

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

**Julio 2007**



**Sondeo:** EL HERRUMBLAR

**Término municipal:** El Herrumblar **Provincia:** Cuenca

**Sonda/contratista:** Rotopercusión /EDASU

**SITUACIÓN:**

**Hoja topográfica:** N° 718 Iniesta

**Número Hoja/octante:** 2528/7

**Coordenadas U.T.M.:** X:618965 Y:4362027

**Cota aproximada:** 760 (+/-) 10 m s.n.m.

**CARACTERÍSTICAS:**

**Profundidad:** 319 m.

**Referencias topográficas:** Junto a los depósitos municipales del agua.

## ÍNDICE

### **1.INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. Objetivo**

### **2. EJECUCIÓN DEL SONDEO**

#### **2.1. Situación**

#### **2.2. Características específicas de la obra**

*2.2.1. Consideraciones constructivas*

*2.2.2. Perfil litológico*

*2.2.3. Acondicionamiento de la obra*

*2.2.4. Hidroquímica*

*2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas*

*2.2.6. Resultados del ensayo de bombeo*

#### **2.3. Resultados obtenidos**

### **3.PROPOSTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN**

#### **3.1. Marco hidrogeológico regional**

#### **3.2. Marco hidrogeológico local**

#### **3.3. Vulnerabilidad del acuífero**

*3.3.1. Inventario de focos de contaminación*

*3.3.2. Estimación de la vulnerabilidad*

#### **3.4. Perímetro de protección de la captación**

### **4. BIBLIOGRAFÍA**

## ANEXOS

**MAPA DE SITUACIÓN**

**ESQUEMA DEL SONDEO**

**ENSAYO DE BOMBEO**

## **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 julio de 2003 se redactó el “*Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de agua potable a la localidad de El Herrumblar (Cuenca)*”, en el que se recomendaba, de acuerdo con las características geológicas e hidrogeológicas de la zona, la perforación de un sondeo de investigación en las proximidades del depósito municipal.

Dicho sondeo se perforó la primera quincena de mayo de 2004, alcanzando los 300 m con un resultado negativo. No obstante se recomendó, a tenor del resultado de un sondeo privado próximo, de perforar hasta los 350 m.

### **1.1. Objetivo**

El objetivo era obtener agua de buena calidad y con un caudal suficiente para atender o complementar la demanda máxima de agua, tanto actual como futura, cifrada en 3.2 L/s.

## **2. EJECUCIÓN DEL SONDEO**

### **2.1. Situación**

El sondeo HERRUMBLAR está ubicado junto al depósito municipal del agua, en las afueras de la localidad.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 718 de coordenadas U.T.M. X:618900 Y:4362100 y una cota aproximada de 760 (+/-) 10 m s.n.m.

### **2.2. Características específicas de la obra**

#### *2.2.1. Consideraciones constructivas*

La profundización del sondeo HERRRUMBLAR se realizó en junio de 2006, con un diámetro de perforación de 89-296 m de 312 mm y de 296-319 m de 220 mm (foto 1).



**Foto 1-** Vistas de la perforación de investigación con rotoperforación del sondeo HERRUMBLAR.

### *2.2.2. Perfil litológico*

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

Se perforaron los siguientes materiales:

- 0- 40 m Arcillas rojas y marrones.
- 40- 54 m Arcilla arenosa.
- 54- 60 m Arcilla roja.
- 60- 70 m Areniscas con restos vegetales y calizas.
- 70- 80 m Arcillas rojas y ocre.
- 80- 84 m Arena fina.
- 84-114 m Arcilla marrón.
- 114- 128 m Calizas y margas.

128- 136 m Arcilla roja y ocre.  
 136-140 m Calizas y margas.  
 140-268 m Arcillas rojas  
 268-272 m Conglomerados.  
 272-298 m Arcilla roja.  
 298-308 m Caliza gris  
 308-310 m Calizas y margas verdes.  
 310- 316 m Calizas grises, rosáceas y cavidades.  
 316-317 m Caliza arcillosa.  
 317-319 m Arena fina.

Se atravesaron formaciones acuíferas a partir de los 298 m, con un caudal estimado de 6 L/s.

Las formaciones atravesadas parecen corresponden a depósitos detríticos y carbonatados terciarios.

### 2.2.3. Acondicionamiento de la obra

El sondeo HERRUMBLAR disponía inicialmente de una tubería de 320 mm de diámetro de 0-79 m. Con la reprofundización se instaló una tubería ciega con un diámetro de 250 mm de 0-296 m y otra tubería de 180 mm de diámetro y cono de reducción en el tramo comprendido entre 266-314 m, con tapón metálico abajo y ciego con arandela, para evitar el ascenso de las arenas. No obstante, la tubería no descendió hasta los 319 m al haberse rellenado de las arenas terciarias.

### 2.2.4. Hidroquímica

Se ha realizado un análisis físico-químico (tabla 1), que muestra para el sondeo HERRUMBLAR un agua de facies bicarbonatada cálcica, de mineralización media y contenido bajo en nitratos (12 mg/L NO<sub>3</sub>).

	Herrumblar
Fecha	6/06
DQO	0.9
Cl	13
SO <sub>4</sub>	23
HCO <sub>3</sub>	237
NO <sub>3</sub>	12
Na	11
Mg	22
Ca	54
pH	7.6
NO <sub>2</sub>	0
NH <sub>4</sub>	0
Conductividad	444

**Tabla 1.-** Componentes químicos (en mg/L) y conductividad (en µS/cm) del sondeo perforado.

### *2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas*

Desde el punto de vista hidrogeológico el sondeo HERRUMBLAR afecta a acuíferos terciarios, dentro de la U.H. 08.29 "Mancha Oriental", perteneciente a la cuenca del Júcar. La profundidad del nivel piezométrico era de 173.51 m (15/6/06) o una cota piezométrica de 586.49 m s.n.m.

### *2.2.6. Resultados del ensayo de bombeo*

BOINS S.L. realizó el ensayo de bombeo del sondeo HERRUMBLAR en mayo de 2006 con caudales de 3 L/s (5 horas), 5 L/s (9 horas), 7 L/s (2 horas), 4.5 L/s (3 horas), 5 L/s (1 hora), recuperación de una hora y posterior bombeo con caudales de 2 L/s (2 horas), 3 L/s (2 horas), 4 L/s (3 horas) descendiendo un total de 47.22 m, a partir de una profundidad de nivel piezométrico de 173.51 m. Para un descenso de 30 m, una porosidad eficaz de 0.00005, un bombeo continuado de 90 días y una transmisividad estimada de 15 m<sup>2</sup>/día, el caudal de explotación recomendable es de 3 L/s.

## **2.3. Resultados obtenidos**

El sondeo HERRUMBLAR alcanzó una profundidad final de 319 m. Dicho sondeo se consideró positivo y, tras la última prueba de bombeo se recomienda un caudal de explotación de 3 L/s.

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



### 3.PROPUESTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

#### 3.1.Marco hidrogeológico regional

Regionalmente, la zona estudiada se encuentra dentro de la U.H. 08.29 “Mancha oriental” (figura 1). Según IGME (1985) el área estudiada se encuentra dentro del Acuífero Mancha Oriental. Incluye fundamentalmente el tercio meridional del sistema nº18. Presenta unas características particulares en cuanto a litología y explotabilidad de las aguas subterráneas, por lo que se estudia como una unidad individualizada. Se extiende por las cuencas del Júcar y Segura, con una superficie de 8.500 km<sup>2</sup>, distribuida por las provincias de Albacete (74%), Cuenca (18%), Valencia (7,5%) y Murcia (0,5%)(IGME, 1985). Según la descripción de la U.H. 08.29, la unidad cuenta con una superficie aflorante total de 3300 km<sup>2</sup> y una infiltración por lluvia directa de 230 hm<sup>3</sup>/año.

El acuífero está constituido por rocas carbonatadas del Mioceno, Cretácico y Jurásico, con una potencia de 50-150 m, 125 m y 250-350 m, respectivamente. 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 m para el periodo 1975-1995. Las cotas piezométricas se encuentran entre 570-770 m s.n.m.

El sondeo HERRUMBLAR parece afectar a los depósitos carbonatados terciarios, con una cota piezométrica de 587 m s.n.m., aproximadamente. Se trataría de un acuífero confinado de escaso espesor.

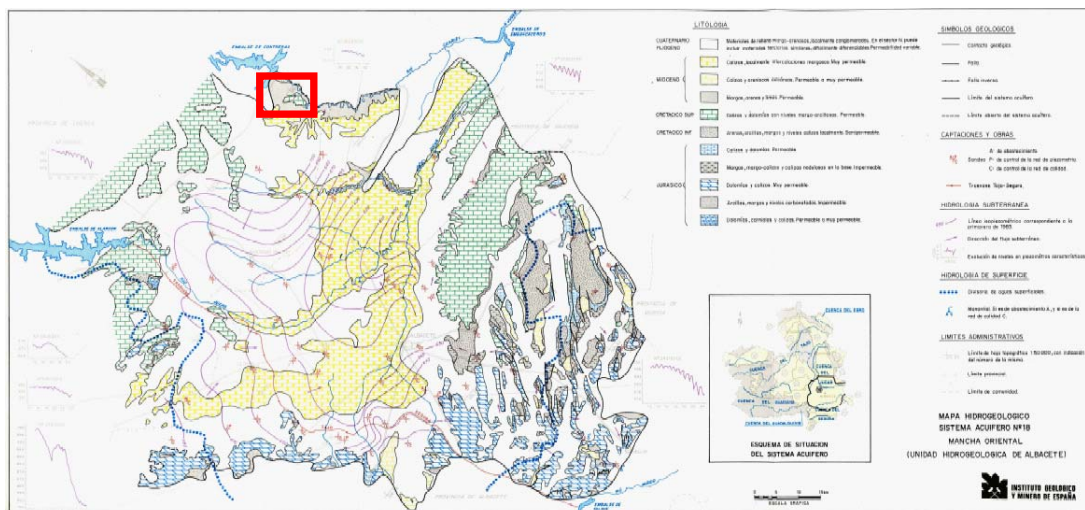
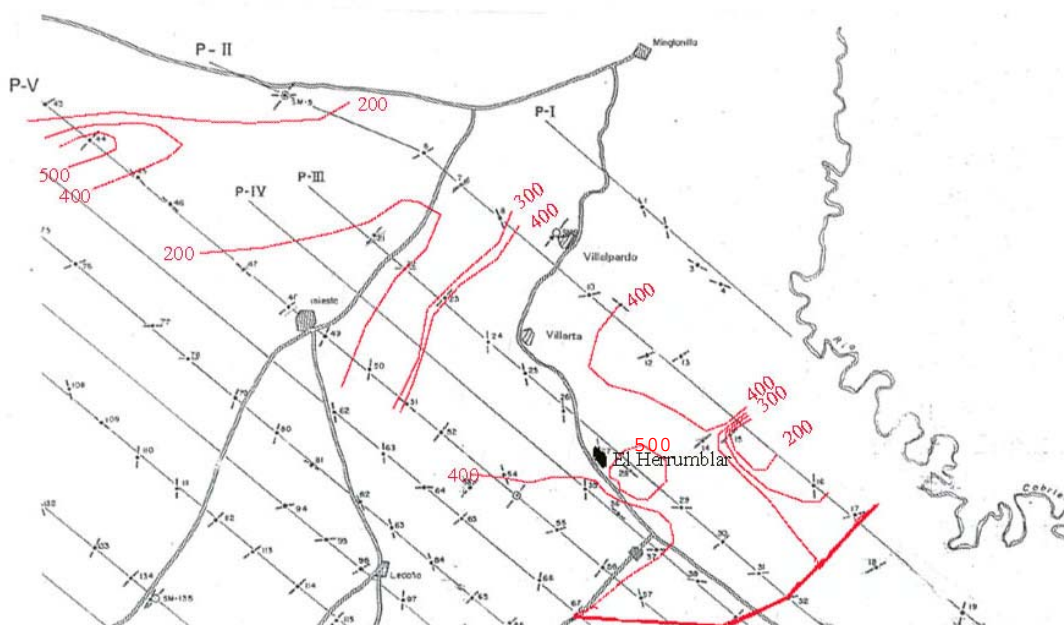


Figura 1.- Situación del área estudiada en el acuífero de Mancha Oriental. En el rectángulo se indica el área de estudio.

### 3.2. Marco hidrogeológico local

En el área estudiada se pueden distinguir tres formaciones acuíferas: las calizas lacustres terciarias, las areniscas y conglomerados terciarios y las formaciones carbonatadas profundas, presumiblemente del Cretácico.

**Las calizas y dolomías cretácicas** afloran a 10 km al noroeste de El Herrumblar, en las Hoces del río Cabriel. Son calizas micríticas grises santonieneses con un espesor máximo de 100 m, bajo las cuales se encuentran dolomías (30 m) y margas y dolomías amarillentas (115 m) comprendido en el período Cenomaniense a Coniaciense. Estos depósitos parecen hallarse en el entorno a El Herrumblar según la geofísica realizada en 1984 a unas profundidades superiores a los 350 m (figura 2). Los sondeos de investigación realizados posteriormente así parecen confirmarlo, ya que el de VILLARTA I no alcanzó al sustrato mesozoico con una profundidad de 196 m. Sin embargo existe una zona donde estos depósitos se encuentran a menos de 300 m, a unos 5 km al NE de la población, donde empiezan a formarse los tributarios de la rambla de Mortanchinos, entorno a la Majada de las Vacas. Estas formaciones han sido captadas en sondeos de investigación en Ledaña y Villamalea, a unas profundidades en torno a 311 y 315 m (IGME, 2003).



**Figura 2.-** Mapa de isohipsas del sustrato mesozoico. En rojo las profundidades desde la superficie.

La transmisividad deducida en el ensayo de bombeo en Ledaña es alta, entre 1830-2900 m<sup>2</sup>/día, con una cota de 209,05 (9/91) ó 536 m s.n.m.

**Las arenas y conglomerados terciarios** corresponden a las areniscas y conglomerados del Miembro Los Isidros ( $T^{BC2}_{c12cg}$ ) que afloran a 5 km al noreste de El Herrumblar. No se han reconocido claramente, ya que en las proximidades de Villamalea se han atravesado arcillas rojas con intercalaciones de depósitos arenosos con espesores de 2 a 25 m, aunque los caudales estimados eran inferiores a 1 L/s por lo que se desestimó su empleo. En la zona de Villamalea, dentro de su casco urbano, también se alcanzan las arenas, sueltas, lo que produce arrastres que hacen inviable su explotación; es por ello que existe la duda de si se podrían corresponder a niveles Utrillas en una zona donde el Cretácico Superior estuviera más erosionado y más elevado el sustrato mesozoico.

**Las calizas y margas terciarias** corresponden al conjunto de los depósitos  $T^{Bc2B}_{cm_{c12-21}}$  y  $T^b_{c2}$ . Son unas calizas oquerosas con intercalaciones margosas con un espesor entre 80-200 m.. Se definen varios subniveles separados por paquetes margosos y margocalizos que confinan al acuífero.

El sondeo HERRUMBLAR afecta a estos niveles acuíferos, una alternancia de margas y calizas, siendo variable la presencia y espesor de los horizontes carbonatados productivos. Así se atraviesan dos formaciones acuíferas entre 114-140 m, con un caudal de 0.5 L/s y a partir de los 298 m. Otras formaciones detríticas atravesadas no constituyen acuíferos de interés local (areniscas entre 80-84 m, conglomerados entre 268-272 m). El nivel productivo, situado a partir de 298 m es de escaso espesor (18 m). La transmisividad deducida del ensayo de bombeo (05/06) es de 15 m<sup>2</sup>/día y el caudal de explotación recomendado, 3 L/s. La profundidad del nivel piezométrico se encontraba a 173.51 poniendo de manifiesto el carácter confinado del acuífero.

### **3.3. Vulnerabilidad del acuífero**

#### *3.3.1. Inventario de focos de contaminación*

El sondeo de El Herrumblar se encuentra en el extremo suroriental de la misma población, en las coordenadas X:618965 Y:4362027. Se trata de un área mixta de campos de cereal de secano, olivos y árboles frutales junto a parcelas arboladas sin cultivar. Estos cultivos pueden suponer una contaminación agraria de tipo difuso por empleo de abonos orgánicos e inorgánicos, así como productos fitosanitarios de diversa índole (pesticidas, plaguicidas, etc).

El punto de vertido de las aguas residuales (ARU) de El Herrumblar, se localiza en un punto de coordenadas X = 619113 ; Y = 4362406, a 410 m al NE del sondeo.



**Figura 3.** Situación de el sondeo de El Herrumbrar y el punto de vertido de Aguas residuales urbanas

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

Además de lo expresado, a cada variable se le asigna un peso o ponderación, de acuerdo a la influencia respecto a la vulnerabilidad. Para el peso ponderado se emplean índices entre 1 y 5, adoptando los autores el mayor (5) para la profundidad del agua (D) y la litología de la sección subsaturada (I) y el menor (1) para la topografía (T) (tabla 2).

La Ecuación utilizada para calcular el índice DRASTIC:

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

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

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

Esto se aplica a celdas cuadradas de 500 x 500 m.

El rango posible de valores del índice DRASTIC está comprendido entre 23-226 siendo más frecuentes valores entre 50-200 (tabla 8). Los intervalos de vulnerabilidad o riesgo se definen en función de la aplicación. En el trabajo realizado se han establecido los siguientes grados:

<100 Vulnerabilidad insignificante

101-119 Vulnerabilidad muy baja

120-139 Vulnerabilidad baja

140-159 Vulnerabilidad moderada

160-179 Vulnerabilidad alta

180-199 Vulnerabilidad muy alta

>200 Vulnerabilidad extrema

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

- La profundidad del nivel piezométrico se ha tomado la obtenida el día del ensayo de bombeo (05/06):  
$$NP = 173.51 \text{ m ; Cota piezométrica} = 586.49 \text{ m s.n.m. ( D = 1 )}$$
- Respecto a la recarga se ha tomado una infiltración por lluvia de  $230 \text{ hm}^3/\text{año}$  para una superficie aflorante de  $3300 \text{ km}^2$ . La recarga resultante es de  $70 \text{ mm}$  (  $R = 3$  )
- La litología del acuífero se ha descrito como caliza, caliza arcillosa y caliza y margas. Entre los metros 310 y 316 también se han descrito cavidades. A este conjunto heterogéneo se le ha asignado un valor DRASTIC de  $A = 7$ .
- Para el suelo se ha tomado un valor medio de  $S = 5$ , teniendo en cuenta que la litología de la columna perforada comienza con 40 m de arcillas rojas.
- El índice DRASTIC para la topografía da un rango de valores de  $T = 10$  a  $T = 3$ , predominando los relieves horizontales a subhorizontales para toda el área, significativo de unas pendientes de 0 a 6 %.
- El valor adjudicado al parámetro I (impacto de la zona no saturada) oscila de  $I = 6$  para el área en la que sobre el acuífero carbonatado se emplaza la unidad detrítica terciaria del plioceno a  $I = 8$ , en el área en la que los materiales constituyentes del acuífero mioceno afloran.
- Para la conductividad hidráulica se ha utilizado la información proveniente del ensayo de bombeo. Este arrojaba una transmisividad de  $15 \text{ m}^2/\text{día}$ . Considerando un espesor saturado de 18 m, se obtiene una conductividad hidráulica de  $0,8 \text{ m/día}$  y un parámetro DRASTIC de  $C = 1$ .

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

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

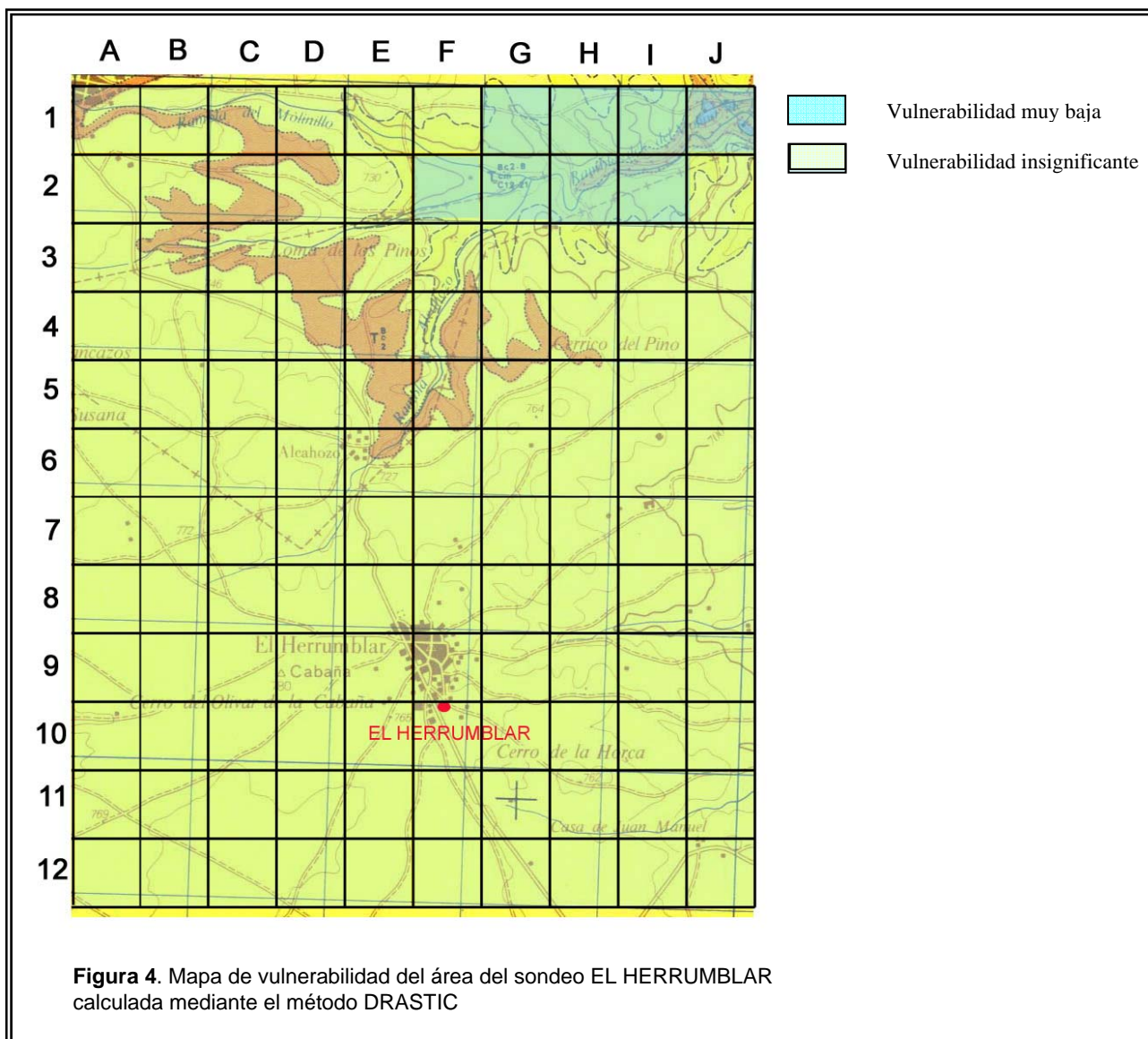
**Tabla 2.-** Índices de ponderación y valores del índice DRASTIC.

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

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



Como se observa en la **Figura 4**, la **vulnerabilidad es insignificante** para toda el área que rodea al sondeo de EL HERRUMBLAR, excepto en la parte NE en la que afloran los materiales que constituyen en profundidad el acuífero que es explotado mediante dicho sondeo. En esta área de afloramiento la **vulnerabilidad es muy baja**.



### 3.4. Perímetro de protección de la captación

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 m<sup>2</sup>. Suele estar vallada.
- Zona próxima o de restricciones máximas: tiempo de tránsito 50 días. Protege de la contaminación microbiológica con criterios hidrogeológicos. En algunos estudios se ha usado el descenso del nivel piezométrico o el poder autodepurador del terreno.
- Zona alejada o de restricciones moderadas: se usa el tiempo de tránsito de varios años en función de los focos contaminantes, criterios hidrogeológicos o ambos.

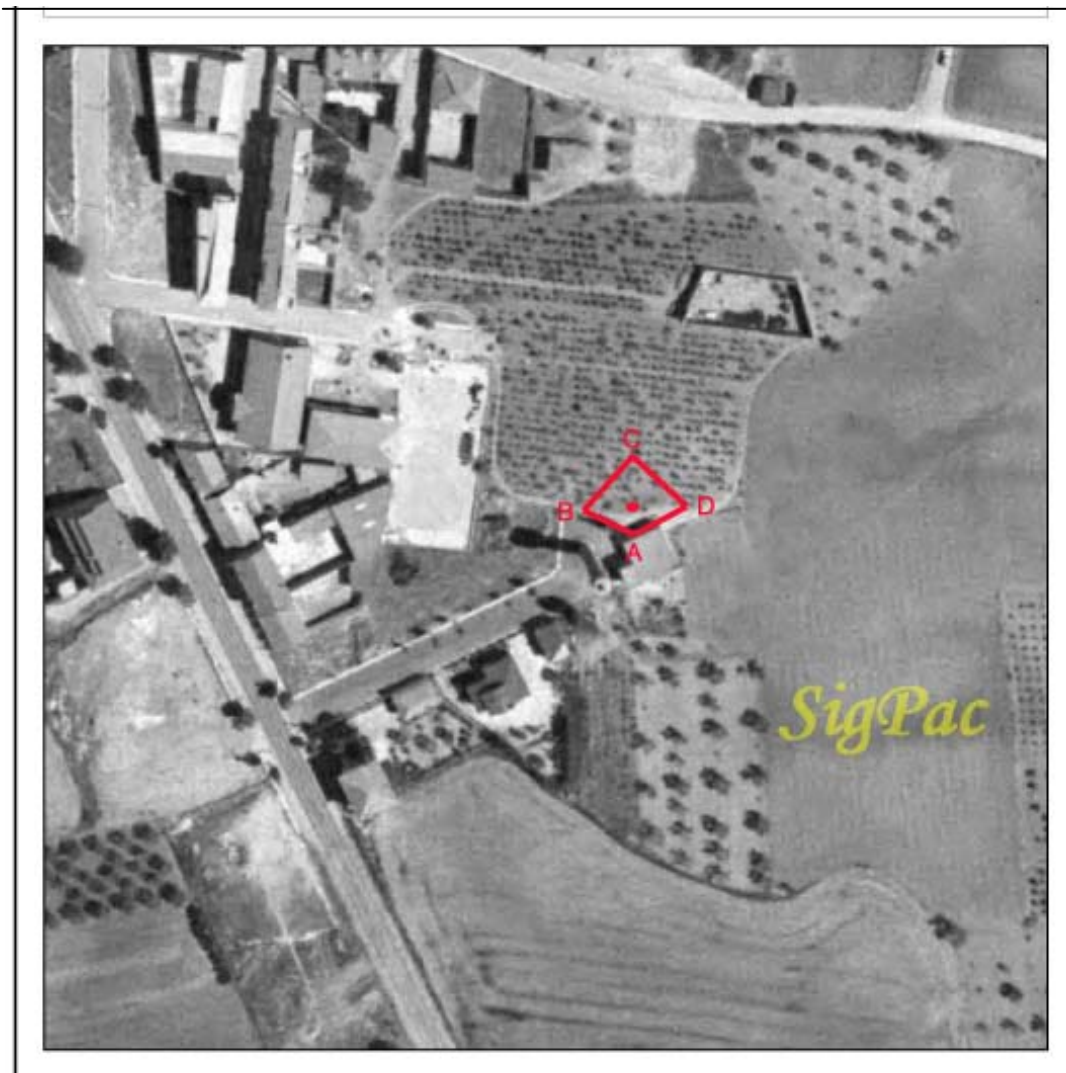
#### 3.4.1. Perímetro de protección del sondeo de EL HERRUMBLAR

El sondeo de EL HERRUMBLAR capta los materiales carbonatados de edad miocena. Dichos materiales se encuentran confinados por una serie detrítica de carácter fundamentalmente arcilloso, que en el sondeo alcanza un espesor de 298 m.

El hecho de poseer una zona no saturada de espesor considerable junto con el resto de parámetros utilizados para la cartografía de vulnerabilidad, indican el alto grado de protección natural que presenta este acuífero en el punto señalado.

A ) Para la definición de **zona de restricciones absolutas** se propone aplicar un área fija que contemple el vallado y protección del área que encierre al sondeo nuevo. El vallado responde a un cuadrado de 10m x 10m de lado aproximadamente, de coordenadas las descritas en la Tabla 3. 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 5.** Mapa de la propuesta del perímetro de zona de restricciones absolutas.

Para definir las zonas de protección próxima y moderada se tiene que considerar que el acuífero es confinado y que tiene sobre el techo del acuífero una capa confinante de arcillas con algunos horizontes de calizas, arenas y conglomerados de un espesor de 298 m.

El método de Rehse para el cálculo del poder depurador de los materiales (IGME, 1991) contempla que el poder depurador viene dado por:

$$M_x = M_a + M_r$$

Donde  $M_x$  es el poder depurador sobre la totalidad del transporte,  $M_a$  es el poder depurador en el trayecto vertical (zona no saturada) y  $M_r$  es el poder depurador en el trayecto horizontal (zona saturada).

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

En el caso del sondeo HERRUMBLAR al aplicar el cálculo de la depuración en la zona no saturada esta se calcula:

$Ma = \text{Espesor} \times Ir = \text{Suma de los diferentes espesores de materiales en la ZNS multiplicado por el Índice de depuración de estos materiales según Rehse.}$

Se toma el valor de limo arcilloso a limo ( $Ir=0.4$ ) de tal manera que:

$$Ma = 298 * 0.4 = 119.2.$$

Si  $Mr$  es mayor o igual a 1 la depuración en la zona no saturada es completa y según Rehse no es necesario determinar ningún perímetro de protección de calidad.

Por ello **no se definirán para el perímetro de protección del sondeo de HERRUMBLAR las zonas de protección máxima y moderada**, ya que se considera que los materiales de la Zona no saturada suponen una barrera depuradora que garantiza su protección.

Respecto al **establecimiento del perímetro de protección de la cantidad**, la zona esta dedicada al cultivo del cereal de secano, al olivar y a árboles frutales y existen captaciones próximas a los sondeos. Para determinar este perímetro se recomienda utilizar el método del Cono de descenso/ Tiempo de tránsito, calculado en base al gradiente hidráulico del cono mediante el **método del radio fijo-ecuación de flujo volumétrica** (no considerando la recarga), así como atendiendo a criterios hidrogeológicos (IGME, 1991):

La ecuación volumétrica es la siguiente:

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

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

$$m * H \pi R^2 = \text{Volumen de agua contenido}$$

Siendo:

$Q$  = caudal bombeado

$t$  = 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 un caudal bombeado de 3 L/s, un tiempo de tránsito de 1 año, el coeficiente de almacenamiento del acuífero carbonatado terciario estimado en 0,00005 y un espesor saturado H igual a 18 m, el radio del perímetro de protección obtenido es de 5500 m. Al tratarse de un sondeo con poca capacidad de bombeo (3 L/s) y a pesar de considerar un flujo ambiental poco importante, se asume que la isocrona que marque el radio de influencia se extenderá aguas arriba en la dirección del flujo no ajustándose a las isocronas circulares. En este caso, el perímetro se extendería hacia el N-NO dado que la dirección del flujo general es hacia el S-SE. Así, se define una zona de protección máxima correspondiente a un trapecio de coordenadas las expuestas en la Tabla 3.

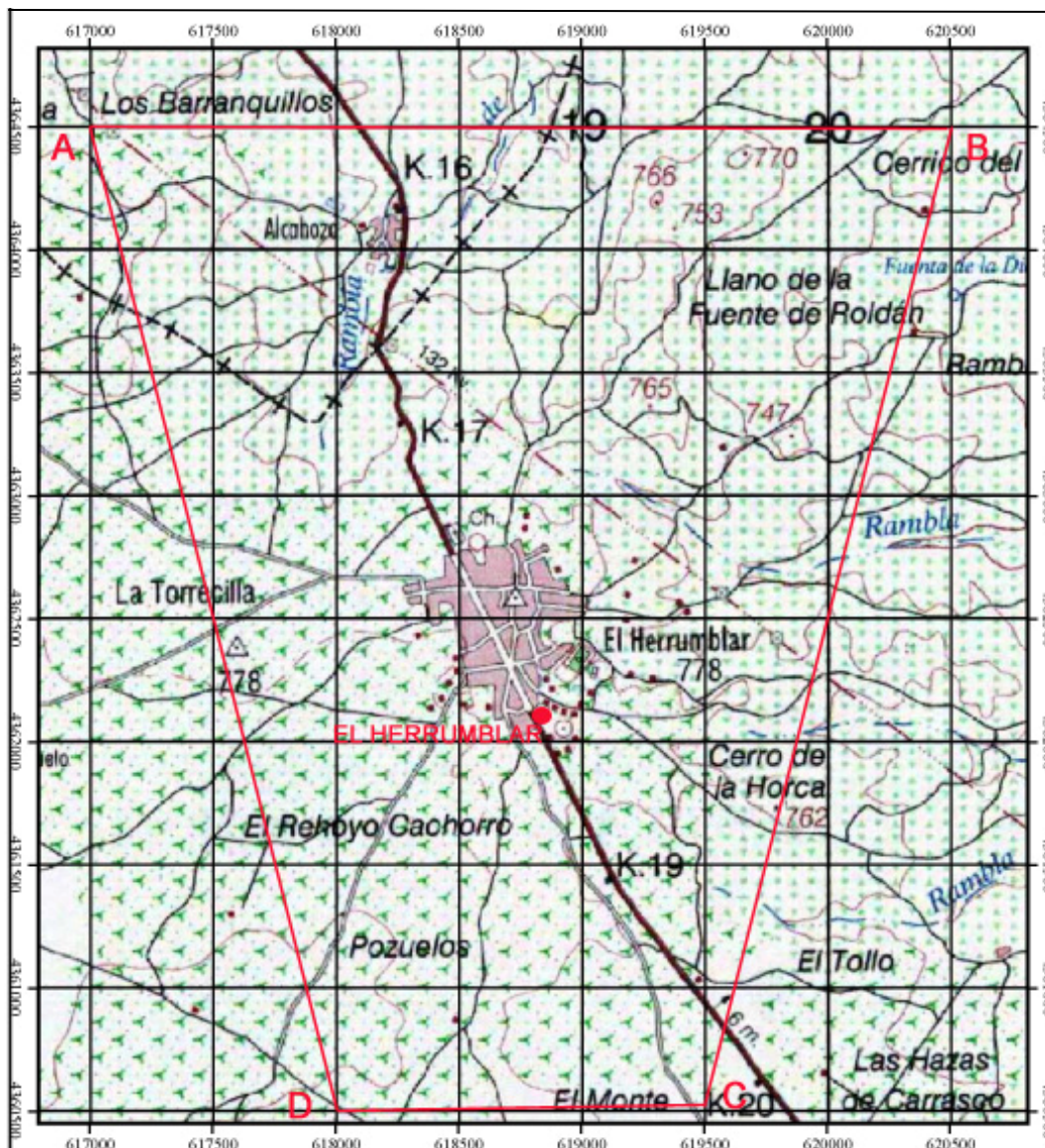


Figura 5. Perímetro de protección de la cantidad

	Nº PUNTO	COORDENADAS UTM (X)	COORDENADAS UTM (Y)	Z (m s.n.m.)
<b>ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS</b>	A	618965	4362018	735
	B	618951	4362027	735
	C	618965	4362039	735
	D	618978	4362026	735
<b>ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD</b>	A	617000	4364500	780
	B	620500	4364500	780
	C	619500	4361500	760
	D	618000	4360500	760

**Tabla 3.** Poligonal envolvente del perímetro de protección de la cantidad y de la calidad propuesto.

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la Tabla 4.

Respecto al perímetro de protección de la cantidad, se debe controlar la perforación de nuevos sondeos que se realicen dentro del mismo, por lo que, para su autorización por parte del Ayuntamiento, se debe aportar informe hidrogeológico previo, descripción de la columna litológica y ensayo de bombeo, para determinar en qué grado se ejerce alguna influencia en el sondeo municipal.

Madrid, Julio de 2007

Los autores del informe

Fdo. Marc Martínez y Esther Alonso



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

#### **4. BIBLIOGRAFÍA**

**IGME-JCCLM (1985):** Síntesis hidrogeológica de Castilla-La Mancha.

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

**IGME (2003):** Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de agua potable a la localidad de El Herrumblar (Cuenca).j

**IGME (2003b):** Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Metodología y aplicación al territorio. IGME.



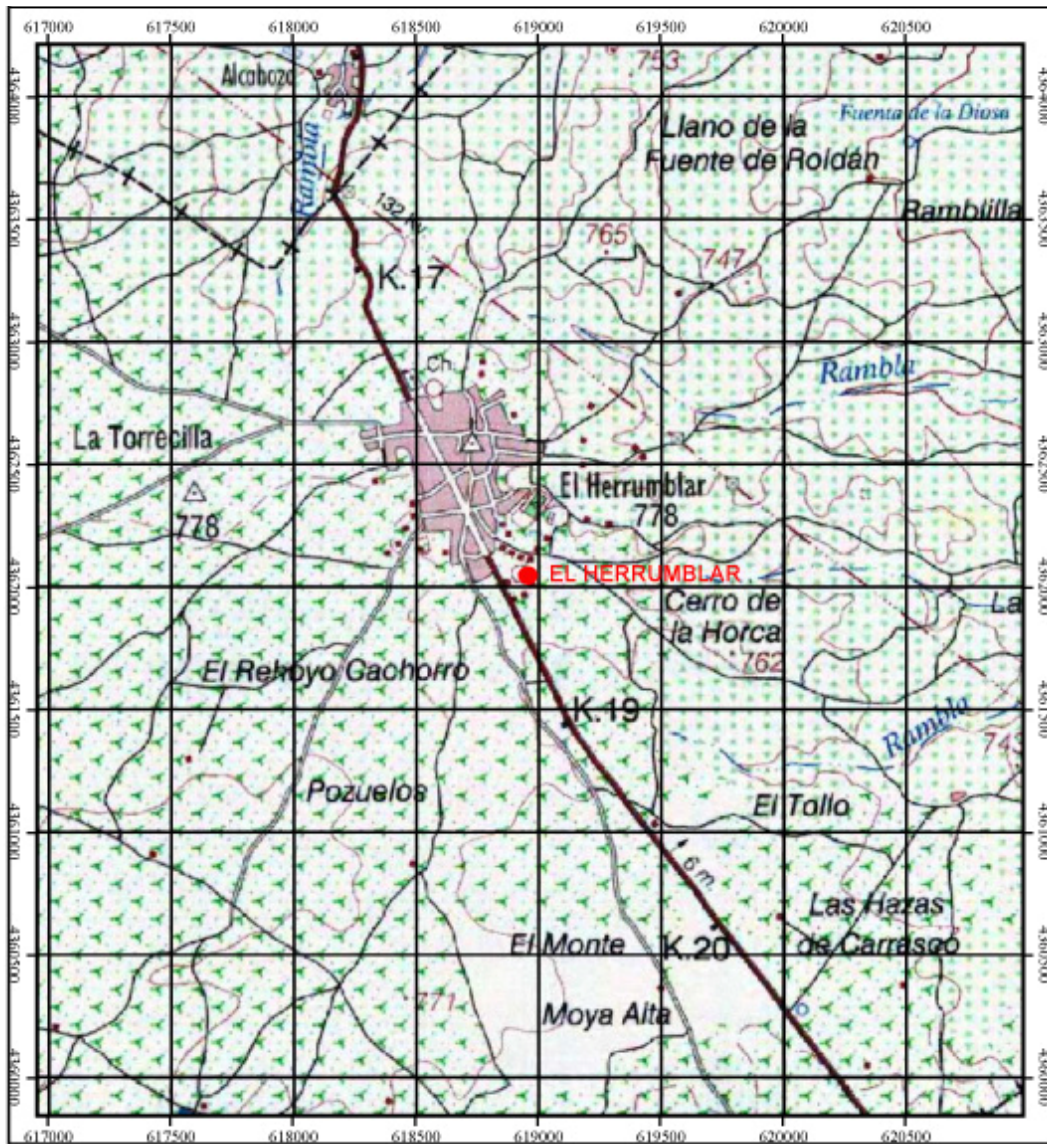
**ANEXOS**

**MAPA DE SITUACIÓN  
ESQUEMA DEL SONDEO  
ENSAYO DE BOMBEO**



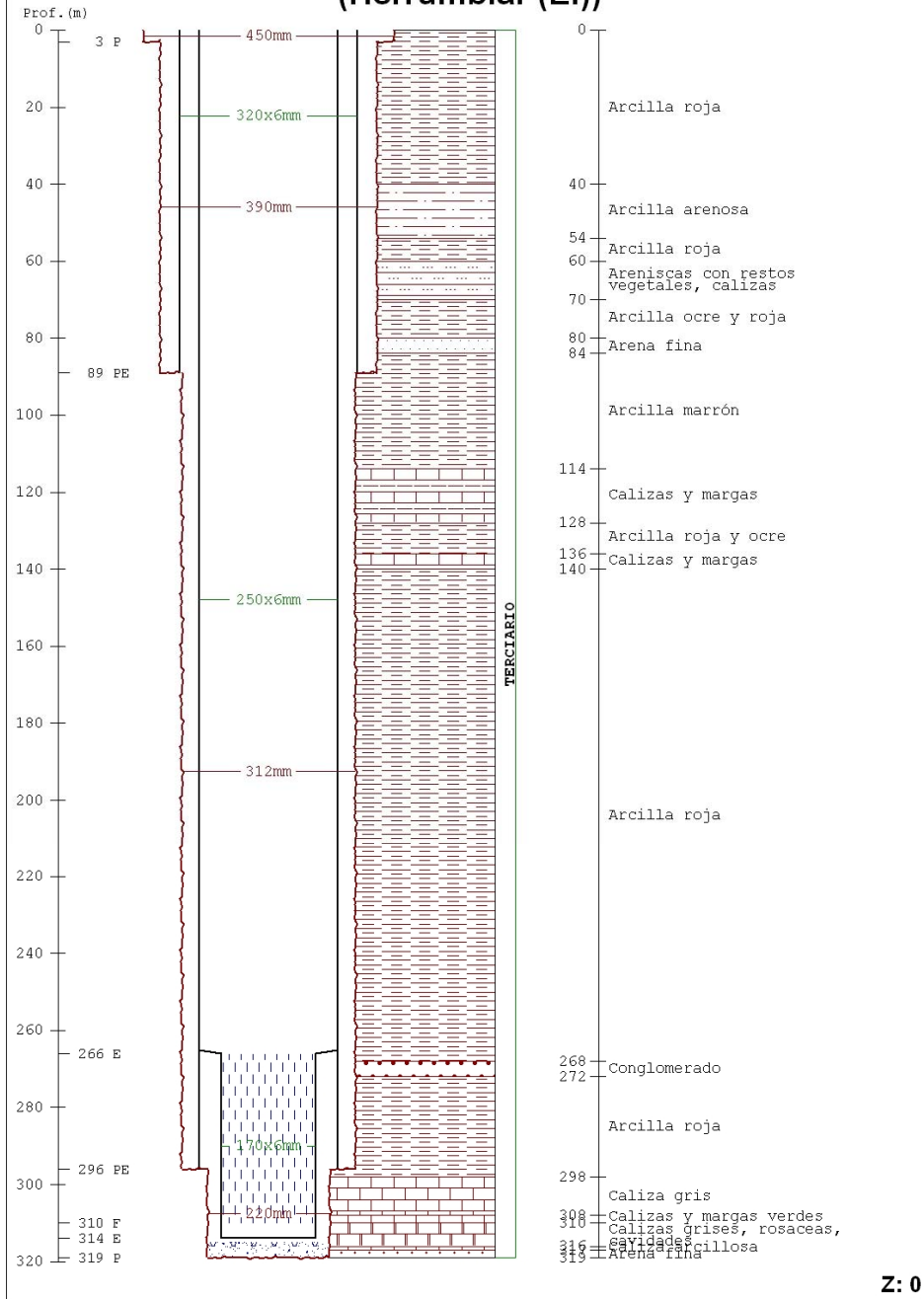


# MAPA DE SITUACIÓN





## CROQUIS DE POZO HERRUMBLAR (REP) (Herrumblar (EI))





**EDASU, S.L.**  
 AVDA. ALCOTANES, 7  
 POL.IND.EL CASCAJAL  
 28320 PINTO  
 (MADRID)

**FECHA:** 14 de Junio de 2006

<b>Sondeo:</b> DEPOSITO AGUA	<b>Municipio:</b> HERRUMBLAR	<b>Provincia :</b> CUENCA
------------------------------	------------------------------	---------------------------

<b>Comienzo:</b> 15-06-06	<b>Hora:</b> 15:10	<b>NE:</b> 173°51	<b>Terminación:</b> 16-06-06	<b>Hora:</b> 20:10	<b>ND:</b> 250'10
---------------------------	--------------------	-------------------	------------------------------	--------------------	-------------------

<b>Grupo Generador</b>	<b>Grupo Motobomba</b>	<b>Perforación m</b>	
<b>Marca:</b> Mecc-Alte	<b>Marca:</b> GRUNDFOS	250Ø	<b>Profundidad rejilla:</b> 260 m.
<b>KVA:</b> 350	<b>Tensión:</b> 760		<b>Q.medidad con:</b> TUBO PITOT
<b>Motor:</b> Fiat-Aifo	<b>Tipo:</b> SP		<b>Niveles Medidos con:</b> SONDA
<b>Potencia:</b> 630CV	<b>Potencia :</b> 100 CV		<b>Ø Tubería</b> 100 Y 130 mm

### RECUPERACION

TIEMPO MINUTOS	RECUPERACIÓN METROS	TIEMPO MINUTOS	RECUPERACIÓN METROS	TIEMPO MINUTOS	RECUPERACIÓN METROS
½		6	179'05	20	184'11
1	204'15	7	181'20	25	183'60
2	183'00	8	182'90	30	183'20
3	175'22	9	184'12	40	182'79
4	172'00	10	184'95	50	182'37
5	173'00	15	184'75	60	182'11

**Observaciones:**



1° ESCALON				2° ESCALON			
HORA	Q l/s	N.D. m		HORA	Q l/s	N.D. m	
0m	NE	173'51	NE	0m	ND	182'11	ND
5m	3	204'00	SUCIA	5m	2	206'50	SUCIA
10m	3	201'30	SUCIA	10m	2	194'71	SUCIA
15m	3	200'75	SUCIA	15m	2	193'00	SUCIA
20m	3	200'81	SUCIA	20m	2	192'30	COLOR
25m	3	200'88	SUCIA	25m	2	192'00	SUCIA
30m	3	201'00	SUCIA	30m	2	191'90	SUCIA
45m	3	201'18	SUCIA	45m	2	192'08	SUCIA
60m	3	201'45	SUCIA	60m	2	192'00	COLOR
1'5h	3	201'05	SUCIA	1'5h	2	191'83	COLOR
2 h	3	199'10	SUCIA	2 h	2	191'71	COLOR
2'5h	3	199'70	SUCIA	2'5h	2	191'35	P.COLOR
3h	3	199'77	SUCIA	3h	3	194'80	COLOR
3'5h	3	200'11	SUCIA	3'5h	3	194'85	COLOR
4h	3	199'74	SUCIA	4h	3	194'88	P.COLOR
5h	3	200'43	COLOR	5h	4	202'88	COLOR
6h	5	217'45	SUCIA	6h	4	202'75	COLOR
7h	5	217'70	SUCIA	7h	4	202'80	P.COLOR
8h	5	218'45	SUCIA	8h			
9h	5	218'74	SUCIA	9h			
10h	5	218'83	SUCIA	10h			
11h	5	218'97	COLOR	11h			
12h	5	219'10	COLOR	12h			
13h	5	219'17	COLOR	13h			
14h	5	219'21	COLOR	14h			
15h	7	238'80	SUCIA	15h			
16h	7	250'10	SUCIA	16h			
17h	4	222'45	SUCIA	17h			
18h	4'5	224'00	SUCIA	18h			
19h	4'5	222'17	SUCIA	19h			
20h	4'5	223'10	SUCIA	20h			
21h	5	220'73	SUCIA	21h			
22h		RECUPERACION		22h			
23h				23h			
24h				24h			