



**INFORME FINAL DEL SONDEO DE
INVESTIGACION PARA EL ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD DE
ARCAS DEL VILLAR (CUENCA) Y PROPUESTA
DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN**

Diciembre 2008

Sondeo: Raso-2

Término municipal: Arcas del Villar **Provincia:** Cuenca

Sonda/contratista: Rotopercusión /Sondeos Carretero

SITUACIÓN:

Hoja topográfica: N° 635 Fuentes

Número Hoja/octante:

Coordenadas U.T.M.: X: 575915 **Y:** 4427740

Cota aproximada: 980 (+/-) 10 m s.n.m.

CARACTERÍSTICAS:

Profundidad: 70 m.

Paraje: A unos 30 m del sondeo del Raso, a 500 m al norte de la población.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo

2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

2.1. Situación

2.2. Características específicas de la obra

2.2.1. Consideraciones constructivas

2.2.2. Perfil litológico

2.2.3. Acondicionamiento de la obra

2.2.4. Hidroquímica

2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo

2.3. Resultados obtenidos

3.PROPOSTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

3.1. Marco hidrogeológico regional

3.2. Marco hidrogeológico local

3.3. Vulnerabilidad del acuífero

3.3.1. Inventario de focos de contaminación

3.3.2. Estimación de la vulnerabilidad

3.4. Perímetro de protección de las captaciones

4. BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

MAPA DE SITUACIÓN

ESQUEMA DEL SONDEO

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del convenio de asistencia técnica suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) y la Excma. Diputación Provincial de Cuenca, en noviembre de 2007 se redactó el “*Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de agua potable a la localidad de Arcas del Villar (Cuenca)*”, en el que se recomendaba, de acuerdo con las características geológicas e hidrogeológicas de la zona, la perforación de varios sondeos de investigación, ejecutándose la primera opción, correspondiente a un sondeo en la zona de El Raso.

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 9.2 L/s. Para ello se recomendó la perforación de un sondeo próximo a las instalaciones actuales o en otras zonas próximas a la población o bien incorporar un sondeo en el paraje de San Isidro, de 100 m de profundidad, con un caudal de explotación recomendado de 2 L/s y que perforó la Diputación de Cuenca.

2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

2.1. Situación

El sondeo RASO-2 se ubicó a unos 30 m del sondeo del Raso, a 500 m al norte de la población.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 636 de coordenadas U.T.M. **X:** 575915 **Y:** 4427740 y una cota aproximada de 980 (+/-) 10 m s.n.m (ver ANEXO).

2.2. Características específicas de la obra

2.2.1. Consideraciones constructivas

La ejecución del sondeo fue realizado por Sondeos Carretero entre octubre y noviembre de 2008, mediante rotoperCUSión con martillo en fondo.

La ejecución del sondeo RASO-2 se perforó con un diámetro de 320 mm de 0-70 m.

2.2.2. Perfil litológico

De acuerdo con el informe hidrogeológico previo realizado, los materiales atravesados en el sondeo RASO-2 corresponden a materiales de edad terciaria. Se perforaron los siguientes materiales (ver ANEXO):

- 0- 4 m Arenas gruesas y arcillas.
- 4- 8 m Arena gruesa y conglomerática (cantos de cuarzo predominantes) y arcillas marrones.
- 8- 10 m Arcilla marrón, nivel de conglomerado heterogéneo.
- 10- 22 m Arcilla marrón y ocre.
- 22- 30m Alternancia de arenisca rojiza y arcilla roja.
- 30- 32 m Arenisca gruesa roja y ocre.
- 32-34 m Arenisca media roja.
- 34-36 m Arcilla roja.

36-38 m Arenisca fina ocre.
 38-40 m Areniscas y arcillas.
 40-42 Arena media suelta (0.5 m) arenisca ocre y arcilla.
 42-44 m Arcillas rojas.
 44-48 m Alternancia de arcillas y arenas sueltas de 0-2 mm de diámetro.
 48-50 m Arcilla roja y gris.
 50-52 m Arenisca fina compacta, rosácea con niveles ocres.
 52-56 m Arenisca fina compacta marrón.
 56-58 m Conglomerado y arenisca gruesa.
 58-62 m Arenisca muy gruesa y conglomerática, con cantos de cuarzo y caliza (50%).
 62-64 m Conglomerado de cuarzo y caliza (50 %) de 0-2 cm.
 64-66 m Conglomerado calizo (80 %) con niveles de arenisca compacta rojiza.
 66-70 m Arena suelta de 0-4 mm de diámetro.
 Se atravesaron horizontes acuíferos a 40-42 m, 44-48 m (6 L/s), 58-64 m y de 66-70 m.

2.2.3. Acondicionamiento de la obra

Los acondicionamientos se recogen en la tabla 1. Asimismo se instaló macizo de grava de 4-9 mm de diámetro y se cementó el tramo de 0-10 m.

SONDEO	DIAMETRO ENTUBACIÓN (mm)	RANURADOS (m)
RASO-2	200 mm (0-70 m)	FP 44.5-49 m FP 58-67 m

Tabla 1.- Entubaciones y acondicionamientos del sondeo RASO-2 (FP-filtro puentecillo).

2.2.4. Hidroquímica

Las aguas analizadas muestran, para la captación de RASO-2, muestran para distintas profundidades variaciones en el contenido en sulfatos, siendo mayor a los 64 m, y disminuyendo el contenido en nitratos en profundidad, de 29 mg/L a 4 mg/L. No obstante, tras la entubación, el agua captada presenta un contenido de 28 mg/L de nitratos. La facies es bicarbonatada cálcica con una conductividad de 465 a 504 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (tabla 2).

	A 46 m	A 64 m	A 70 m	Final		A 46 m	A 64 m	A 70 m	Final
Fecha	6/11/08			11/11/08					
Cl	8	8	6	6	Mg	3	5	31	2
SO ₄	70	102	40	60	Ca	81	93	64	94
HCO ₃	137	150	282	182	pH	7.7	7.6	8.1	7.6
CO ₃	0	0	0	0	NO ₂	0.85	0	0	0
NO ₃	29	16	4	28	NH ₄	1.5	0	0	0
Na	3	5	4	5	Conductividad	484	494	504	465

Tabla 2.- Componentes químicos (en mg/L), conductividad (en $\mu\text{S}/\text{cm}$) del sondeo perforado.

2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico los sondeos afectan a los acuíferos terciarios dentro de la m.a.s. 80.015 "Serranía de Cuenca", perteneciente a la cuenca del Júcar. La profundidad del nivel piezométrico es de 23.70 m o 956.3 m s.n.m.(11/2008).

2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo

SONDEOS CARRETERO. realizó el ensayo de bombeo del sondeo perforado. Durante el ensayo de bombeo, el sondeo próximo Raso-1 interfirió al mismo, empleándose dos caudales, uno de 6.5 L/s durante 24 h, descendiendo un máximo de 40.29 m (una diferencia de 16.59 m), y otro de 11 L/s, momento en el que se detuvo el bombeo del sondeo próximo, ascendiendo la profundidad de nivel hasta 38.29 m y descendiendo hasta 46.5 m (8.21 m). La transmisividad deducida se encuentra en torno a 110 m²/día.

2.3. Resultados obtenidos

El sondeo RASO-2 presentaba agua de buena calidad, con un contenido en nitratos

de 28 mg/L, asimismo, el resultado del ensayo de bombeo mostró que el caudal recomendable de explotación, para un descenso de 10 m y 90 días de bombeo continuado, de 7 L/s. No obstante, son precisos los análisis químicos y bacteriológicos realizados por la Consejería de Sanidad y su correspondiente informe sanitario.

3.PROPUUESTA DE LOS PERÍMETROS DE PROTECCIÓN

3.1.Marco hidrogeológico regional

Regionalmente, la zona estudiada se encuentra dentro de la m.a.s. 80.118 “Cretácico de Cuenca Norte” (figura 1). Hidrogeológicamente, según IGME-CHJ (1992) este acuífero está constituido por rocas carbonatadas del Cretácico y Jurásico, con una potencia de hasta 350 m, siendo su permeabilidad en general alta. Los niveles piezométricos se encuentran entre 600-900 m s.n.m. El flujo principal es E-O y N-S con una entrada de agua de 210 hm³/a, proveniente de la infiltración de la lluvia, y escasos bombeos (figura 2). Las aguas son bicarbonatadas cálcicas, de baja mineralización y escaso contenido en nitratos.

También existen depresiones terciarias orientadas NO-SE rellenas de depósitos detríticos que constituyen acuíferos de interés local. , En el área de estudio, son las captadas y forman el acuífero terciario de interés local, correspondiente a Valdeganga-Fuentes, drenando en la zona de estudio hacia el río San Martín, con espesores entre 80-100 m, captadas principalmente en el área de Arcas y con niveles piezométricos someros (970-980 m s.n.m.). Estas areniscas y conglomerados presentan, a su vez, espesores de 4-15 m. La calidad química de sus aguas se encuentra entre bicarbonatadas cálcicas con variable contenido en sulfatos, y presencia de nitratos, en ocasiones superior a 50 mg/L, a causa de las actividades antrópicas.

Asimismo se deben considerar los depósitos calizo-yesíferos del Cretácico Superior, que, aunque las aguas son muy mineralizadas, constituyen un recurso, respecto a la cantidad, a considerar y más en profundidad, los carbonatos cretácicos. Dichos materiales se encuentran karstificados, formando en el área de estudio el complejo lagunar de Arcas, declarado reserva natural en 2002 (DOCM nº 26, de 01.03.02).

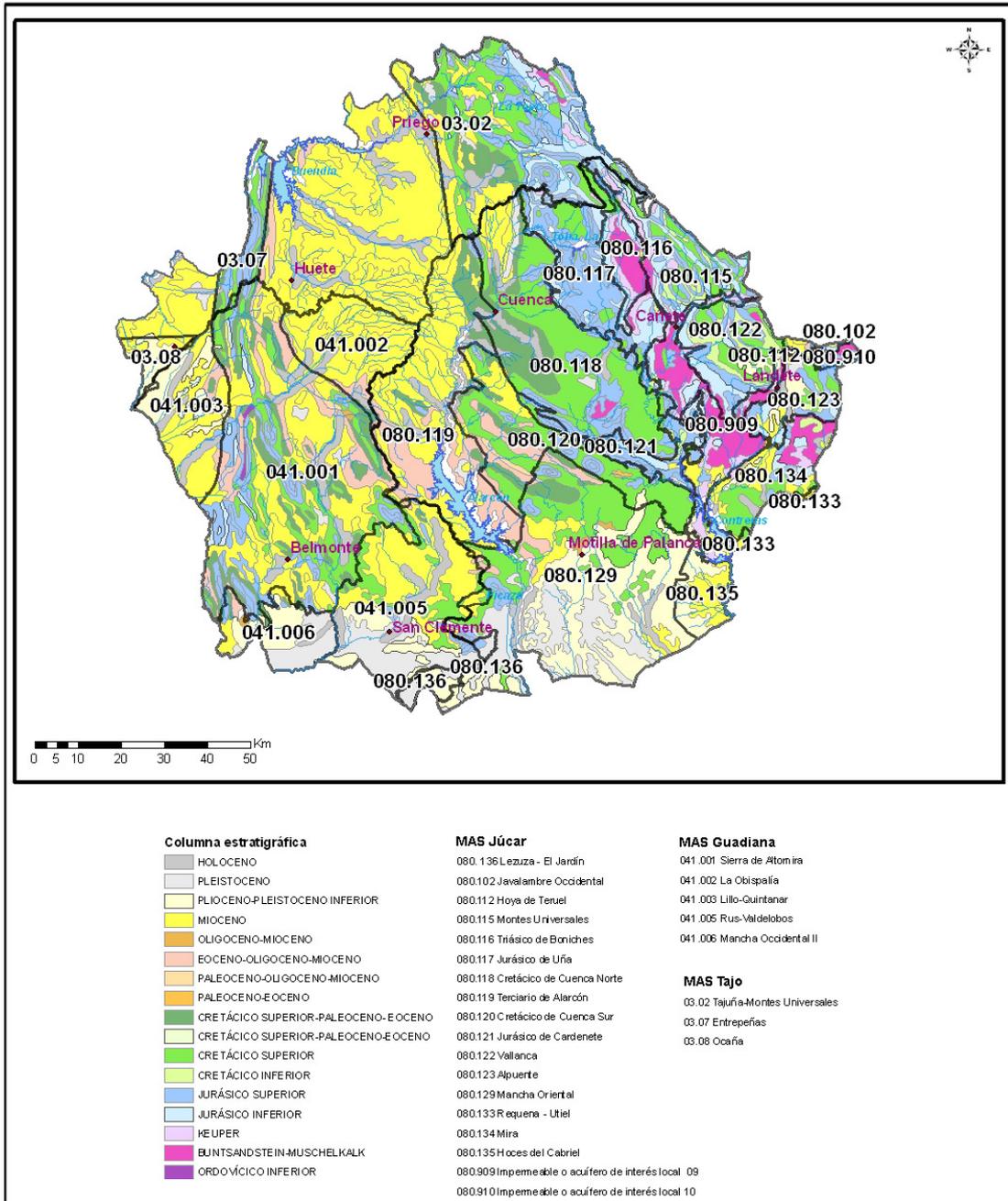


Figura 1 - M.a.s. y acuíferos definidos en la provincia de Cuenca.

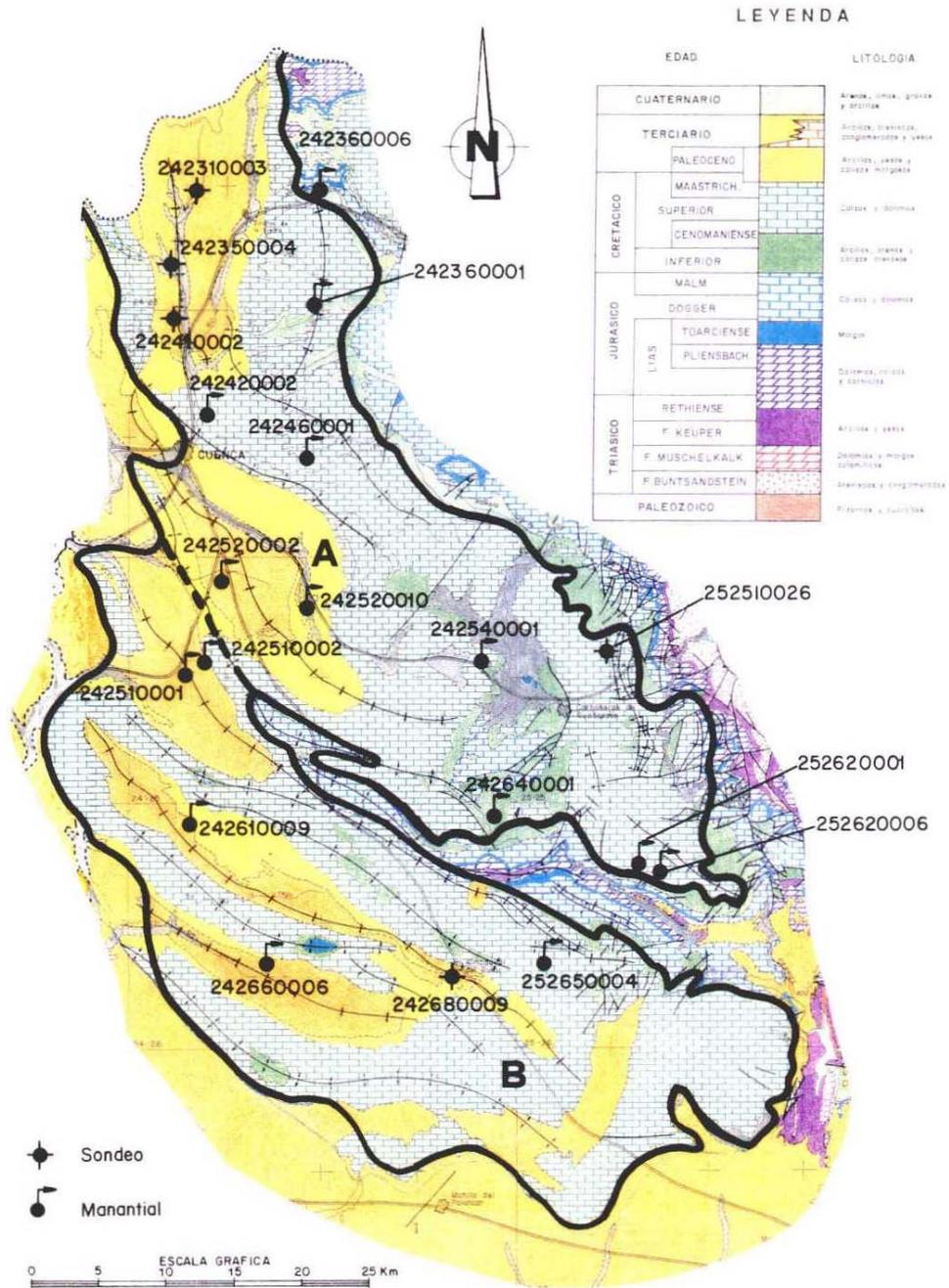


Figura 2.- Acuífero cretácico de Cuenca-Norte y Sur (IGME-CHJ, 1992).

3.2. Marco hidrogeológico local

En la figura 3 se observa el mapa geológico-hidrogeológico del área de estudio con los puntos de agua existentes y estudiados.

Calizas y dolomías del Cretácico Superior

Estos materiales afloran como núcleo del anticlinal de Villar el Saz de Arcas. También se localizan como zócalo de las depresiones terciarias que forman los sinclinales. En la Depresión de Fuentes, sobre la que se asienta el núcleo urbano de Arcas del Villar, el sondeo perforado por el INC alcanzó estas calizas a 250 m de profundidad. El sondeo perforado para el campo de golf en Ballesteros, a unos 4 km al norte del sondeo del INC, sitúa este techo más próximo a la superficie, a unos 60 m. No obstante, al no disponer de datos fiables de la columna litológica ni de muestra de agua, no se puede afirmar que dicho sondeo capte a los materiales carbonatados cretácicos (tabla 3).

El comportamiento hidráulico en estas depresiones es el de un acuífero confinado, con una cota piezométrica de 931 m s.n.m. o unas profundidades de nivel piezométrico que no superan los 10 m.

Nº INVENTARIO	NAT.	COTA(m s.n.m.)	PROF. (m)	Q (L/s)/ fecha	Prof. N.pz./Fecha
Sondeo INC	S	940	320	40	9,38 (9/02)
Sondeo Golf Ballesteros	S	940	237	35	10 (3/03)

Tabla 3.- Captaciones de agua en la zona de estudio (Nat.-naturaleza, Prof.-profundidad, Q-caudal, Prof n. Pz.-profundidad del nivel piezométrico, F-fuente, G-galería, S-sondeo).

La transmisividad deducida tras el aforo realizado en 1991 en el sondeo del IRYDA era de unos 300 m²/día.

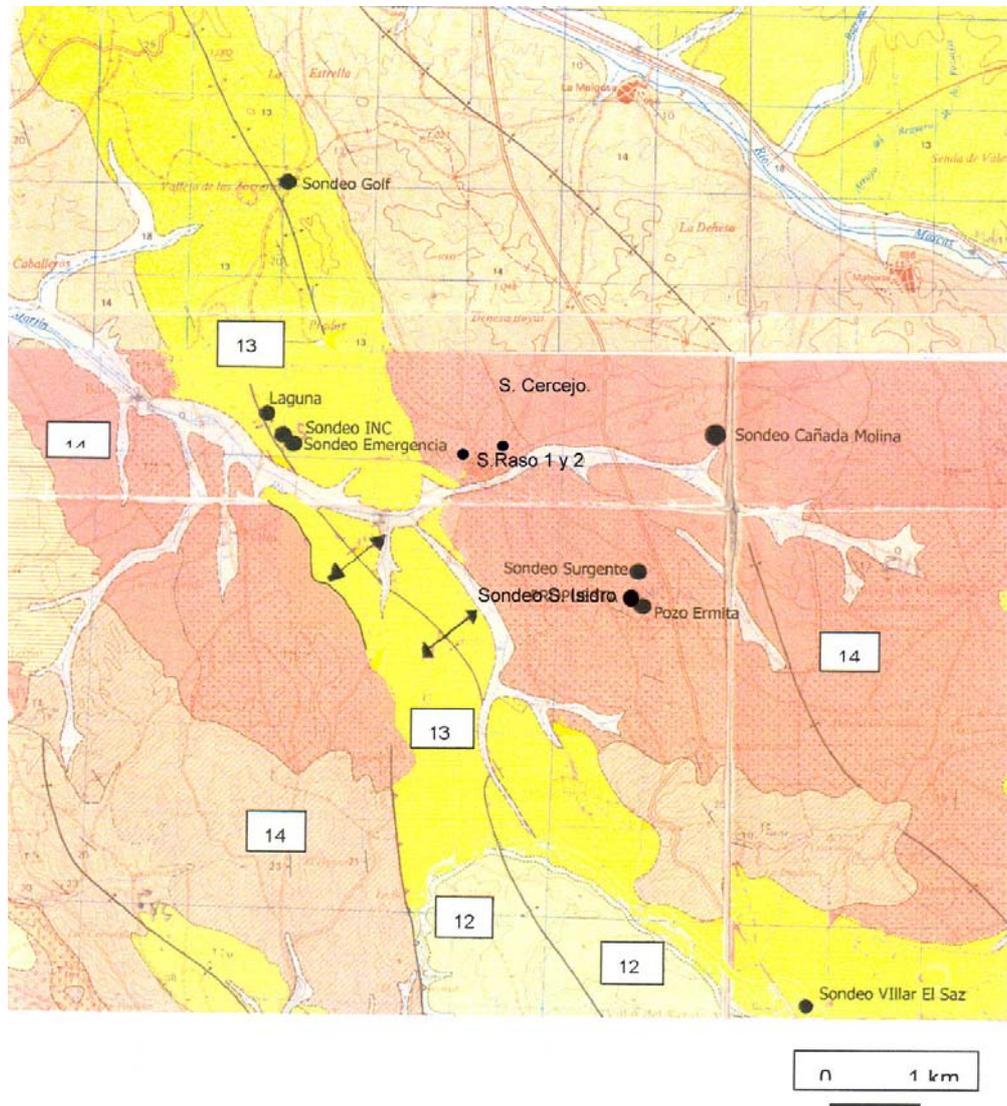


Figura 3.- Mapa geológico-hidrogeológico del área estudiada. Leyenda: 12- calizas y dolomías del Cretácico superior, 13- yeos y margas del tránsito cretácico-terciario o facies Garumniense, 14- depósitos detríticos terciarios; las diferentes tramas y colores se deben a que corresponden a cuatro distintos mapas geológicos.

La calidad química de las aguas muestra una conductividad algo elevada (861 $\mu\text{S}/\text{cm}$), y una facies mixta sulfato-bicarbonatada cálcica, con un contenido en sulfatos de 288 mg/L (tabla 4).

	Fecha	Na	Ca	Mg	SO ₄	Cl	HCO ₃	NO ₃	NO ₂	NH ₄	P ₂ O ₅	Cond.
Sondeo INC	9/02	4	170	35	288	11	275	14	0	0	0	861

Tabla 4.- Análisis químicos de las aguas de las formaciones carbonatadas cretácicas (contenidos en mg/L, conductividad en $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Yesos y calizas del Garumniense

Está constituida por los paquetes de yesos masivos alternantes con margas y calizas, cuyo espesor en la zona puede superar los 150 m. No suponen un acuífero de interés para el consumo humano debido a la mala calidad química de las aguas.

Los yesos de esta formación se encuentran karstificados, formándose dolinas y hundimientos como el sufrido en la zona del sondeo de abastecimiento. Dichas dolinas forman lagunas, como las que se encuentran al norte de la población y que constituyen el Complejo lagunar de Arcas-Ballesteros. El nivel piezométrico es alto, a menos de 10 m (930 m s.n.m.) (tabla 5).

Nº INVENTARIO	NAT.	COTA(m s.n.m.)	PROF. (m)	Prof. N.pz./Fecha
Sondeo Emergencia	S	940	74	9,57 (3/03)
Sondeo Villar el Saz de Arcas	S	1020	180	0,05 (3/03)

Tabla 5.- Captaciones de agua en la zona de estudio (Nat.-naturaleza, Prof.-profundidad, Q-caudal, Prof n. Pz.-profundidad del nivel piezométrico, F-fuente, G-galería, S-sondeo).

Las aguas son de facies sulfatada cálcica, con altos contenidos en sulfatos (1520-1580 mg/L). Se han muestreado aguas de una de las lagunas y del sondeo de emergencia perforado en marzo de 2003 mostrando una composición muy similar; así el aislamiento al que se sometió en sondeo de emergencia resultó poco útil, ya que toda esta formación margo-calco-yesífera se encuentra interconectada (tabla 6).

Al Sur, en el área de Villar el Saz de Arcas, se captaron los niveles inferiores de esta formación, disminuyendo la mineralización (1478 $\mu\text{S}/\text{cm}$) aunque correspondiendo a aguas de facies sulfatada cálcica.

	Fecha	Na	Ca	Mg	SO ₄	Cl	HCO ₃	NO ₃	NO ₂	NH ₄	P ₂ O ₅	Cond.
Sondeo Villar El Saz	4/2003	2	410	17	856	9	216	38	0	0	0	1478
Sondeo Emergencia	4/2003	3	620	32	1520	7	107	18	0	0	0	3083
Laguna	3/2003	3	642	52	1580	7	230	14	0	0,06	0	3373

Tabla 6.- Análisis químicos de las aguas de las formaciones yesífero-carbonatadas del Garumniense (contenidos en mg/L, conductividad en $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Depósitos detríticos terciarios

Constituyen el acuífero más utilizado en la zona por su facilidad de captación, debido a su proximidad a la superficie. También es el más vulnerable, ya que buena parte de su área de recarga está transformada en campos de cultivo. Se han reconocido en San Isidro, con un espesor de 80 m y en el Raso, con un espesor de unos 70 m.

Están constituidos por alternancias de areniscas, conglomerados y arcillas, de espesores métricos, que, conforme se alejan del flanco del anticlinal hacia el N y el centro del sinclinal, incrementan su contenido en yesos (tabla 7).

Nº INVENTARIO	NAT.	COTA(m s.n.m.)	PROF. (m)	Q (L/s)	Prof. N.pz./Fecha
Sondeo Raso 1	S	980	65	2	12 (8/03)
Sondeo Raso 2	S	980			
Sondeo nuevo S. Isidro	S	1000	100	10	5.6 (4/03) 2.1 (11/07)
Sondeo Cercejo		970			20.6 (11/07)
Sondeo Surgente	S	980	77	0,25	0 (3/03) 0.5 (11/07)
Pozo San Isidro	P	980	6		
Sondeo "Cañada Molina"	S	980	85		0 (3/03)
Sondeo Villar el Saz de Arcas	S	1020	180		0,05 (3/03)

Tabla 7.- Captaciones de agua en la zona de estudio (Nat.-naturaleza, Prof.-profundidad, Q-caudal, Prof n. Pz.-profundidad del nivel piezométrico, P-pozo, S-sondeo).

Los niveles piezométricos son muy someros, incluso surgentes, con una cota piezométrica de 980 m s.n.m.

Así las facies hidroquímicas predominantes son la bicarbonatada cálcica (en el área de la Ermita de San Isidro) y la sulfatada cálcica hacia el N, hacia Cañada Molina, con una conductividad de casi 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Asimismo, en las zonas cultivadas, como el área de Cañada Molina, el contenido en nitratos es superior al permitido, alcanzando los 67 mg/L (tabla 8).

	Fecha	Na	Ca	Mg	SO ₄	Cl	HCO ₃	NO ₃	NO ₂	NH ₄	P ₂ O ₅	Cond.
Pozo San Isidro	3/1991	2	102	2	41	4	251	8	0	0,12	0	503
Sondeo Cañada Molina	3/2003	4	590	16	1320	13	179	67	0	0	0	2933
Surgente Arcas	4/2003	4	120	4	51	6	302	4	0	0,23	0	545
S. Raso 1												
S. Raso 2	11/2008	5	94	2	60	6	182	28	0	0	0	465

Tabla 8.- Análisis químicos de las aguas de las formaciones detríticas terciarias (contenidos en mg/L, conductividad en $\mu\text{S/cm}$).

La evolución del agua procedente del sondeo El Raso muestra una evolución pareja de conductividad y nitratos, con un suave incremento de estos últimos desde 2006, situándose en torno a 35.1 mg/L. (figura 4).

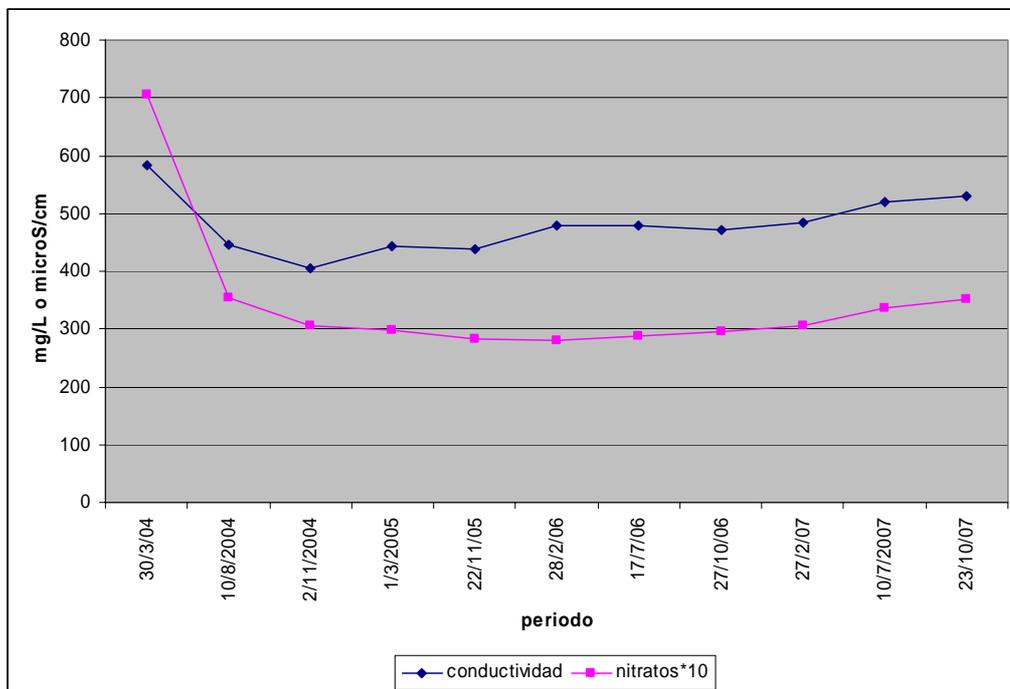


Figura 4.- Evolución de la conductividad y del contenido en nitratos del sondeo del Raso.

3.3. Vulnerabilidad del acuífero

3.3.1 *Inventario de focos de contaminación*

El entorno de la zona corresponde a un área de cultivos de secano y bosques de pinos, aunque el núcleo urbano se encuentra próximo y las nuevas construcciones se acercan a las captaciones.

Como puntos concretos se localizan los siguientes (figura 5):

Cementerio: X:575522, Y: 4427371 a una distancia de las captaciones de 500 m al S.

Granja de ovejas: X: 575527, Y:4427405 a una distancia de las captaciones de 500 m al S.

Vertedero incontrolado: X: 575834 Y:4426408 situado en la otra orilla del río San Martín, a 1400 m al S.

Asimismo la propia localidad constituye un foco potencial de contaminación, en el caso de fugas de la red de alcantarillado y existencia de pozos negros.

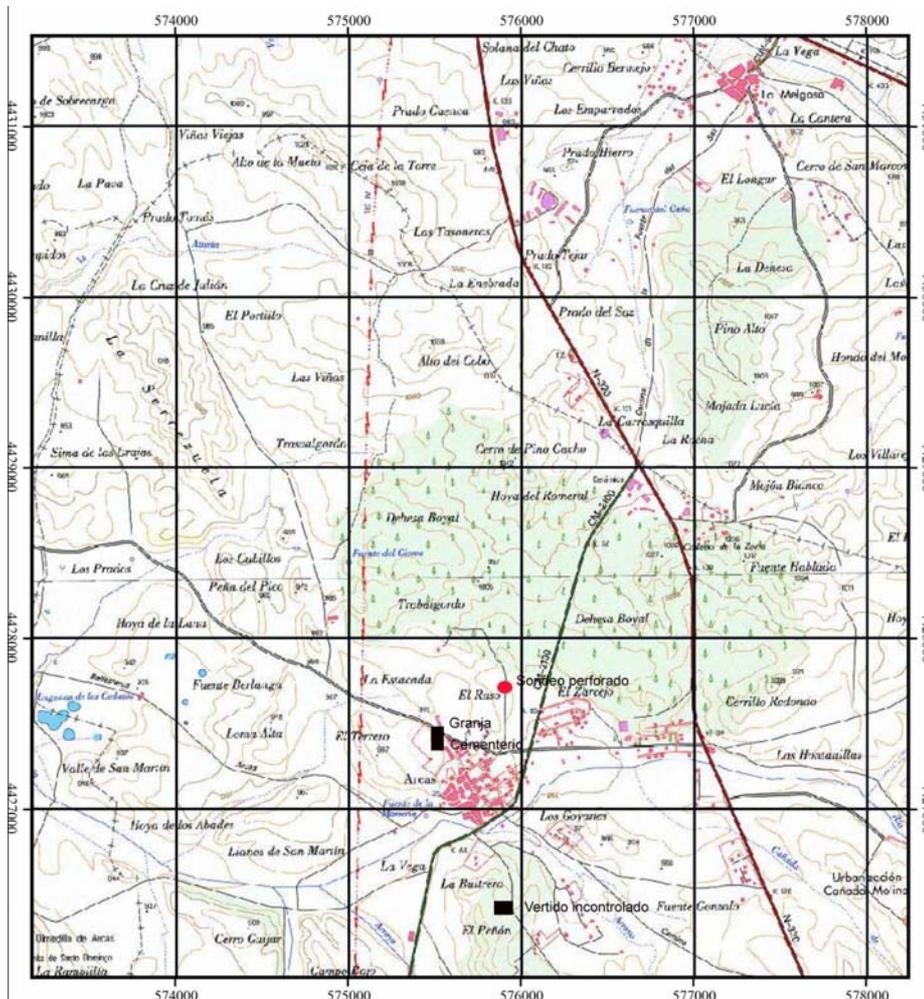


Figura 5.- Ubicación de los focos potenciales de contaminación.

3.3.2. Estimación de la vulnerabilidad

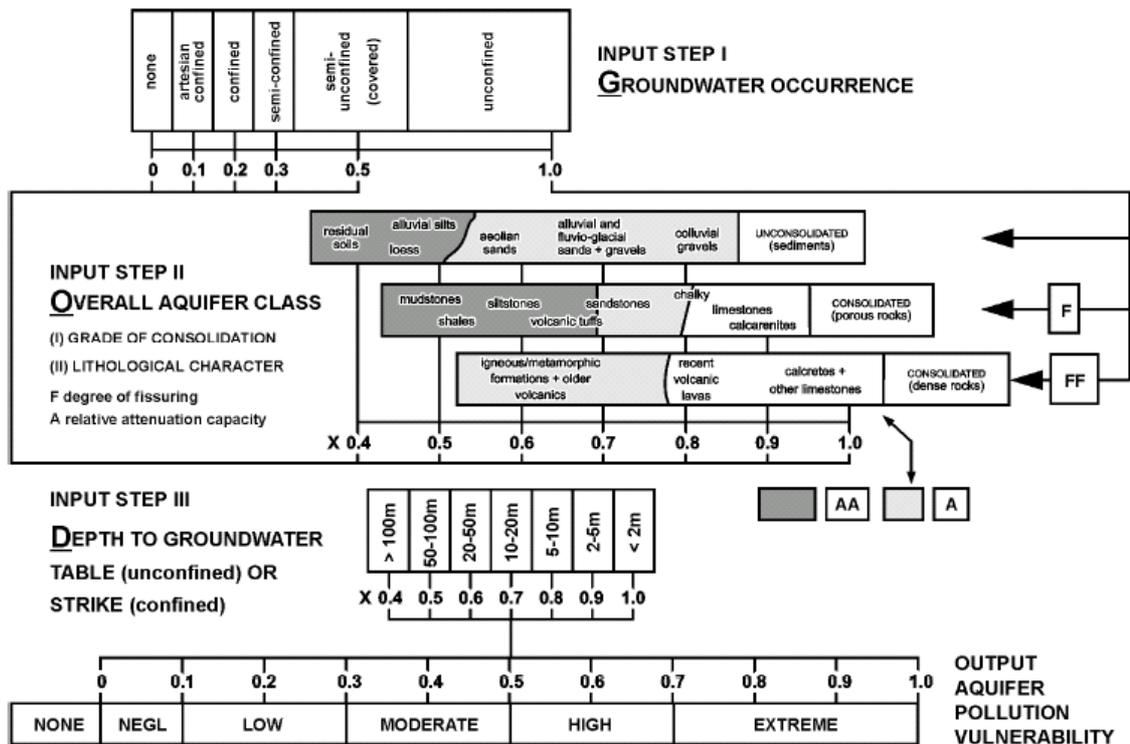
Una de las metodologías más adecuadas para la determinación de la vulnerabilidad es la realización de una cartografía de vulnerabilidad. Para ello se pueden usar distintos métodos, aunque uno de ellos es el índice GOD. Este método propuesto por Foster (1987), se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a 3 variables que son las que nominan el acrónimo:

G- tipo de acuífero.

O- litología de cobertura del acuífero

D- profundidad del agua o del acuífero.

En la figura 6 (Foster e Hirata, 1991) se reproduce el diagrama para cualificar la vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación. Los tres índices que se multiplican entre sí, resultan en uno final que puede variar entre 1 (vulnerabilidad máxima) y 0 (mínima).



GOD empirical system for the rapid assessment of aquifer contamination vulnerability (from Foster, 1987).
Editorial note: Corrections received from the author
Step I: substitute "overflowing" for "artesian confined"; Step II: title should be "Overlying Lithology"; Output: omit "none".

Figura 6.- Esquema de la valoración del índice GOD.

Para el presente apartado se ha considerado el acuífero detrítico terciario, considerándole de carácter semilibre, al considerar que puede existir recarga por infiltración a través de los materiales detríticos terciarios (G=0.5). También se ha considerado el acuífero yesífero cetrácico-terciario, considerándose confinado (G=0.2).

Como O (litología de cobertura) según la columna litológica de los sondeos RASO-1

y RASO-2, se han considerado predominantes las arenas, con un valor de $O=0.7$.

Respecto al parámetro D, se ha empleado el techo del primer nivel arenoso con agua, a 40 m de profundidad, equivalente a $D=0.6$.

Así la vulnerabilidad determinada para el entorno del acuífero mediante el método GOD, equivale a:

$GOD=0.5 \times 0.7 \times 0.6 = 0.21$ que corresponde a una vulnerabilidad del acuífero **BAJA**.

Estableciendo un mallado de 1 km de lado, se establece la cartografía de vulnerabilidad recogida en la figura 7.

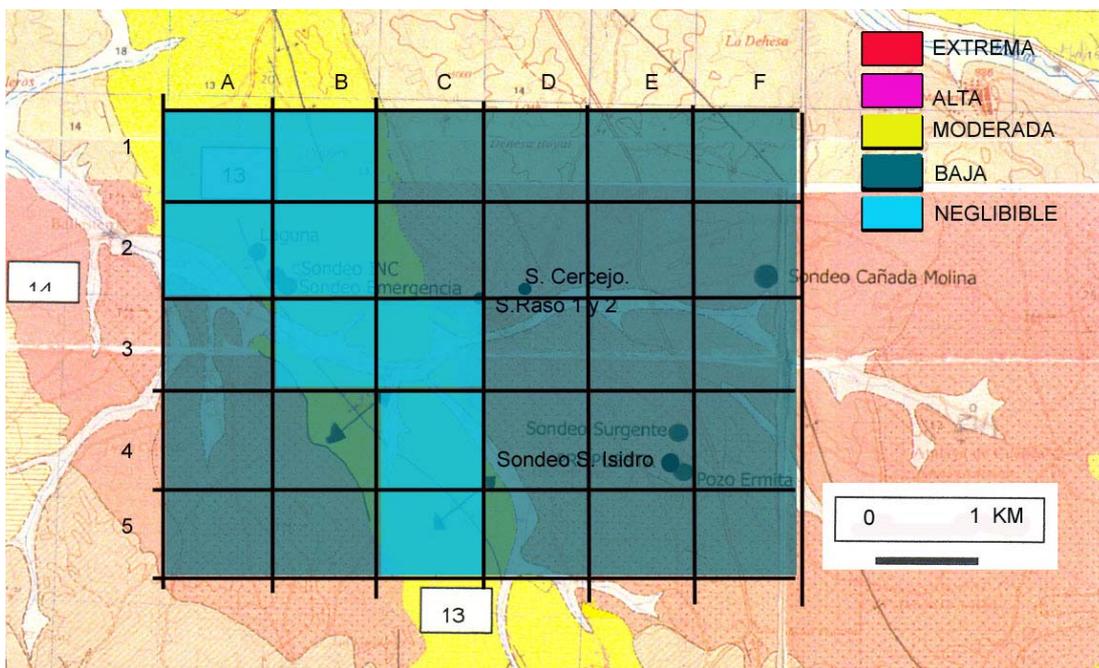


Figura 7 .- Cartografía de vulnerabilidad.

3.4. Perímetro de protección de las captaciones

Habitualmente es recomendable para el diseño de un perímetro de protección de

captaciones para abastecimiento urbano la definición de tres zonas de protección:

- Zona inmediata o de restricciones absolutas: tiempo de tránsito 1 día o área fija de 100-400 m². 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.

En el presente documento se proponen los perímetros de protección para los sondeos RASO-1 y RASO-2.

Los sondeos RASO-1 y RASO-2 captan al acuífero detrítico terciario, de comportamiento confinado. Del sondeo RASO-1 no se dispone de información geológica de detalle, pero del sondeo RASO-2 se atravesaron horizontes acuíferos a 40-42 m, 44-48 m (6 L/s), 58-64 m y de 66-70 m. Las ranuras se sitúan a 44-49 m y de 58-67 m. Por encima de las formaciones acuíferas se encuentran una alternancia de arcillas y arenas que constituyen la ZNS.

Para la definición de **zona de restricciones absolutas** se propone aplicar un área fija que contemple el vallado y protección de dos captaciones en dos áreas valladas, mediante una cerca que forme un cuadrado de 7 m de lado (figura 8).

Las captaciones deben estar adecuadamente protegidas de efectos exteriores: cierre de la cabeza de la tubería del sondeo, un suave cono con una inclinación para la circulación de agua, con un diámetro de unos 2 m y aislamiento del exterior.

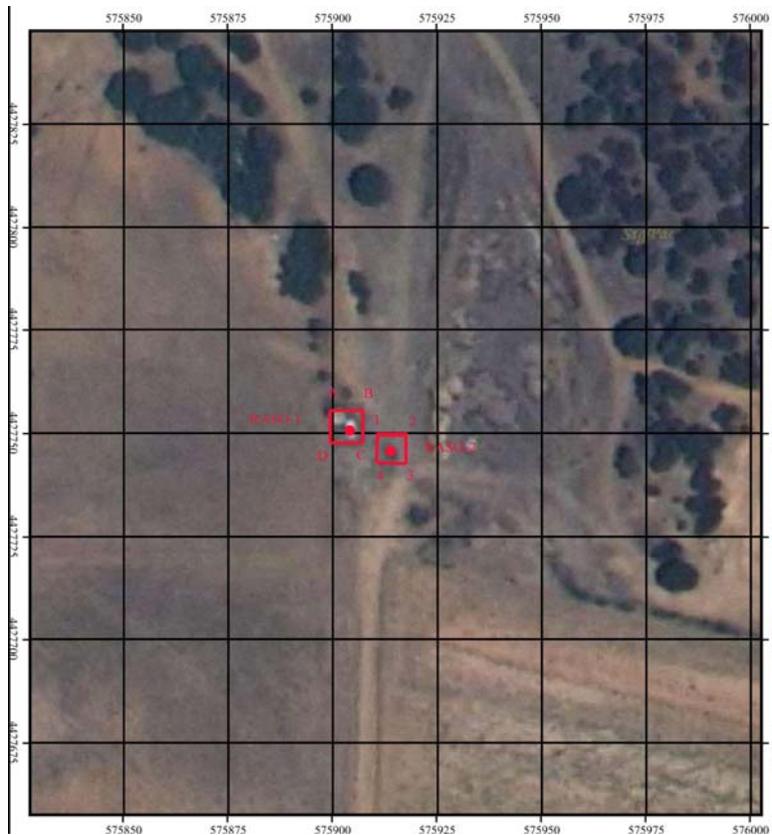


Figura 8. Mapa de la propuesta del perímetro de zona inmediata.

Para determinar **la zona de protección próxima o de restricciones máximas se puede establecer como método el de radio en función del tiempo de tránsito** (IGME, 1991):

La ecuación volumétrica es la siguiente:

$$Qt = m * H \pi R^2$$

$H \pi R^2$ = Volumen total del cilindro

$m - H \pi R^2$ = Volumen de agua contenido

Siendo:

Q = caudal bombeado

I = tiempo de tránsito hasta la captación

m = porosidad eficaz del acuífero

H = espesor saturado en la captación

R =radio del perímetro de protección

Si consideramos el sondeo de RASO-2, con un caudal bombeado de 7 L/s, un tiempo de tránsito de 50 días, la porosidad eficaz del acuífero detrítico de 0.02 y una H igual a 22 m, correspondiendo al espesor total de las formaciones arenosas con presencia de agua, el radio de perímetro de protección obtenido es de 158 m. Considerando una dirección de flujo hacia el SO, hacia el río San Martín, el círculo podría adaptarse, mediante criterios hidrogeológicos, alargando uno de sus lados, definiéndose un rectángulo de 250 x 275 m. (figura 9). Para el sondeo RASO-1, con un caudal de extracción de 10 L/s e idénticos parámetros que en el caso del sondeo RASO-2 se obtiene un radio de 177 m. A este conjunto se ha tomado un radio de 200 m, modificándose por criterios hidrogeológicos, alargándolo aguas arriba, considerando la cuenca de agua superficial y reduciéndose aguas abajo.

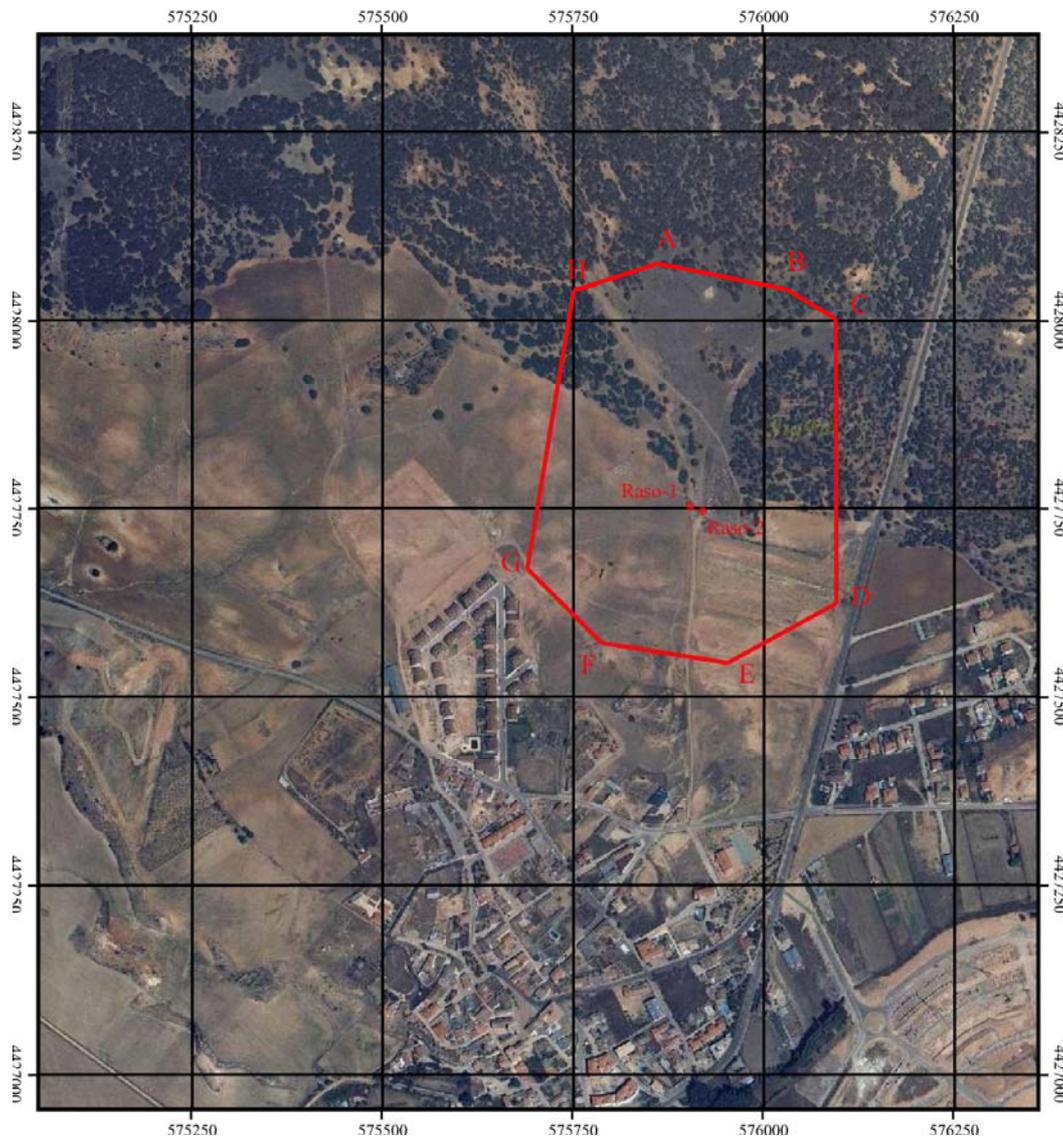


Figura 9. Mapa de la propuesta del perímetro de zona próxima.

Para el establecimiento de la **zona alejada o de restricciones moderadas se han empleado criterios hidrogeológicos.**

El acuífero terciario ocupa la depresión de Fuentes, sin embargo, el eje sinclinal coincide con el máximo de relieve de la zona, por lo que las aguas superficiales circularán desde dicho eje hacia el NE, al río Moscas y al SO, hacia el río San

Cuenca: Arcas del Villar”, en el que se calculó el descenso en el nivel piezométrico que podrían provocar sondeos de semejantes características a las del sondeo a proteger, situados a determinadas distancias.

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

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

donde D = Descenso del nivel piezométrico.

T = Transmisividad = 110 m²/día (dato procedente de un ensayo de bombeo)

Q = Caudal (caudal máximo del sondeo a proteger: 10 l/s) = 864 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 10 L/s durante 120 días continuados, y situado a unos 1000 m de distancia (figura 11). El descenso obtenido de 2.11 m se considera razonable, puesto que es inferior al 10% del espesor saturado de la captación a proteger (del orden de 22 m).

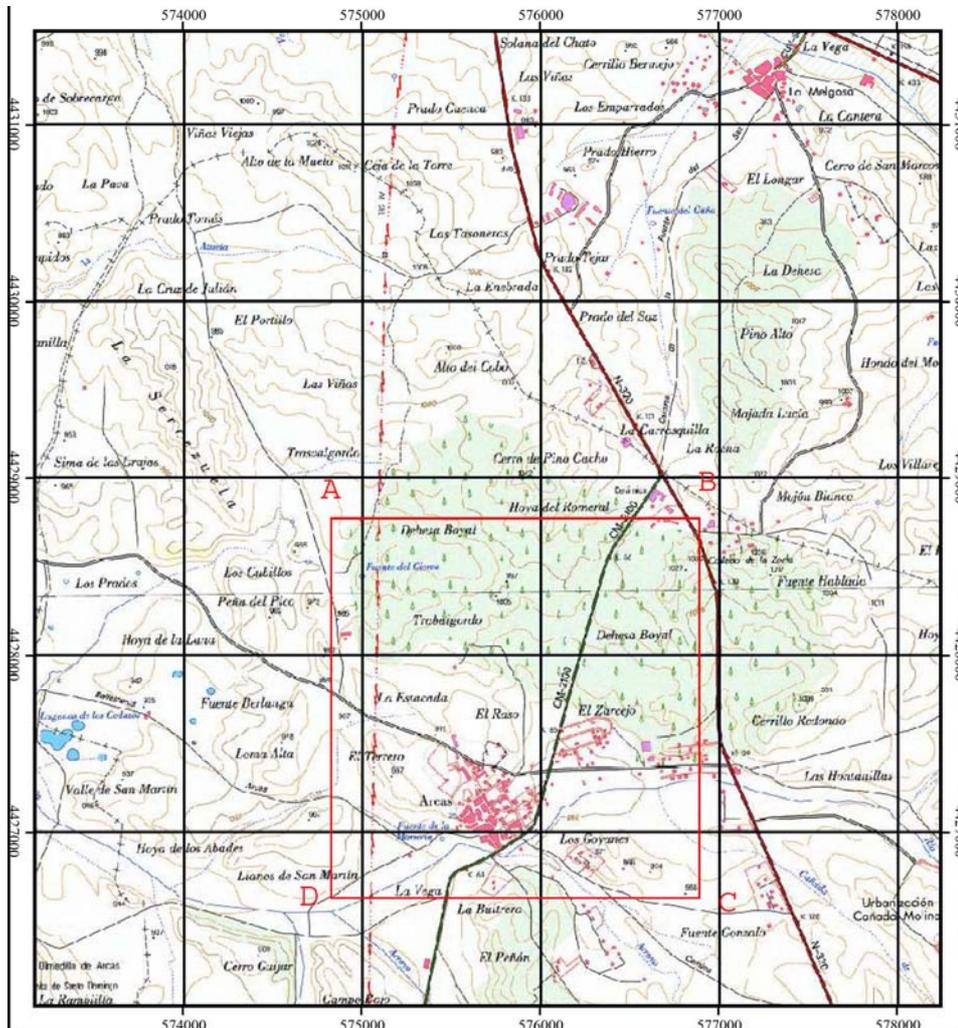


Figura 11.- Perímetro de protección de la cantidad.

La definición de las poligonales envolventes que definen las zonas del perímetro se recogen en la tabla 9 y figura 12.

Tabla 9. Poligonal envolvente del perímetro de protección de la cantidad y de la calidad propuesto.

	Nº PUNTO	COORDENADAS UTM (X)	COORDENADAS UTM (Y)	Z (m s.n.m.)
ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	A	575897	4427757	980
	B	575907	4427758	980
	C	575907	4427747	980
	D	575900	4427746	980
	1	575909	4427742	980
	2	575909	4427746	980
	3	575920	4427741	980
	4	575911	4427735	980
ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	A	575863	4428075	980
	B	576030	4428038	980
	C	576113	4428000	980
	D	57611	4427613	960
	E	575938	4427545	960
	F	575780	4427567	960
	G	575688	4427658	960
	H	575750	4428053	980
ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	A	574949	4428878	975
	B	575961	4429050	1042
	C	576773	4428466	1027
	D	576869	4427986	1010
	E	576801	4427762	1010
	F	576505	4427342	945
	G	575861	4427290	940
	H	575004	4427636	950
	I	574784	4427992	982
	J	574692	4428264	973
ZONA DE PROTECCION DE LA CANTIDAD	A	574880	4428665	970
	B	576880	4428665	990
	C	574880	4426665	960
	D	576880	4426665	940

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la tabla 10.

DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS			ZONA DE RESTRICCIONES BAJAS O 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-refugios de ganado		*				*
Silos	*				*	
ACTIVIDADES URBANAS						
Vertidos superficiales de aguas residuales urbanas sobre el terreno	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas en pozos negros, balsas o fosas sépticas	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas en cauces públicos	*			*		
Vertido de residuos sólidos urbanos	*			*		
Cementerios	*			*		
ACTIVIDAD INDUSTRIAL						
Asentamientos industriales	*			*		
Vertidos residuos líquidos industriales	*				*	
Vertido residuos sólidos industriales	*			*		
Almacenamiento de hidrocarburos	*			*		
Depósitos 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						
Camping	*				*	
Ejecución de nuevas perforaciones o pozos	*			*		

Tabla 10. Definición de las actividades dentro del perímetro de protección restringidas o condicionadas.

También, para todos los perímetros es fundamental el control de las actividades agrícolas, debiéndose prohibir el uso de fertilizantes, pesticidas, almacenamiento de estiércol, así como las ganaderías extensivas e intensivas en las zonas de restricciones absolutas y máximas, condicionándose en la zona de restricciones moderadas, siendo recomendable la realización de un estudio agronómico en el que evalúe la dotación de fertilizantes más adecuada para el tipo de cultivo.

Dentro del área de restricciones moderadas se encuentran urbanizaciones como la del Zarcejo así como nuevas construcciones. Se deberá evitar la presencia de pozos negros y el alcantarillado deberá estar controlado para evitar la fuga de residuos. Aunque ya existen captaciones, como el sondeo del Zarcejo, se deberán controlar la perforación de sondeos, estando supeditados a la presentación de un estudio hidrogeológico en la que se contemple la inexistencia de afección del sondeo a las captaciones municipales. 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 equipado de contadores para determinar que caudal se extrae.

Madrid, diciembre de 2008

El autor del informe

Fdo. Marc Martínez

4. BIBLIOGRAFÍA

CHJ (2005): Delimitación y caracterización de los acuíferos en las masas de agua subterránea de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

IGME (1991): Guía metodológica para la elaboración de perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas.

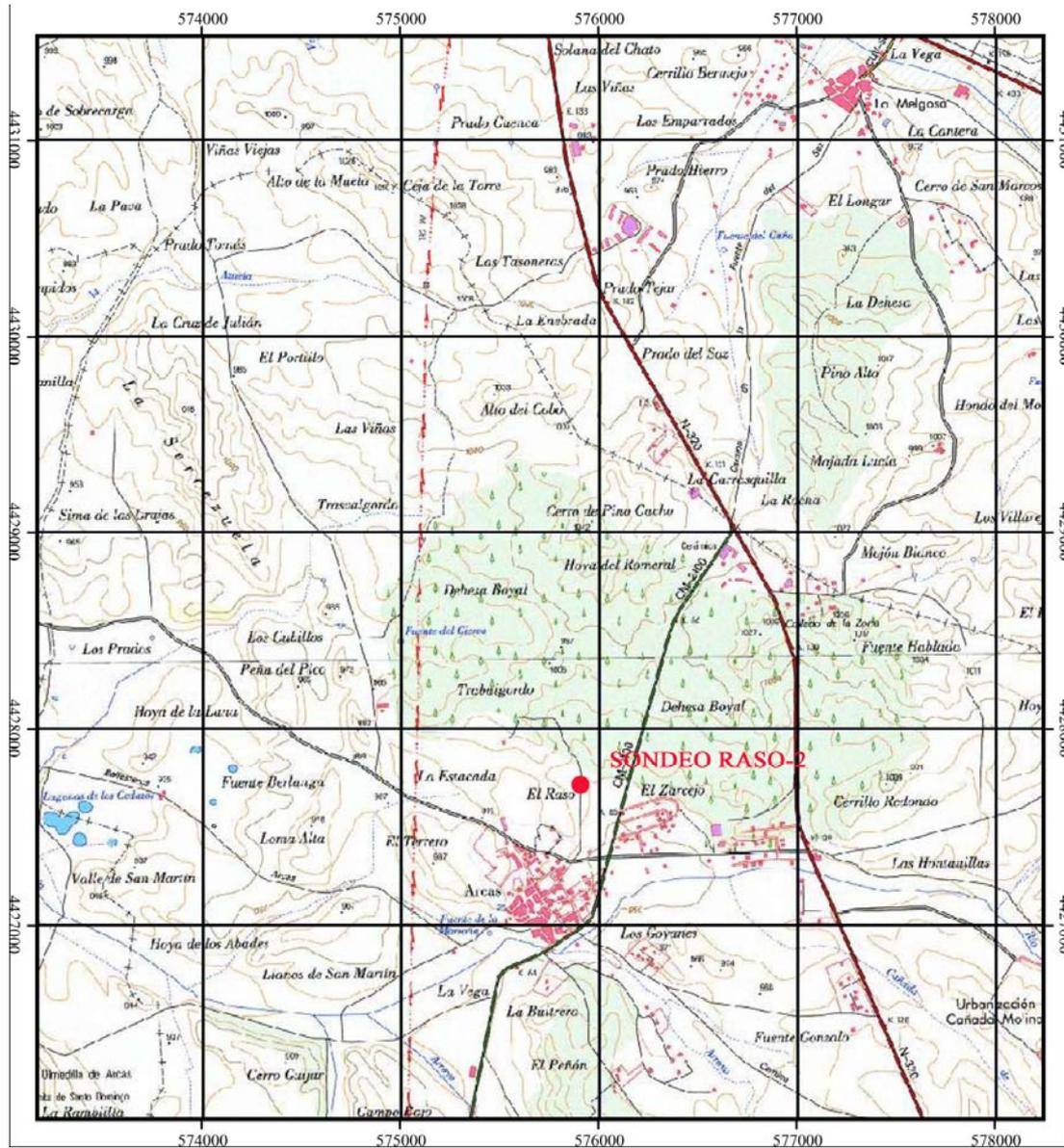
IGME-CHJ(1992): Propuesta de normas de explotación de Unidades Hidrogeológicas en el Sistema Hidráulico Alarcón-Contreras. 1991-1992.

IGME-Diputación de Cuenca (2006): Actualización de la situación actual de los sistemas de abastecimiento urbano de 10 municipios en la provincia de Cuenca: Arcas del Villar .

ANEXOS

**MAPA DE SITUACIÓN
ESQUEMA DEL SONDEO**

MAPA DE SITUACIÓN



CROQUIS DE POZO ARCAS III (Arcas del Villar)

