

**PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN PARA LA
CAPTACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA
LOCALIDAD DE LEDAÑA**

Septiembre 2011

ÍNDICE

1. Introducción

1.1 Situación actual de abastecimiento

1.2 Demanda urbana

2. Estudios previos

2.1. Marco geológico: estratigrafía y estructura

2.2 Marco hidrogeológico regional

2.3 Marco hidrogeológico local: formaciones acuíferas

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 protección de la cantidad

4. Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del convenio de asistencia técnica suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) y la Excm. Diputación Provincial de Cuenca, en julio de 2011 se redacta el presente informe de propuesta de perímetro de protección para la captación de Ledaña.

El municipio de Ledaña se ubica al sureste de la provincia de Cuenca en la comarca denominada “La Manchuela”, lindando con la provincia de Albacete (Figura 1).

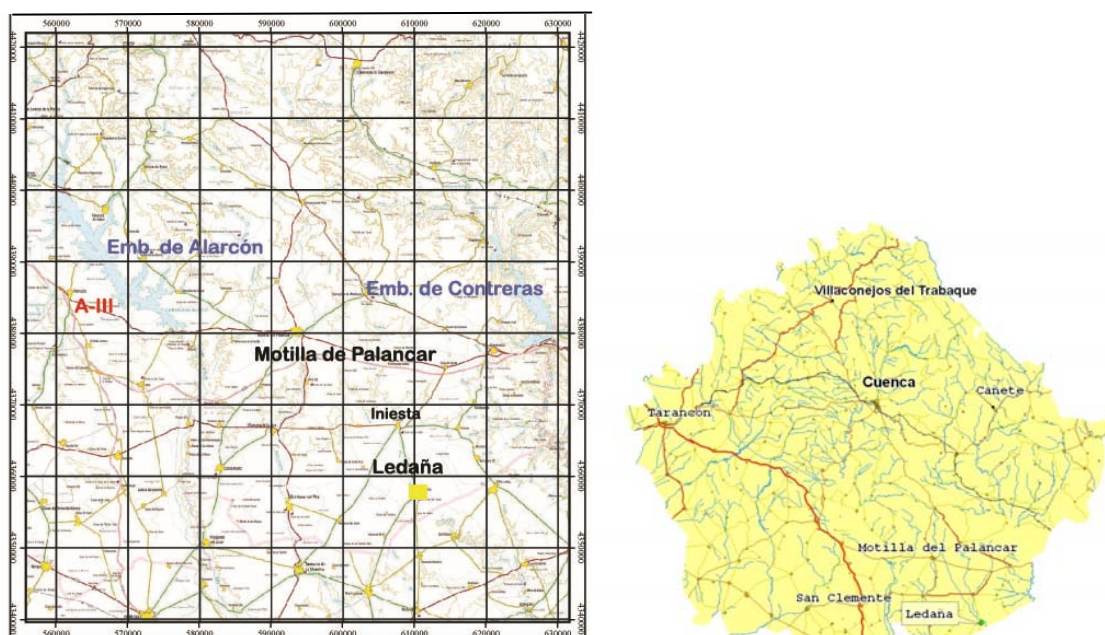


Figura 1. Mapa de ubicación de la localidad de Ledaña

1.1 Situación actual de abastecimiento

En la actualidad la población de Ledaña se abastece de un único sondeo no existiendo alternativa de abastecimiento en caso de avería u otras incidencias. Las características del actual sistema de abastecimiento se reflejan en la Tabla 1.

1.2. Demanda urbana

La dotación habitual contemplada en los planes hidrológicos de la cuenca del Júcar de 210 L/hab/día, es de 4.7 L/s (404.5 m³/día); en verano, con el incremento de población, se necesita un caudal de 5.4 L/s (468.3 m³/día). Así, el sondeo actual con su caudal de extracción de 16 l/s, cubre la demanda actual del pueblo pudiéndose extraer del orden de 10l/s más del requerido.

	UTM X	UTM Y	C ($\mu\text{s/cm}$)	Q (l/s)	Observaciones
S - Ermita	610787	4356677	819	16-17	Bomba a 230m. NP a 208m.
Depósito pral	608915	4357331			1000 m ³ . Del sondeo se bombea a este depósito. De aquí, una parte por gravedad a la parte alta del pueblo y otra al depósito de regulación.
Depósito regulación	610114	4357119			Sirve para regular la presión del agua proveniente del otro depósito. De aquí, por gravedad suministra a la parte baja del pueblo.

Tabla 1. Características del sistema de abastecimiento de la localidad de Ledaña

2. ESTUDIOS PREVIOS

Este informe se ha elaborado a partir del estudio realizado por el IGME en 2010 orientado a la perforación de un nuevo sondeo que completara y asegurara el abastecimiento en caso de avería del único sondeo que existe en la actualidad. Este estudio, junto con la información recopilada en campo el día 14 de julio de 2011 ha servido para la redacción de la propuesta de perímetro de protección para el sondeo de abastecimiento.

2.1 Marco geológico: estratigrafía y tectónica

La zona de estudio se sitúa al sur de la provincia de Cuenca, lindando con la provincia de Albacete. Geológicamente se encuadra en la zona oriental de La Mancha y constituye la conexión entre la Meseta y el Sistema Ibérico. Para la realización del presente informe se ha contado con la información de los MAGNA referente a las hojas 718 “Iniesta” y 743 “Madrigueras” así como un estudio geofísico realizado por el IGME en 1983 orientado a la investigación hidrogeológica en la zona de la “Manchuela”. En el esquema regional de la Figura 2 se aprecia que la zona de estudio está en su totalidad cubierta por materiales neógenos y cuaternarios y que los relieves cretácicos pertenecientes a las estribaciones más sudoccidentales del Sistema Ibérico afloran a una distancia mínima de 12 km. Así también, en la Figura 2, se observa el carácter atectónico del área estudiada con una disposición horizontal-subhorizontal de los materiales del Terciario. Solo en la esquina noroccidental y nororiental de la hoja de Iniesta, los materiales del Cretácico superior están ligeramente deformados y fracturados.

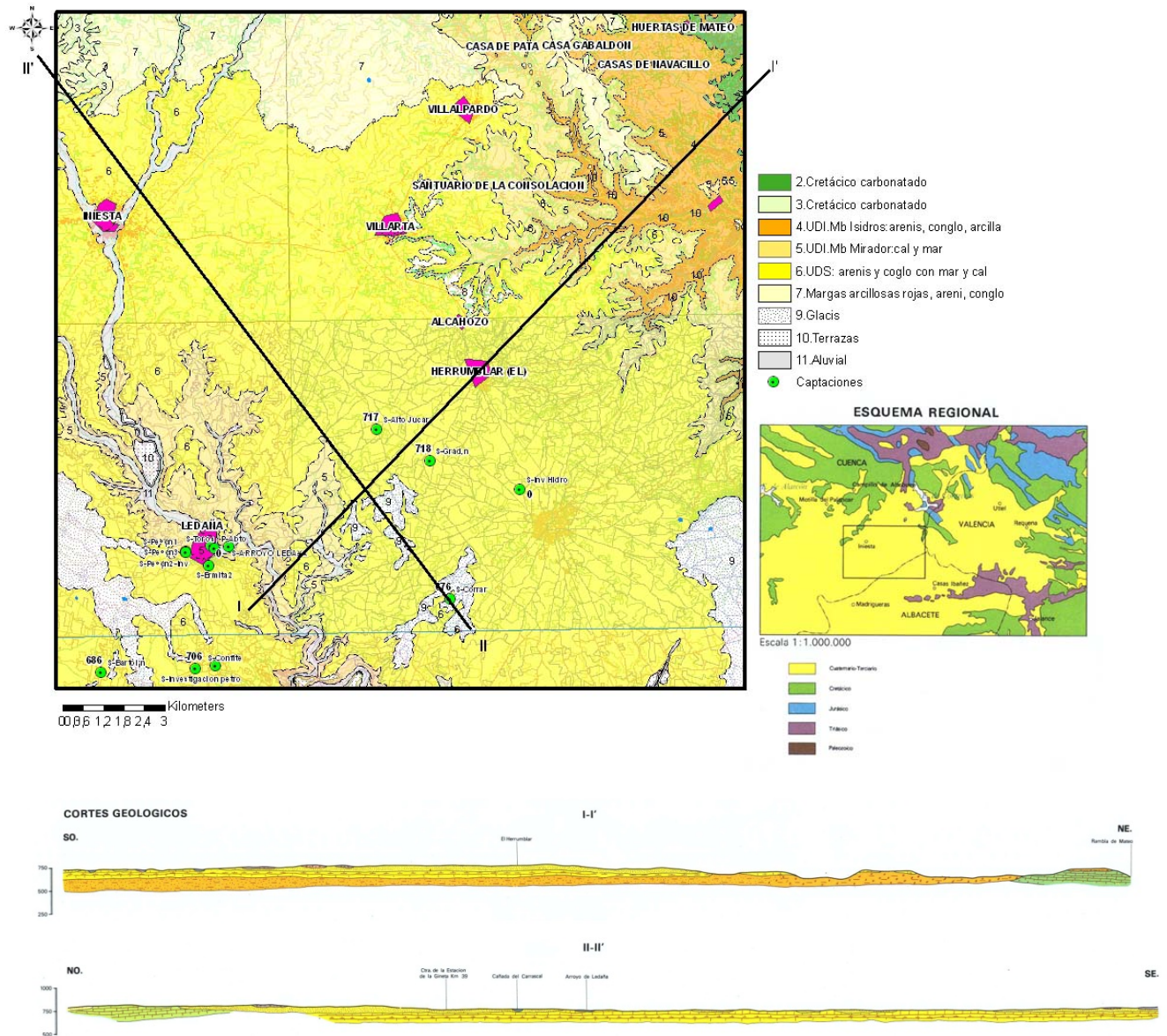


Figura 2. Mapa geológico y cortes geológicos de la zona de estudio

2.1.1 Estratigrafía

CRETÁCICO

Aunque aflora solo localmente, las investigaciones petrolíferas llevadas a cabo en las inmediaciones de Villarta en el año 1968 pusieron de manifiesto que bajo la cobertura terciaria se encontraban los materiales del Senoniense a una profundidad de aproximadamente 250 m y saturados con agua dulce.

Cenomaniense medio – Coniaciense

Solo afloran en el borde oriental de la hoja de Iniesta resultado de la acción erosiva del río Cabriel que los ha dejado al descubierto.

Se trata de calizas micríticas y esparíticas de tonos blancos, ocre y grises bien estratificados, algo tableados hacia la base y en capas de hasta 1,5 m al techo. La potencia medida es de **110 m**.

Santoniense

Por encima de los materiales descritos anteriormente aflora una pequeña banda de dirección NE-SO que aflora a modo de islote entre los sedimentos neógenos y que no tiene conexión con esos materiales cretácicos.

Se trata de calizas blanquecinas microcristalinas, dolomitizadas en ocasiones y bien estratificadas. La potencia visible es de **30 m**.

TERCIARIO

Neógeno

Los depósitos del Neógeno son de origen continental (tanto detríticos como químicos) y sus dos unidades litoestratigráficas abarcan términos del Mioceno superior y del Plioceno. Todos ellos corresponden a la Cuenca del Cabriel. Esta cuenca está limitada por diversas sierras de directriz ibérica, y está unida a las cuencas anteriores valencianas a través de la subcuenca de Requena y del paso de Siete Aguas-Buñol, y con la cuenca del río Júcar a través de las escasas alineaciones mesozoicas que emergen en la llanura de Casas de Ibañez.

- **Unidad litioestratigráfica inferior: Venta del Moro-Villatoya**

Conjunto de materiales detríticos y calco-detríticos que rellenan la cuenca del río Cabriel durante el Mioceno Superior y el Plioceno Inferior. Dividida en dos miembros:

- Miembro *Los Isidros*

Constituido por materiales detríticos de origen fluvial con predominancia de arcillas y arenas. Los niveles conglomeráticos correspondientes a paleocauce son más escasos y sin continuidad lateral. El conjunto presenta tonalidad roja, con pasadas parduzcas correspondientes a arcillas.

A escala regional se aprecian deformaciones en función de la edad de los macizos mesozoicos y área fuentes de estos depósitos.

- Miembro *Mirador (5)*

Se dispone a escala regional sobre los depósitos detríticos del Miembro *Los Isidros* y está constituido por una sucesión de calizas oquerosas, travertínicas o compactas de origen claramente continental que intercalan esporádicos niveles margosos, ocasionalmente lignitíferos. Esta unidad tiene una potencia media de 50m la cual aumenta hacia el SE de la hoja de Iniesta.

- **Unidad detrítica superior**

Se dispone discordante sobre las formaciones infrayacentes y supone, dentro del contexto regional una deposición en régimen de arroyada que se extiende de N a S desde los últimos relieves de la Ibérica a los llanos de Albacete. Estos sedimentos se han definido de edad pliocena. Cartográficamente se han separado dos tramos: uno de carácter detrítico rojizo y otro calcodetrítico amarillento.

- *Margas arcillosas rojas, areniscas y conglomerados*

Se trata de un conjunto detrítico con numerosos cambios laterales de facies a margas arcillosas rojas y ocreas, de carácter típicamente fluvial. Los tramos detríticos son areniscas de grano fino-medio que pasan lateralmente a conglomerados decantos redondeados calcáreos. Los tramos bien cementados dan lugar a resaltes que originan relieves en mesa.

La potencia total es de **25-30m**.

- *Areniscas y conglomerados con niveles de margas arenosas amarillentas y calizas (6)*

En cambio lateral de facies con el tramo anterior aparecen areniscas, arenas y conglomerados de cantos calcáreos bien redondeados. A su vez, los cambios laterales entre estos materiales son frecuentes, incluyendo margas arenosas amarillentas. Existen también niveles de calizas micríticas o travertínicas

ocres y margocalizas blanco amarillentas algo detríticas.

CUATERNARIO

Bien representado, se han separado tres tipos diferentes de depósitos.

- Pleistoceno: gravas y arcillas arenosas rojas

De gran extensión superficial, se inicia en los bordes mesozoicos de las sierras ibéricas y se extiende hasta Albacete, formando un enorme glacis formado antes del encajamiento de los ríos Cabriel y Júcar. Constituido por gravas silíceas, ocasionalmente calcáreas, bien rodadas y empastadas en una matriz arcilloso-arenosa con tonalidades rojizas muy características. Culmina con una costra calcárea muy continua. La potencia se estima entre 2 y 5 m.

- Pleistoceno-Holoceno. Terrazas

Arcillas, arenas y gravas calcáreas, a veces muy gruesos. Presentan escasa granolección correspondiente a un régimen torrencial hacia el Norte que aumenta hacia el Sur, con estructuras además de estratificación cruzada.

- Holoceno. Aluviones y fondos de valle.

2.1.2 Estructura

La zona de estudio se ubica regionalmente en las estribaciones sudoccidentales del Sistema Ibérico en su límite con llanura manchega, donde las ramas castellanas de la Cordillera Ibérica se hunden bajo el relleno terciario. Los escasos relieves mesozoicos aflorantes aparecen ligeramente flexionados con buzamientos que no superan los 10° y que mantienen la directriz ibérica. Es durante el Terciario cuando se produce la deformación siguiendo una tectónica de zócalo y cobertera. Este zócalo constituido por rocas precámbricas y paleozoicas se fractura en bloques y la cobertera mesozoica se acomoda a la estructura resultante y se pliega a favor de los despegues localizados en rocas pláticas.

Tanto el Neógeno como el Cuaternario se encuentran en posición subhorizontal sin haber sufrido ninguna modificación posterior.

En 1983, el IGME realizó un estudio geofísico de la comarca de “La Manchuela” orientado a investigaciones hidrogeológicas. En este estudio se pone de manifiesto como el sustrato calizo cretácico, objeto del estudio por su potencial capacidad acuífera, se ve afectado por esta intensa mecánica de bloques que hace variar considerablemente la profundidad a la que se encuentra, llegando a situarse en algunos de los SEV realizados a más de 550 m de profundidad mientras que en otras zonas, se localiza próximo a la superficie (38m), como es el caso de la zona NO próximo a Motilla del Palancar.

2.2 Marco hidrogeológico regional

La provincia de Cuenca participa de tres cuencas hidrográficas distintas: Guadiana, Júcar y Tajo que a su vez quedan divididas en distintas Masas de Agua Subterránea (MAS) tal y como se muestra en la Figura 3.

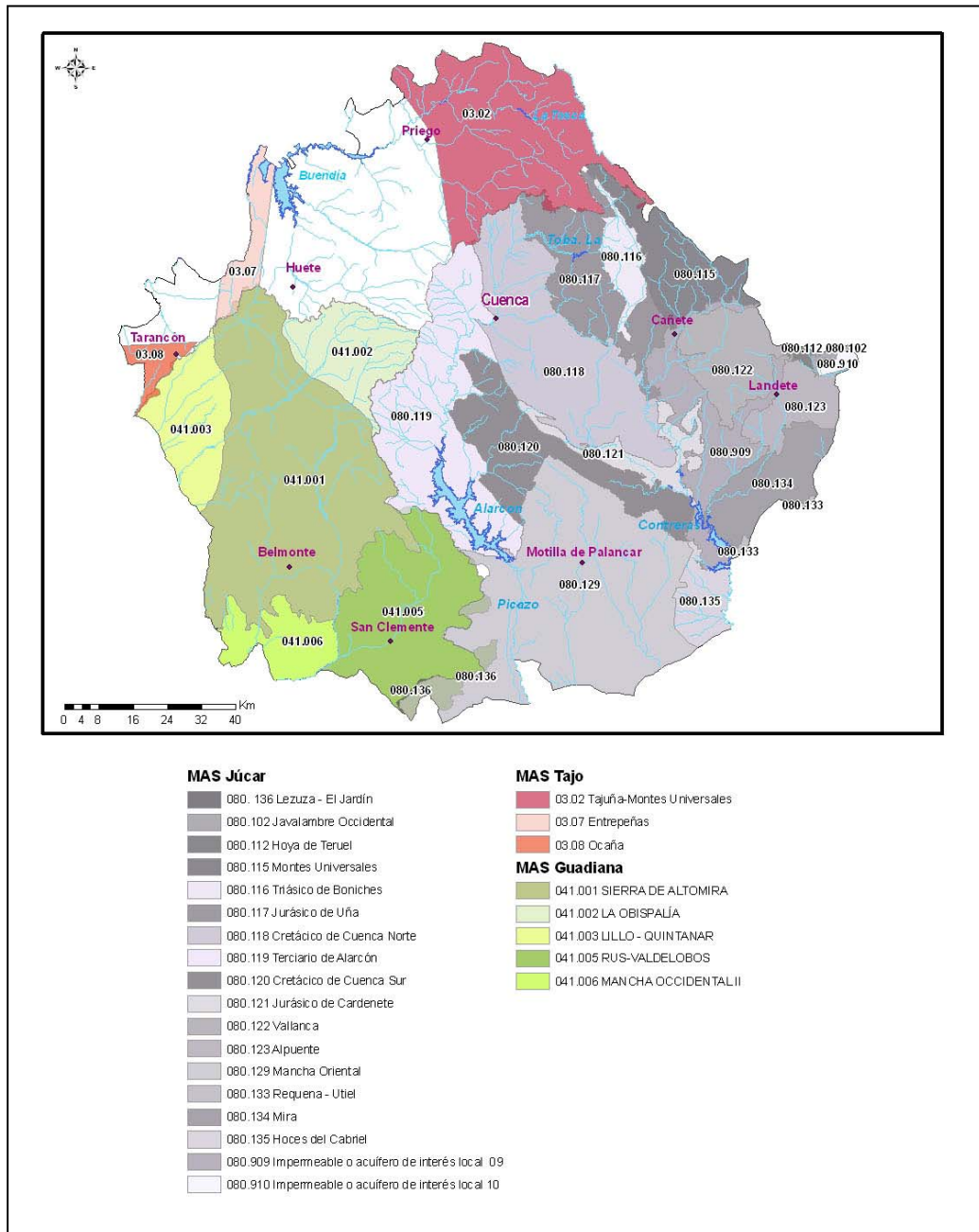


Figura 3. Masas de Agua Subterránea de la Provincia de Cuenca

La totalidad del municipio de Ledaña se enmarca en la Unidad Hidrogeológica UH 08.29 “Mancha Oriental” perteneciente a la Cuenca Hidrográfica del Júcar. La masa de agua subterránea a la que se adscribe la zona en cuestión es la MAS 080.129 “Mancha Oriental”. Esta unidad se reparte por tres provincias distintas: Cuenca (1589,43 km²), Albacete (5394,23 km²) y Valencia (526,28 km²) (Figura 4).

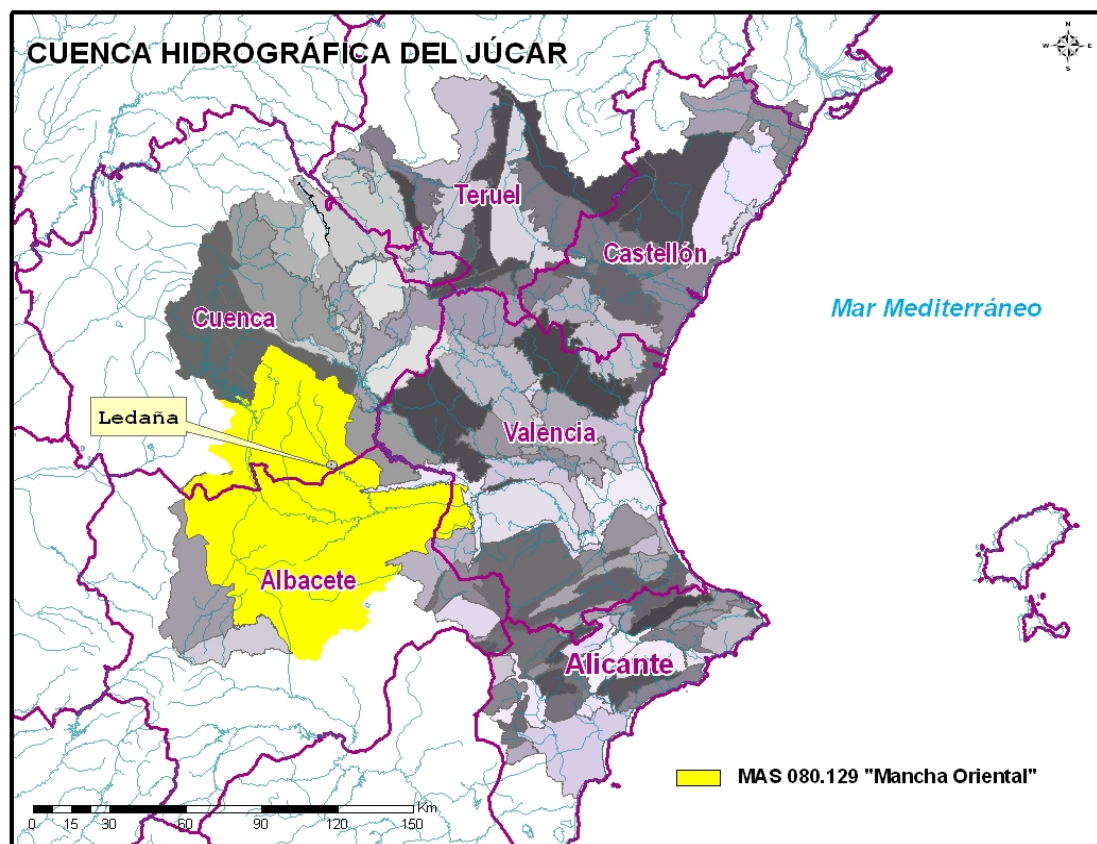


Figura 4. Mapa de ubicación de la MAS 080.129 “Mancha Oriental” perteneciente a la cuenca hidrográfica del Júcar.

Dentro de esta unidad se han descrito tres acuíferos distintos:

Acuífero	Litología	Potencia
Cretácico	Calizas y dolomías	50-150
Jurásico	Calizas y dolomías	250-350
Mioceno	Calizas	125

Tabla 2. Acuíferos de la UH 08.29 “Mancha Oriental”

El eje principal de drenaje es el río Júcar, que en un tramo actúa como ganador y en otro como perdedor. Los niveles son fuertemente descendentes, con un valor medio de 22 metros para el periodo 1975-1995. La piezometría sitúa los niveles entre 570-770 msnm. Las facies hidroquímicas varían: bicarbonatada-sulfatada cálcica, sulfatada-bicarbonatada magnésico-cálcica, bicarbonatada cálcico-

magnésica y sulfatada cálcico-magnésica.

4.2. Formaciones geológicas susceptibles de constituir acuíferos

En Ledaña, las unidades más interesantes desde el punto de vista de explotación de las aguas subterráneas son fundamentalmente, dos:

- Las **calizas lacustres pontienses** (Mioceno superior- Plioceno Inferior): Reciben el nombre de *Miembro Mirador* de la Unidad Litoestratigráfica Inferior *Venta del Moro-Villatoya*. Se trata de calizas oquerosas y travertínicas con ocasionales niveles margosos. El espesor es de aproximadamente 50 m. En el actual sondeo de abastecimiento, estas calizas tienen un espesor de apenas 7m. Como se aprecia en la Tabla de puntos de agua inventariados del Anexo, la profundidad a la que se encuentran este acuífero terciario es de unos 18 m en las proximidades de Ledaña. Hacia Herrumblar la profundidad a la que se encuentran las calizas aumenta, encontrándolas a 80-125 m de profundidad y dando niveles piezométricos de entre 630-720 msnm. Esta información se extrae de las columnas litológicas que se disponen de los sondeos de la zona y sin embargo, no fueron detectados niveles de alta resistividad a estas profundidades por los perfiles geoelectricos.
- Las **unidades cretácicas de carácter carbonatado**. A partir de la información del sondeo de abastecimiento actual de Ledaña, se encuentran en esta área a unos 310 m de profundidad, situándose el nivel piezométrico en el año 1991 a 210 m de profundidad.

4.3 Hidroquímica

Se dispone de un análisis químico de la red distribución de fecha 19/10/2009 proporcionado por la Consejería de Sanidad de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha. A su vez, en la Tabla se muestran los análisis efectuados por el IGME (febrero de 2010) del sondeo actual de abastecimiento y el sondeo de una granja de pollos próxima a Ledaña, ambos de facies bicarbonatada cálcica. Cabe destacar el elevado contenido en nitratos obtenido en el agua de ambos sondeos, llegando al límite máximo permitido si para agua de consumo humano se tratara en el caso de la granja.

Captación	Fecha análisis	Cl	SO4	HCO3	CO3	NO3	Na	Mg	Ca	K	pH	C.E.
S-Ermita	Feb 2010	59,0	42,0	263,0	0,0	17,0	38,0	22,0	80,0	1,0	7,5	652
S-Pollos	Feb 2010	31,0	23,0	184,0		50,0	17,0	12,0	74,0		7,5	547
S-Ermita (CSJCCM)			32			18					8	637
S-Ermita	Julio 2011	60	53	292	0	15	40	24	87	7	7.36	677

Tabla 3. Características físico-químicas de las aguas de los puntos acuíferos descritos (contenidos en mg/L, conductividad en $\mu\text{S}/\text{cm}$).

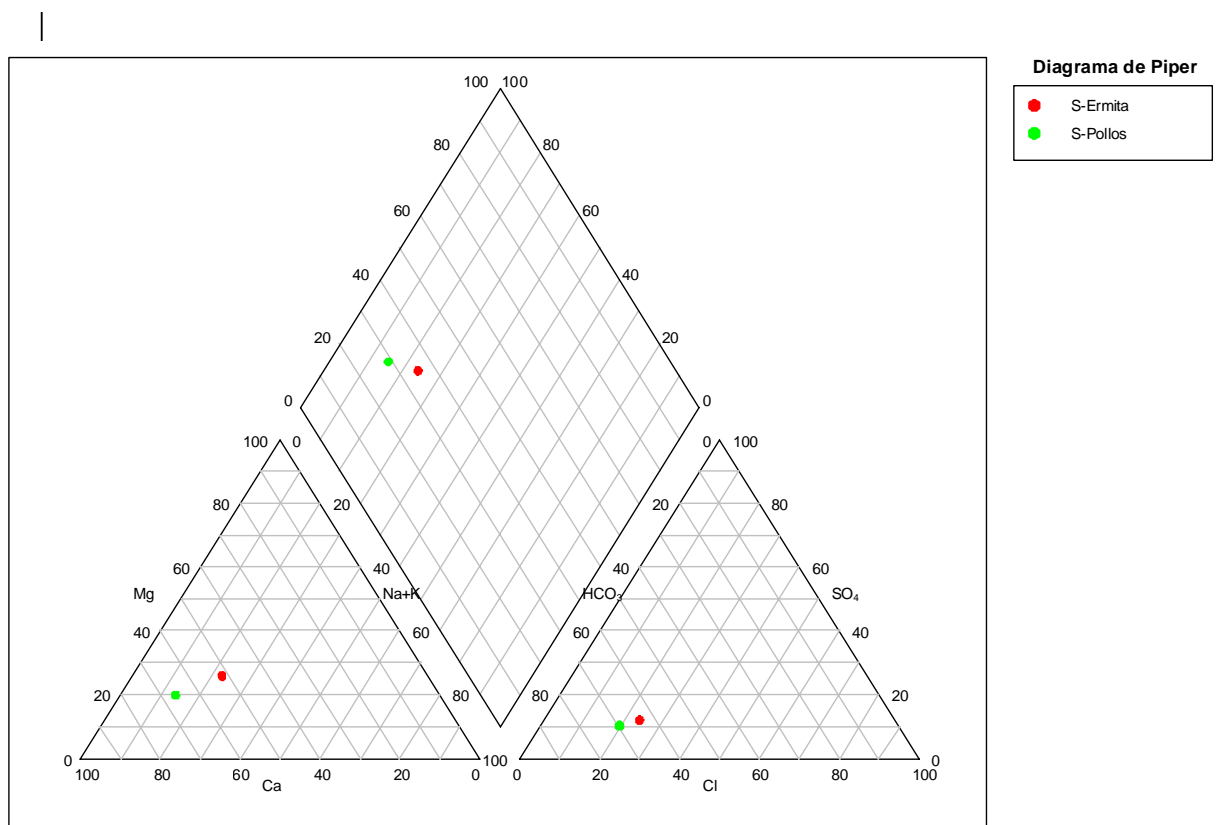


Figura 5. Diagrama de Piper de los puntos de agua del entorno de Ledaña.

3. PROPUESTA DE PERIMETRO DE PROTECCIÓN

3.1 Inventario focos potenciales de contaminación.

El día de la visita se inventariaron los siguientes puntos de contaminación en las inmediaciones de Ledaña que podrían estar afectando negativamente a la calidad del agua del sondeo. Estos focos, situados en la Figura 6, quedan reflejados en la Tabla 4.

El entorno del sondeo de abastecimiento a Ledaña es área dedicada al cereal de secano (trigo y girasol, fundamentalmente) y a la vid. Estos cultivos pueden suponer una contaminación agraria de tipo difuso por empleo de abonos orgánicos e inorgánicos, así como por aplicación de productos fitosanitarios de diversa índole (pesticidas, plaguicidas, etc.).

En la visita al lugar el día 14 de julio de 2007 se inventariaron otros posibles puntos de afección puntual al acuífero, los cuales serán tenidos en cuenta en el estudio de vulnerabilidad y consiguiente propuesta de perímetro de protección. Estos puntos, su ubicación y sus características se recogen en la Tabla 4.

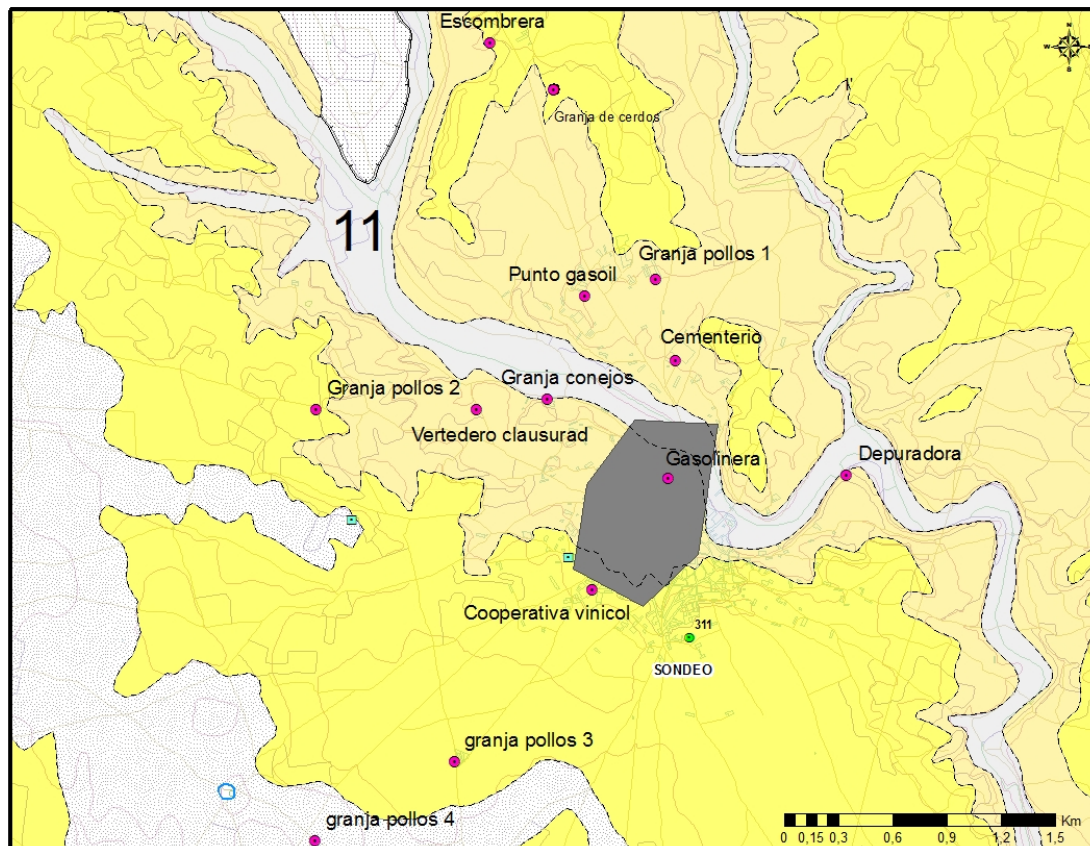


Figura 6. Mapa geológico con la ubicación de los potenciales focos de contaminación de Ledaña

Focos contaminación	UTM_X	UTM_Y	Z	Tipo de contaminación	Distancia a la captación
Sondeo abastecimiento	610787	4356677	735	Conecta niveles acuíferos más superficiales con el acuífero profundo, posible foco de nitratos, etc.	0
Depuradora	611653	4357577	722	Ninguno. Si rotura antes del tatamiento: Materia orgánica, contaminación bacteriológica, aceites y grasas, detergentes,	1288
Agricultura extensiva	areal			Nitratos, fosfatos y potasio	
Escombrera	609683	4359966	750	Variado	3500
Cementerio	610708	4358211	733	Fosfatos	1560
Gasolinera	610665	4357560	732	Hidrocarburos	895
Punto gasoil	610204	4358567	742	Hidrocarburos	1980
Granja cerdos	610031	4359706	748	Nitratos, fosfatos y potasio	3127
Granja conejos	609998	4357996	731	Nitratos, fosfatos y potasio	1540
Granja pollos 1	610596	4358656	738	Nitratos, fosfatos y potasio	2018
Granja pollos 2	608718	4357940	753	Nitratos, fosfatos y potasio	2418
granja pollos 3	609484	4355993	750	Nitratos, fosfatos y potasio	1467
granja pollos 4	608713	4355556	761	Nitratos, fosfatos y potasio	2350
Vertedero clausurado. Punto Limpio en construcción	609607	4357941	736	Variado	1730
Cooperativa vinícola	610245	4356941	747	Variado	612

Tabla 4. Inventario de potenciales focos de contaminación puntuales.

3.2 Estimación de la vulnerabilidad

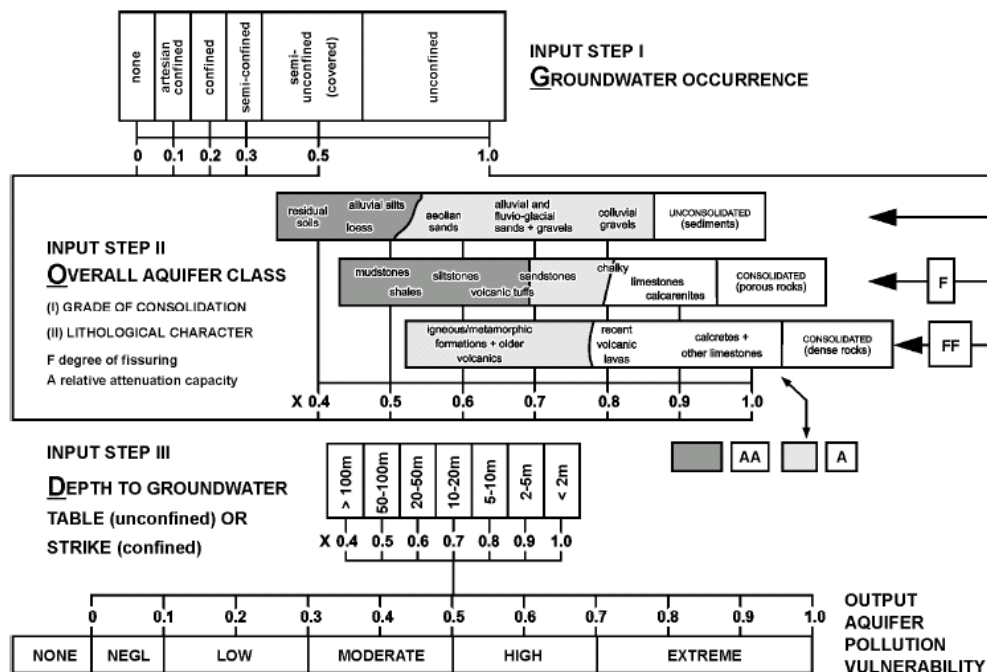
Una de las metodologías más adecuadas para la determinación de la vulnerabilidad es la realización de una cartografía de vulnerabilidad. Para su realización existen distintos métodos, como el método GOD utilizado en el presente estudio. Este método propuesto por Foster (1987) se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a tres variables (G, O, D) las cuales conforman el acrónimo:

G- tipo de acuífero.

O- litología de cobertura del acuífero

D- profundidad del agua o del acuífero.

En la Figura 7 (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).

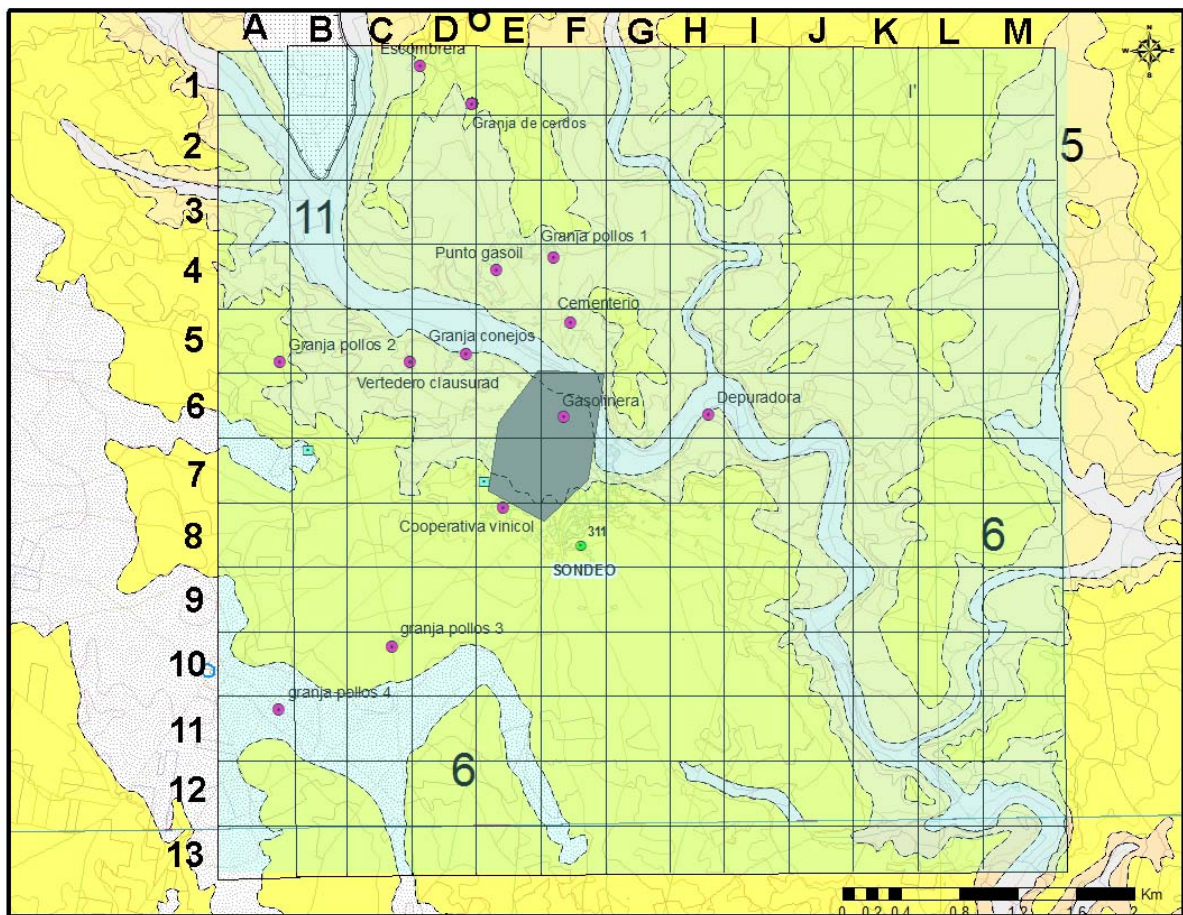


GOD empirical system for the rapid assessment of aquifer contamination vulnerability (from Foster, 1987).
Editorial note: Corrections received from the author
Step I: substitute "overflowing" for "artesian confined"; Step II: title should be "Overlying Lithology"; Output: omit "none".

Figura 7. Esquema de la valoración del índice GOD.

Los materiales atravesados en el sondeo de Ledaña (Figura 9) corresponden al Terciario hasta el metro 311. Después se atraviesan calizas pertenecientes al Cretácico Superior. El acuífero es un acuífero confinado al que se le asigna el valor de G = 0,1 para todas las celdas.

El nivel piezométrico se encuentra a una profundidad mayor de 100 m (en concreto para el sondeo de abastecimiento de Ledaña se encuentra a 209 m) por lo que se asigna un valor de $D = 0,4$. No obstante, existe un nivel acuífero terciario (las calizas pontienses) que en el sondeo se encuentra ranurado a una profundidad de 80 m. El recubrimiento terciario a base de una serie fundamentalmente arcillosa protegería lo materiales calcáreos subyacentes más permeables y se le asigna un valor de $O = 0,5$.



Vulnerabilidad insignificante 

Figura 8. Cartografía de vulnerabilidad empleando el método GOD

La cartografía de vulnerabilidad obtenida muestra el mismo valor para toda la zona considerada. Así, se estima que la vulnerabilidad es **insignificante** en el entorno del sondeo de Ledaña, debido al elevado espesor de materiales detríticos finos que sirven de protección natural para el acuífero y la profundidad a la que se encuentra el nivel piezométrico (209 m).

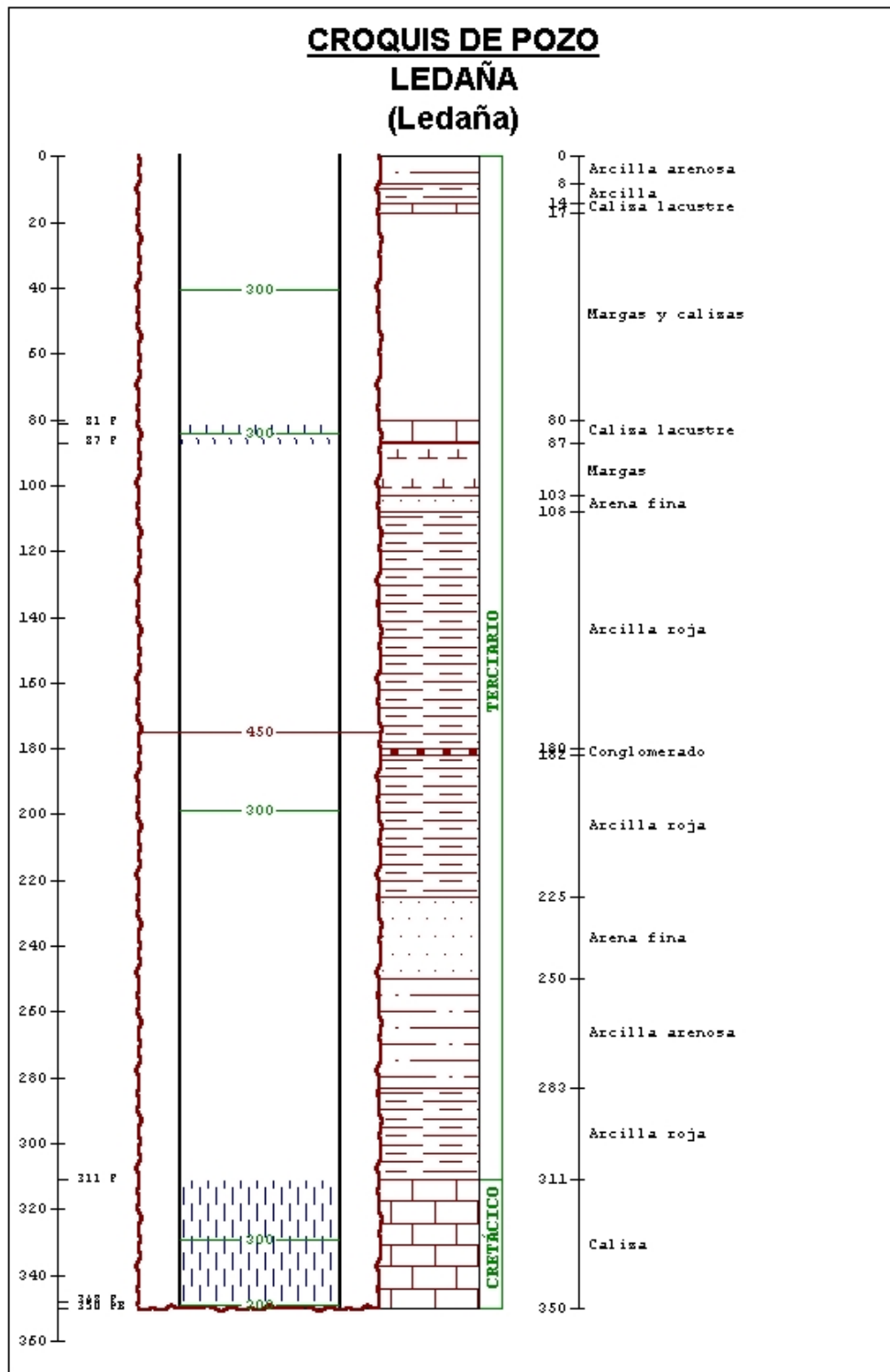


Figura 9. Esquema constructivo y estratigráfico del sondeo de abastecimiento de Ledaña

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 la captación utilizada para el abastecimiento de Ledaña, 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 peligro la calidad del agua del abastecimiento, y en el segundo caso, la protección considera la afección provocada por otros pozos o por bombeos intensos no compatibles con el sostenimiento de los acuíferos.

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

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 hecho de ser un acuífero confinado con nivel piezométrico profundo (209 m) implica que la protección del acuífero estará favorecida por la ZNS y el suelo, así como por la intercepción por parte de los niveles calizos terciarios más superficiales de los potenciales contaminantes.

3.3.1 Zona inmediata o de restricciones absolutas: Este sondeo ya cuenta con un perímetro vallado de 15m x 15 m, suficiente para proteger la captación (ver Figura 10)



Figura 10. Captación de Ledaña con vallado de restricciones absolutas.

Para determinar la *zona de protección próxima o de restricciones máximas y moderadas* se ha de considerar que el acuífero es confinado y que tiene sobre el techo del acuífero una capa confinante de arcillas con algunos horizontes de calizas, margas, arenas y conglomerados de un espesor total de 311 m, el cual actúa como protección natural del acuífero.

El método de Rehse para el cálculo del poder depurador de los materiales (Martínez y García, 2003) contempla que el poder depurador viene dado por:

$$M_x = M_{zns} + M_z$$

Donde M_x es el poder depurador sobre la totalidad del transporte, M_{zns} es el poder depurador en el trayecto vertical (zona no saturada) y M_z es el poder depurador en el trayecto horizontal (zona saturada).

M_{zns} = Suma de los diferentes espesores de materiales en la ZNS multiplicado por el Índice de depuración de cada uno de estos materiales según Rehse.

M_z = Suma de los diferentes espesores de materiales en la ZS multiplicado por el Índice de depuración de cada uno de estos materiales según Rehse.

Si M_x es mayor o igual a 1 la depuración en la ZNS es completa y según Rehse **no es necesario determinar ningún perímetro de protección de la calidad** ya que se considera que los materiales de la ZNS suponen una barrera depuradora natural que garantiza la protección del acuífero.

La depuración será completa cuando M_x sea mayor o igual a 1.

Para el caso del sondeo de Ledaña, se observa que solamente uno de los tramos arcillosos cuenta con 117 m de espesor, lo que multiplicándolo por el índice de depuración de Rehse para las arcillas ($I = 0,5$) se obtendría un valor del poder depurador de la zona no saturada mucho mayor de 1 (del orden de 60), por lo que según Rehse no sería necesario determinar ningún perímetro de protección de la calidad.

No obstante, los valores de nitratos que arrojan los análisis químicos, que aún dentro de los niveles establecidos por la legislación (15 mg/l de un máximo permitido de 50 mg/l), hablan de una influencia antrópica fundamentalmente proveniente de la aplicación de abonos nitrogenados en los usos agrícolas. El diseño constructivo de este sondeo favorecería que aguas más superficiales contenidas en los niveles calizos terciarios y con una carga de nitratos mayor (del orden de 50 mg/l) se mezclaran con aguas más profundas empeorando la calidad de estas.

Es por esto, que el mismo sondeo actual de abastecimiento se puede considerar un potencial foco de contaminación del acuífero.

Poder depurador del suelo en el recubrimiento (Suelo y zona no saturada):

M	Descripción del material	H (m)	$I_R = 1/H$
1	Humus, 5-10 % humus, 5-10% arcilla	1,2	0,8
2	Arcilla sin grietas de desecación, limo-arcilloso. Arena muy arcillosa	2	0,5
3	Limo arcilloso a limo	2,5	0,4
4	Limo, arena poco limosa, arena limosa	3-4,5	0,33-0,22
5	Arena fina a media	6	0,17
6	Arena media a gruesa	10	0,1
7	Arena gruesa	15	0,07
8	Grava con abundante matriz arenosa y limo arcillosa	8	0,13
9	Grava con abundante matriz arenosa y escasamente limosa	12	0,08
10	Grava fina a media, rica en arena	25	0,04
11	Grava media a gruesa con poca arena	35	0,03
12	Gravas, guijarros	50	0,02

M = Número de clasificación granulométrica

H = Espesor de la capa necesario para la depuración

I_R = Índice de depuración en la zona no saturada

Arena: Diámetro de grano 2 – 0,063 mm

Limo: Diámetro de grano 0,063 – 0,005 mm

Arcilla: Diámetro de grano < 0,005 mm

Modificado de Rehse, 1977.

Poder depurador del suelo en la zona saturada:

M	Descripción del material	L (m)	$I_A = 1/L$
9	Grava con abundante matriz arenosa y escasamente limosa	a) 100	0,01
		b) 150	0,007
		c) 170	0,006
		d) 200	0,005
10	Grava fina a media, rica en arena	a) 150	0,007
		b) 200	0,005
		c) 220	0,0045
		d) 250	0,004
11	Grava media a gruesa con poca arena	a) 200	0,005
		b) 250	0,004
		c) 270	0,0037
		d) 300	0,0033
12	Gravas, guijarros	a) 300	0,0033
		b) 340	0,0029
		c) 360	0,0027
		d) 400	0,0025

L = Distancia horizontal necesaria para la depuración (m)

a) Velocidad eficaz < 3 m/día

b) Velocidad eficaz comprendida entre 3 y 20 m/día

c) Velocidad eficaz comprendida entre 20 y 50 m/día

d) Velocidad eficaz > 50 m/día

I_A = Índice de depuración en el acuífero

Modificado de Rehse, 1977.

Figura 11. Parámetros utilizados en el método Rehse para el cálculo del poder autodepurador del suelo.

3.3.2 Perímetro de protección de la cantidad

La zona donde se ubica el sondeo de Ledaña está dedicada al cultivo del cereal de secano, la vid, el olivar y árboles frutales. No se reportan problemas de cantidad del recurso en Ledaña durante los meses de invierno pero durante los picos de demanda en verano desde el Ayuntamiento reportan que han de reducir el tiempo de bombeo que en invierno es de 8 horas al día con un caudal de 17 l/s.

Previendo la perforación de nuevas captaciones de uso particular y con el objetivo de que no se vean afectados negativamente los sondeos de abastecimiento de las poblaciones, se propone 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 del sondeo de abastecimiento a Ledaña se calcula 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:

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

D = Descenso del nivel piezométrico

T = Transmisividad = 150 m²/día (dato aproximado proveniente de sondeos próximos de similares características)

Q = Caudal (caudal máximo del sondeo a proteger: 17 l/s) = 1468 m³/día

t = Tiempo de bombeo (generalmente 120 días)

r = Distancia al sondeo de captación (1000 m)

S = Coeficiente de almacenamiento = 0.00005

Con los datos indicados se obtiene el descenso provocado por un sondeo, que explote 17 l/s durante 120 días continuados, y situado a unos 1000 m de distancia. El descenso obtenido de 5.2 m se

considera asumible para este sondeo, que no compromete ni el espesor saturado ni la ubicación de la bomba, a 230 me de profundidad.

En la Figura 12 se representa gráficamente dicho perímetro de restricciones de caudal y en la Tabla 6 las actividades restringidas en el área.

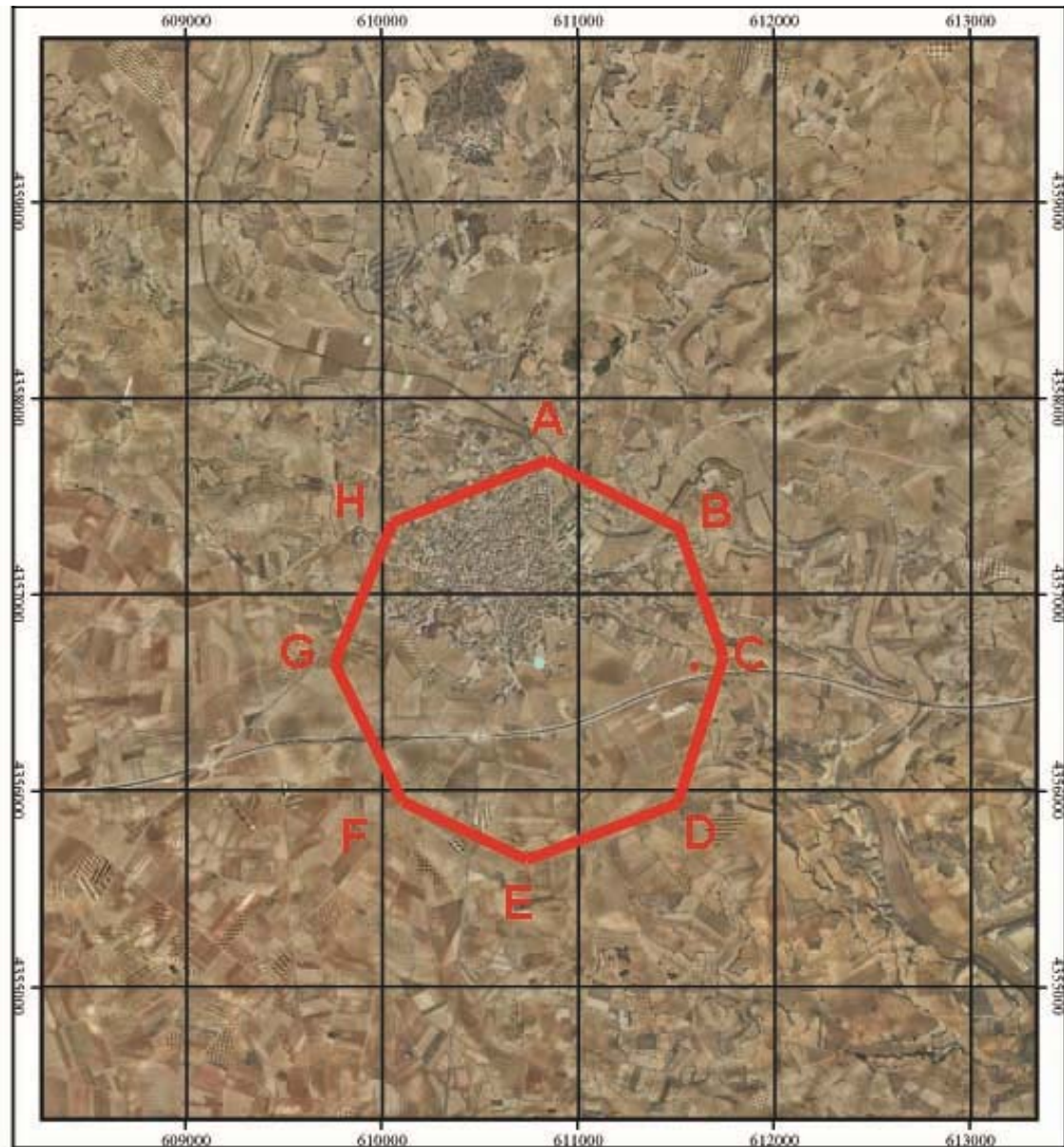


Figura 12. Perímetro de protección del caudal para la captación de Ledaña.

		Nº PUNTO	UTM_X	UTM_Y	
ZONA DE RESTRICCIONES de CAUDAL	S-Ledaña	A	610823	4357679	720
		B	611548	4357326	726
		C	611797	4356612	747
		D	611467	4355923	750
		E	610678	4355662	747
		F	610035	4355981	750
		G	609780	4356682	753
		H	610058	4357360	740

Tabla 5. Coordenadas UTM propuestas para el perímetro de restricciones absolutas del sondeo de abastecimiento a Ledaña.

Recomendaciones:

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la Tabla 6. Para el caso de la captación de Ledaña solo serán aplicables las restricciones en el perímetro de restricciones absolutas.

No obstante, se insta a las autoridades competentes hagan seguimiento del parámetro nitratos y controlen la no aplicación de compuestos nitrogenados en las inmediaciones del sondeo, mientras este siga siendo la fuente principal de agua al municipio. Se tiene constancia de la adjudicación de obra por parte de la Diputación de Cuenca para la perforación de un nuevo sondeo en el que se hace obligatorio el aislamiento de los tramos superiores instalando ranura solamente en el acuífero profundo para minimizar la posible contaminación por nitratos.

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. Dentro del perímetro de protección de la cantidad, una vez autorizado el sondeo éste debe realizar el correspondiente ensayo de bombeo para estimar caudales óptimos para la no afección del sondeo de abastecimiento a la localidad. Asimismo estos sondeos deberán contar con piezómetro para asegurar la periódica medida de niveles así como habrán de estar equipados con contadores para el control del caudal extraído.

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

Madrid, julio de 2011
Los autores del informe

Fdo. Esther Alonso Marín
José Ángel Díaz Muñoz

4. BIBLIOGRAFÍA

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

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

IGME (1998). Mapa geológico nº692 "Campillo De Altobuey" y nº718 "Iniesta". E 1/50.000 Segunda serie-Primera Edición. Madrid.

IGME (1984). Trabajos Geoeléctricos de Apoyo a Investigaciones Hidrogeológicas. Zona "Manchuela" (Cuenca y Albacete).