



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



Instituto Geológico
y Minero de España

**PROPUESTA DE PERÍMETRO DE
PROTECCIÓN PARA LAS CAPTACIONES DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA
LOCALIDAD DE MIRA (CUENCA)**

Noviembre 2009

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Demanda urbana y situación actual de abastecimiento

2. ESTUDIOS PREVIOS

2.1. Marco geológico: estratigrafía y estructura

2.2 Marco hidrogeológico regional

2.3 Marco hidrogeológico local: formaciones acuíferas

3. PROPUESTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

3.1. Inventario de potenciales focos de contaminación

3.2 Estimación de la vulnerabilidad

3.3. Perímetro de protección de las captaciones

3.3.1 Perímetro de restricciones absolutas

3.3.2 Perímetro de restricciones máximas

3.3.3 Perímetro de restricciones moderadas

3.3.4 Perímetro de protección de la cantidad

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 Excma. Diputación Provincial de Cuenca, en octubre de 2006 se redactó “*Actualización de la situación actual de los sistemas de abastecimiento urbano de 10 municipios de la provincia de Cuenca: Mira*” en el que se describía el estado del abastecimiento y se definía un área de protección mediante diferentes criterios, el cual se ha empleado como base y adaptado en la realización de la siguiente propuesta de perímetro de protección.

1.1. Demanda urbana y situación actual del abastecimiento

El municipio de Mira consta de dos núcleos poblacionales diferenciados: La Cañada y Mira, aunque el sistema de abastecimiento estudiado engloba únicamente al núcleo de población de Mira. La población abastecida en dicho sistema, tanto estacional como residente, es de 1163 habitantes, que se incrementan temporalmente a 1750. Según estos datos de población y aplicando la dotación teórica de 200 l/hab/d, los volúmenes necesarios para satisfacer dicha demanda serían de 2.7 L/s (232.6 m³/día) y un máximo de 4 L/s (350 m³/día).

El sistema de abastecimiento cuenta con dos sondeos y un manantial, ya que la Fuente El Barranco, que se empleaba, lleva seca varios años (tabla 1, figura 1).

| Captación | X (UTM) | Y(UTM) | Z(m s.n.m.) | P(m) | PNP (m) | Q (L/s) |
|---------------------|---------|---------|--------------|------|------------|---------|
| Sondeo Peñasblancas | 636281 | 4397421 | 970 | 270 | 260 (5/10) | 9 |
| Pozo La rambla | 634132 | 4398098 | 820 | 30 | 6.3(5/10) | |
| Fuente Valdefuentes | 632931 | 4397734 | 890 | | | 0.5 |

Tabla 1. Captaciones para abastecimiento urbano de la localidad de Mira.

Los manantiales drenan las calizas lacustres del Pontiense (Terciario) que afloran al oeste de la localidad dando una característica morfología de muela (se denominan la *Unidad de la Muela de Mira*).



Figura 1 - Sondeo Peñasblancas, Pozo la Rambla y Fuente Valdelafuentes.

2. ESTUDIOS PREVIOS

Este informe se ha elaborado a partir del trabajo de Ana Castro (EPTISA) para el IGME/Diputación de Cuenca, en octubre de 2006 denominado “*Actualización de la situación actual e los sistemas de abastecimiento urbano de 10 municipios de la provincia de Cuenca: Mira*”.

2.1.Marco geológico: estratigrafía y estructura

En el entorno de Mira afloran materiales jurásicos, cretácicos, terciarios y cuaternarios que son los siguientes de base a techo (figura 2):

Los materiales Jurásicos afloran en zona NO de Mira. Están formados por dolomías, carniolas y calizas del Lías inferior que pasan a margas grises toarcienses y culminan con calizas tableadas, oolíticas y calizas arcillosas de edad Toarciense-Oxfordiense. Se encuentran afectados por múltiples fallas y pliegues.

El Cretácico aflora al N, E y S de Mira, constituyendo el zócalo de la cuenca terciaria de Mira. El Cretácico inferior se encuentra en **facies Utrillas** con un espesor de unos **20 m** de arenas caoliníferas blancas sueltas y arcillas verdes, y el **Cretácico superior** aparece concordante sobre el inferior y está formado por arcillas a base sobre la que se apoya una alternancia de calizas y arcillas con niveles dolomíticos. A techo de la serie **afloran calizas dolomíticas, dolomías y calizas, con un espesor conjunto de alrededor de 240 m**. El techo de la serie se encuentra truncado por una superficie de erosión que elimina parte del techo de las calizas senonenses. El Cretácico, al igual que el Jurásico, se encuentra afectado por pliegues y fallas sin una dirección definida.

Discordantes sobre el Cretácico afloran los materiales terciarios, entre los que se distinguen dos unidades morfológicas distintas:

- Centro y borde de cuenca terciaria, formada por niveles alternantes de **arcillas rojas, areniscas y conglomerados** de edad Vindoboniense y espesor visible de **100 a 120 m**.
- Unidad de la Muela de Mira formada por **calizas lacustres** del Pontiense de unos **20 m**.

de espesor a base sobre los que se disponen **arcillas pardas y conglomerados** miocenos de unos **60 m** de espesor.

El **Cuaternario** está formado por aluviales del fondo de la vega del río Ojos de Moya. Son gravas y arcillas de espesor entre **15 y 25 m**.

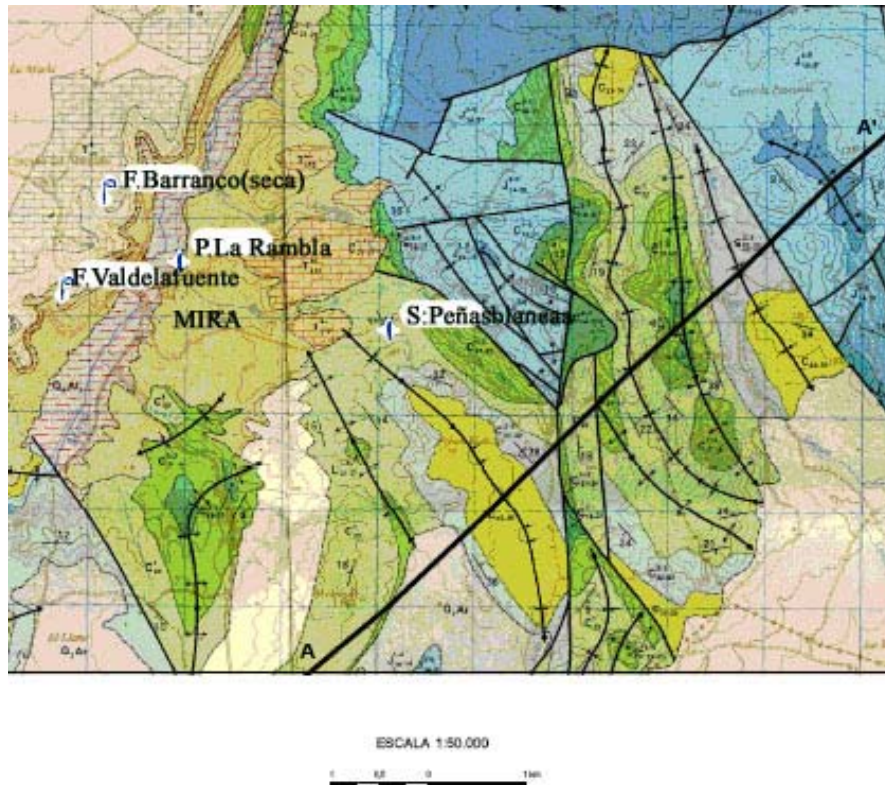


Figura 2 Mapa geológico del área de estudio, con las captaciones.

2.2. Hidrogeología regional

El municipio de Mira pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Júcar. Asimismo, casi la totalidad del municipio se encuentra situado dentro de la masa de agua 080.134 Mira, estando una pequeña parte incluida dentro de la masa de agua 080.135 Hoces del Cabriel (figuras 3, 4).

La descripción hidrogeológica de la ma.s. 080.134 Mira corresponde a la antigua Unidad Hidrogeológica 08.24: Utiel-Requena. Ocupa una extensión de 1.487,1 km² de los que 1.236,8 km² pertenecen a la Comunidad Valenciana, 17,9 km² a Albacete,

y el resto (232,4 km²) pertenecen a la provincia de Cuenca. La superficie de afloramientos permeables es de 300 km².

Los principales acuíferos son el acuífero mioceno y el acuífero cuaternario. El acuífero mioceno es un acuífero multicapa formado por calizas, conglomerados y areniscas con un espesor medio de 150 m. El acuífero cuaternario tiene un espesor mucho menor, de 10-20 m, está formado por materiales detríticos y es de tipo libre. La piezometría de los distintos sistemas acuíferos oscila entre los 600 y los 800 m s.n.m. Las facies hidroquímicas principales son bicarbonatada cálcica y sulfatada cálcica, con valores medios de conductividad de 600 µS/cm y una concentración media de nitratos de 17 mg/l. En general, es un agua satisfactoria para el abastecimiento humano. El balance hídrico calculado para esta la unidad se recoge en la tabla 2 .

| ENTRADAS (hm³/año) | SALIDAS (hm³/año) |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Lluvia directa 25 | Manantiales 14 |
| Laterales 10 | Ríos 10 |
| | Bombeos 11 |
| | Laterales |
| TOTAL 35 | TOTAL 35 |

Tabla 2.- Recursos hídricos de la m.a.s. 080.134 Mira.

El volumen de agua utilizado al año se calcula que es de unos 15 hm³/año, procedente de los bombeos y del aprovechamiento de manantiales. El agua es utilizada para abastecimiento, ganadería, regadío e industria.

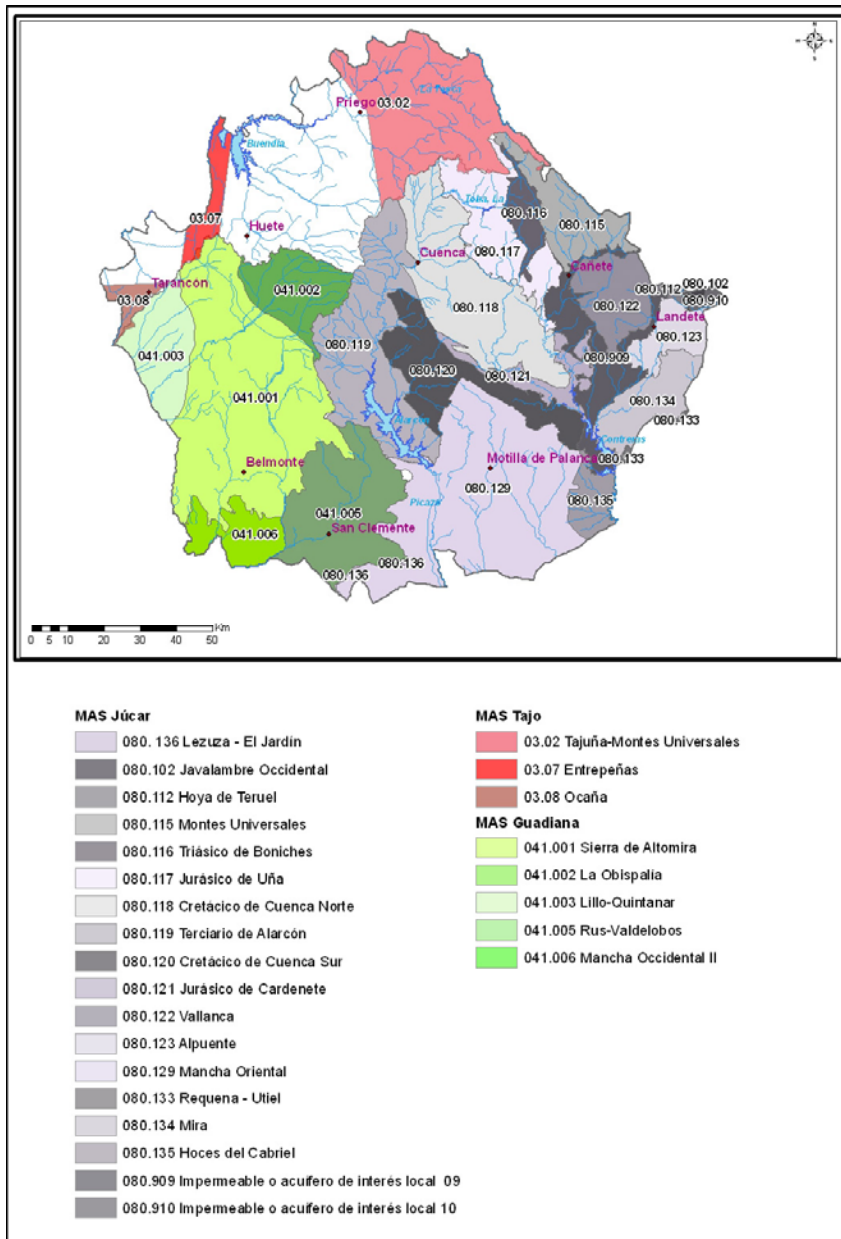


Figura 3 :- Cuenca hidrográfica del Júcar con las delimitaciones de la de la m.a.s. 080.134. "Mira".

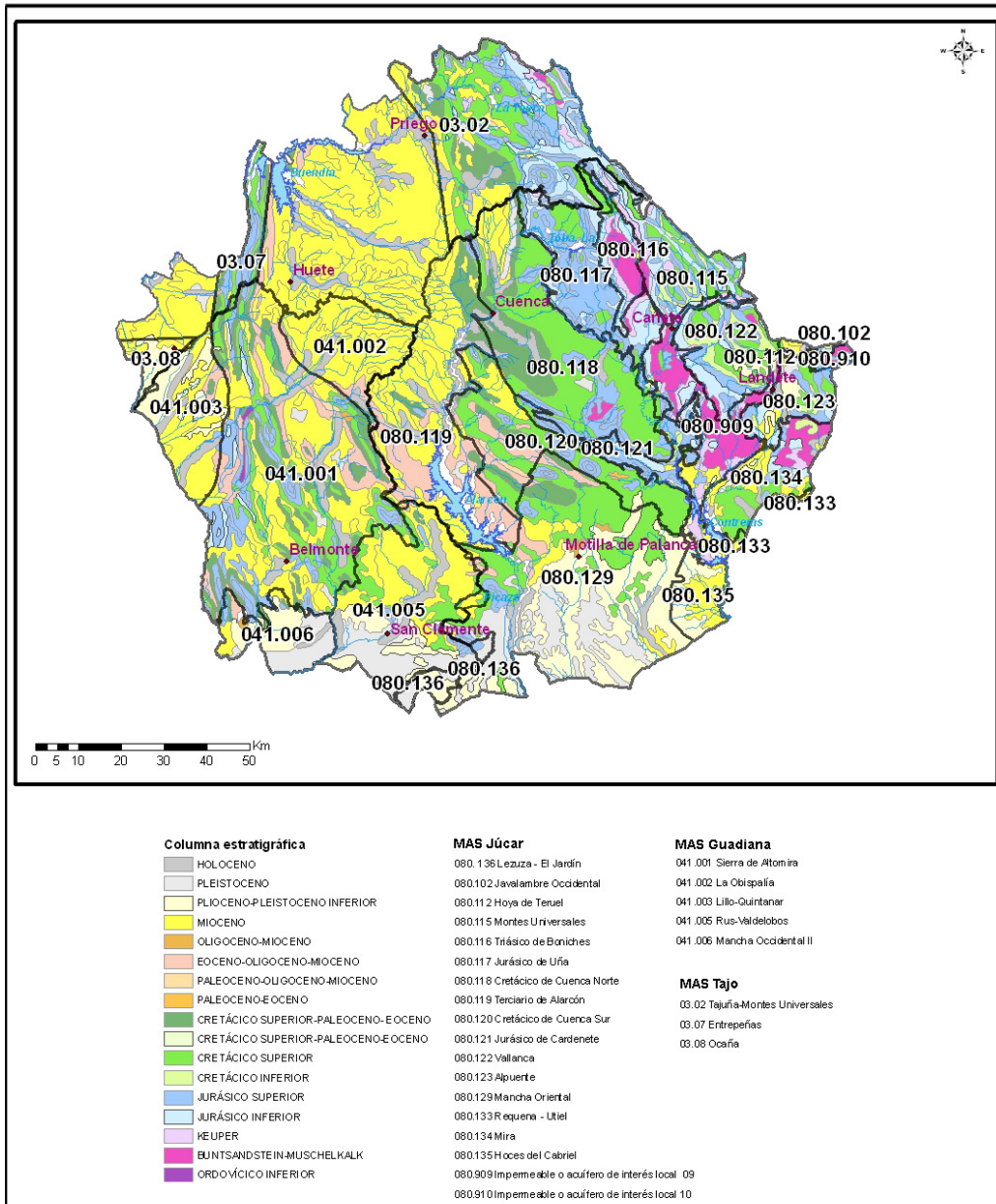


Figura 4 .- Geología de la provincia de Cuenca con las delimitaciones de la m.a.s. 080.134. “Mira”.

2.3. Hidrogeología local: formaciones acuíferas

Las calizas del Jurásico y las arenas del Cretácico, alternantes con niveles de arcillas y margas, presentan buenas perspectivas como acuíferos, pero su situación no es la

idónea para su explotación, ya que se encuentran en altura o a grandes profundidades bajo los materiales terciarios. De las calizas jurásicas se extrae el agua bombeada en el sondeo Peñasblancas, cuya profundidad de nivel piezométrico se encuentra a 260 m o a una cota piezométrica de 710 m s.n.m. Hidroquímicamente las aguas son (tabla 3) bicarbonatadas cálcicas con bajo contenido en nitratos (5 mg/L) y conductividad inferior a 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

El Terciario se encuentra diferenciado en dos unidades morfológicas distintas, que de muro a techo son:

- La Unidad Vindoboniense: presenta en general malas características como acuífero debido a su carácter arcilloso, pero los niveles conglomeráticos pueden formar acuíferos de cierto interés.

- La **Unidad de la Muela de Mira**: forma un acuífero de interés en su base, ya que está formada por las calizas lacustres del Pontiense. Los dos **manantiales** que abastecen a la población de Mira (El Barranco y Valdefuente) drenan estas calizas en contacto con las arcillas vindobonienses. Su circulación será de N a S y SE, hacia las fuentes, y, en especial a la fuente Valdefuente, con una cota piezométrica de 890 m s.n.m. Sus aguas, de baja mineralización y de facies bicarbonatada cálcica, muestran, sin embargo, una notable influencia antrópica con notables contenidos en nitratos (29 a 35 mg/L).

El acuífero aluvial **Cuaternario** presenta escaso interés para su explotación, ya que tiene poca extensión y sus recursos dependen en gran parte del agua circulante por el cauce del río. Aún así, de él se extrae el agua bombeada en el **Pozo de La Rambla**, cuya recarga puede provenir del drenaje difuso de las tablas calizas terciarias circundantes y otros materiales terciarios. Su circulación será hacia el SO, siguiendo al río Mira. La hidroquímica es distinta a los anteriores puntos descritos, de mayor mineralización, aunque también bicarbonatada cálcica y con un contenido en nitratos de 11 mg/L. (tabla 3)

Esta agua no superan los límites establecidos en la normativa vigente para aguas de abastecimiento, según el R.D. 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

| Muestra | DQO | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | HCO ₃ ⁻ | CO ₃ ²⁻ | NO ₂ ⁻ | Na ⁺ | Mg ⁺⁺ | Ca ⁺⁺ | K ⁺ | pH | Cond | NO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | P ₂ O ₅ | SiO ₂ |
|------------|-----|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-----|------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|
| CA16126301 | 0,4 | 6 | 25 | 178 | 0 | 29 | 5 | 12 | 60 | 0 | 7,7 | 322 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,3 |
| CA16126302 | 0,6 | 8 | 33 | 187 | 0 | 35 | 7 | 7 | 71 | 0 | 7,7 | 379 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,9 |
| CA16126303 | 0,5 | 14 | 58 | 314 | 0 | 5 | 8 | 26 | 95 | 0 | 7,9 | 573 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 7,6 |
| CA16126304 | 0,5 | 58 | 57 | 344 | 0 | 11 | 29 | 25 | 113 | 2 | 7,4 | 732 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 9,5 |

Tabla 3. Resultados del análisis efectuado del sondeo de abastecimiento. Los datos están en mg/l, excepto conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y pH. (Peñablanca CA16126303 y La Rambla CA16126304) y dos de los manantiales Barranco (CA16126301) y Valdefuente (CA16126302) (IGME-Dip. Cuenca, 2006).

3. PROPUESTA DE PERIMETRO DE PROTECCIÓN

3.1 Inventario focos potenciales de contaminación.

Se han localizado varios focos potenciales de contaminación en las inmediaciones de las captaciones que podrían estar influyendo negativamente en la calidad del agua de las mismas (figura 5 , tabla 4). Asi la fábrica de plásticos se encuentra aguas arriba de la fuente Valdelafuente y puede ser el foco más sensible en cuanto a afección.

| Foco | X (UTM) | Y(UTM) | Z (m s.n.m.) |
|------------------------------------|---------|---------|--------------|
| Granja avícola | 635432 | 4397350 | 920 |
| Granja avícola y Fábrica Plásticos | 632410 | 4398097 | 940 |
| Vertedero incontrolado | 635761 | 4397343 | 890 |
| Cementerio | 633464 | 4397591 | 890 |
| Fábrica cerámica | 635369 | 4397772 | 890 |

Tabla 4. Potenciales focos de contaminación en el entorno de Mira.

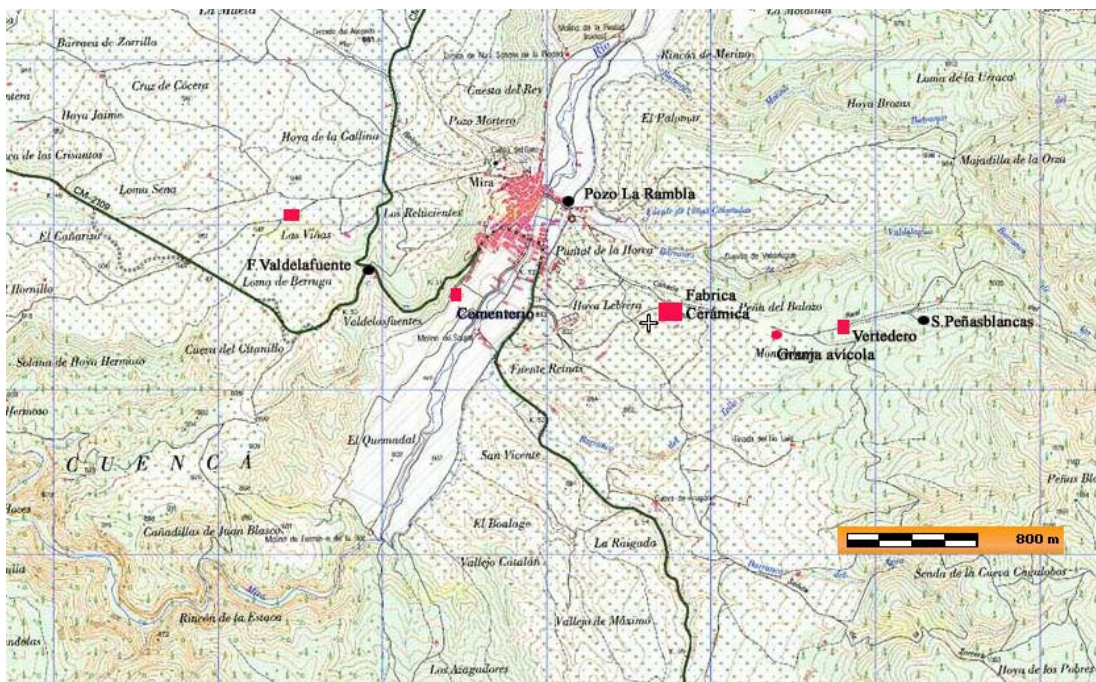


Figura 5. Mapa de ubicación de los focos potenciales de contaminación

El sondeo de La Rambla se encuentra situado dentro de la población de Mira, por lo que podría verse afectado por las actividades propias de la población, como por roturas en la red de saneamiento, los cultivos del entorno etc. En cuanto a la afección potencial de la granja y el vertedero al sondeo de Peñablanca se podría considerar baja en cuanto a la afección potencial a la calidad del agua. No hay registro de ninguna actividad que pueda afectar a los manantiales.

3.2 Estimación de la vulnerabilidad

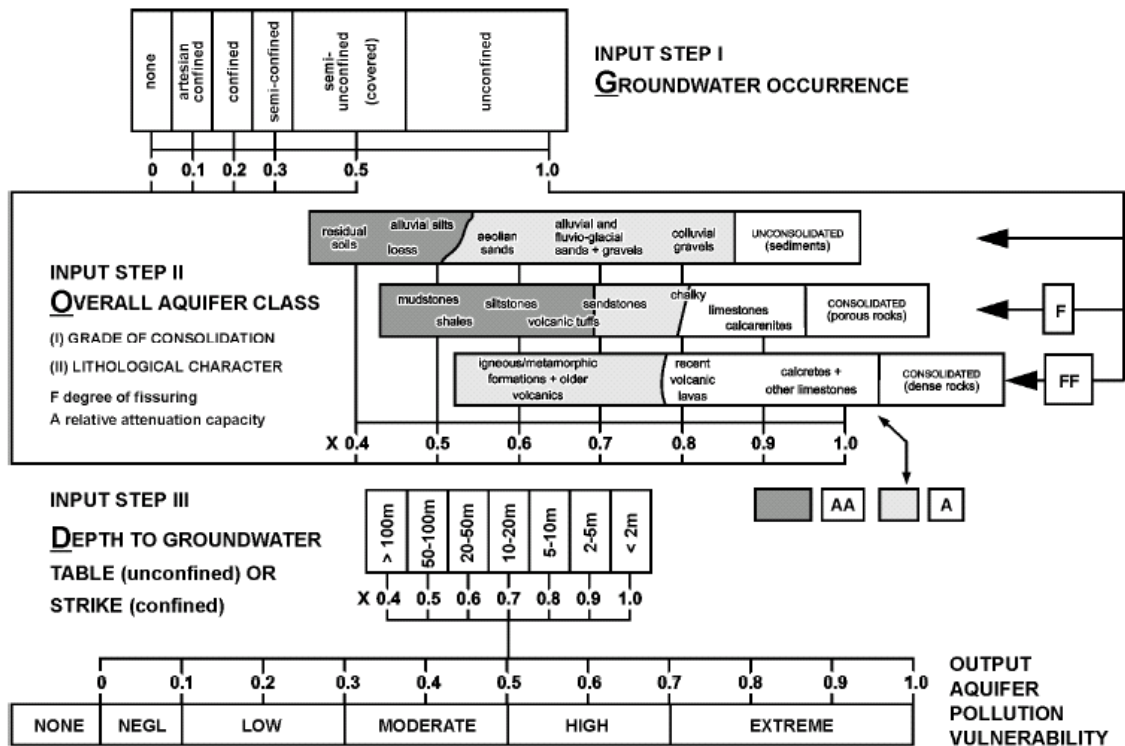
Una de las metodologías más adecuadas para la determinación de la vulnerabilidad es la realización de una cartografía de vulnerabilidad. Para su realización existen distintos métodos, como el método GOD utilizado en el presente estudio. Este método propuesto por Foster (1987) se basa en la asignación 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 6 (Foster e Hirata, 1988) se reproduce el diagrama para cualificar la vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación. Los tres índices que se multiplican entre sí, resultan en uno final que puede variar entre 1 (vulnerabilidad máxima) y 0 (mínima).



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

Figura 6. Esquema de la valoración del índice GOD.

Dado que el pueblo de Mira se abastece de tres captaciones las cuales afectan a acuíferos distintos, la cartografía de vulnerabilidad se ha realizado teniendo en cuenta estas características y englobando dichas diferencias. Los dos manantiales que constituyen el abastecimiento principal del pueblo drenan las calizas terciarias sitas al oeste del pueblo. En esta zona, la cartografía de vulnerabilidad se ha hecho respecto a este acuífero terciario. Al este del pueblo y en la otra margen del río, solo se ha considerado el acuífero terciario en el caso en el que dichas calizas se encuentran aflorando. Para el resto de las celdas, la vulnerabilidad se realiza considerando el acuífero que drena el sondeo de Peñasblancas, es decir, las calizas jurásicas confinadas con una profundidad de nivel piezométrico superior a 200 m, por lo que la vulnerabilidad será insignificante.

El valor asignado a las distintas variables del acrónimo, variará pues, según la celda y el acuífero considerados.

G = naturaleza del acuífero.

G = 0.2 Se ha considerado acuífero confinado para todas aquellas celdas en las que el material acuífero no aflora.

G = 1 Celdas con la formación acuífera aflorante, se considera acuífero libre.

O = características de la zona no saturada (litología y compactación). Se ha utilizado un valor de $O = 0.9$ cuando se trata de calizas y de $O = 0.5$ cuando se dispone de una serie detrítica con predominancia de lutitas. Ha habido celdas en las que se han utilizado valores intermedios en función de los materiales inferidos de la columna estratigráfica.

D = profundidad del techo de la formación acuífera, varía para cada celda. En el caso del acuífero jurásico su valor es de 0.4.

Según la cartografía obtenida (figura 7), se observa que una buena parte del área de recarga que alimenta a los dos manantiales tiene una vulnerabilidad alta a la contaminación. Estos mismos materiales afloran al este del valle y también presentan vulnerabilidad alta aunque en este caso, ninguna captación se relaciona con las formaciones acuíferas.

Para el caso de los materiales del Jurásico captados por el sondeo Peñablanca, se obtiene una vulnerabilidad baja, debida en gran parte a que son explotados en profundidad. No obstante, en las celdas en las que estos materiales afloran la vulnerabilidad obtenida es moderada.

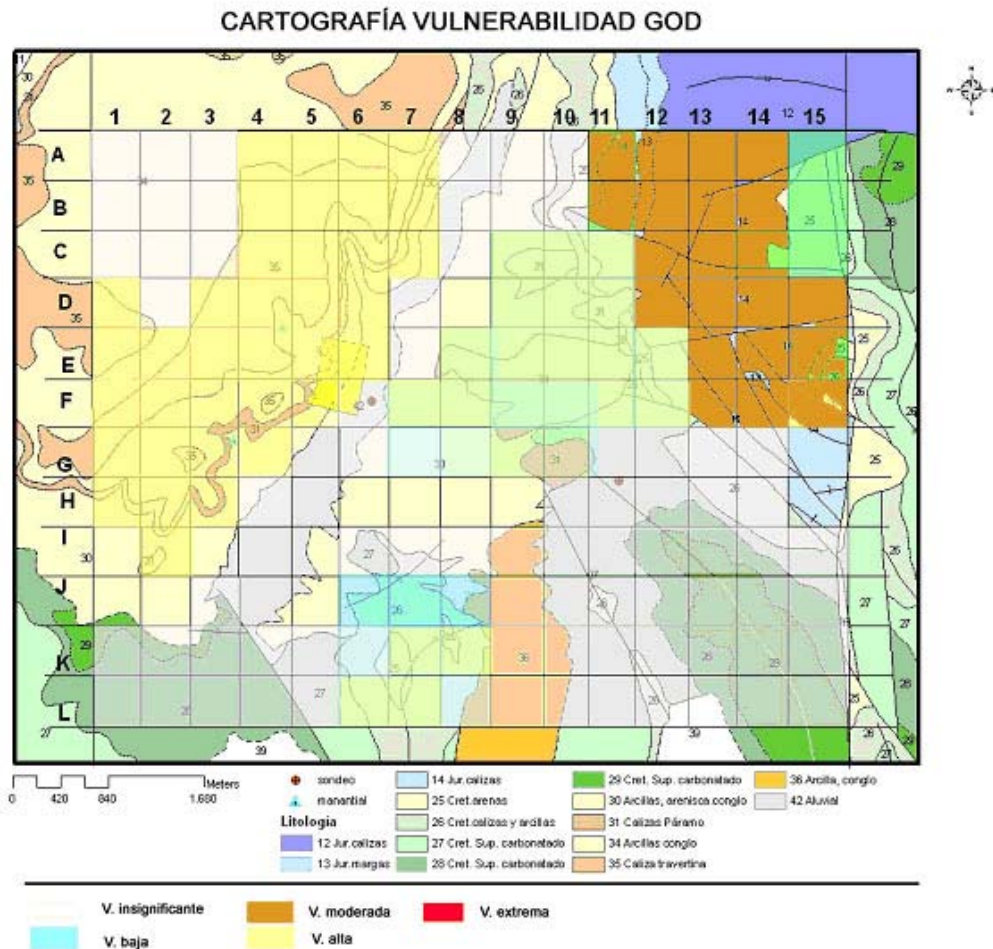


Figura 7. Cartografía de vulnerabilidad empleando el método GOD.

3.3. Perímetro de protección de las captaciones

Se propone los perímetros de protección de las tres de las captaciones actualmente en funcionamiento. 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.
- Zona alejada o de restricciones moderadas: se usa el tiempo de tránsito de varios años en función de los focos contaminantes, criterios hidrogeológicos o ambos.

La aplicación de métodos hidrogeológicos, exclusivamente, delimita el área de alimentación de cada captación, pero no permite su subdivisión en diferentes zonas, como sí lo posibilita el empleo de métodos que consideran el tiempo de tránsito.

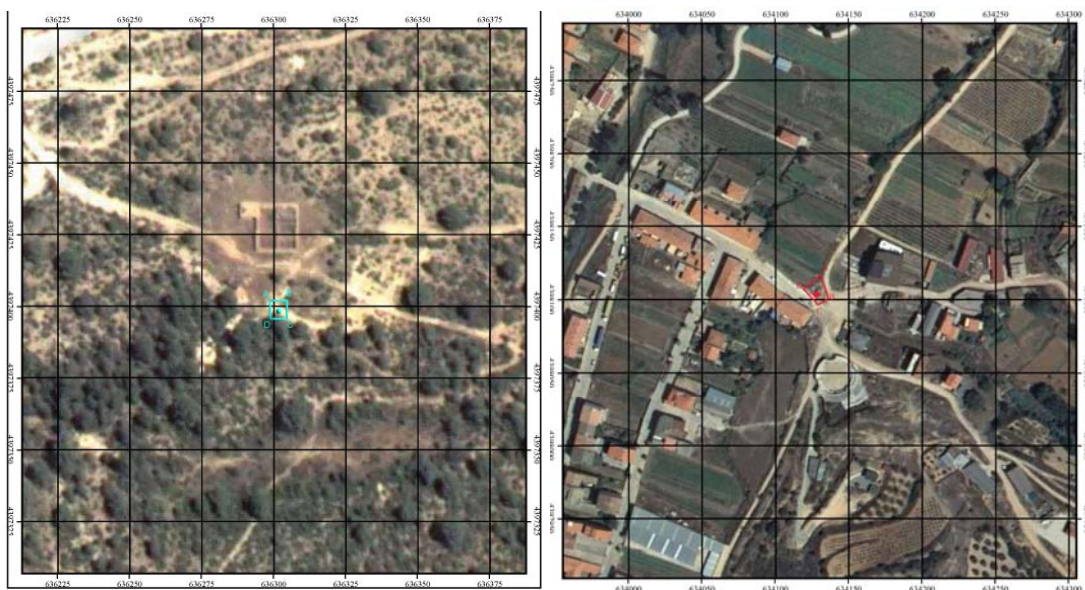
Con la combinación de ambos métodos, la definición del perímetro de protección permite asegurar que la contaminación será inactivada en el trayecto entre el punto de vertido y el lugar de extracción del agua subterránea y, al mismo tiempo, se proporciona un tiempo de reacción que permita el empleo de otras fuentes de abastecimiento alternativas, hasta que el efecto de la posible contaminación se reduce a niveles tolerables.

3.3.1 Perímetro de restricciones absolutas

Para la definición de **zona de restricciones absolutas** se propone un vallado cuadrangular de aproximadamente 10m de lado y coordenadas las que aparecen en la tabla 8 para el sondeo Peñasblancas, Pozo la Rambla y el manantial valdefuentes (figura 8, 9).

En ella se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación, para lo que se recomienda la construcción de una caseta que proteja el sondeo, que se valle la zona definida y se instale un drenaje perimetral.

Las captaciones deben estar adecuadamente protegidas de efectos exteriores; en el caso de los sondeos: 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.



Figuras 8 y 9.- Perímetro de protección con restricciones absolutas para el Sondeo Peñas Blancas y Pozo la Rambla.

En el caso del manantial de Valdelafuentes, se recomienda aplicar las restricciones absolutas al perímetro de restricciones máximas, en cuanto, al estar junto a una vía de circulación, se encuentra en una situación de riesgo de contaminación.

3.3.2 Perímetro de restricciones máximas

Sondeo Peñas blancas

Para definir el perímetro de protección para este sondeo se ha aplicado el método de Wyssling (IGME-Dip Cuenca, 2006), consistente en el cálculo de la zona de influencia de una captación y búsqueda posterior del tiempo de tránsito deseado. El método es simple y supone que el acuífero se comporta como un acuífero

homogéneo (este hecho puede considerarse válido en primera aproximación para una escala de detalle). Por ello en este trabajo no se considera de forma exclusiva, sino como apoyo en la definición de perímetros aplicando criterios hidrogeológicos (figura 10).

La resolución del método precisa conocer las siguientes variables:

i = gradiente hidráulico

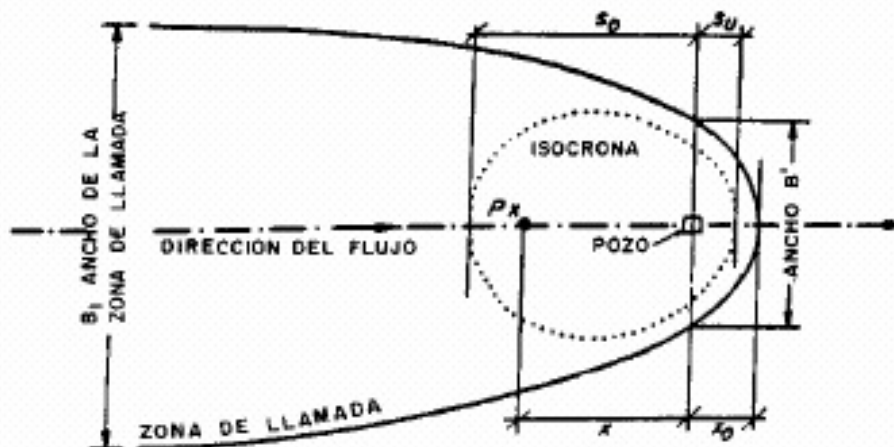
Q = caudal de bombeo (m^3/s)

k = permeabilidad horizontal (m/s)

m_e = porosidad eficaz

b = espesor del acuífero (m)

A partir de estos datos se calcula el radio de influencia o de llamada (x_0), la velocidad efectiva (v_e) y la distancia (s) en metros recorrida entre un punto y la captación en un determinado tiempo, o tiempo de tránsito (t).



Fuente: A. LALLEMAND, J-C ROUX, 1989

Figura10. Método de Wyssling para el cálculo del tiempo de tránsito.

Para el cálculo de las distintas zonas de protección del abastecimiento a Mira no se dispone de datos de parámetros hidráulicos. Se han considerado valores medios de origen bibliográfico, asignados de acuerdo con la información litológica e

hidrogeológica existente (columnas litológicas de sondeos, reconocimientos de campo, etc.). El gradiente hidráulico se ha estimado en función de la información regional (tabla 5).

| Mira | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Espesor del acuífero (m) | 250 |
| Porosidad eficaz | 0.002 |
| Permeabilidad horizontal (m/día) | 1 |
| Permeabilidad horizontal (m/s) | 1.16×10^{-5} |
| Caudal de bombeo (l/s) | 9 |
| Caudal de bombeo (m ³ /s) | 0.009 |
| Gradiente hidráulico | 0.005 |

Tabla 5. Parámetros utilizados para el cálculo del tiempo de tránsito según el método Wyssling.

Se considera como el espacio (sII) que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en más de un día y menos de 50 días (tabla 6).

| Mira | |
|----------------------|----|
| SII aguas arriba (m) | 85 |
| SII aguas abajo (m) | 60 |

Tabla 6. Valores del radio del perímetro de restricciones máximas.

Por criterios de seguridad se delimitará, como zona de restricciones máximas, una superficie de forma aproximadamente elipsoidal con el eje mayor en la dirección principal del flujo subterráneo que se extenderá 85 m aguas arriba de la captación y 60 m aguas abajo (figura 11).

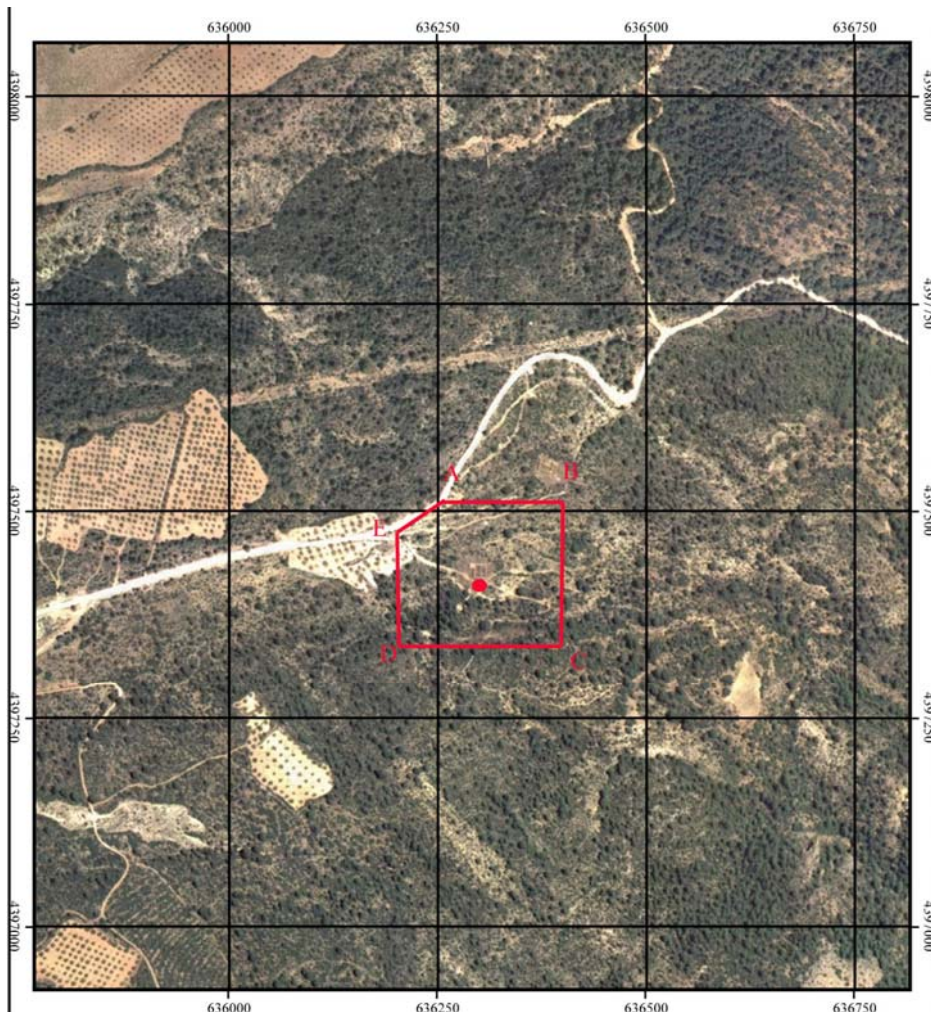


Figura 11.- Perímetro de restricciones máximas para el sondeo Peñas Blancas.

Pozo la Rambla

Para determinar **la zona de protección próxima o de restricciones máximas, a causa de la escasa información de tipo hidrogeológico, se ha optado por emplear el método de radio en función del tiempo de tránsito** (IGME, 1991):

La ecuación volumétrica es la siguiente:

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

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

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

Siendo:

Q = caudal bombeado

I = tiempo de tránsito hasta la captación

m = porosidad eficaz del acuífero

H = espesor saturado en la captación

R =radio del perímetro de protección

Si consideramos el Pozo la Rambla , con un caudal bombeado de 3 L/s, un tiempo de tránsito de 50 días, la porosidad eficaz del acuífero detrítico de 0.02 y una H igual a 8 m, correspondiendo al espesor total de las formaciones arenosas con presencia de agua, el radio de perímetro de protección obtenido es de 284 m. Considerando una dirección de flujo hacia el SO, siguiendo el río Mira, los afloramientos mesozoicos y los depósitos eluviales del barranco Valdelaguas , el círculo se ha adaptado como se observa en la figura 12 .

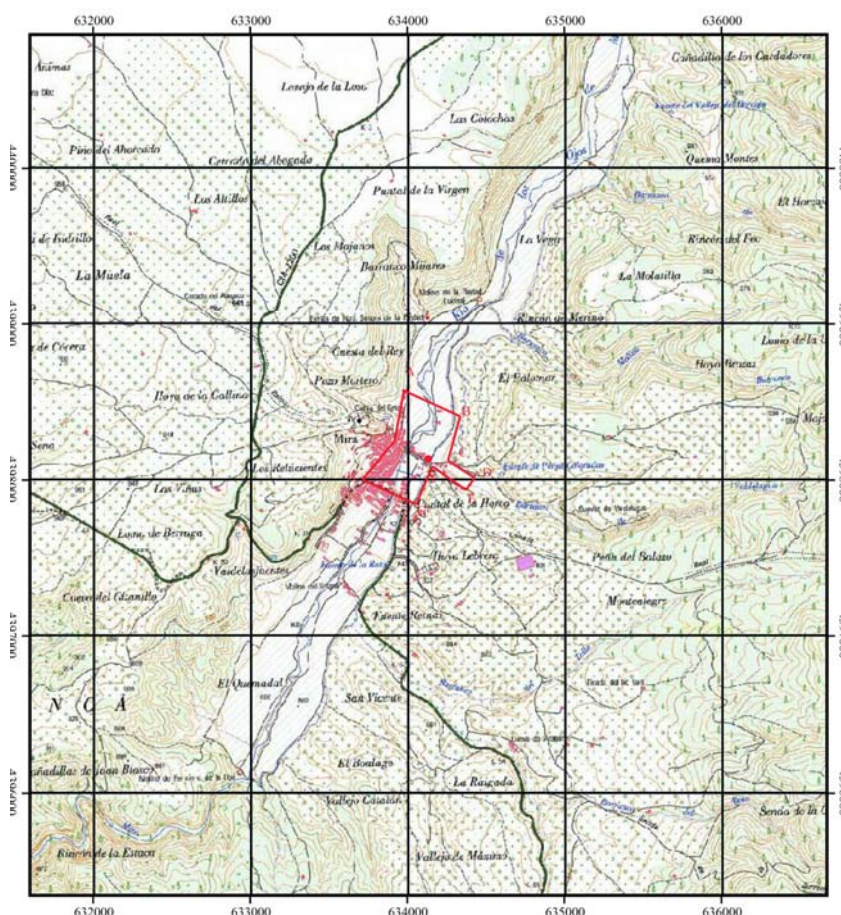


Figura 12.- Perímetro de restricciones máximas para el Pozo Rambla.

Manantial de Valdelafuente

Como se mencionó en la anterior definición de perímetro de protección absoluta, en este caso se aplicarán las restricciones absolutas al perímetro de protección con restricciones máximas.

Se emplea el criterio de radio **en función del tiempo de tránsito** (IGME, 1991), estableciendo un caudal de 0.5 L/s, un espesor saturado estimado de 2 m (para un total de 20 m de espesor teórico) y una porosidad eficaz de 0.15 (Villanueva e Iglesias, 1984). Así se obtiene un radio aproximado de 50 m que se ha adaptado mediante criterios hidrogeológicos e hidrográficos, al polígono de la figura 13.

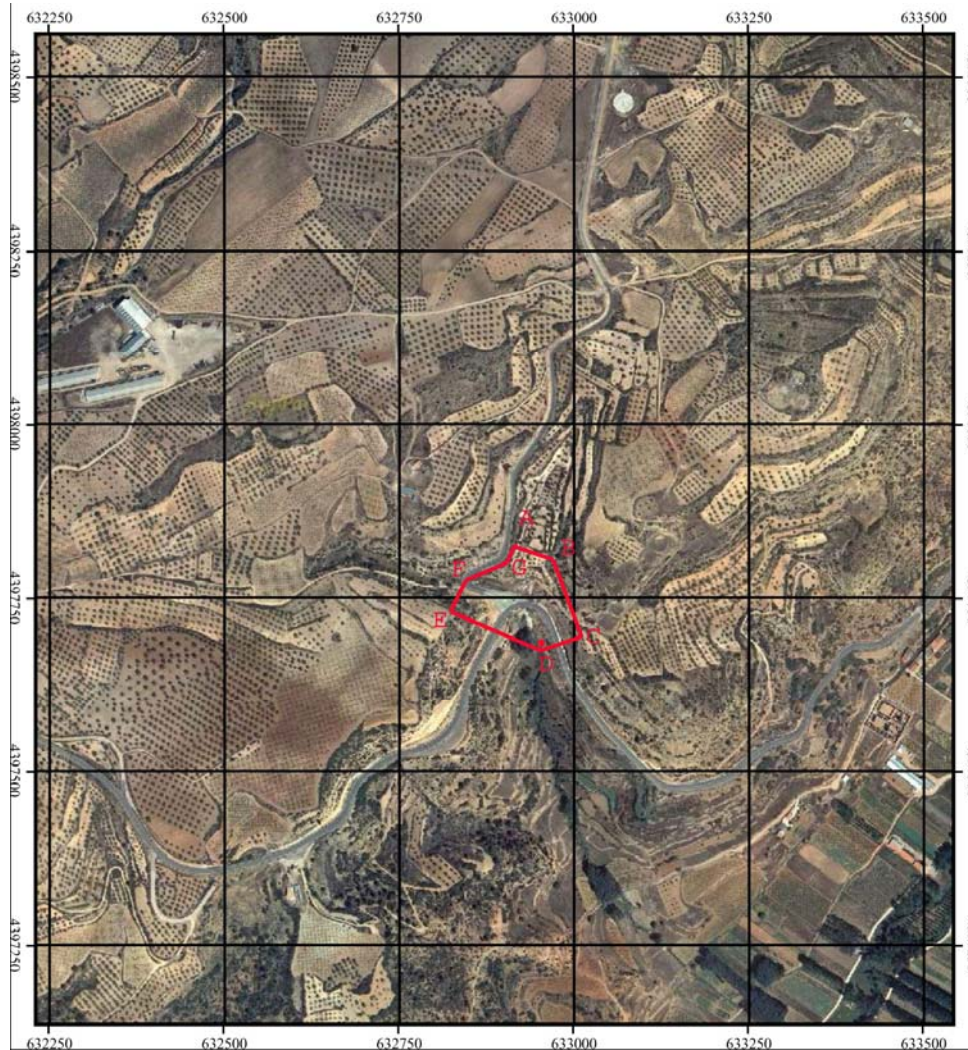


Figura 13.- Perímetro de restricciones máximas del manantial de Valdelafuente.

3.3.3 Perímetro de restricciones moderadas

Sondeo Peñablanca

La zona de restricciones moderadas, también empleando Wyssling, limita el área comprendida entre la zona de protección próxima (radio sII) y la isocrona de 10 años (radio sIII). Cuando el límite de la zona de alimentación del sondeo esté a una distancia menor que la citada isocrona, el límite de la zona lejana coincidirá con el límite de la zona de alimentación (tabla 7)..

| Mira | | |
|-----------------------|--|------|
| SIII aguas arriba (m) | | 2000 |
| SIII aguas abajo (m) | | 200 |

Tabla 7. Valores del radio del perímetro de restricciones moderadas

Los resultados obtenidos se consideran elevados, puesto que sobrepasan la divisoria de aguas y la zona de alimentación del sondeo. Por tanto, se delimitará como zona de restricciones moderadas una superficie basada en criterios hidrogeológicos. Esta superficie tendrá una forma aproximadamente elipsoidal, con el eje mayor en la dirección principal del flujo subterráneo que se extenderá unos 2000 m aguas arriba de la captación (hasta la divisoria de aguas) y unos 200 m aguas abajo. Asimismo se ha incluido el afloramiento de las formaciones jurásicas situadas al N del sondeo, que pueden constituir la zona de recarga más inmediata (figura 14).

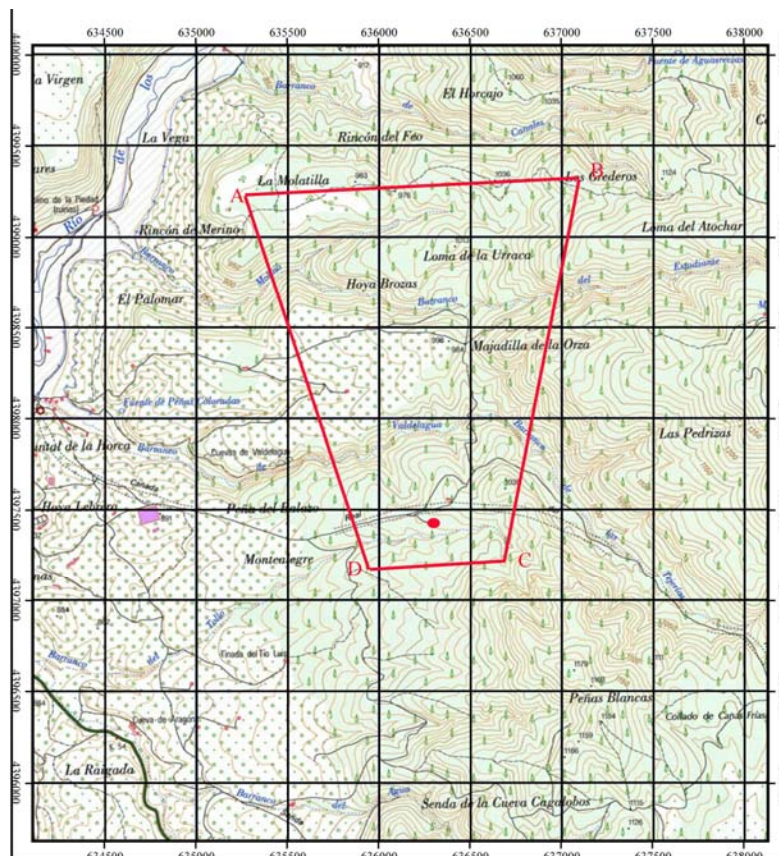


Figura 14.- Perímetro de restricciones moderadas y de cantidad del sondeo Peñas Blancas.

Sondeo Rambla

Para determinar la zona de protección alejada o de restricciones moderadas, a causa de la escasa información de tipo hidrogeológico, se ha optado por emplear el método de radio en función del tiempo de tránsito (IGME, 1991), para un periodo de 5 años. Si consideramos el sondeo Rambla, con un caudal bombeado de 3 L/s, un tiempo de tránsito de 5 años, la porosidad eficaz del acuífero detrítico de 0.02 y una H igual a 8 m, correspondiendo al espesor total de las formaciones arenosas con presencia de agua, el radio de perímetro de protección obtenido es de 970 m. Considerando una dirección de flujo hacia el SO, siguiendo el río Mira, los afloramientos mesozoicos y los depósitos eluviales del barranco Valdelaguas, el círculo se ha adaptaría a como queda en la figura 15.

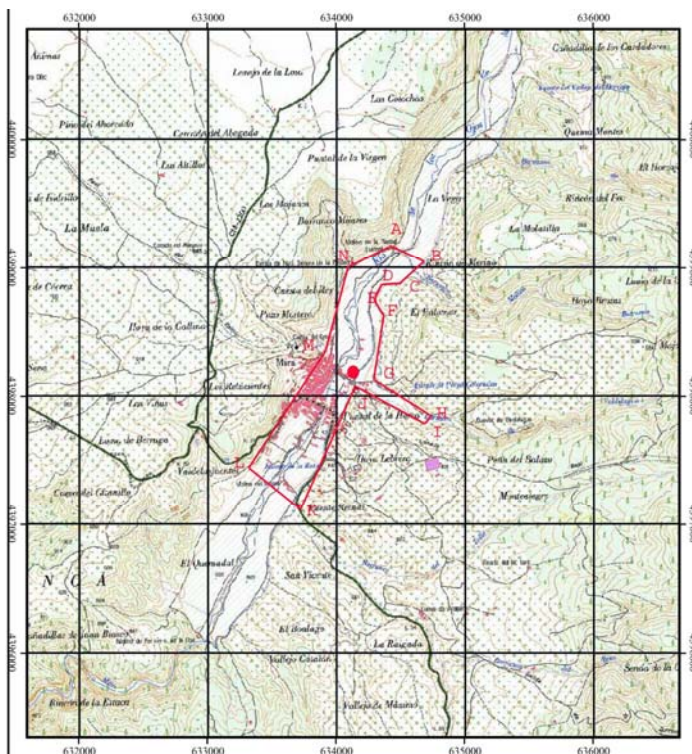


Figura 15.- Perímetro de restricciones moderadas para el Pozo Rambla.

Manantial de Valdelafuente

Se emplea el mismo criterio de radio **en función del tiempo de tránsito** (IGME, 1991), estableciendo un caudal de 0.5 L/s, un espesor saturado estimado de 2 m (para un total de 20 m de espesor teórico) y una porosidad eficaz de 0.15 (Villanueva e Iglesias, 19 84). Así se obtiene un radio aproximado de 300 m.(figura 16).

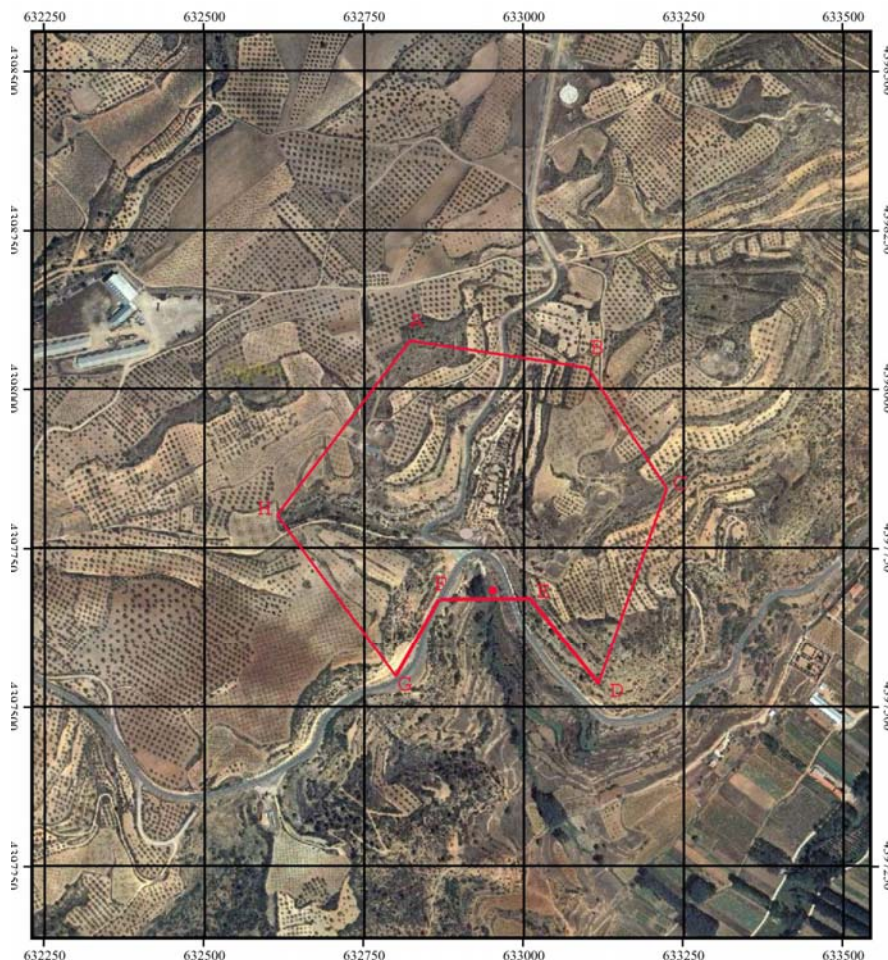


Figura 16.- Perímetro de restricciones moderadas para la Fuente Valdelafuentes.

3.3.4 Perímetro de protección de la cantidad

Se delimita un sólo perímetro de protección de la cantidad, con el apoyo de criterios hidrogeológicos, en función del grado de afección que podrían producir determinadas captaciones en los alrededores.

Puesto que no se dispone de datos de parámetros hidráulicos determinados a partir de las captaciones existentes, se recomienda aplicar a las tres captaciones como perímetro de protección de la cantidad el ya existente de restricciones moderadas, para el cual se han aplicado también criterios hidrogeológicos.

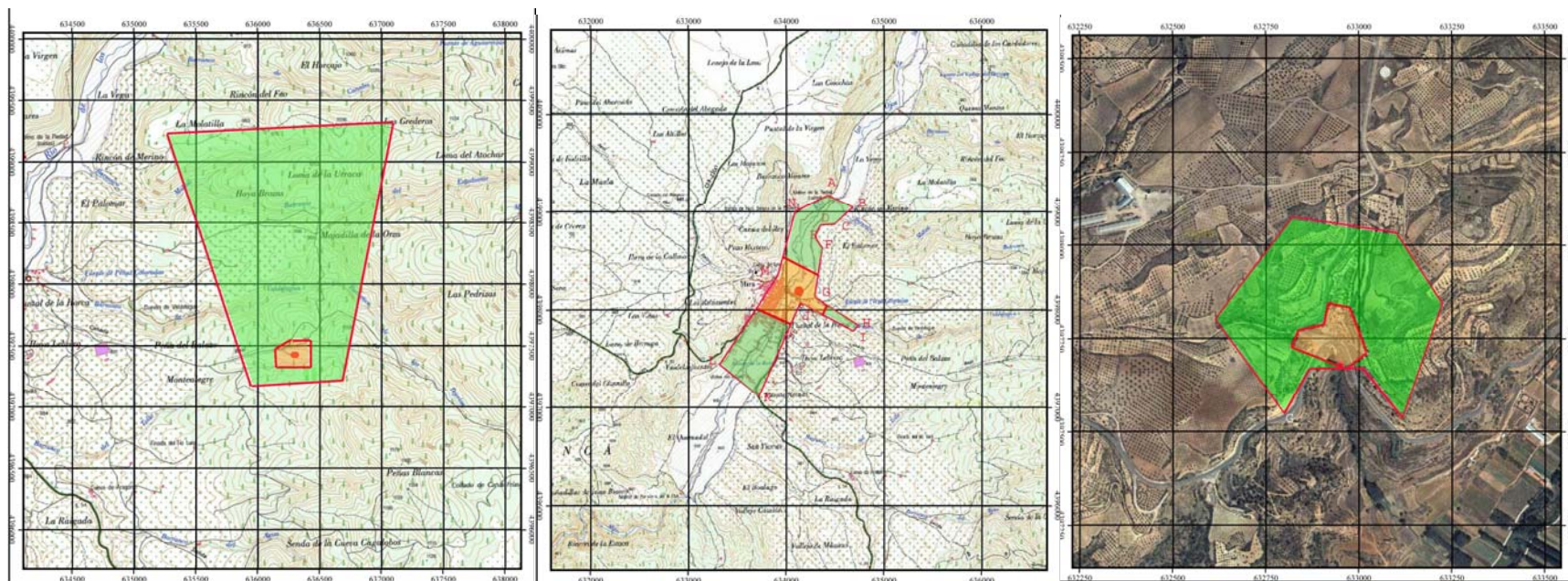


Figura 17. Resumen cartográfico de los perímetros de protección propuestos en el sondeo Peñas Blancas, pzo la Rambla y fuente Valdefuentes. (en naranja el perímetro de protección de restricciones máximas, en verde perímetro de protección de restricciones moderadas y de cantidad).

Un resumen de los perímetros y de sus coordenadas se recogen en la figura 17 en en las tablas 8, 9 y 10.

| | Nº PUNTO | UTM_X | UTM_Y | COTA(m s.n.m.) |
|---|----------|---------|---------|----------------|
| ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS | A | 636298 | 4397401 | 970 |
| | B | 636307 | 4397401 | 970 |
| | C | 636307 | 4397396 | 970 |
| | D | 636298 | 4397396 | 970 |
| ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS | A | 6366265 | 4397507 | 980 |
| | B | 636400 | 4397507 | 980 |
| | C | 636400 | 4397352 | 960 |
| | D | 636200 | 4397352 | 960 |
| | E | 636200 | 4397468 | 980 |
| ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS Y DE LA CANTIDAD | A | 635250 | 4399258 | 960 |
| | B | 637100 | 4399330 | 990 |
| | C | 636662 | 4397210 | 1000 |
| | D | 636000 | 4397146 | 960 |

Tabla 8. Coordenadas UTM propuestas para los distintos perímetros de protección del sondeo Peñablanca.

| | Nº PUNTO | UTM_X | UTM_Y | COTA(m s.n.m.) |
|--|----------|--------|---------|----------------|
| ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS | A | 634130 | 4398115 | 805 |
| | B | 634136 | 4398098 | 805 |
| | C | 634129 | 4398099 | 805 |
| | D | 634118 | 4398106 | 805 |
| ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS | A | 633990 | 4398585 | 820 |
| | B | 634346 | 4398429 | 820 |
| | C | 634274 | 4398121 | 830 |
| | D | 634478 | 4398017 | 840 |
| | E | 634454 | 4397913 | 840 |
| | F | 634138 | 4398077 | 830 |
| | G | 634050 | 4397837 | 820 |
| | H | 633714 | 4398001 | 820 |
| | I | 633920 | 4398250 | 820 |
| ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS Y DE CANTIDAD | A | 634444 | 4399160 | 840 |
| | B | 634676 | 4399052 | 840 |
| | C | 634504 | 4398876 | 830 |
| | D | 634352 | 4398876 | 830 |
| | E | 634284 | 4398764 | 830 |
| | F | 634360 | 4398636 | 830 |
| | G | 634279 | 4398121 | 830 |
| | H | 634756 | 4397864 | 850 |
| | I | 634664 | 4397792 | 850 |
| | J | 634138 | 4398077 | 830 |
| | K | 633704 | 4397144 | 830 |
| | L | 633332 | 4397476 | 830 |
| | M | 638872 | 4398312 | 850 |
| | N | 634044 | 4398996 | 850 |

Tabla 9. Coordenadas UTM propuestas para los distintos perímetros de protección del sondeo Rambla.

| | Nº PUNTO | UTM_X | UTM_Y | COTA (m s.n.m.) |
|--|----------|--------|---------|--------------------|
| ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS | A | 632909 | 4397829 | 910 |
| | B | 632965 | 4397815 | 910 |
| | C | 633030 | 4397667 | 900 |
| | D | 632960 | 4397665 | 880 |
| | E | 632820 | 4397732 | 880 |
| | F | 632855 | 4397787 | 900 |
| | G | 632896 | 4397800 | 900 |
| ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS Y DE CANTIDAD | A | 632820 | 4398075 | 930 |
| | B | 633100 | 4398013 | 920 |
| | C | 633231 | 4397840 | 920 |
| | D | 633110 | 4397540 | 900 |
| | E | 633000 | 4397670 | 900 |
| | F | 632860 | 4397670 | 900 |
| | G | 632800 | 4397550 | 900 |
| | H | 632620 | 4397800 | 930 |

Tabla 10. *Coordenadas UTM propuestas para los distintos perímetros de protección del manantial Valdelafuente.*

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la tabla 11.

| 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 | • | • | | | • | |
| | 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 11. Definición de las actividades restringidas o prohibidas dentro del perímetro de protección.

La zona de estudio y los perímetros calculados para ella abarcan una zona agreste, campos de cultivo, granjas y el núcleo urbano los cuales tendrían que estar sujetas a un control al estar incluidas en un área de vulnerabilidad alta y dentro del perímetro de restricciones máximas y moderadas. Así también, todo tipo de vertidos, actividades industriales, uso de pesticidas y ganadería intensiva quedarían

prohibidas. El uso de fertilizantes y herbicidas estarán condicionados a un estudio técnico sobre su posible afección al acuífero. En el caso de apertura de canteras, ésta quedaría prohibida en el área de restricciones máximas y apertura condicionada en el caso de la zona de restricciones moderadas.

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

Madrid, noviembre de 2009

Fdo. Marc Martínez Parra
Esther Alonso Marín

4. BIBLIOGRAFÍA

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

Foster, S & Hirata, R. (1988): *Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data.* CEPIS Tech. Report. (WHO-PAHO-CEPIS), Lima

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

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

Villanueva, M.; Iglesias, A. (1984): Pozos y Acuíferos. IGME.

