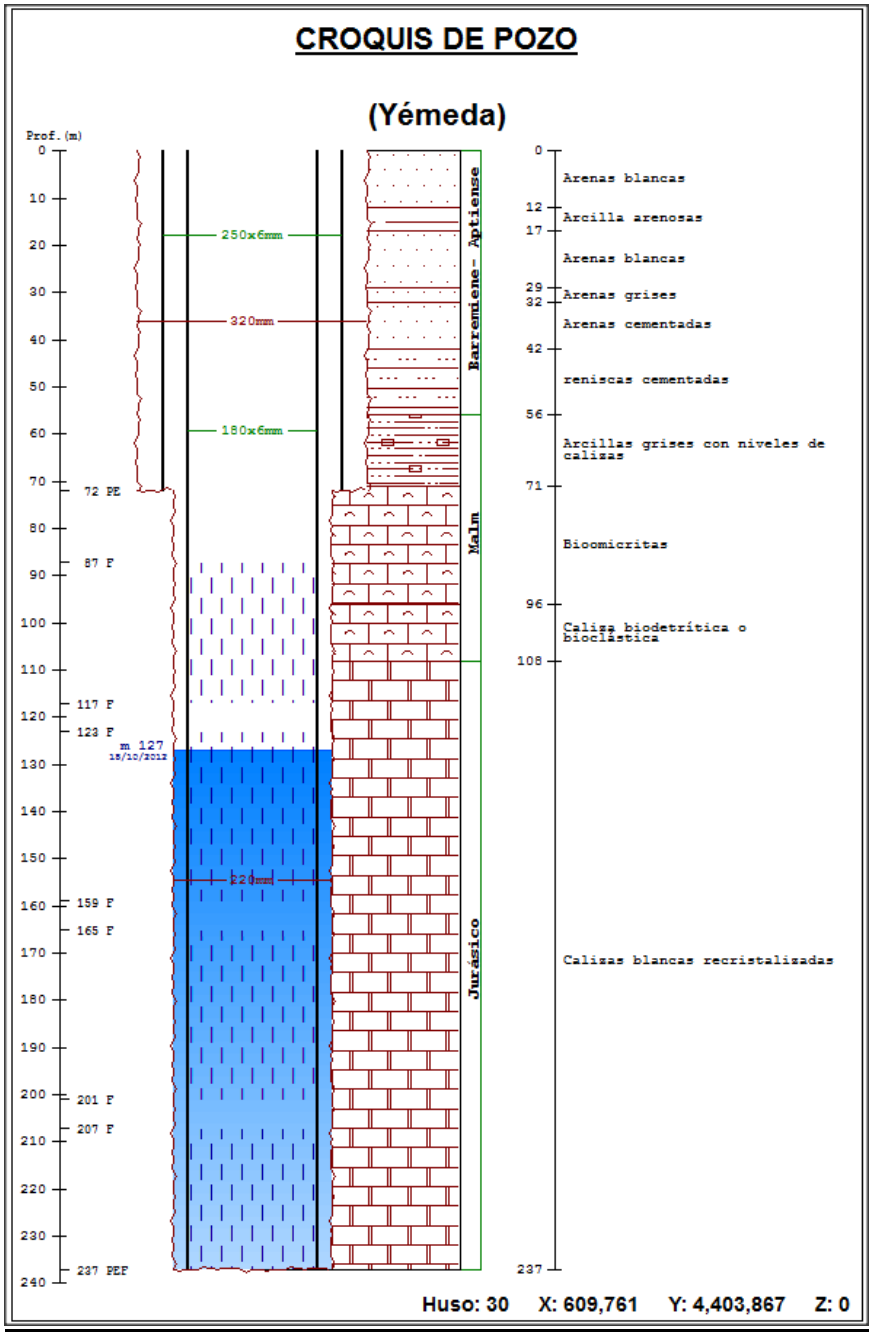


Figura 6. Esquema constructivo y estratigráfico del sondeo de abastecimiento de Yémeda.

3.3 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 los perímetros de protección en torno a las captaciones utilizadas para el abastecimiento de Yémeda, 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 posibles 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.

En el desarrollo de este proyecto, la definición de los perímetros de protección de las captaciones se basa fundamentalmente en **criterios hidrogeológicos**, apoyándose además, 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 las captaciones:

- *Zona inmediata o de restricciones absolutas*: tiempo de tránsito 1 día. Suele estar vallada.
- *Zona próxima o de restricciones máximas*: tiempo de tránsito 50 días. Protege de la contaminación microbiológica con criterios hidrogeológicos. En algunos estudios se ha usado el descenso del nivel piezométrico o el poder autodepurador.
- *Zona alejada o de restricciones moderadas*: se usa el tiempo de tránsito de varios años en función de los focos contaminantes, criterios hidrogeológicos o ambos.

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.

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, 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.

El método para calcular el tiempo de tránsito aplicado en este caso es el desarrollado por Wyssling, consistente en el cálculo de la zona de influencia de una captación y búsqueda posterior del tiempo de tránsito deseado. El método es simple y supone que el acuífero se comporta como un acuífero homogéneo (este hecho puede considerarse válido en primera aproximación para una escala de detalle). Por ello en este trabajo no se considera de forma exclusiva, sino como apoyo en la definición de perímetros aplicando criterios hidrogeológicos.

La resolución del método precisa conocer las siguientes variables:

i = gradiente hidráulico
Q = caudal de bombeo (m^3/s)
k = permeabilidad horizontal (m/s)
me = porosidad eficaz
b = espesor del acuífero (m)

A partir de estos datos se calcula el radio de influencia o de llamada (xo), la velocidad efectiva (ve) y la distancia (s) en metros recorrida entre un punto y la captación en un determinado tiempo, o tiempo de tránsito (t).

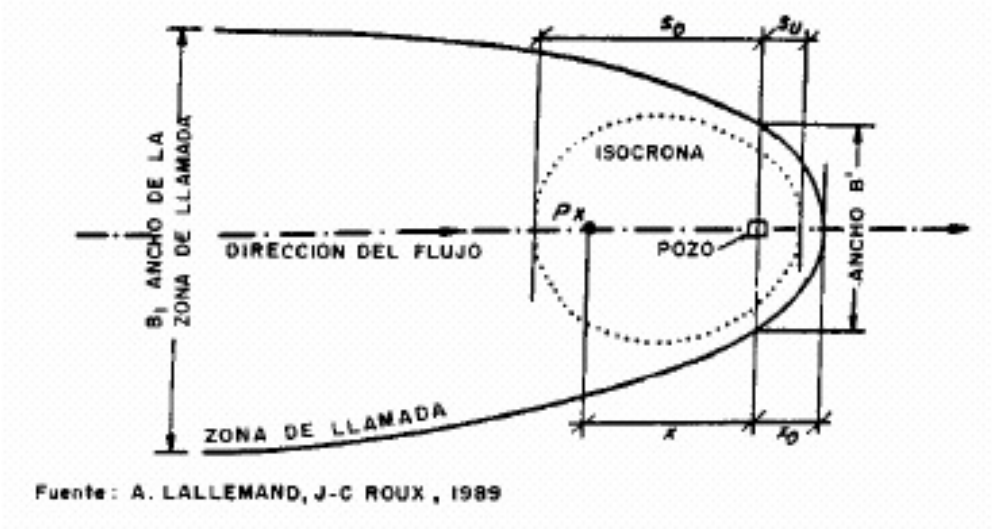


Figura 7. Método de Wyssling para el cálculo del tiempo de tránsito

Para el cálculo de las distintas zonas de protección del abastecimiento a Yémeda no se dispone de datos hidráulicos precisos, utilizando valores medios de origen bibliográfico acordes con la información litológica, cartográfica e hidrogeológica existente (columnas litológica del sondeos, ensayo de bombeos, reconocimientos de campo, etc.).

Como espesor del acuífero se ha tomado los 170 m correspondiente a la potencia de las calizas jurásicas testificadas en el sondeo.

El gradiente hidráulico se ha estimado en función de los datos bibliográficos existentes (i = 0,004)

Como porosidad eficaz se ha tomado el valor proporcionado por Iglesias (1985) para un acuífero calcáreo cretácico en régimen de libertad (m = 0,02)

Se considera una transmisividad de 150 m^2/día, según datos de sondeos próximos, aunque este valor puede ser menor en el sondeo que nos ocupa.

Yémeda	
Espesor saturado del acuífero (m)	170
Caudal de bombeo (l/s)	4
Caudal de bombeo (m^3/s)	4 * 10-3
Transmisividad (m^2/dia)	150
Gradiente hidraúlico	0.004

Tabla 18. Parámetros utilizados para el cálculo del tiempo de tránsito según el método Wyssling.

3.3.1 Perímetro de restricciones absolutas

Para la definición de **zona de restricciones absolutas** se propone el círculo cuyo centro es la captación a proteger y cuyo radio (sI) es la distancia que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en un día.

Esta zona tendrá forma circular u oval, dependiendo de las condiciones hidrodinámicas. Sin embargo, se va a representar de forma cuadrangular para que resulte más fácil su manejo a la hora de definir la superficie y ajustado a las peculiaridades del terreno.
A continuación se incluyen los resultados obtenidos para s según el método Wyssling, los cuales se han extendido para alcanzar a la captación antigua de la manera que se muestra en la Figura 8.

Yémeda	
S0 (aguas arriba)	13,5
Su (aguas abajo)	2.5

Tabla 19. Valores del radio del perímetro de restricciones absolutas

Así, se propone un perímetro rectangular de aproximadamente 10 x 10 m de lado cuyas coordenadas UTM se muestran en la Tabla 22. 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, que se valle la zona definida y se instale un drenaje perimetral.

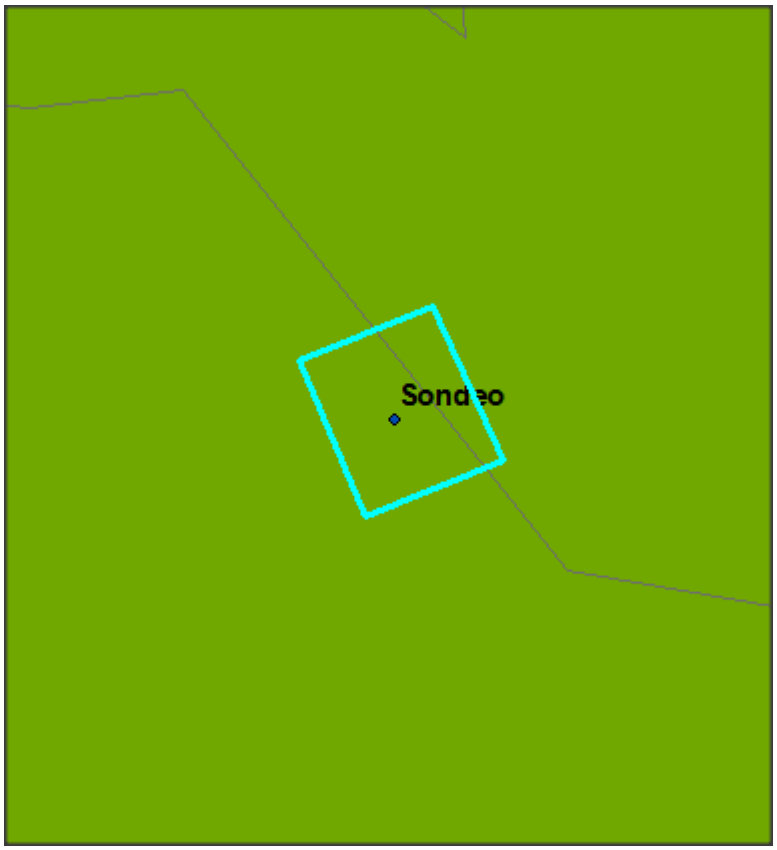


Figura 8. Mapa de la propuesta del perímetro de zona de restricciones absolutas para la captación de Yémeda.

3.3.2 Perímetro de restricciones máximas

Para determinar **la zona de protección próxima** se considera como el espacio (sII) que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en más de un día y menos de 60 días. Queda delimitada entre la zona de protecciones absolutas y la isocrona de 60 días.
A continuación se incluyen los resultados obtenidos para sII.

Yémeda	
S0 (aguas arriba)	720
Su (aguas abajo)	240

Tabla 20. Valores del radio del perímetro de restricciones máximas.

Se delimitará como zona de restricciones máximas una poligonal, trazada en el sentido de las líneas de flujo, cuya disposición es la que se indica a continuación.

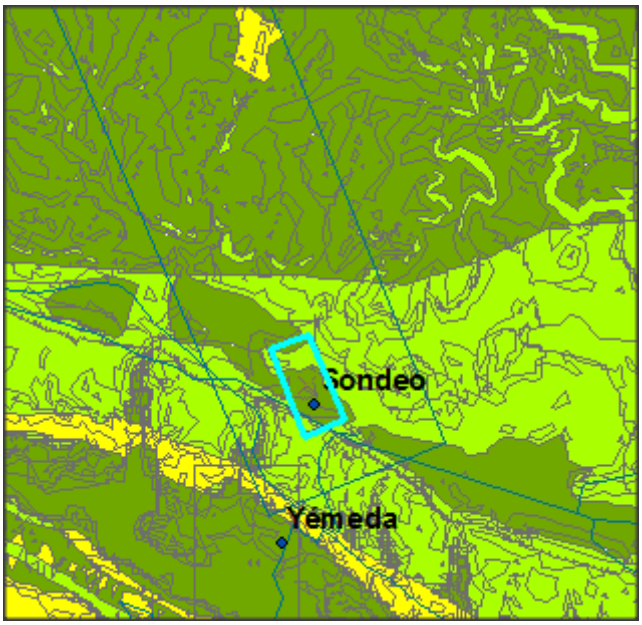


Figura 9. Mapa de la propuesta del perímetro de zona de restricciones máximas.

3.3.3 Perímetro de restricciones moderadas

La zona de restricciones moderadas limita el área comprendida entre la zona de protección próxima (radio sII) y la isocrona de 10 años (radio sIII). Cuando el límite de la zona de alimentación del sondeo esté a una distancia menor que la citada isocrona, el límite de la zona lejana coincidirá con el límite de la zona de alimentación.

Yémeda	
S0 (aguas arriba)	21900
Su (aguas abajo)	7299

Tabla 21. Valores del radio del perímetro de restricciones moderadas

Las coordenadas de dicho perímetro se encuentran en la Tabla 22 y su representación cartográfica en la Figura 10.

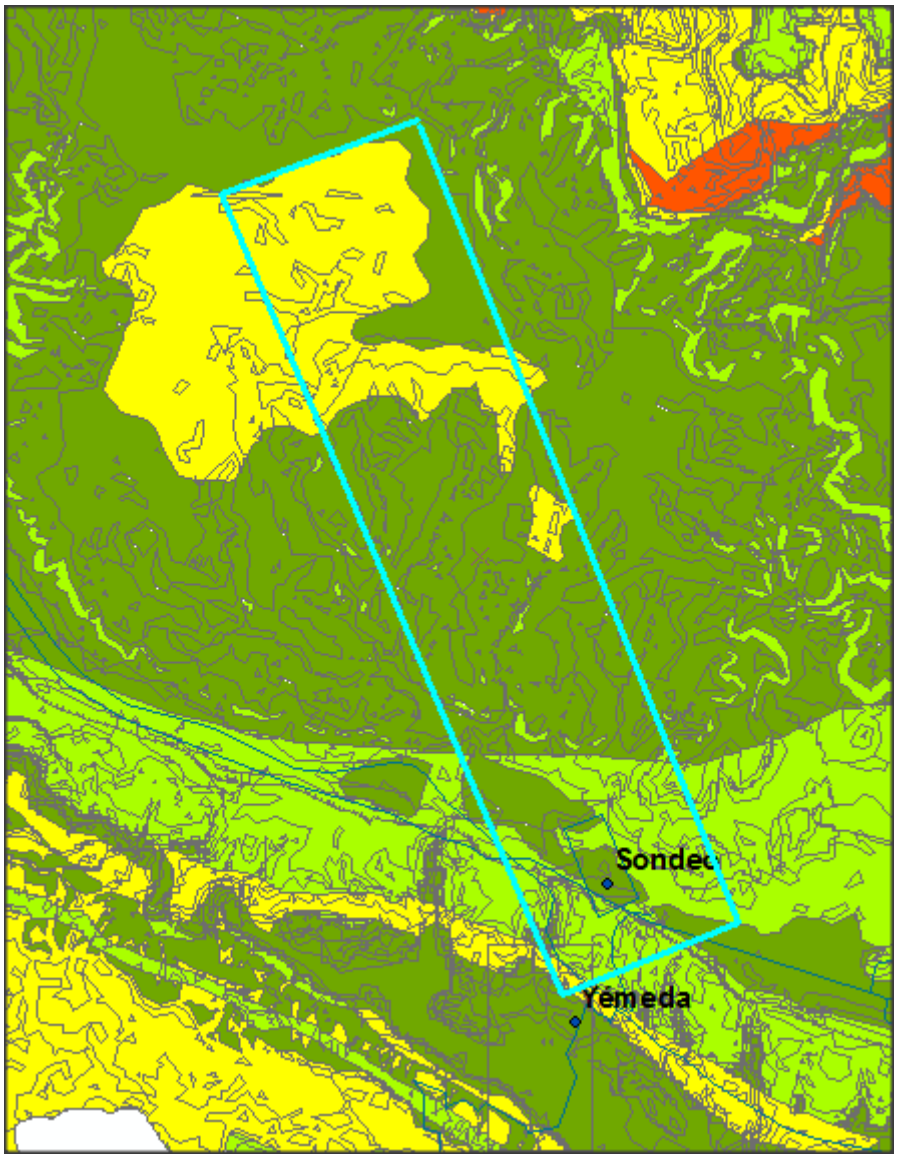


Figura 10. Mapa de la propuesta del perímetro de zona de restricciones moderadas

3.3.4 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 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 = 150 m2/día
Q = Caudal (caudal máximo del sondeo a proteger: 3 l/s) = 259 m3/día
t = Tiempo de bombeo (generalmente 120 días)
r = Distancia al sondeo de captación (1000 m)
S = Coeficiente de almacenamiento = 0.001

Con los datos indicados se obtiene el descenso provocado por un sondeo que explote 3 l/s durante 120 días continuados, y situado a unos 1000 m de distancia de cada una de las captaciones. El hipotético descenso obtenido es de **50 cm**, el cual es asumible.

En la Figura 11 se representa gráficamente la zona de protección de caudal. En la Tabla 23 quedan recogidas las actividades restringidas en cada área.

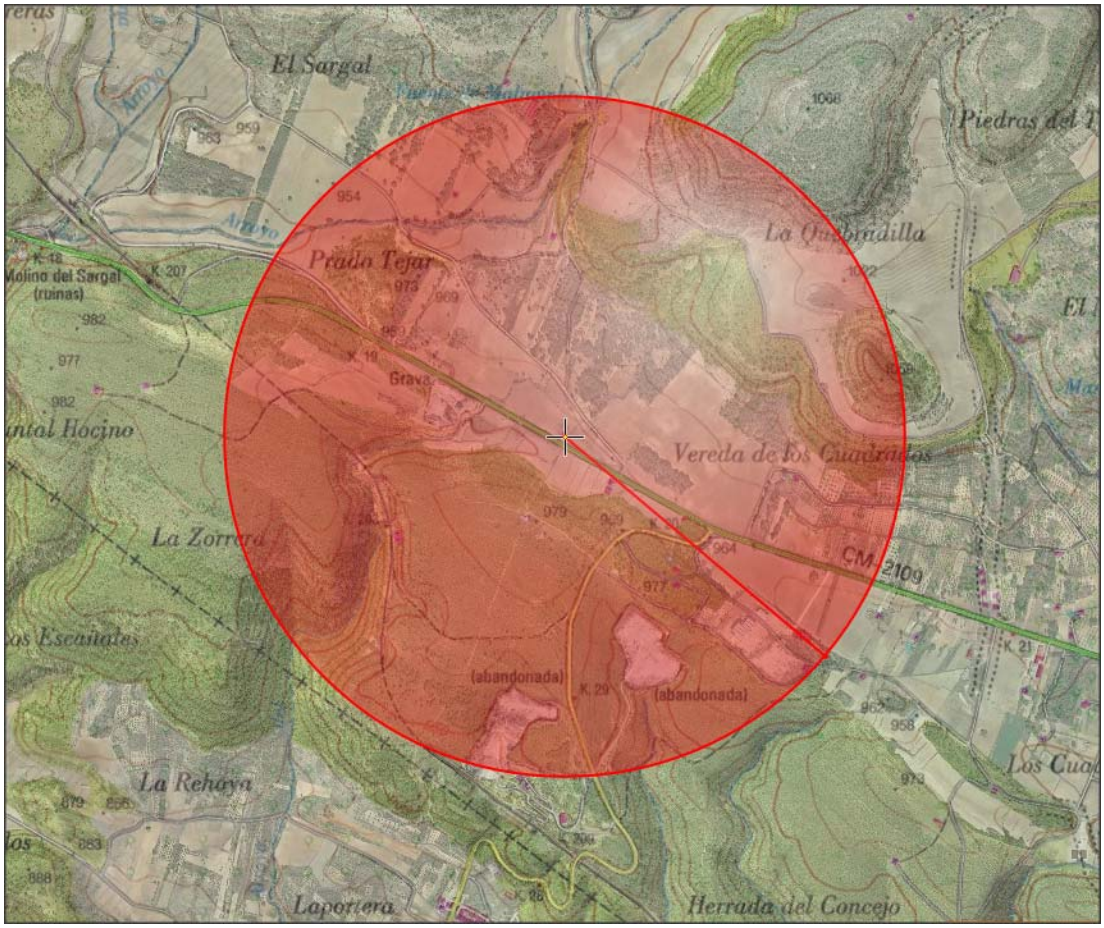


Figura 11. Propuesta de perímetro de protección al caudal.

	Nº PUNTO	UTM_X	UTM_Y
ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	A	609782	4403859
	B	609708	4403889
	C	609741	4403879
	D	609755	4403847
ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	A	610042	4403721
	B	609710	4404550
	C	609324	4404401
	D	609667	4403552
ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	A	611010	4403505
	B	607910	4411243
	C	606034	4410526
	D	609333	4402809
ZONA DE RESTRICCIONES DE CAUDAL	Zona delimitada por la circunferencia de radio 1000 m desde el sondeo.		

Tabla 22. Coordenadas UTM propuestas para los distintos perímetros de protección de los sondeos de abastecimiento a Yémeda

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la Tabla 23.

	DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS			ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS		
		Prohibido	Prohib.	Cond.*	Permit.	Prohib.	Cond.*	Permit.
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 y refugios de ganado	●	●				●	
	Silos	●	●				●	
ACTIVIDADES URBANAS	Vertidos superficiales de aguas residuales urbanas sobre el terreno	●	●				●	
	Vertidos de aguas residuales urbanas en fosas sépticas, pozos negros o balsas	●	●			●		
	Vertidos de aguas residuales urbanas en cauces públicos	●	●			●		
	Vertido de residuos sólidos urbanos	●	●			●		
	Cementerios	●	●				●	
ACTIVIDADES INDUSTRIALES	Asentamientos industriales	●	●				●	
	Vertido de residuos líquidos industriales	●	●			●		
	Vertido de residuos sólidos industriales	●	●			●		
	Almacenamiento de hidrocarburos	●	●				●	
	Depósito de productos radiactivos	●	●			●		
	Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	●	●			●		
	Conducciones de líquido industrial	●	●			●		
	Conducciones de hidrocarburos	●	●			●		
	Apertura y explotación de canteras	●	●				●	
	Relleno de canteras o excavaciones	●	●				●	
OTRAS	Campings	●	●				●	
	Acceso peatonal	●			●			●
	Transporte redes de comunicación	●		●			●	

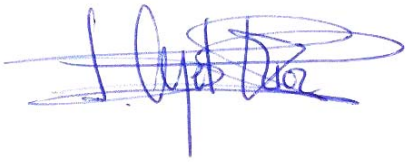
* El proyecto de actividades deberá incluir informe técnico sobre las condiciones que debe cumplir para no alterar la calidad existente del agua subterránea.

Tabla 23. Definición de las actividades restringidas o prohibidas dentro del perímetro de protección.

En el caso de la 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. Este control debe repetirse en el caso del perímetro de protección de la cantidad, dentro del cual, todos los sondeos precisarán de dicho estudio hidrogeológico y, si se autoriza, de un adecuado informe final de obras con ensayo de bombeo y adecuación de los sondeos para su medida periódica de niveles piezométricos. Asimismo estarán equipados de contadores para determinar que caudal se extrae.

Madrid, diciembre del 2012

El autor del informe



Fdo. José Angel Díaz Muñoz

ANEXOS

AFOROS TAYSER, S.L.L.

PG. INDUSTRIAL SAN RAFAEL VIAL C PARCELA 64
02400 HELLIN (Albacete)
Tfno. 967 17 90 31 - Fax 967 17 90 32

EQUIPOS DE AFOROS
MONTAJE Y DESMONTAJE GRUPOS EN SONDEOS
REPARACION DE BOMBAS SUMERGIBLES

AFORO Nº.

CLIENTE: Sres. INTECMIN, S. L.
Direccion: C/. Sol, 4 02400 HELLIN (Albacete)

Sondeo:	Término Municipal	Provincia:
ABASTECIMIENTO YEMEDES	YEMEDES	CUENCA

Comienza:				Termina:			
Día: 18-10-12	Hora: 08:30	N. E.	127'30 m.	Día: 19-10-12	Hora: 07:30	ND:	176'31 m.

Electrobomba		Medidas		Perforación, profundidad total:				m.
Marca:	GENERAL PUMPS	Profundidad de aspiración:	204 m.	De: 180	mm Ø	230 m.	Entubado	
Tipo:		Caudal medio con:	TUBO PITOT	De:	mm Ø	m.	Entubado	
Tensión:	660 V.	Niveles medios con:	SONDA ELECTRICA	De:	mm Ø	m.	Entubado	
Potencia	50 C. V.	Tubería de impulsión:	mm Ø	De:	mm Ø	m.	Entubado	

DIRECCION TECNICA	Temperatura del agua ºC			RESUMEN DE LOS TRABAJOS	
Técnico responsable: AFOROS TAYSER, S.L.L. C.I.F. B-02404283 APARTADO DE CORREOS 188 TELF. 967 17 90 31 - FAX 967 17 90 32 02400 HELLÍN (Albacete)	1H			Horas de bombeo	23,00
	2 H				
	4 H			Horas de recuperacion	1,00
Empresa:	8 H				
	12 H				
	FINAL			Horas de parada	

FECHA: 18-10-12	HORA: 07:30		RECUPERACION CORRESPONDIENTE AL ESCALON Nº.						TIEMPO BOMBEO	
T	ND		T	ND		T	ND		ESCALON	HORAS
0			9'	130,55		90'			1º	2,00
1'	141,24		10'	130,51		120'			2º	2,50
2'	132,78		15'	130,38		180'			3º	3,00
3'	131,53		20'	130,29		240'			4º	1,00
4'	131,04		25'	130,22		300'			5º	14,50
5'	130,87		30'	130,15		360'			6º	
6'	130,84		40'	130,08		420'			OTROS	
7'	130,75		50'	130,02		480'			Recuperac.	1,00
8'	130,61		60'	129,94		540'			TOTAL	24,00

OBSERVACIONES:

SE TOMO RECUPERACION A LOS 240 m. Y EL NIVEL ERA DE 27'41

INCIDENCIAS - HORAS DE PARO:

HORAS	1º Escalón				2º Escalón				3º Escalón				4º Escalón				5º Escalón				HORAS
	Fecha:	18/10/12	Hora:	08:30	Fecha:	18/10/12	Hora:	10:30	Fecha:	18/10/12	Hora:	13:00	Fecha:	18-10-12	Hora:	16:00	Fecha:	18/10/12	Hora:	17:00	
	T.	Q l/s	N. D. m.		T.	Q l/s	N. D. m.		T.	Q l/s	N. D. m.		T.	Q l/s	N. D. m.		T.	Q l/s	N. D. m.		
0	0		127,30		0		130,50		0		134,92		0		145,11		0		204,00		25
	5'	1	129,40	SUCIA	5'	1,5	132,09	COLOR	5'	3	139,31	P.COLOR	5'	4,5	155,04	CLARA	5'	4	197,70	P.COLOR	
	10'	1	129,80	SUCIA	10'	1,5	133,16	COLOR	10'	3	140,50	P.COLOR	10'	4,5	163,99	SUCIA	10'	4	195,38	P.COLOR	
	15'	1	130,10	SUCIA	15'	1,5	134,03	COLOR	15'	3	141,07	P.COLOR	15'	4,5	168,04	SUCIA	15'	4	192,27	P.COLOR	
	20'	1	130,40	SUCIA	20'	1,5	134,73	COLOR	20'	3	142,10	P.COLOR	20'	4,5	172,54	SUCIA	20'	4	190,84	CLARA	
	25'	1	130,59	SUCIA	25'	1,5	134,84	COLOR	25'	3	143,79	P.COLOR	25'	4,5	175,91	COLOR	25'	4	187,98	CLARA	30
	30'	1	130,67	SUCIA	30'	1,5	134,92	COLOR	30'	3	144,41	P.COLOR	30'	4,5	179,78	COLOR	30'	4	186,05	CLARA	
	45'	1	130,88	COLOR	45'	1,5	134,92	COLOR	45'	3	144,50	P.COLOR	45'	4,5	191,32	P.COLOR	45'	4	181,62	CLARA	
1	60'	1	130,33	COLOR	60'	1,5	134,92	P.COLOR	60'	3	144,84	CLARA	60'	4,5	Rejilla	P.COLOR	60'	4	178,37	CLARA	
	90'	1	130,50	COLOR	90'	1,5	134,92	P.COLOR	90'	3	145,04	CLARA	90'				90'	4	177,55	CLARA	
	120'	1	130,50	POCO COLOR	120'	1,5	134,92	P.COLOR	120'	3	145,09	CLARA	120'				120'	4	176,90	CLARA	35
	150'				150'	1,5	134,92	CLARA	150'	3	145,11	CLARA	150'				150'	4	176,50	CLARA	
	180'				180'				180'	3	145,11	CLARA	180'				180'	4	176,41	CLARA	
	210'				210'				210'				210'				210'	4	176,37	CLARA	
	240'				240'				240'				240'				240'	4	176,35	CLARA	
5	300'				300'				300'				300'				300'	4	176,34	CLARA	40
	360'				360'				360'				360'				360'	4	176,34	CLARA	
	420'				420'				420'				420'				420'	4	176,33	CLARA	
	480'				480'				480'				480'				480'	4	176,33	CLARA	
	540'				540'				540'				540'				540'	4	176,30	CLARA	
10	600'				600'				600'				600'				600'	4	176,30	CLARA	45
	660'				660'				660'				660'				660'	4	176,30	CLARA	
	720'				720'				720'				720'				720'	4	176,31	CLARA	
	780'				780'				780'				780'				780'	4	176,31	CLARA	50
	840'				840'				840'				840'				840'	4	176,31	CLARA	
15	900'				900'				900'				900'				870'	4	176,31	CLARA	
	960'				960'				960'				960'				960'				
	1020'				1020'				1020'				1020'				1020'				
	1080'				1080'				1080'				1080'				1080'				60
	1140'				1140'				1140'				1140'				1140'				
20	1200'				1200'				1200'				1200'				1200'				
	1260'				1260'				1260'				1260'				1260'				
	1320'				1320'				1320'				1320'				1320'				
	1380'				1380'				1380'				1380'				1380'				
24	1440'				1440'				1440'				1440'				1440'				72
																	1500'				
																	1560'				