

**INFORME FINAL DE LOS SONDEOS DE
INVESTIGACION PARA EL ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD DE
VILLAVERDE Y PASACONSOL (CUENCA) Y
PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN**

Junio 2006

Sondeo: Villaverde y Pasaconsol-3

Término municipal: Villaverde y Pasaconsol **Provincia:** Cuenca

Sonda/contratista: RotoperCUSión /Sondeos Carretero

SITUACIÓN:

Hoja topográfica: N° 662 Valverde del Júcar

Número Hoja/octante:

Coordenadas U.T.M.: X: 564578 **Y:** 4402474

Cota aproximada: 880 (+/-10) m s.n.m.

CARACTERÍSTICAS:

Profundidad: 120 m

Referencias topográficas: A unos 500 m al SE de la actual captación, junto a una pista forestal.

Sondeo: Villaverde y Pasaconsol -4

Término municipal: Villaverde y Pasaconsol **Provincia:** Cuenca

Sonda/contratista: Rotopercusión /Sondeos Carretero

SITUACIÓN:

Hoja topográfica: N° 662 Valverde de Júcar

Número Hoja/octante:

Coordenadas U.T.M.: X: 564200 **Y:** 4401990

Cota aproximada: 880 (+/-10) m s.n.m.

CARACTERISTICAS:

Profundidad: 58 m

Profundidad final: 49 m.

Referencias topográficas: A unos 1400 m al SE de la actual captación, en la Loma de las Hoyas, junto a una pista forestal.

Sondeo: Villaverde y Pasaconsol-5

Término municipal: Villaverde y Pasaconsol **Provincia:** Cuenca

Sonda/contratista: Rotopercusión /Sondeos Carretero

SITUACIÓN:

Hoja topográfica: N° 662 Valverde de Júcar

Número Hoja/octante:

Coordenadas U.T.M.: X: 563936 **Y:** 4403081

Cota aproximada: 880 (+/-10) m s.n.m.

CARACTERÍSTICAS:

Profundidad: 84 m

Referencias topográficas: A unos 400 m al N de la actual captación.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo y antecedentes

2. EJECUCIÓN DE LOS SONDEOS

2.1. Situación

2.2. Características específicas de las obras

2.2.1. Consideraciones constructivas

2.2.2. Perfiles litológicos

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 las captaciones

4. BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

MAPA DE SITUACIÓN

ESQUEMA DE LOS SONDEOS

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 2005 se redactó el *"Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de agua potable a la localidad de Villaverde y Pasaconsol (Cuenca)"*, en el que se recomendaba, de acuerdo con las características geológicas e hidrogeológicas de la zona, la perforación de un sondeo.

1.1. Objetivo y antecedentes

El objetivo era obtener agua de buena calidad y con un caudal suficiente para atender o complementar la demanda máxima de agua del municipio de Villaverde y Pasaconsol, cifrada en 4.6 L/s. A causa de contaminación de origen antrópico, las aguas del manantial del Navazo y del sondeo en explotación habían incrementado su contenido en nitratos por encima de los 80 mg/L.

Para ello se recomendó la perforación de un sondeo que captase los depósitos detríticos terciarios en zonas alejadas del posible foco de contaminación.

El origen de la contaminación no está claro, ya que las aguas del manantial y del sondeo en la década de los 90 del siglo pasado superaban los 50 mg/L en nitratos, no obstante, el IGME realizó un estudio isotópico mediante la utilización del ^{15}N , que puede proceder de los vertidos procedentes de una granja próxima al sondeo de abastecimiento (IGME, 2006).

2. EJECUCIÓN DE LOS SONDEOS

2.1. Situación

El sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL-3 se ubicó a unos 500 m al SE de la actual captación, junto a una pista forestal.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 662 “Valverde de Júcar” de coordenadas U.T.M. **X: 564578 Y: 4402474** y una cota aproximada de 880 (+/-) 10 m s.n.m.

El sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL-4 se ubicó a unos 1400 m al SE de la actual captación, en la Loma de las Hoyas, junto a una pista forestal.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 662 “Valverde de Júcar” de coordenadas U.T.M. **X: 564200 Y: 4401990** y una cota aproximada de 880 (+/-) 10 m s.n.m.

El sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL-5 se ubicó a unos 400 m al N de la actual captación.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 662 “Valverde de Júcar” de coordenadas U.T.M. **X: 563844 Y: 4402233** y una cota aproximada de 880 (+/-) 10 m s.n.m.

2.2. Características específicas de las obras

2.2.1. Consideraciones constructivas

La ejecución del primer sondeo se realizó durante la segunda quincena de septiembre de 2005.



Fotos 1 y 2- Vistas de la perforación de los sondeos 3 y 4.

La perforación del sondeo se realizó con diámetro de investigación de 250 mm, deteniéndose a los 120 m por continuada presencia de arcillas. La perforación del sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL-4 se inicia en las mismas fechas, con un diámetro de investigación de 250 mm, hasta 58 m. Posteriormente se reperforó con 370 mm (0-15 m) y se perforó hasta 49 m con 318 mm, tapándose el resto. La perforación del sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL-5 se inicia en la primera quincena de octubre, con un diámetro de investigación de 250 mm hasta 84 m, para luego reperforarse con 320 mm (fotos 1 y 2).

2.2.2. Perfiles litológicos

De acuerdo con el informe hidrogeológico previo realizado, los materiales atravesados en los sondeos se corresponden principalmente a materiales de edad terciaria.

Se perforaron los siguientes materiales en el sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL

3:

- 0- 2 m Suelo.
- 2- 14 m Arcillas rojas y marrones.
- 14- 16 m Arcillas rojas y marrones con horizontes de grava poligénica (80 % calizas y 20 % cuarzo) y heterométrica.
- 16- 18 m Arena silíceas de un diámetro de 0-1 mm.
- 18- 28 m Conglomerados poligénicos (80 % caliza, 20 % cuarzo) redondeados.
- 28- 50 m Arcilla roja.
- 50- 54 m Arcillas rojas y areniscas.
- 54- 60 m Arcilla roja.
- 60- 62 m Arcilla roja con intercalaciones de arenisca fina.
- 62- 68 m Arcilla roja.
- 68- 70 m Arcilla roja y areniscas.
- 70- 84 m Arcilla roja.
- 84- 92 m Arcilla roja y capas métricas de arenisca.
- 92-108 m Arcilla roja.
- 108-110 m Arcilla roja con horizontes arenosos.
- 110-120 m Arcilla roja.

Se atravesaron niveles acuíferos a 86-88 m (0.5-1 L/s), pero se consideró la investigación negativa.

En el sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL 4 como materiales se atravesaron:

- 0- 6 m Arcillas y cantos calizos.
- 6- 8 m Limos arenosos.
- 8- 16 m Conglomerado compacto (0.5-1 cm) con cantos de hasta 4 cm. Poligénico (70 % caliza, 30 % cuarzo), redondeados.
- 16- 30 m Arcilla roja.
- 30- 34 m Arcilla roja y areniscas.
- 34- 40 m Arcilla roja.
- 40- 43 m Arena muy gruesa (0-0.6 cm de diámetro).

43- 52 m Arcilla marrón.

52- 58 m Arcilla roja y yesos.

Se atravesaron niveles acuíferos a 40-43 m (2 L/s).

En el sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL 5 como materiales se atravesaron:

0- 2 m Arcilla gris.

2- 4 m Arcilla marrón-ocre y cantos.

4- 8 m Margas.

8- 28 m Arcilla roja y marrón.

28-32 m Arcilla gris oscura.

32-34 m Arcilla roja y marrón.

34-40 m Caliza lacustre blanca y margas gris claras.

40-44 m Margas gris claras.

44- 62 m Arcilla marrón y niveles arenosos.

62- 64 m Arcilla marrón con horizontes de cantos de cuarzo.

64- 70 m Arcilla marrón.

70- 78 m Conglomerado (0- 2 cm) de cantos redondeados y poligénicos.

78-84 m Arcilla roja.

Se atravesaron niveles acuíferos a 70-78 m (6-7 L/s).

2.2.3. Acondicionamiento de las obras

En el sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL 3 al resultar negativo no se realizó acondicionamiento alguno. En VILLAVERDE Y PASACONSOL 4 se instalaron las siguientes tuberías definitivas (tabla 1). Se instaló un macizo de gravilla de 4-6 mm de diámetro y se cementó de 0-5 m. De 49 a 58 m se rellenó al reperforar.

TRAMO	DIÁMETRO (mm)
0-15 m	320
0-49 m	200
TRAMOS CON FILTRO PUENTECILLO	
40-43 m	

Tabla 1.- Detalle de los tipos de entubación en VILLAVERDE Y PASACONSOL 4.

En el sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL 5 se instalaron las tuberías definitivas de la tabla 2. Se instaló macizo de grava de 7-9 mm y se cementó de 0-5 m.

TRAMO	DIÁMETRO (mm)
0-84 m	320
TRAMOS CON FILTRO PUENTECILLO	
69-78 m	

Tabla 2.- Detalle de los tipos de entubación en VILLAVERDE Y PASACONSOL 5.

2.2.4. Hidroquímica

Se han realizado diversos análisis físico-químicos (tabla 3), de los sondeos de agua tomada durante la perforación o durante el ensayo de bombeo. Así VILLAVERDE Y PASACONSOL 3 muestra un agua de facies sulfatada cálcica, con una conductividad de 665 μ /cm y con un contenido en amonio expresado como nitratos del orden de 6 mg/L. El sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL 4 muestra durante la perforación la presencia de yesos en profundidad, lo que le confiere una

conductividad elevada (1480 μ /cm). Tras tapar esa zona y realizar el ensayo de bombeo se encuentra un agua de mejor calidad (629 μ /cm) y bicarbonato-sulfatada cálcica, con un contenido en nitratos de 14 mg/L.

En el sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL 5 las aguas son de facies bicarbonatada cálcica pero el contenido en nitratos es similar al de las actuales captaciones, de 80 mg/L.

	S.Villaverde y Pasaconsol 3	S. Villaverde y Pasaconsol 4 (inicio)	S. Villaverde y Pasaconsol 4 (final)	S. Villaverde y Pasaconsol 5
Fecha	9/05	9/05	9/05	10/05
DQO	18.1	3.1	0.6	0.6
Cl	31	7	7	13
SO ₄	246	940	182	22
HCO ₃	147	146	239	230
NO ₃	0	10	14	80
Na	11	4	3	8
Mg	17	19	10	10
Ca	126	392	136	101
pH	7.3	7.7	7.5	7.4
NO ₂	0	5	0	0
NH ₄	1.7	0.47	0	0
Conductividad	665	1482	629	573

Tabla 2.- Componentes químicos (en mg/L) y conductividad (en μ S/cm) de los sondeos perforados.

En la figura 1, con la representación del Diagrama de Piper-Hill-Langelier se observa que las aguas con problemas de contaminación (fuente y sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL -2) son muy similares al sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL-5, mientras las que se alejan de este tipo de agua corresponden a los sondeos 3 y 4.

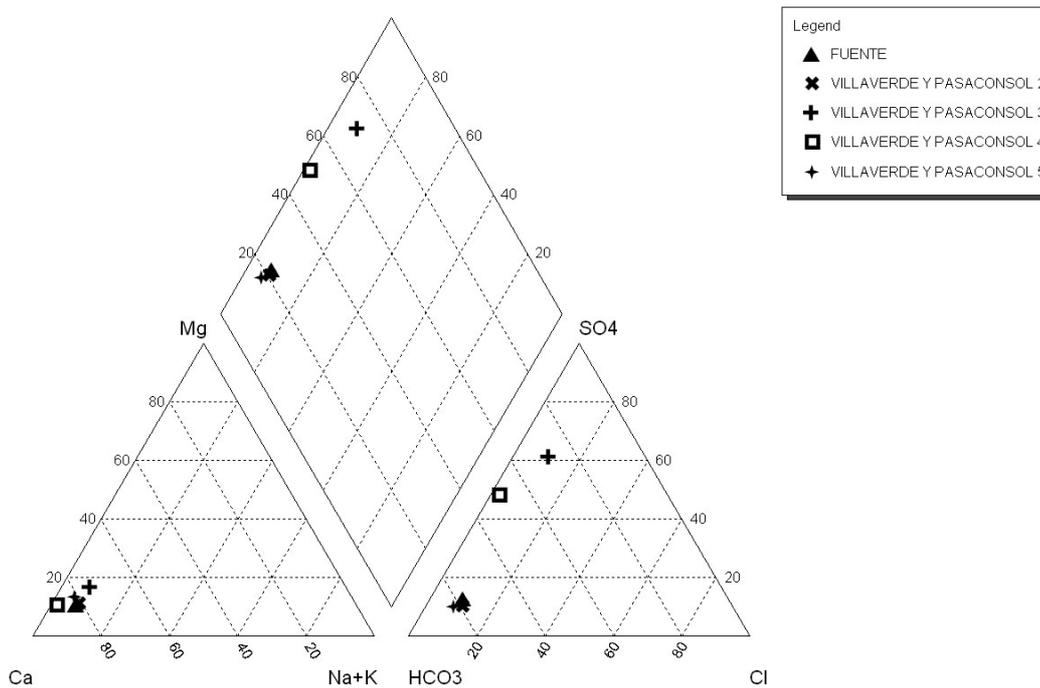


Figura 1.- Diagrama de Piper-Hill-Langelier con los sondeos perforados y las captaciones existentes.

El origen de dicha contaminación puede atribuirse a los residuos ganaderos (IGME, 2006) sin embargo la vía de acceso al acuífero no está clara. Así puede ser de la infiltración a través del suelo, donde se apliquen los vertidos, en una zona en la que el acuífero esté próximo a la superficie (el contenido en nitratos antes de la instalación de la granja ya superaba los 50 mg/L) pero también podría haberse introducido por el sondeo de la granja como vía de circulación preferencial, cuyo estado constructivo se desconoce.

2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico los sondeos afectan a los acuíferos detríticos terciarios de la U.H. 08.17 "Serranía de Cuenca", perteneciente a la cuenca del Júcar. Sin embargo afectan a distintos horizontes ya que el sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL-5 tiene una profundidad de nivel de 45.6 m (834.4 m s.n.m.) y el del sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL-4 una profundidad del nivel piezométrico a

de 17.2 m o una cota piezométrica de 862.8 m s.n.m.

2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo

SONDEOS CARRETERO realizó un ensayo de bombeo del 21 al 22 de septiembre de 2005 en el sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL 4. Se realizó este ensayo con caudales decrecientes hasta 0.5 L/s. El resultado obtenido es poco interpretable. El descenso total es de 21.8 m, llevado a rejilla y la recuperación no es completa. El caudal de explotación recomendable puede ser del orden de 0.5-1 L/s, aunque sería recomendable realizar un nuevo ensayo de bombeo con ese caudal.

SONDEOS CARRETERO realizó un ensayo de bombeo del 14 al 15 de octubre de 2005 en el sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL 4. Se realizó este ensayo con un caudal de 8 L/s. El descenso total es de 3.88 m, estimándose una transmisividad de 300 m²/día. El caudal de explotación recomendable, para un descenso de 5 m y un tiempo de bombeo de 90 días es de 9 L/s.

2.3. Resultados obtenidos

El sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL- 3 resultó negativo por su escaso caudal. El sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL- 4 en un principio resultó positivo, pero tras el ensayo de bombeo, aunque la calidad del agua era la adecuada, debido a que el caudal que no alcanzaba 1 L/s decidió realizarse un nuevo sondeo. Este, VILLAVERDE Y PASACONSOL -5 resultó positivo, con un caudal de 9 L/s, sin embargo el contenido en nitratos era superior al sanitariamente permisible, por lo que no puede recomendarse su explotación.

No se dispone del análisis químico y bacteriológico realizado por la Consejería de Sanidad de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, siendo recomendable su realización para determinar la potabilidad.

3.PROPUUESTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

3.1.Marco hidrogeológico regional

Regionalmente, la zona estudiada se encuentra dentro de la U.H. 08.17 “Serranía de Cuenca”. Según IGME-CHJ (1992) el área estudiada se encuentra dentro de los depósitos detríticos terciarios que se encuentran en la Depresión Intermedia.

El acuífero está constituido por formaciones arenosas y conglomeráticas alternantes con arcillas confinantes, de edad terciaria, de un espesor regional de 500-1000 m, siendo su permeabilidad en general baja, con un coeficiente de infiltración estimado del 2 % (IGME-CHJ, 1992). Según el informe elaborado por IGME-CHJ en 1992 se definía esta zona como el “acuífero terciario de Alarcón”, con una extensión de 2290 km² y una entrada de agua al acuífero proveniente de la lluvia estimada en 27 hm³.

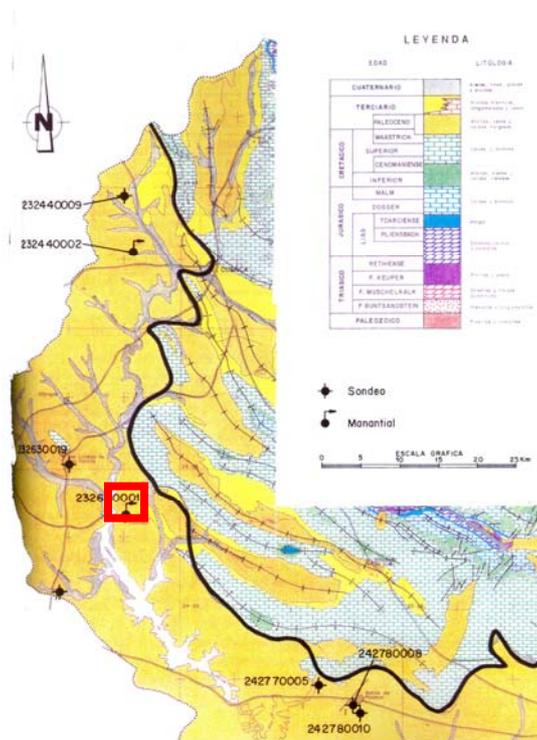


Figura 2.- Situación del área estudiada. En el rectángulo se indica el área de estudio.

Los niveles piezométricos se encuentran entre 800-900 m s.n.m.

El perímetro de protección se va a realizar de todas las captaciones municipales, las denominadas “Fuente El Navazo” y Sondeos Villaverde y Pasaconsol 2, 4 y 5.

3.2. Marco hidrogeológico local

Las formaciones acuíferas existentes en la zona corresponden a formaciones detríticas terciarias. Las captaciones estudiadas afectan a dichas formaciones (tabla 2).

CAPTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	COTA TOPOGRÁFICA (m s.n.m.)	CAUDAL EXTRAIDO (L/s)	PNP (m s.n.m.)
Villaverde y Pasaconsol 5	84	880	9	45.6 (10/05)
Villaverde y Pasaconsol 4	58	880	0.5-1	17.2 (9/05)
Villaverde y Pasaconsol 3	120	880		
Villaverde y Pasaconsol 2	66	860	16	22.67 (9/97) 26.8 (4/05)
Sondeo 2326-4-0014	111	860	3	24(6/95) 39.9 (4/05)
Sondeo 2326-4-0015. El Piojo	175	885	7,5	
Manantial El Navazo		830	5 (8/77) 5.5 (2/82) 4 (3/91) 6 (8/95) 2.6 (4/05) 1.7 (5/05)	
S. granja	54	865		
Sondeo 1		875		
Sondeo Oveja	105	875		18.3 (4/05)
Huerta Vieja		820	3,6 (8/77) 2,5 (8/95)	

Tabla 2. Captaciones existentes que afectan al acuífero terciario detrítico (PNP-profundidad del nivel piezométrico).

Hidroquímicamente las aguas oscilan entre bicarbonatadas cálcicas a sulfatadas cálcicas, con elevados contenidos en nitratos. El origen de los nitratos parece circunscribirse al uso de fertilizantes y al emplazamiento de una granja próxima a las

captaciones actuales (IGME, 2006) como se muestra en la figura 3. Dicha granja dispone de un sondeo a través del cual, si no estuviese adecuadamente construido, podrían infiltrarse directamente al acuífero los residuos ganaderos.

	Huerta Vieja	El Nava zo		S. 2		S. granja	S. ove ja	S. 1	S.4	S.5
Fecha	4/05	4/05	6/05	4/05	6/05	4/05	4/05	4/05	9/05	9/05
PH	7.6	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.6	7.5		
Cl	55	19	20	23	21	23	32	16	7	13
SO4	194	34	50	30	40	29	98	219	182	22
NO3	160	80	82	78	80	78	18	36	239	80
Mg	14	9	10	10	9	10	16	13	14	10
Ca	182	115	60	119	89	122	132	160	136	101
Na	21	12	11	13	13	14	7	13	3	8
Cond.	930	608	394	628	501	637	674	792	629	573

Tabla 3. Contenidos iónicos de las aguas subterráneas de la zona de estudio. Valores iónicos en mg/L, de conductividad en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

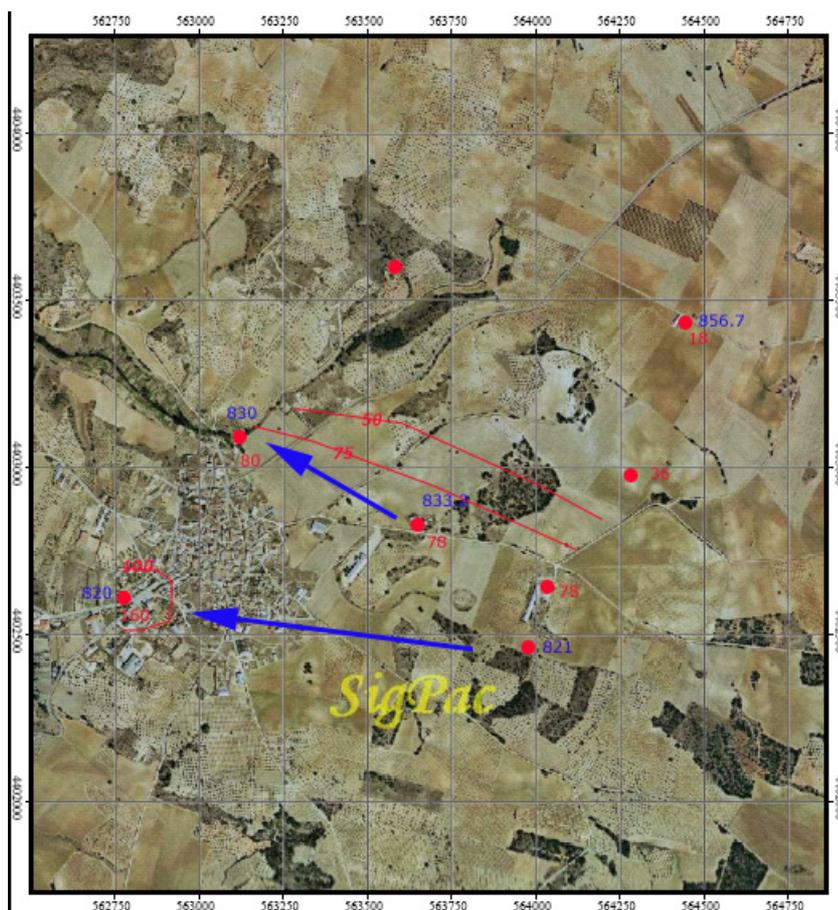


Figura 3.- Distribución del contenido en nitratos (en rojo, en mg/L) y de cota piezométrica (en azul, la línea corresponde a la dirección de flujo).

3.3 Vulnerabilidad del acuífero

3.3.1 Inventario de focos de contaminación

En el entorno de los sondeos de abastecimiento de Villaverde y Pasaconsol y en la Fuente El Navazo se encuentra la propia población y área de campos de cereal, girasoles y viñas de secano. Habitualmente se abona en noviembre-diciembre y febrero-marzo con una dotación de 500 kg/Ha de NPK en proporción 12/24/12. Como focos remarcables se encuentran:

-**Vertedero RSU:** en la actualidad está precintado y cubierto, lejos de las captaciones de abastecimiento. X(UTM): 561488, Y(UTM): 4405536.

-**Granja avícola y ganadera:** X (UTM): 564002 Y(UTM): 4402632. Dispone de un sondeo perforado que afecta a los mismos niveles acuíferos que los sondeos de abastecimiento y por el que podría infiltrarse los residuos ganaderos.

-**Granja avícola:** X(UTM): 562184, Y(UTM): 4403176.

-**Granja ovina:** X(UTM): 564422 Y(UTM): 4403442.

-**Aguas residuales:** Se vierten sin tratamiento en dos puntos X(UTM): 561551 Y(UTM): 4402770; X(UTM): 562488, Y(UTM): 4403374.

-**Cementerio. X:** 563302 **Y:** 4403181.

-**Gravera.** X(UTM): 561615, Y(UTM): 4403163.

-**Escombrera:** X(UTM): 563240, Y(UTM): 4403876.

Su situación se refleja en la figura 4.

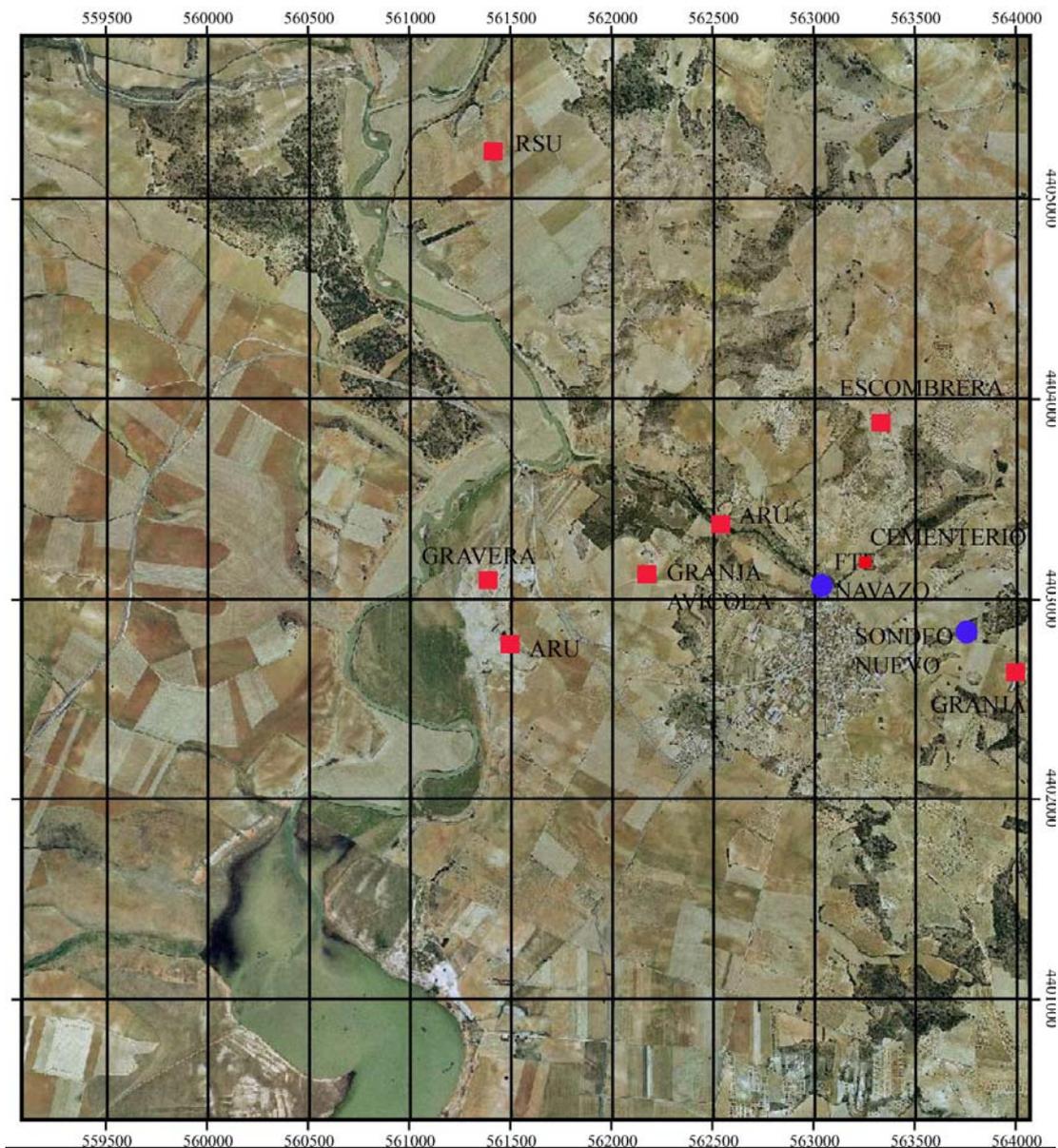


Figura 4. Distribución geográfica de los focos potenciales de contaminación.

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 DRASTIC. Sin embargo, en este caso, donde resulta evidente la existencia de una contaminación por el contenido en nitratos de las captaciones de abastecimiento, se ha preferido utilizar criterios hidrogeológicos.

Para ello se ha utilizado, al disponer de las columnas litológicas, los sondeos de abastecimiento perforados, realizando diversos cortes que permiten cartografiar el conjunto de paquetes conglomeráticos que constituyen el acuífero, y considerar a dicha superficie muy vulnerable a la contaminación (figura 5).

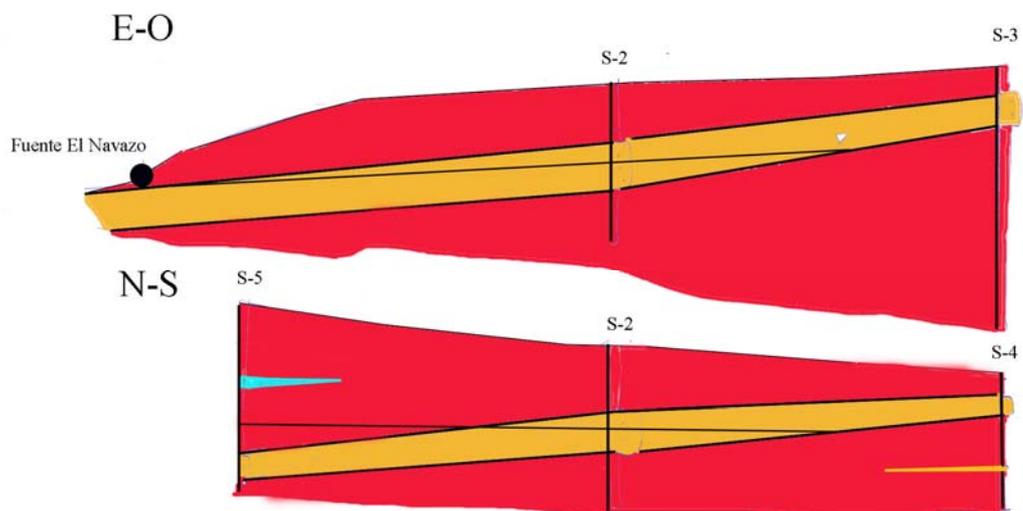


Figura 5 .- Cortes hidrogeológicos interpretativos del funcionamiento de la formación acuífera. La línea negra corresponde al nivel piezométrico.

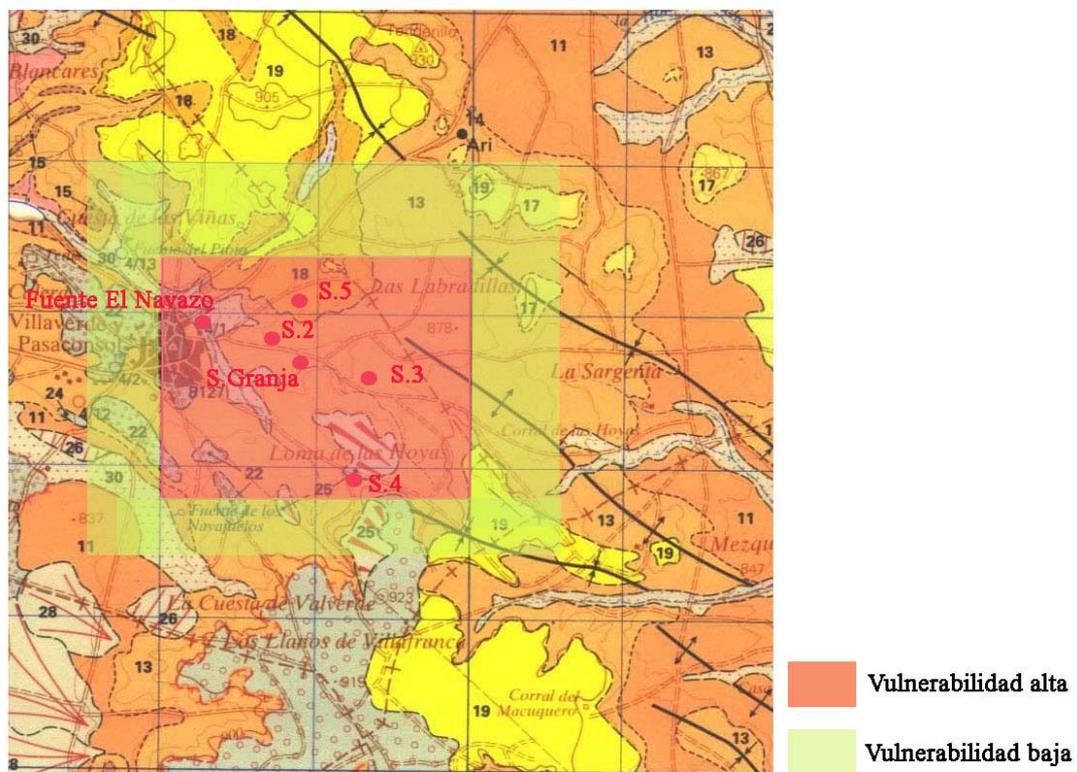


Figura 6.- Mapa de vulnerabilidad con criterios hidrogeológicos.

Según la figura 6, la cartografía de vulnerabilidad muestra una vulnerabilidad alta coincidente con la extensión del paquete conglomerático que supone la principal formación acuífera y que hidroquímicamente muestra elevados contenidos en nitratos, el resto se puede considerar de vulnerabilidad baja.

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.

El acuífero captado parece corresponder a uno de tipo confinado. Ello implicaría que la protección del acuífero estaría favorecida por la ZNS y el suelo, así como por la intercepción de niveles arcillosos más superficiales. Sin embargo, en el sondeo VILLAVERDE Y PASACONSOL 2 su comportamiento es libre y en los otros sondeos, ante la presencia de contaminación, se puede pensar que ésta se ha visto favorecida por una deficiencia en un sondeo próximo a los vertidos, por lo que el acceso del vertido sería directo y por ello se considera al acuífero libre.

Para la definición de **zona de restricciones absolutas** se propone aplicar un área fija que contemple el vallado y protección del área que encierre a los sondeos en explotación y nuevos, así como a la fuente del Navazo. 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 7).

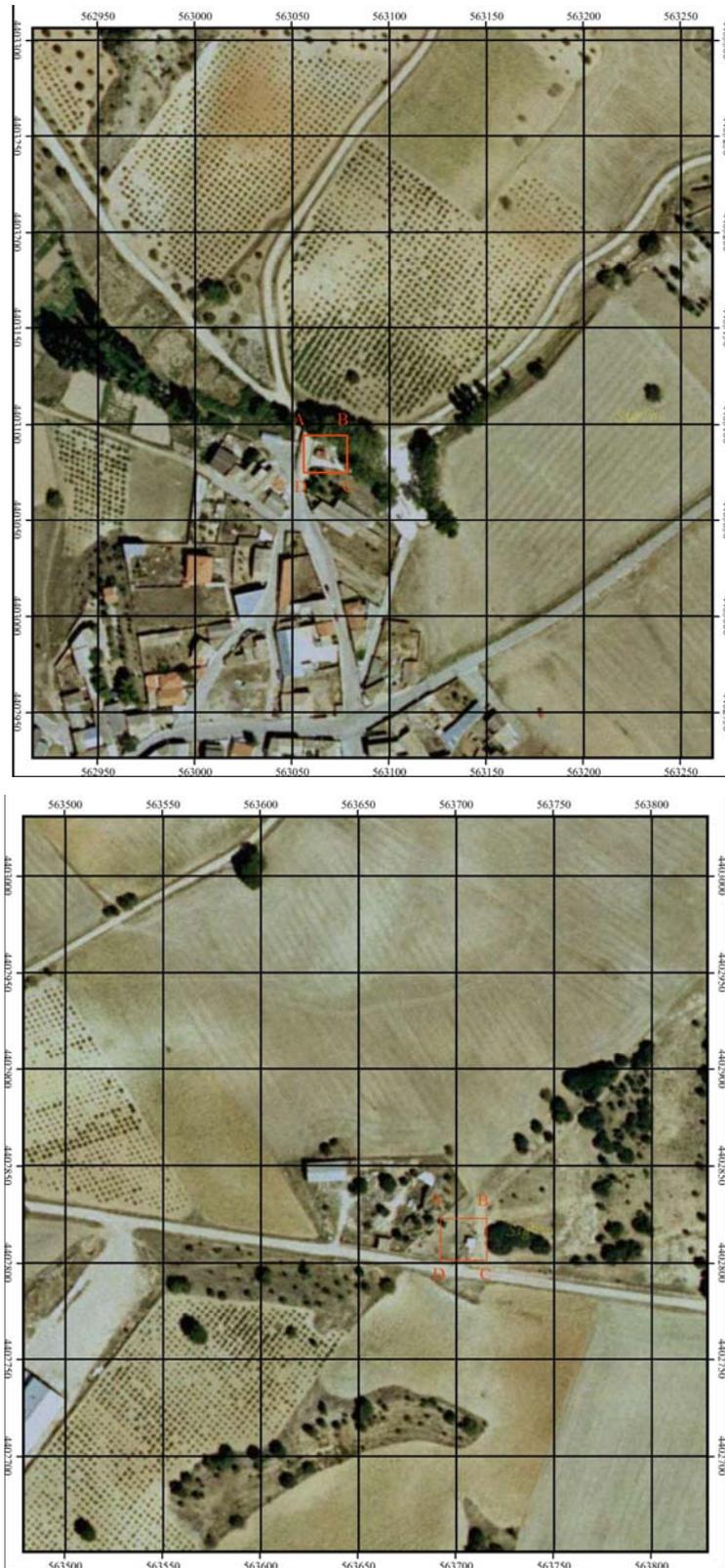


Figura 7. Propuesta de perímetros de protección con restricciones absolutas.

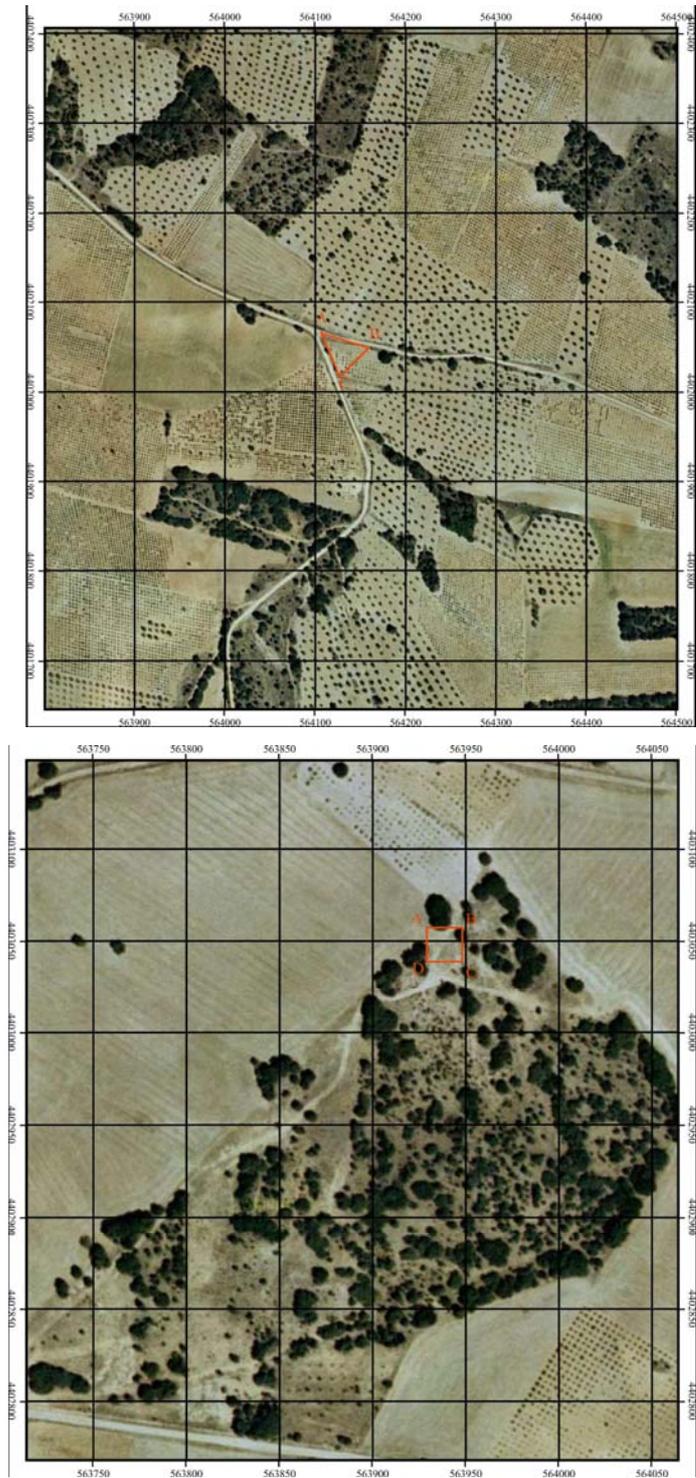


Figura 7 (cont.). Propuesta de perímetros de protección con restricciones absolutas.

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

Se ha supuesto una dirección de flujo hacia la fuente del Navazo, al O, y se ha considerado el área dentro de la elipse que corresponde a la isocrona de 50 días.

Si consideramos un caudal bombeado de 9 L/s para el manantial del Navazo, los sondeos Villaverde y Pasaconsol-2 y Villaverde y Pasaconsol- 5, un tiempo de tránsito de 50 días, el S del acuífero detrítico, que se considera confinado y se estima en 0.008 y una H igual a 9 m (considerando el espesor saturado del horizonte captado), el radio de perímetro de protección obtenido aproximado es de 400 m (Figura 8). Se ha procedido a ajustarse a un cuadrado de 200 m aproximadamente. Para el sondeo Villaverde y Pasaconsol-3 el caudal estimado es de 0.75 L/s y un espesor saturado de 2 m lo que supone un radio de 250 m. Se ha procedido a ajustarse a un cuadrado de 125 m aproximadamente.



Figura 8. Propuesta de perímetro de protección con restricciones máximas.

Para la definición de la **zona alejada o de restricciones moderadas** se ha tomado el radio correspondiente para 4 años, correspondiendo a un radio aproximado de 2250 m para Fuente del Navazo y los sondeos de VILLAVERDE y PASACONSOL 2 Y 5, y 1400 m para el sondeo de VILLAVERDE Y PASACONSOL-4. Este área se limitará en función de criterios hidrogeológicos (divisorias de aguas subterráneas y superficiales, formaciones acuíferas suprayacentes, topografía) y la dirección de flujo que es hacia el NO (figura 9).

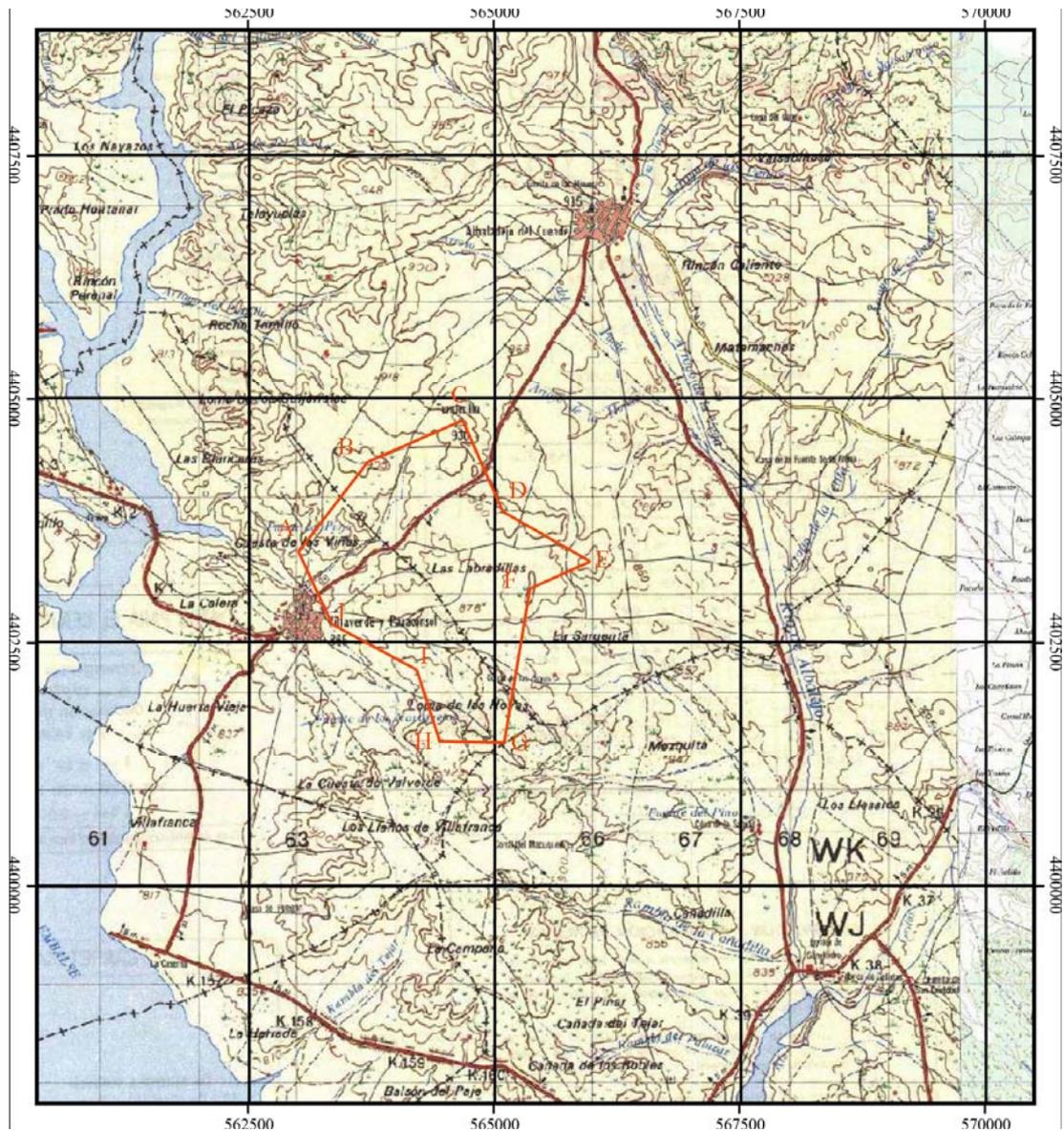


Figura 9. Propuesta de perímetro de protección con restricciones moderadas.

Respecto al **establecimiento del perímetro de protección de la cantidad** la zona es de cultivo y existen otras captaciones próximas al sondeo, aunque los caudales más altos que los de los sondeos de abastecimiento. Se recomienda en un principio que el perímetro de protección de la cantidad sea el mismo que la del área de restricciones moderadas. Los sondeos que se perforen dentro del perímetro de protección, no deben afectar a las captaciones 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 a los sondeos municipales. Los sondeos que ya se encuentran en el interior del perímetro de protección deberán informar del caudal actual de extracción y no incrementarlo sin información previa al Ayuntamiento; asimismo deberán suministrar las características constructivas y ser inspeccionados por técnicos competentes para determinar si pueden afectar de manera negativa a través del entubado a la formación acuífera captada.

Los perímetros de protección y sus coordenadas vienen recogidos en la tabla 4.

	Nº PUNTO	COORDENADAS UTM (X)	COORDENADAS UTM (Y)	Z (m s.n.m.)	
ZONA DE RESTRICCIÓN -NES ABSOLUTAS FUENTE NAVAZO	A	563060	4403090	860	
	B	563075	4403090	860	
	C	563070	4403075	860	
	D	563085	4403075	860	
ZONA DE R.A. SONDEO 2	A	563695	4402820	860	
	B	563715	4402820	860	
	C	563715	4402800	860	
	D	563695	4402800	860	
ZONA DE R.A. SONDEO 4	A	564110	4402060	880	
	B	564150	4402050	880	
	C	564120	4402020	880	
ZONA DE R.A. SONDEO 5	A	563925	4403055	890	
	B	563940	4403055	890	
	C	563940	4403035	890	
	D	563925	4403035	890	
ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	A	563050	4403150	840	
	B	563750	4403150	870	
	C	563750	4403250	880	
	D	564150	4403250	880	
	E	564150	4402400	880	
	F	563550	4402400	880	
	1	563950	4402200	880	
	2	564250	4402200	890	
	3	564250	4401950	890	
	4	563950	4401950	880	
	ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	A	563016	4403417	860
		B	563689	4404361	900
C		564664	4404753	920	
D		565080	4403865	900	
E		565969	4403329	880	
F		565369	4403041	900	
G		565056	4401337	920	
H		564440	4401489	920	
I		564248	4402177	880	
J		563257	4402609	860	

Tabla 4. Coordenadas de los distintos perímetros de protección propuestos para las captaciones de Villaverde y Pasaconsol.

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

	DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS			ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS		
		Prohibido	Prohib.	Cond.*	Permit.	Prohib.	Cond.*	Permit.
ACTIVIDADES AGRICOLAS	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	•	•				•	
ACTIVIDADES URBANAS	Silos	•	•				•	
	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	•	•			•		
ACTIVIDADES INDUSTRIALES	Cementerios	•	•				•	
	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.

Madrid, Junio de 2006

El autor del informe

Fdo. Marc Martínez

4. BIBLIOGRAFÍA

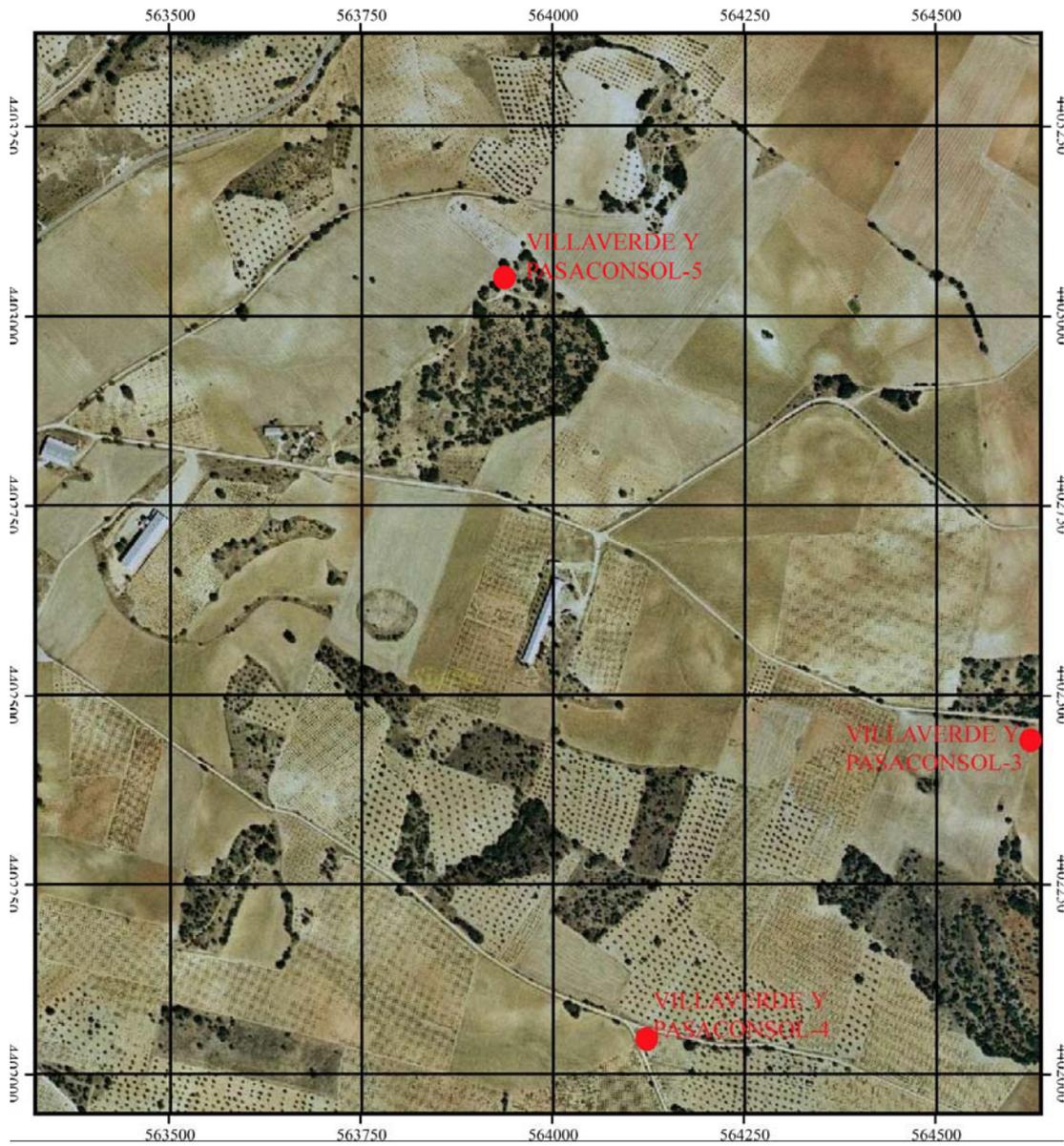
IGME-CHJ (1992): Propuesta de normas de explotación de Unidades Hidrogeológicas en el sistema hidráulico Alarcón-Contreras. 1991-1992.

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

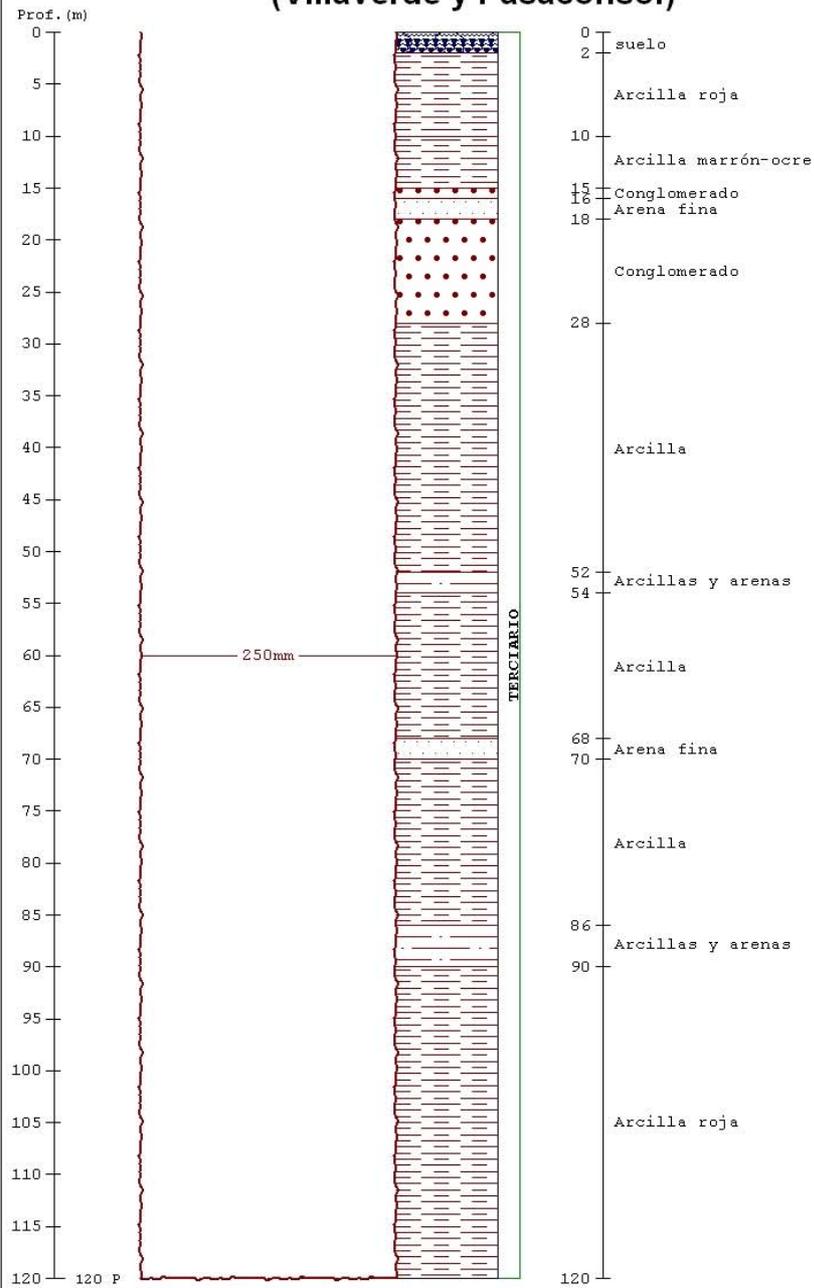
ANEXOS

**MAPA DE SITUACIÓN
ESQUEMA DE LOS SONDEOS**

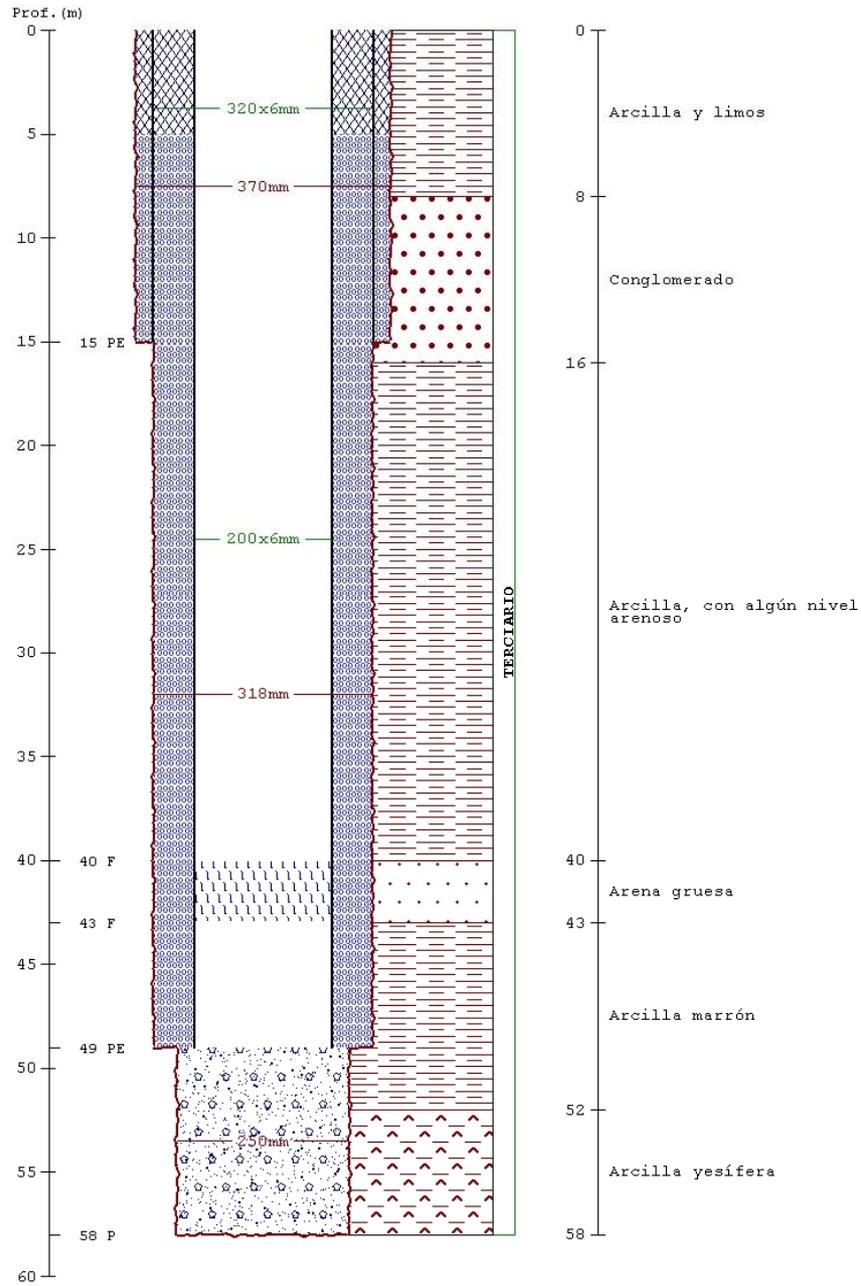
MAPA DE SITUACIÓN



CROQUIS DE POZO VILLAVERDE Y PASACONSOL 3 (Villaverde y Pasaconsol)



CROQUIS DE POZO VILLAVERDE Y PASACONSOL 4



CROQUIS DE POZO VILLAVERDE Y PASACONSOL 5 (Villaverde y Pasaconsol)

