



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

Septiembre 2008

Sondeo: Alcantud-I

Término municipal: Alcantud **Provincia:** Cuenca

Sonda/contratista: Rotopercusión /Sondeos CARRETERO

SITUACIÓN:

Hoja topográfica: N° 538 Valdeolivas

Número Hoja/octante: 2321/8

Coordenadas U.T.M.: X: 557042 Y: 4490365

Cota aproximada: 870 (+/-) 10 m s.n.m.

CARACTERÍSTICAS:

Profundidad: 82m.

Referencias topográficas: Camino del cementerio, unos 400 m antes del paraje de La Barquilla.

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 de las obras

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 la captación

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 mayo de 2007 se redactó el *“Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de agua potable del municipio de Alcantud (Cuenca)”*, en el que se recomendaba, de acuerdo con las características geológicas e hidrogeológicas de la zona, la perforación de un sondeo de investigación.

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 **0.5 L/s**. Para ello se recomendó la perforación de un sondeo que explotara en profundidad las formaciones geológicas que drenan los dos manantiales, actuales abastecimientos de la población.

2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

2.1. Situación

El sondeo Alcantud-I se ubicó en el camino del cementerio, aproximadamente a 950 m al norte de este y unos 400 m antes de llegar al paraje de La Barquilla.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 538 de coordenadas U.T.M. **X:** 557042 **Y:** 4490365 y una cota aproximada de 870 (+/-) 10 m s.n.m.

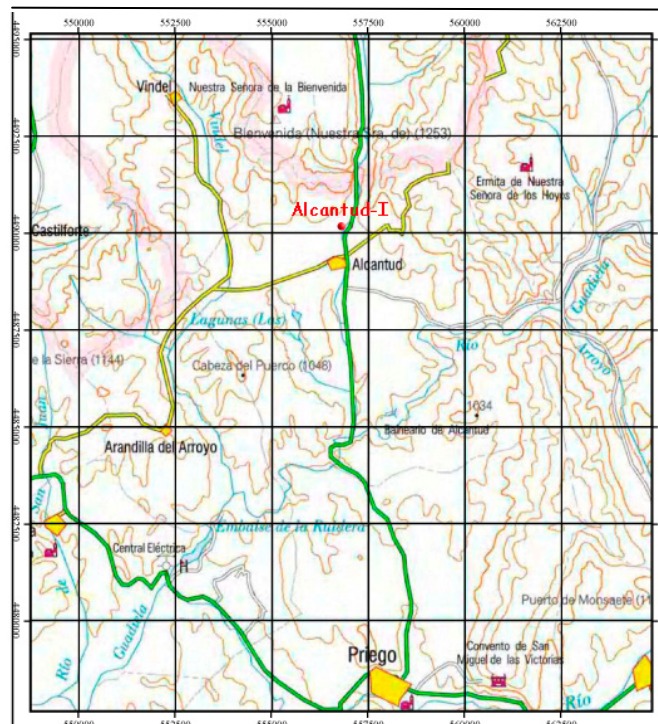


Fig.1. Situación del sondeo Alcántud-I

2.2. Características específicas de las obras

2.2.1. Consideraciones constructivas

La ejecución del sondeo fue llevada a cabo por Sondeos Carretero durante el mes de junio de 2008, mediante rotopercusión con martillo en fondo.

La ejecución del sondeo Alcántud-I se perforó con un diámetro de 310 mm hasta los 28 m de profundidad para continuar con un diámetro de 260 mm hasta los 82 m de profundidad.

2.2.2. Perfil litológico

De acuerdo con el informe hidrogeológico previo realizado, los materiales atravesados

en el sondeo Alcantud-I corresponden principalmente a materiales de edad cretácica.

Se perforaron los siguientes materiales:

0-10 m: arcilla parda clara

10-14 m: arcilla parda oscura

14-16 m: arcilla margosa con trozos de travertino. Pátinas de óxido.

16-24 m: arcilla negra con materia orgánica. Travertinos.

24-26 m: caliza dolomítica gris clara. Caliza ocre con pátinas de óxido.

26-28 m: caliza gris clara. Caliza rosa y arcilla gris verduzca rellenando fracturas.

28-32 m: caliza dolomítica gris clara y caliza rosa.

32-34 m: dolomía recristalizada gris.

34-36 m: arcilla rosa carbonatada. Caliza rosa ocre.

36-38 m: caliza micrítica rosa- violácea y ocre

38-40 m: caliza dolomítica ocre-rosa con recristalizaciones

40-42 m: caliza ocre arcillosa con pátinas e óxido.

42-46 m: caliza dolomítica ocre-rosa con recristalizaciones

46-50 m: calizas y dolomías ocre con abundantes recristalizaciones

50-52 m: caliza ocre y gris con pátinas de óxido.

52-54 m: caliza gris y anaranjada con abundantes pátinas de óxido y recristalizaciones.

54-60 m: caliza dolomítica gris y rosácea.

60-62 m: caliza dolomítica recristalizada gris claro con pátinas de óxido

62-64 m: caliza gris clara ocre recristalizada. Pátinas de óxido.

64-66 m: caliza gris rosácea. Pátinas de óxido.

66-82 m: calizas y dolomías gris-ocre granudas.

Se atravesaron niveles acuíferos a 9-10 m, 46-50 m y 52-54 m y 72-76 m.

Las formaciones atravesadas corresponden al Cretácico Superior.

2.3. Acondicionamiento de las obras

El sondeo se entubó con tubería de acero, de 260 mm hasta los 28 m de profundidad, y de 0 a 82 m con tubería de acero de 200 mm. Los tramos ranurados suman un total de 30 m, habiéndose colocado la rejilla a las siguientes profundidades: 42 a 66 m y de 72 a 78 m. Los 6 primeros metros se cementaron y el resto se dejó con tubería auxiliar hasta los 28 m. Se instaló macizo de grava de 4-9 mm para evitar posibles arrastres.

2.4. Hidroquímica

Las aguas analizadas muestran, a distintas profundidades un mantenimiento de la facies química, que corresponde a un agua bicarbonatada cálcica, con baja mineralización y bajo contenido en nitratos (tabla 1).

	Sondeo aforo	0-21 m	46-50 m	50-54 m
Fecha	6/08	6/08	6/08	6/08
DQO				
Cl	10	5	4	4
SO ₄	28	33	34	32
HCO ₃	258	224	231	220
CO ₃	0	0	0	0
NO ₃	3	4	2	3
Na	0	3	0	0
Mg	17	16	16	17
Ca	80	67	71	65
pH	7.5	7.5	7.4	7.5
NO ₂	0	0	432	0
NH ₄	0	0	0	0
Conductividad	465	424	432	417

Tabla 1.- Componentes químicos (en mg/L), conductividad (en $\mu\text{S/cm}$).

2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico el sondeo afecta al acuífero cretácico incluido en la Unidad Hidrogeológica UH 03.02 Tajuña-Montes Universales, en el Flanco Occidental de la Cordillera Ibérica, sistema acuífero 18, perteneciente a la cuenca hidrográfica del Tajo. La zona se encuentra drenada por Arroyo de la Vega o Río de Alcantud, afluente del río Guadiela, afluente a su vez del río Tajo y a su equivalente en m.a.s. que es la 03.02. de la misma denominación.

Según <http://aguas.igme.es>, soporta una precipitación media anual en torno a los 650 mm/año con unas entradas al acuífero de 642 hm³/año debido a infiltración directa del agua de lluvia. La superficie aflorante del mismo es de 2900 km² por lo que el valor medio de la **recarga** se ha estimado en **221 mm**.

La profundidad del nivel piezométrico para el sondeo Alcantud-I es de 8.60 m (861.4 m. s.n.m.). Atendiendo a las cotas piezométricas de diversos sondeos y manantiales del entorno se observa que dicha cota se sitúa entre los 847 m. s.n.m. y los 1080 m. s.n.m. habiéndose considerado la dirección preferencial de flujo hacia el sur (figura 2).

Según el mapa de permeabilidades que ofrece el SIAS, la zona se corresponde con una zona carbonatada de permeabilidad alta por fisuración.

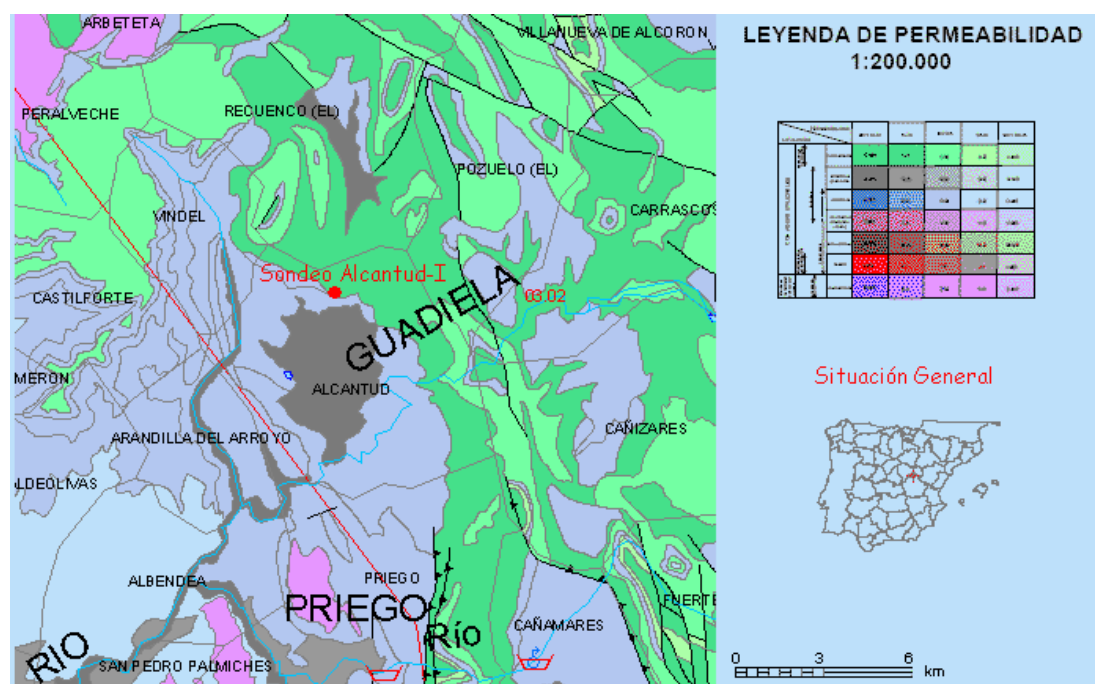


Figura 24. Mapa de permeabilidades de la UH 03.02.

2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo

Sondeos Carretero realizó el 16 de Junio de 2008 el ensayo de bombeo del sondeo Alcantud-1, de 82 m de profundidad. Los parámetros hidráulicos obtenidos tras su interpretación arrojan una transmisividad de 1300 m²/día para un coeficiente de almacenamiento de 0,0005 estimado según Villanueva e Iglesias (1984) para una acuífero carbonatado cretácico confinado. La recuperación del nivel inicial se alcanzó tras una hora del cese del bombeo, mostrando un radio eficaz muy pequeño y alta transmisividad del acuífero, el cual puede aportar un caudal más que suficiente para satisfacer la demanda, estimada en 0,5 l/s. El **caudal de explotación** recomendado ajustado a la demanda, teniendo en cuenta un bombeo continuado de tres meses y admitiendo un abatimiento del nivel de 25 m máximo es de **5 L/s**.

2.3. Resultados obtenidos

El sondeo Alcantud-1 alcanzó una profundidad final de 82m. Dicho sondeo se consideró positivo y, tras la prueba de bombeo se recomienda un caudal de explotación de 5 L/s, el cual es superior al requerido, debiéndose éste ajustar a la demanda de cada momento.

Se desconoce la calidad química y bacteriológica del agua para el consumo humano, ya que aún no se ha realizado el correspondiente informe sanitario por parte de la Junta de Castilla-La Mancha. No obstante en los análisis químicos realizados por el IGME el contenido en nitratos no supera los 50 mg/L.

3.PROPUUESTA DE LOS PERÍMETROS DE PROTECCIÓN

3.1. Marco hidrogeológico regional

Regionalmente, la zona considerada en este estudio se enmarca dentro de la m.a.s. 03.02 Tajuña-Montes Universales, en el Flanco Occidental de la Cordillera Ibérica, perteneciente a la cuenca del Tajo. Esta m.a.s. se extiende por las provincias de Cuenca (1344.4 km²), Guadalajara (2508.7 km²) y Teruel (142.1 km²) con una superficie aflorante total de 2900 km². El acuífero es de tipo mixto, formado por materiales carbonatados (calizas, margas y dolomías) del Jurásico y del Cretácico con un espesor de 100-200 m.(figuras 3 y 4).

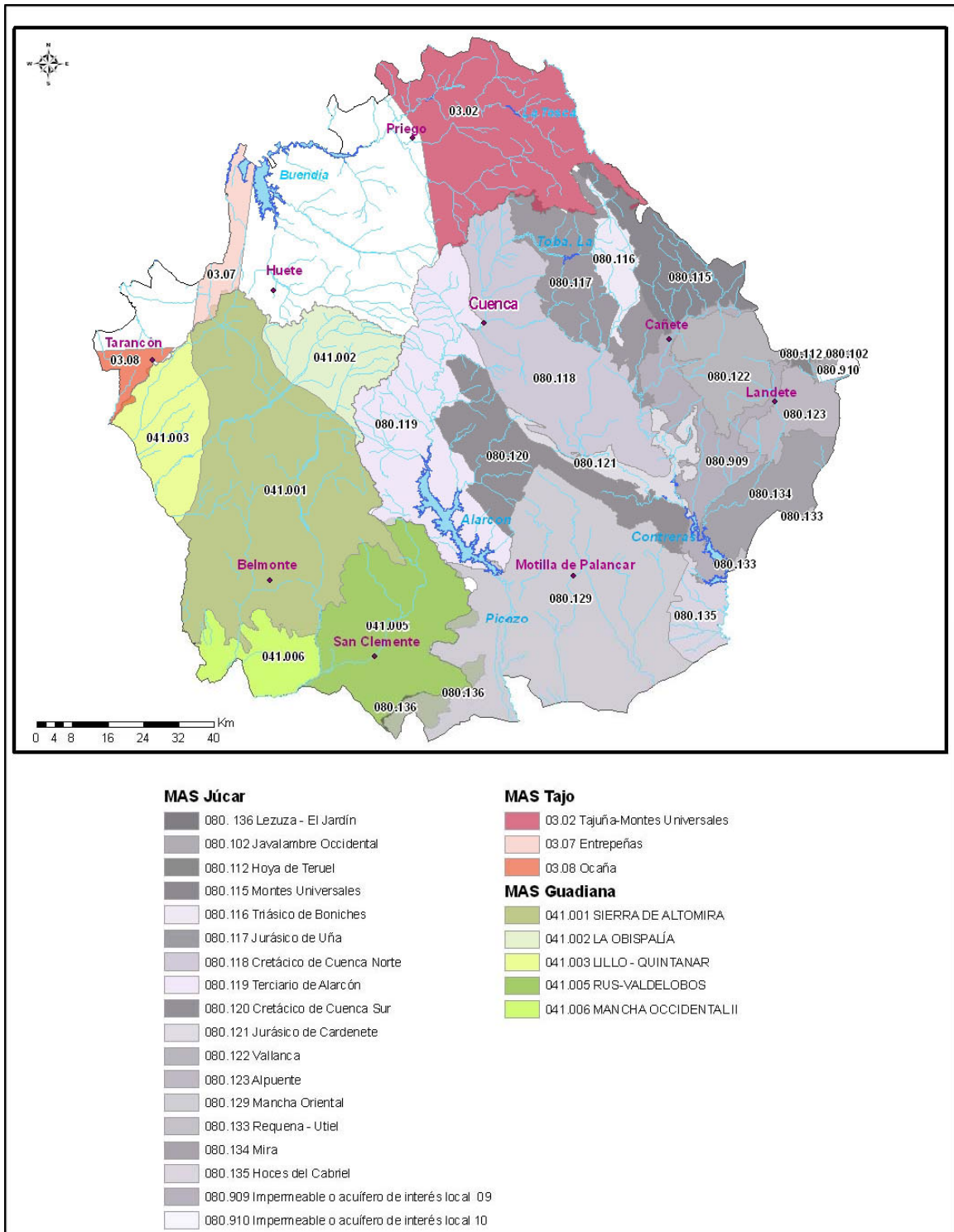


Figura 3. Masas de Agua Subterránea de la provincia de Cuenca.

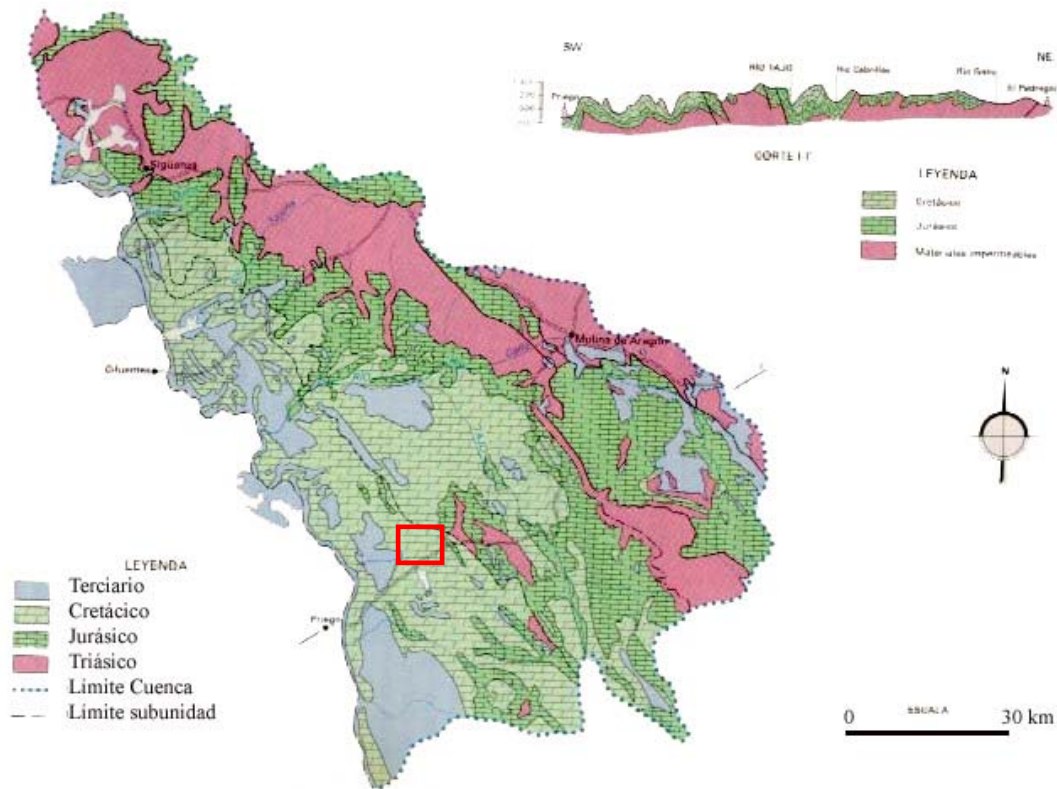


Figura 4.- Situación del área estudiada en la U.H 03-02 “Tajuña-Montes Universales” equivalente a la m.a.s. En el rectángulo se indica el área de estudio.

3.2. Marco hidrogeológico local

Las formaciones acuíferas existentes en la zona se corresponden con las formaciones carbonatas del Cretácico superior. Diversas fuentes drenan estos materiales, constituyendo dos de ellas el abastecimiento a la localidad, previo a la perforación del nuevo sondeo. La naturaleza de todas las aguas es bicarbonatada cálcica-magnésica, con conductividades que oscilan entre 459-505 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las cotas piezométricas de los puntos que se disponen en el entorno varían desde los **1179 msnm** de un sondeo en Jurásico realizado en El Pozuelo a los **847 msnm** de la Fuente del Berro. El nuevo sondeo perforado, tiene una cota piezométrica de **861.4 msnm**, con lo que suponemos una dirección de flujo local hacia el sur.

3.3. Vulnerabilidad del acuífero

3.3.1 *Inventario de focos de contaminación*

El entorno de la nueva captación es agreste, accidentado y sin desarrollo de campos de cultivos ni de otras actividades agropecuarias y/o industriales remarcables en las inmediaciones, si bien es cierto que al sur de la población el gran desarrollo de los abanicos aluviales ha favorecido la instalación de diversos cultivos. Así mismo, al norte de la captación, a dos kilómetros al norte, el valle se ensancha y los depósitos aluviales también dan lugar al desarrollo de huerta.

Como focos puntuales de contaminación, se ha de considerar el punto de vertido de aguas residuales sin depurar, el cementerio y el Vertedero de inertes, situados todos ellos aguas abajo de la captación (tabla 2, figura 5).

Tabla 2.- Inventario de focos potenciales de contaminación.

Foco contaminante	UTM_X	UTM_Y	Distancia al sondeo (m)
Aguas residuales sin depurar (ARU)	556640	4488297	2135
Vertedero de inertes (RSU)	557382	4488257	2195
Cementerio	556601	4489471	975

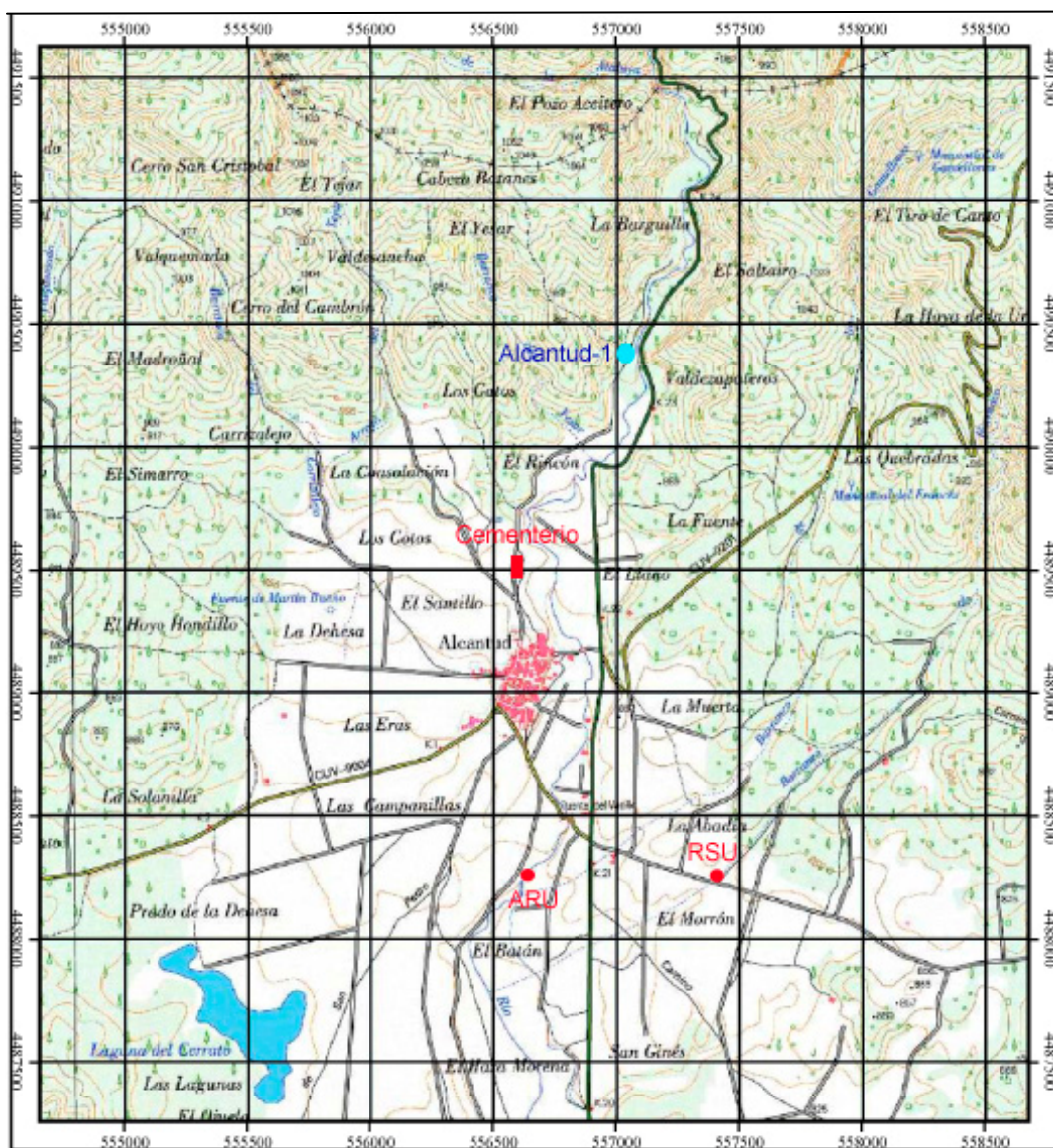


Fig. 5. *Focos de contaminación puntual en el entorno de Alcantud*

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; la elección del más adecuado dependerá del medio geológico del que se trate así como de la cantidad y calidad de la información de la que se disponga para dicha

zona. En este estudio se ha seleccionado el método del índice DRASTIC, desarrollado por la Environmental Protection Agency (EPA), con el objeto de evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos. De uso muy difundido, tanto para la cualificación (evaluación cualitativa) como para la cartografía, se basa en la asignación de índices con un rango de 1 a 10, de acuerdo a las características y el comportamiento de las variables consideradas en el acrónimo DRASTIC: **D** (profundidad del agua), **R** (recarga neta), **A** (litología del acuífero), **S** (suelo) **T** (topografía) **I** (impacto en zona no saturada), **C** (conductividad hidráulica del acuífero).

Además de lo expresado, a cada variable se le asigna un peso o ponderación, de acuerdo a la influencia respecto a la vulnerabilidad. Para el peso ponderado se emplean índices entre 1 y 5, adoptando los autores el mayor (5) para la profundidad del agua (D) y la litología de la zona no saturada (I) y el menor (1) para la topografía (T) (tabla 3).

La Ecuación utilizada para calcular el índice DRASTIC:

$$D_R D_W + R_R R_W + A_R A_W + S_R S_W + T_R T_W + I_R I_W + C_R C_W$$

Donde **R** = VALOR, **W** = ÍNDICE DE PONDERACIÓN.

Ambos índices se multiplican y luego se suman los 7 resultados, para obtener un valor final o índice de vulnerabilidad, cuyos extremos son 23 (mínima) y 230 (máxima).

La obtención de este índice se repite para cada una de las celdas en las que se divide la zona de estudio, en este caso de 500 x 500 m, para así obtener la cartografía de vulnerabilidad del área que se quiere proteger.

El rango posible de valores del índice DRASTIC está comprendido entre 23-226 siendo más frecuentes valores entre 50-200. Los intervalos de vulnerabilidad o riesgo se definen en función de la aplicación. En el trabajo realizado se han establecido los siguientes grados:

- <100 Vulnerabilidad insignificante
- 101-119 Vulnerabilidad muy baja
- 120-139 Vulnerabilidad baja
- 140-159 Vulnerabilidad moderada
- 160-179 Vulnerabilidad alta
- 180-199 Vulnerabilidad muy alta
- >200 Vulnerabilidad extrema

El índice DRASTIC se trata de una herramienta para la caracterización del medio físico, en este caso de un acuífero, orientado a obtener unos resultados que luego permitan una correcta gestión del mismo. Se trata pues de una simplificación en la que el criterio hidrogeológico en sentido amplio ha de guiar toda discusión, pues este abarca más aspectos que los siete índices propuestos del acrónimo.

En el caso de acuíferos kársticos, es fundamental tener además en cuenta aquellos rasgos geomorfológicos que sean indicativos de una circulación preferente de agua (sumideros, dolinas, etc.)

La presente cartografía de vulnerabilidad considera el acuífero carbonatado cretácico explotado por el sondeo Alcantud-1. El sondeo explota la unidad *Fm. Calizas dolomíticas del Pantano de la Tranquera*, *Fm. Calizas de Hontoria del Pinar (9)* de **95** m de espesor, la cual se encuentra conectada con la unidad infrayacente *Dolomías de la Ciudad Encantada (8)* de **70** m de espesor y la unidad superior *Brechas dolomíticas de Cuenca (10)* de **70** m de potencia.

Los datos que se han empleado para la estimación del índice son los siguientes:

- Para hallar el parámetro **D**, profundidad del nivel piezométrico para el acuífero carbonatado cretácico, no se dispone de una piezometría detallada de la zona por lo que se asumirá, en general, la cota del nivel medida en el sondeo (NP = 8,60 m, 861,4 msnm; índice **D** = 7) para las celdas en las que aflora la *Fm. Calizas dolomíticas del Pantano de la Tranquera*, *Fm. Calizas de Hontoria del Pinar* (9), explotada por el sondeo y las situadas estratigráficamente por debajo y consideradas conectadas hidráulicamente, *Dolomías de la Ciudad Encantada* (8) y *Fms. Margas de Chera*, *Dolomías de Alatoz*, y *Dolomías de Villa de Vés* y *Margas de Casamedina* (7). Para las celdas en las que aflore material estratigráficamente por encima del acuífero explotado, se considerará un **NP = 10-20 m** e índice **D = 5** o **NP > 20** e índice **D = 2**, en función del espesor estimado para los materiales suprayacentes.
- Según <http://aguas.igme.es>, el acuífero que nos ocupa soporta una precipitación media anual en torno a los 650 mm/año con unas entradas totales de 642 hm³/año debido a infiltración directa del agua de lluvia. La superficie aflorante del mismo es de 2900 km² por lo que el valor medio de la recarga se ha estimado en 221 mm (**R = 8**)
- La formación principal que constituye acuífero es la *Fm. Calizas dolomíticas del Pantano de la Tranquera*, *Fm. Calizas de Hontoria del Pinar* (9), una formación calcárea muy karstificada por lo que se le asigna un índice de **A = 10**.
- Para el suelo se ha considerado el caso más desfavorable, el de suelo ausente **S=10**.

- El valor del índice **T** de topografía se ha calculado para cada celda de la cartografía de vulnerabilidad, mediante la elaboración de un mapa de pendientes (en Anexo).
- El parámetro **I**, indicativo del papel que juega la litología de la zona no saturada en la protección natural del acuífero, se ha tomado desde **I = 9** cuando la zona no saturada está constituida por las formaciones: *Fm. Calizas dolomíticas del Pantano de la Tranquera*, *Fm. Calizas de Hontoria del Pinar (9)* y *Brechas dolomíticas de Cuenca (10)*. Se asigna un valor de **I = 10** cuando aflora la muy karstificada unidad *Fm. Ciudad Encantada*. En las celdas de la cartografía de vulnerabilidad donde afloran los materiales detríticos terciarios se ha considerado **I = 6**.
- La conductividad hidráulica se ha calculado a partir de los parámetros hidráulicos deducidos del ensayo de bombeo, tomando una Transmisividad de 1300 m²/día y un espesor saturado de 30 m de rejilla o bien de 73 m de columna de calizas y dolomías. La conductividad hidráulica así calculada comprende $k = 44 - 18$, correspondientes con un índice **C = 4 – 8**. Se ha asignado **C = 6**.

ÍNDICE DE PONDERACIÓN		
PARÁMETROS		DRASTIC
D	Profundidad del nivel piezométrico	5
R	Recarga neta	4
A	Naturaleza del acuífero	3
S	Tipo de suelo	2
T	Topografía. Pendientes	1
I	Impacto en la zona no saturada	5
C	Permeabilidad	3
D) RANGO PROFUNDIDAD (m)		VALOR
< 1.5		10
1.5-5		9
5-10		7
10-20		5
20-30		2
> 30		1

R) RANGO RECARGA (mm)	VALOR
0-50	1
50-100	3
100-180	6
180-255	8
> 255	9

Tabla 3.- Índices de ponderación y valores del índice DRASTIC.

A) DESCRIPCIÓN LITOLOGÍA	RANGO	VALOR TÍPICO
Arcillas, margas, limos	1-3	2
Rocas ígneas y metamórficas	2-5	3
Rocas ígneas y metamórficas alteradas	3-5	4
Alternancia de areniscas, arcillas y calizas	5-9	6
Areniscas masivas	4-9	6
Calizas masivas	4-9	6
Arenas, gravas y conglomerados	4-9	8
Basalto	2-10	9
Calizas carstificadas	9-10	10
S) NATURALEZA DEL SUELO	VALOR	
Arcilla no expansiva y desagregada	1	
Suelo orgánico	2	
Marga arcillosa	3	
Marga limosa	4	
Marga	5	
Marga arenosa	6	
Arcilla expansiva y/o agregada	7	
Turba	8	
Arena	9	
Grava	10	
Delgado o ausente	10	

T) RANGO TOPOGRAFÍA (% de pendiente máxima)		
0-5	10	
2-6	9	
6-12	5	
12-18	3	
> 18	1	
I) DESCRIPCIÓN LITOLOGÍA ZNS	RANGO	VALOR TÍPICO
Arcilla, limo	1-2	1
Esquistos, pizarras	2-5	3
Calizas	2-7	6
Areniscas	4-8	6
Alternancia de calizas, areniscas y arcillas	4-8	6
Arenas y gravas con contenido en arcilla	4-8	6
Rocas metamórficas e ígneas	2-8	4
Arenas y gravas	6-9	8
Volcánicas	2-10	9
Calizas carstificadas	8-10	10
C) RANGO CONDUCTIVIDAD (m / día)	VALOR	
< 4	1	
4-12	2	
12-28	4	
28-40	6	
40-80	8	
> 80	10	

Como se desprende de la cartografía de vulnerabilidad realizada, la mayor parte de la zona de estudio presenta una **vulnerabilidad muy alta**, debido fundamentalmente a las características del acuífero, muy transmisivo, con el nivel piezométrico no muy profundo y de litologías calcáreas con notable desarrollo de la karstificación. La zona donde afloran los detríticos terciarios presentan una menor vulnerabilidad debido a sus características litológicas y mayor profundidad del nivel piezométrico (**vulnerabilidad moderada y alta**). En la esquina noroccidental se alcanza la vulnerabilidad extrema porque a las características antes citadas, se le añade el hecho de ser una zona horizontal-subhorizontal, con morfología de muela, que facilitaría la entrada de un potencial contaminante. Pero el hecho de tratarse de una zona elevada hace suponer que este efecto se vería contrareestado por la mayor profundidad a la que se encontraría el nivel piezométrico.(figura 6).

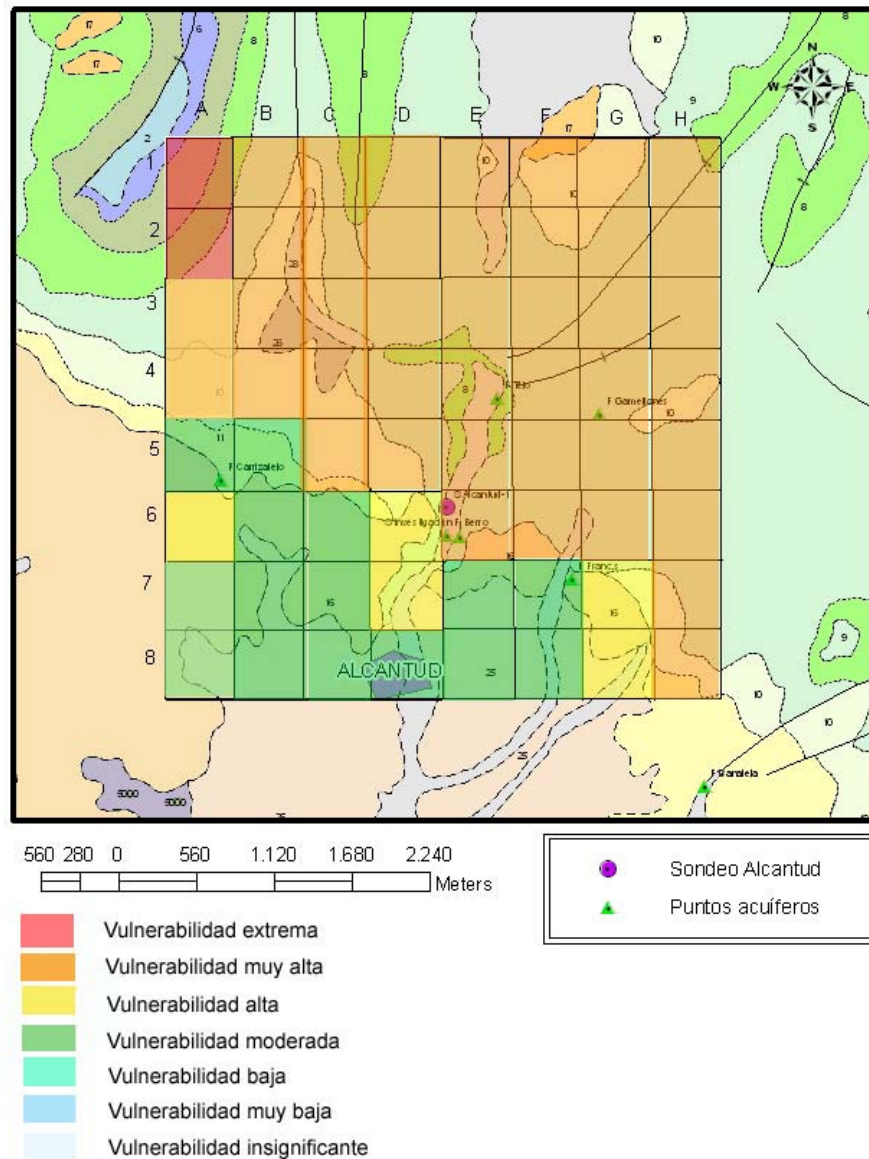


Figura 6. Mapa de estimación de la vulnerabilidad mediante el método DRASTIC.

3.4. Perímetro de protección de las captaciones

Habitualmente se recomienda 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 del terreno.
- 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 propone el perímetro de protección para el sondeo Alcantud-1, que explota un acuífero carbonatado cretácico de carácter fundamentalmente confinado.

1) Para la definición de **zona de restricciones absolutas** se propone aplicar un área fija que contemple el vallado y protección del área que encierre el sondeo perforado. El vallado propuesto es un cuadrado de aproximadamente 10x10m de lado y de coordenadas aproximadas las que aparecen en la Tabla 4.

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.

En el interior de este vallado queda prohibida toda actividad agrícola, ganadera, urbana e industrial (figura 7).

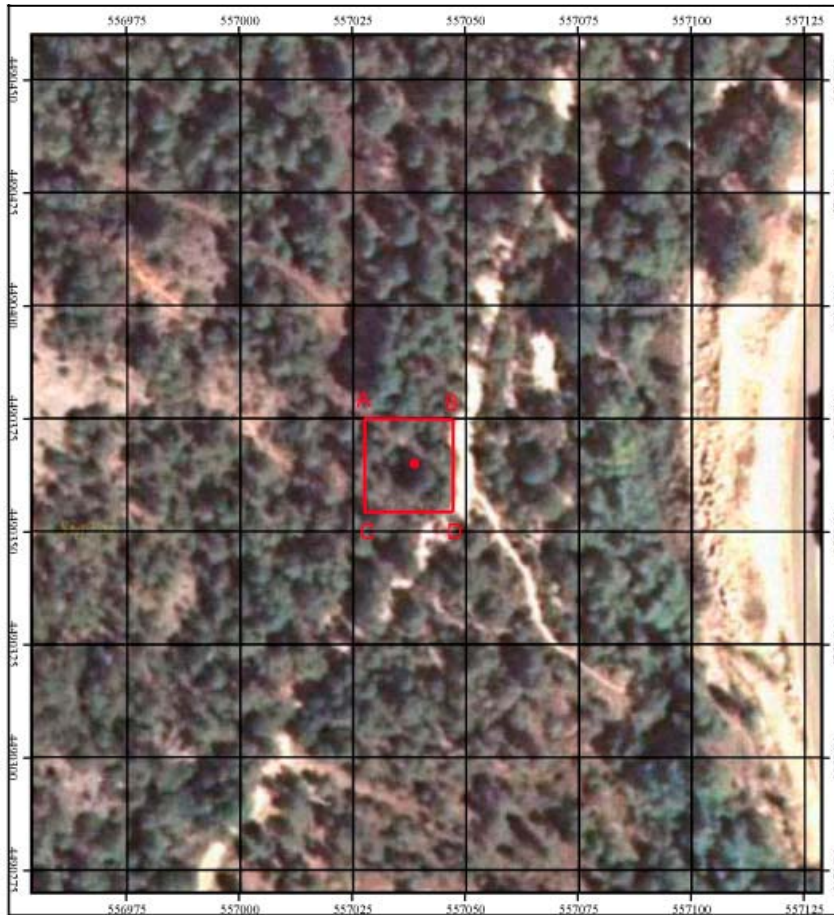


Figura 7. Mapa de la propuesta del perímetro de zona de restricciones absolutas.

2) 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:

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

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

$m * b\pi R^2$ = Volumen de agua contenido

Siendo:

Q = caudal bombeado

t = tiempo de tránsito hasta la captación

m = porosidad eficaz del acuífero

b = espesor saturado en la captación

R =radio del perímetro de protección

Si consideramos el sondeo de Alcantud-1, con un caudal bombeado de 3 L/s, un tiempo de tránsito de 50 días, la porosidad eficaz del acuífero carbonatado cretácico confinado $5 \cdot 10^{-4}$ y un espesor saturado igual a **30** m de rejilla, el radio de perímetro de protección obtenido es de **680** m. Si en vez de considerar como tramo saturado el espesor de la rejilla, se toma el espesor total de calizas productivas de la captación, el radio obtenido es de **435** m.(figura 8).

Con estos datos y tomando como radio de influencia los 680 m obtenidos en la ecuación anterior, ninguno de los focos de contaminación puntuales se encontrarían en el campo de influencia del sondeo. El más próximo sería el cementerio, ubicado a casi un km al sur del sondeo y ubicado sobre un terreno de vulnerabilidad moderada, sobre materiales detríticos del abanico aluvial.

Según la Tabla 5, una serie de actividades han de ser restringidas en dicha zona, ninguna de las cuales se da en la actualidad.

Aunque la agricultura no es significativa en esta área, remarcar que queda prohibido el uso de fertilizantes y pesticidas.

Perímetro de Protecciones Máximas

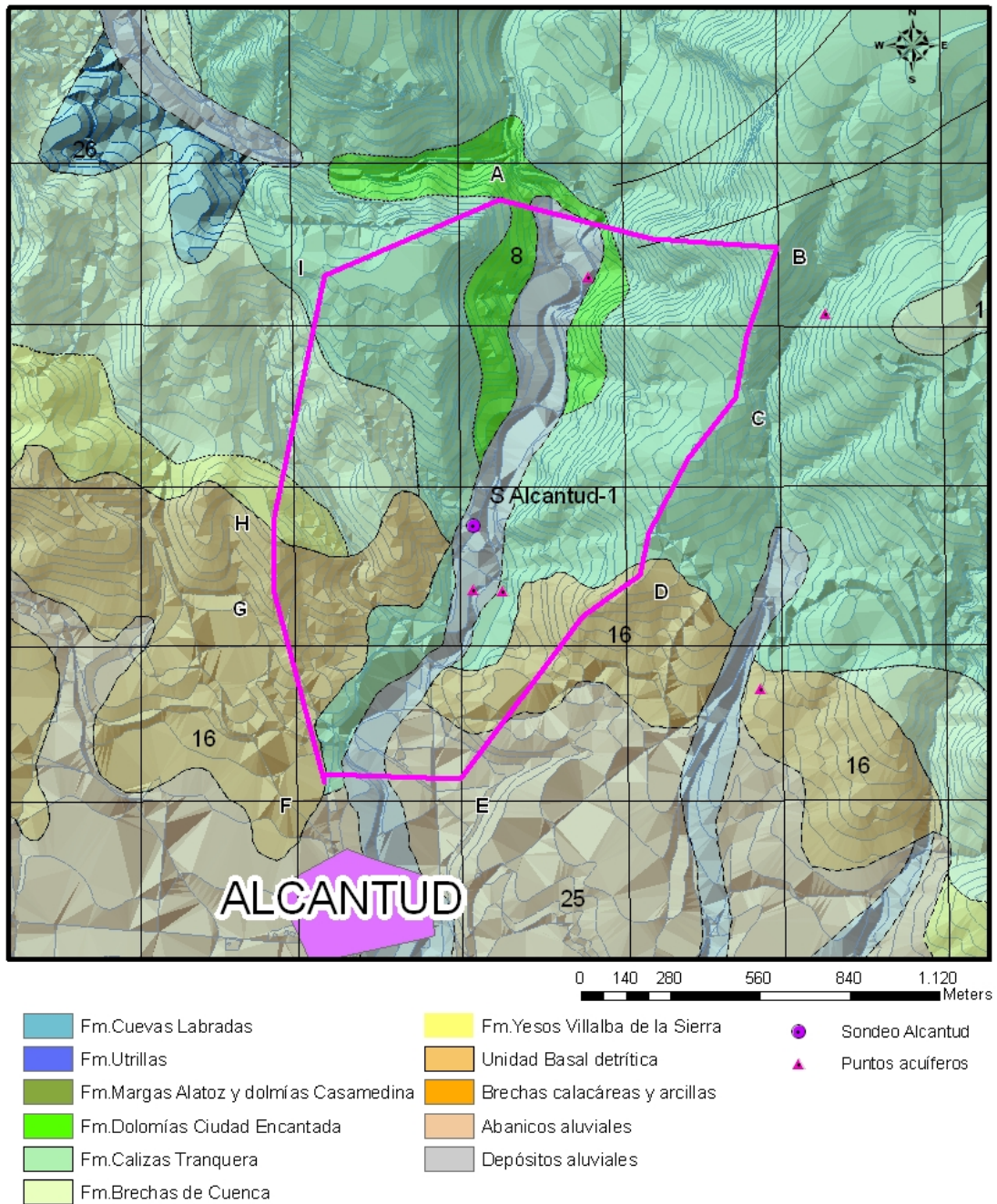


Figura 8. Mapa de la propuesta del perímetro de zona próxima.

3) Para el establecimiento de la **zona alejada o de restricciones moderadas se han empleado criterios hidrogeológicos** conjuntamente con el método del **radio en función del tiempo de tránsito**.

Para un tiempo de tránsito de cuatro años, se obtiene un radio de 3,6 km considerando como espesor saturado solamente el enfrentado a la rejilla del sondeo y de 2,3 km si se considera que la totalidad del espesor saturado contribuye al caudal total extraído por el sondeo. La zona quedará perfilada por este radio así como por otras consideraciones hidrogeológicas: inclusión de las zonas con vulnerabilidad alta a extrema, extensión del perímetro hacia el norte y reducción hacia el sur, considerando la dirección preferente de flujo de norte a sur. Así mismo, se han aproximado los límites de la zona de protección a las divisorias de aguas superficiales (tabla 4, figura 9).

Las actividades a restringir dentro de este perímetro vienen recogidas en la Tabla 5 destacando la prohibición de vertidos de aguas residuales urbanas en fosas sépticas ni cauces públicos así como la prohibición de establecer dentro del perímetro ningún vertedero de residuos sólidos urbanos. El resto de actividades relacionadas con la agricultura y ganadería deberán estar sujetas a un informe técnico sobre las condiciones a cumplir para que la calidad de las aguas subterráneas no se vea afectada.

Respecto al **establecimiento del perímetro de protección de la cantidad** (figura 9) la propuesta del perímetro de protección de la cantidad es la misma que la del área de restricciones moderadas. Los sondeos que se perforen dentro del perímetro de protección, no deben afectar al sondeo del Ayuntamiento, por lo que se les deberá exigir la realización de un ensayo de bombeo y controlar durante la realización del mismo que no afecte notablemente al sondeo municipal.

La definición de las poligonales envolventes que definen las zonas del perímetro se recogen en la Tabla 4.

Perímetro de Protecciones Moderadas

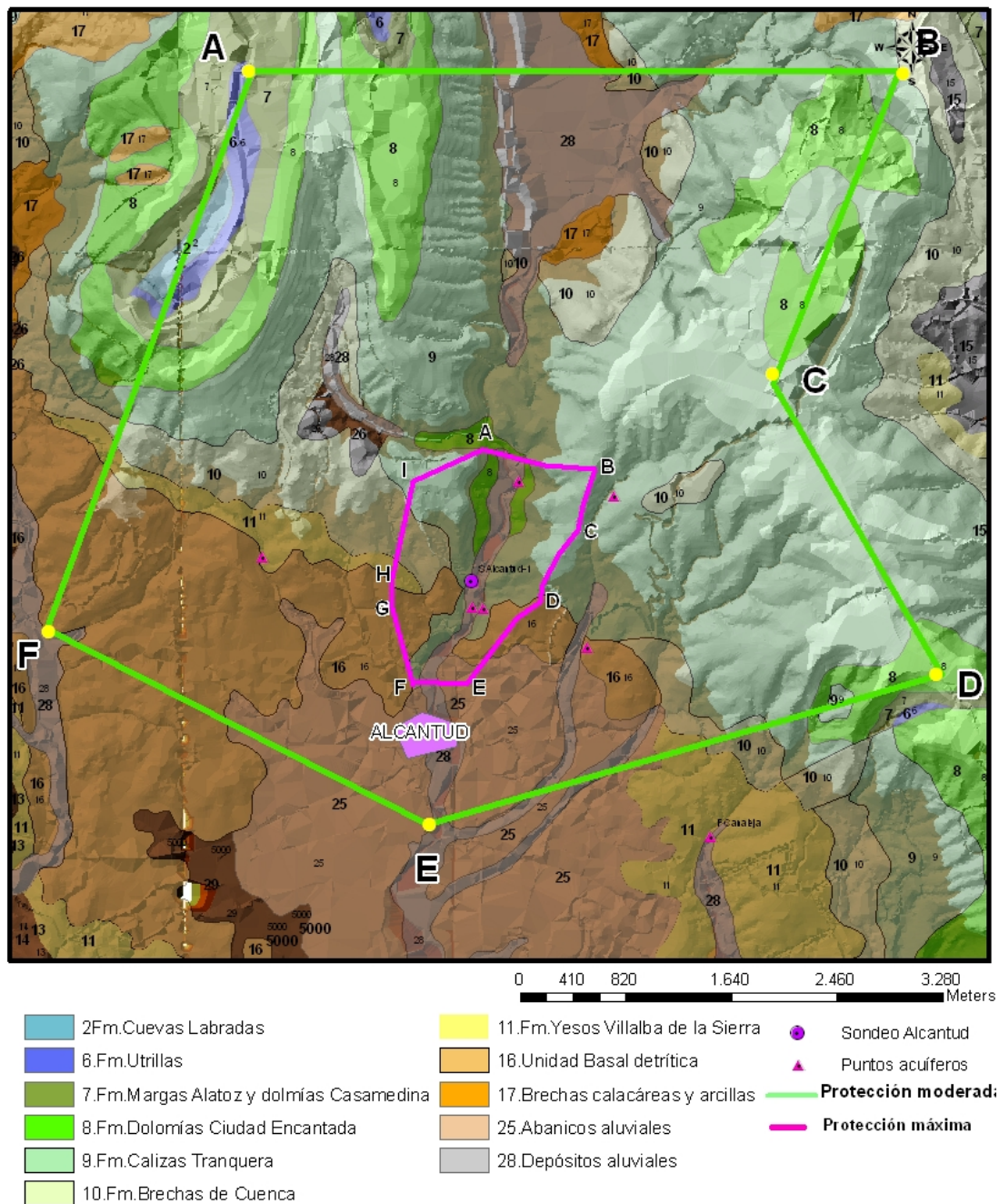


Figura 9.- Perímetro de protección de cantidad y calidad propuesto para restricciones moderadas.

Tabla 4. Poligonal envolvente del perímetro de protección de la cantidad y de la calidad propuesto.

	Nº PUNTO	UTM (X)	UTM (Y)	Z (m s.n.m.)
RESTRICCIONES ABSOLUTAS	A	557025	4490378	870
	B	557047	4490378	870
	C	557025	4490357	870
	D	557047	4490357	870
ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	A	557112	4491395	957
	B	557988	4491237,5	1158
	C	557865	4490765.5	1030
	D	557564	4490211.3	980
	E	556996	4489582	847
	F	556565	4489582	855
	G	556414.5	4490143	927
	H	556407.6	4490396	950
	I	556565	4491148.5	1034
ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	A	555282	4494347	1240
	B	560407	4494292	1210
	C	559352	4491979	1224
	D	560640	4489629	1220
	E	556674	4488496	823
	F	553709.5	4489981	830

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la tabla 5.

Madrid, septiembre de 2008

La autora del informe

Fdo. Esther Alonso Marín

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

4. BIBLIOGRAFÍA

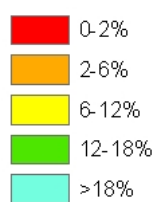
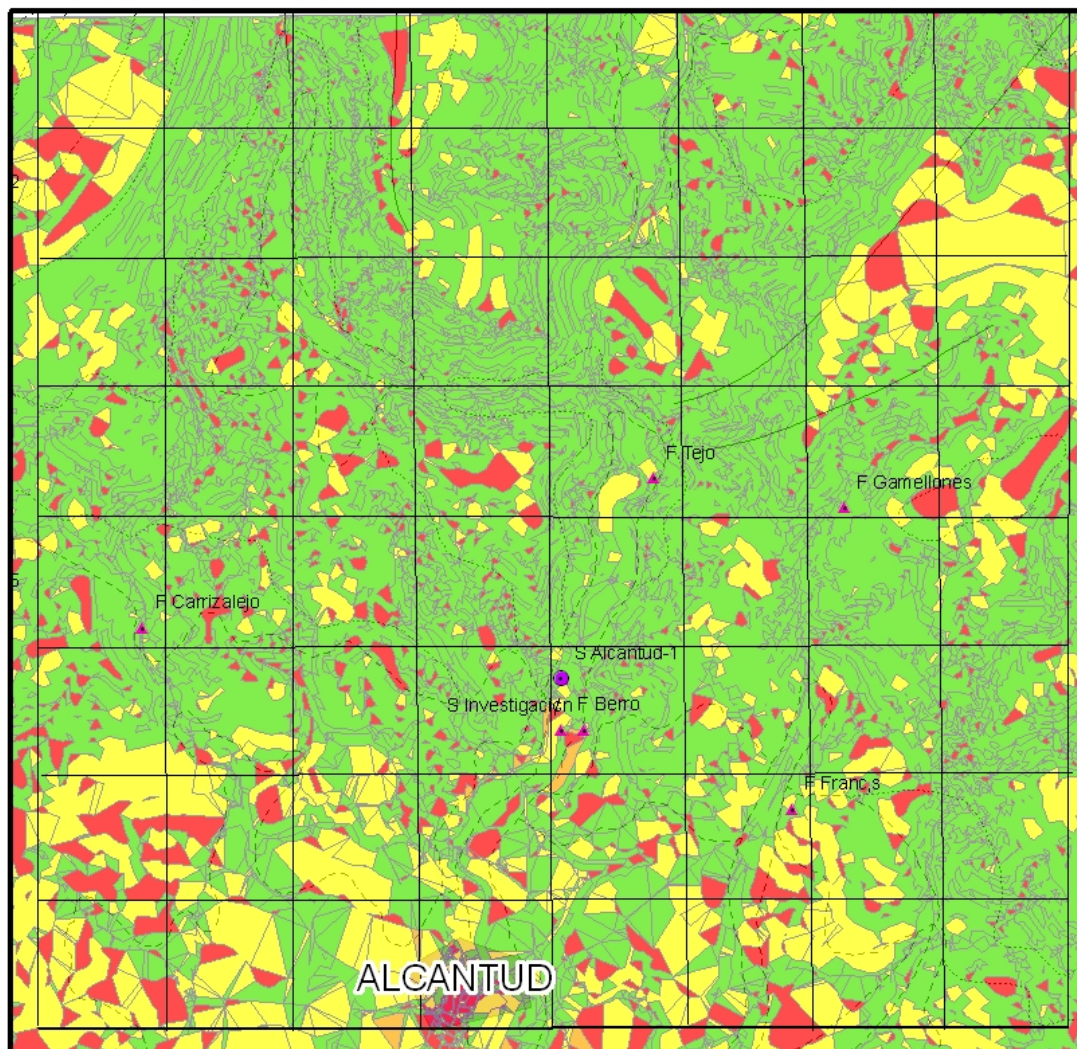
IGME (1991): Guía metodológica para la elaboración de perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas.

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

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

ANEXOS

**MAPA DE PENDIENTES
ESQUEMA DEL SONDEO**



-  Sondeo Alcantud
-  Puntos acuíferos

0 175 350 700 1.050 1.400
Meters

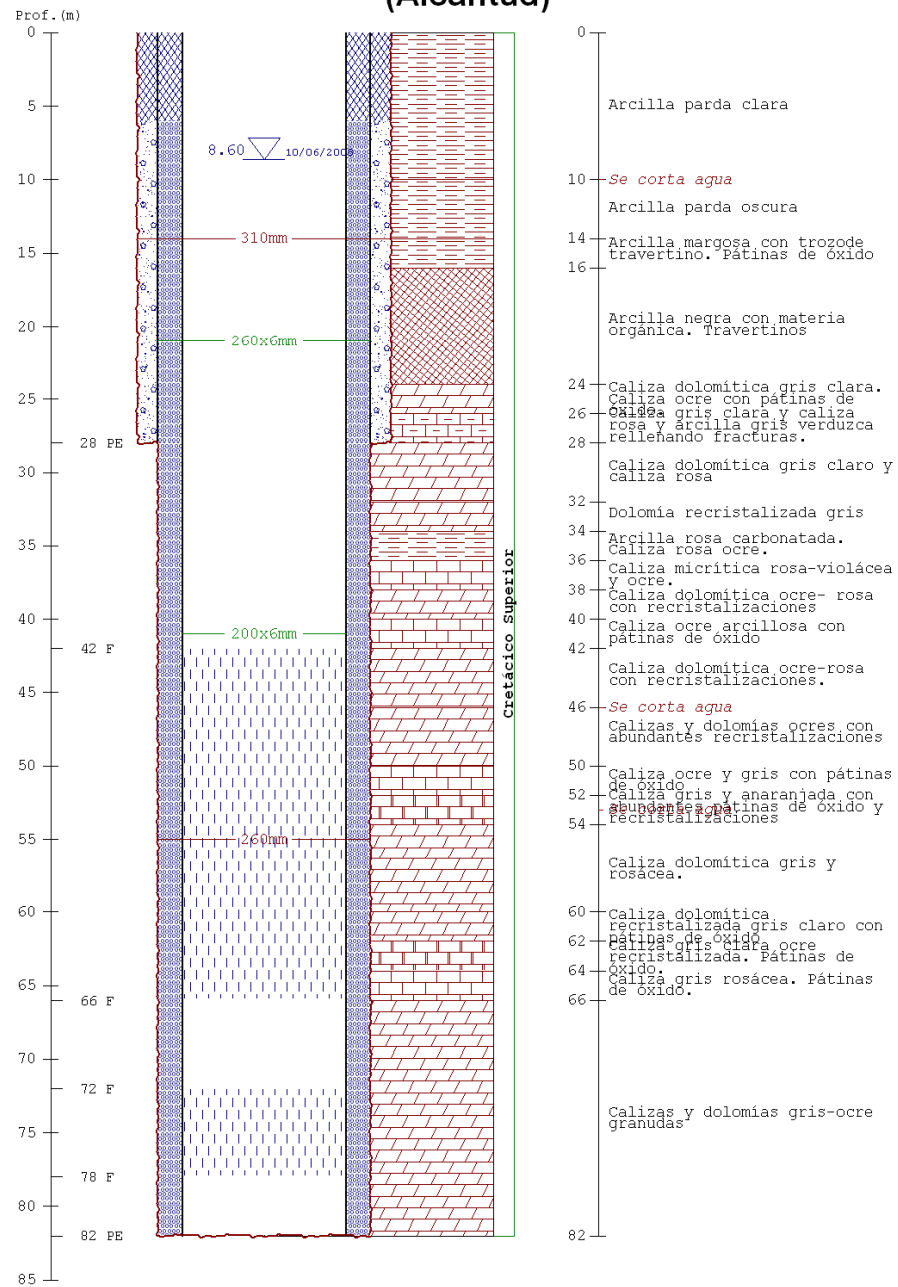


Mapa de pendientes Alcantud

CROQUIS DE POZO

--191

(Alcantud)



Huso: 30 X: 557.042 Y: 4.490.365 Z: 870

