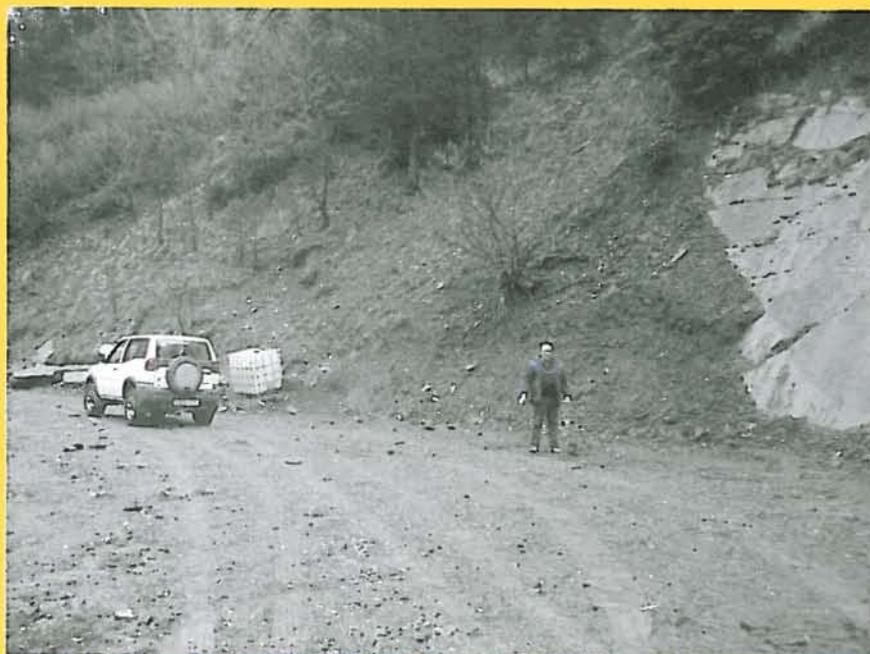


Proyecto de Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Ebro



INFORME PIEZÓMETRO DE CAMPO: 09.302.02



ÍNDICE

1. PROYECTO

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

2. LOCALIZACIÓN

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

7. COLUMNA LITOLÓGICA

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

11. HIDROQUÍMICA

12. CONCLUSIONES

ANEJOS

ANEJO N° 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO N° 1: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO N° 2: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO N° 3: GEOFÍSICA

ANEJO N° 4: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO N° 5: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO N° 6: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

En 1992, la D.G.O.H. Y C.A. realizó el estudio "Establecimiento y explotación de redes oficiales de control de aguas subterráneas", en el que se establecen los criterios generales de uniformidad para el diseño y operación de las redes de observación en las cuencas intercomunitarias. A partir de este marco de referencia, este mismo organismo realizó en 1996 el "Proyecto de instalación, mantenimiento y operación de redes oficiales de control de aguas subterráneas. Piezometría, hidrometría y calidad, Cuenca del Ebro", en el que se proyectó una red piezométrica constituida por 178 puntos, de los cuales 107 eran de nueva construcción y el resto puntos ya existentes.

La investigación hidrogeológica realizada desde entonces y la construcción por parte del Parque de Maquinaria del MIMAM de diversos sondeos, llevaron a la Oficina de Planificación de la Confederación Hidrográfica del Ebro a realizar una actualización del proyecto original, que se ha convertido en el proyecto constructivo.

Se han diseñado 80 sondeos. En total suponen 18.450 m de perforación, de los que 14.375 se realizan mediante rotoperCUSión y 4.075 mediante rotación con circulación inversa, En su mayor parte los sondeos no superan los 300 m de profundidad.

Con fecha 23 de febrero de 2004 fueron adjudicadas, por el procedimiento de Concurso Abierto las obras correspondientes al PROYECTO 01/2003 de CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DEL EBRO (Clave: 09.820.030/2111), por un presupuesto de adjudicación de 2.498.780,69 €, a la Unión Temporal de Empresas "UTE – CUENCA DEL EBRO" constituida por las empresas MICROTEC AMBIENTE, S.A.U. y SACYR, S.A.U.

El plazo de ejecución de las obras inicialmente previsto era de 36 meses.

El contrato se firmó el 30 de marzo de 2004, el Acta de Replanteo se firmó y se remitió a la Dirección General del agua del Ministerio de Medio Ambiente con fecha 30 de Abril de 2004 y las obras dieron comienzo el día siguiente.

Con fecha 11 de febrero de 2005 se contrató a la empresa CONTROL Y GEOLOGÍA S.A. (CYGSA), la Asistencia Técnica para la INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, TT. MM. VARIOS Clave: 09.820-030/0612.

Dentro de los trabajos a realizar por (CYGSA), se encuentra la redacción de un informe de cada uno de los piezómetros controlados. En este documento se recoge tanto el seguimiento de la perforación como los ensayos efectuados y sus resultados.

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras lo podemos clasificar en trabajos antes de la perforación, durante y al final de la misma.

- Trabajos anteriores a la perforación
 - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
 - Comprobación de accesos

- Perforación
 - Seguimiento de la perforación
 - Interpretación de la testificación geofísica
 - Propuesta de entubación a la Dirección de Obra
 - Control de tareas finales como limpieza del sondeo, toma de muestras de agua del piezómetro perforado y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.

- Ensayos de Bombeo
 - Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
 - Representación e interpretación de datos obtenidos.

- Seguimiento de la Seguridad y Salud
 - Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
 - Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
 - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.

- Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).

Este apartado de Seguridad y Salud es objeto de un informe aparte donde se recoge el seguimiento realizado antes y durante las obras.

- Redacción de informe final de cada piezómetro

Para facilitar la comunicación y la coordinación entre la Dirección de Obra, Empresa Constructora y Asistencia Técnica, se creó un Centro de Trabajo Virtual en el que se ha ido incorporando la documentación generada en la obra de forma casi inmediata.

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

El sondeo se ubica en la zona de descarga de un potente tramo de calizas del Cretácico superior con disposición estructural subvertical.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro se sitúa a unos 5 km al norte del municipio de Campo, en el barranco La Garona.

Al emplazamiento se accede desde el pk 393 de la N-240, donde desemboca el barranco en el río Ésera. Se avanza unos 500 m aguas arriba del barranco. El piezómetro se ubica en un sobrancho del camino.

Las coordenadas UTM punto son:

X= 779.766 Y= 4.706.181 Z= 800 ms.n.m.

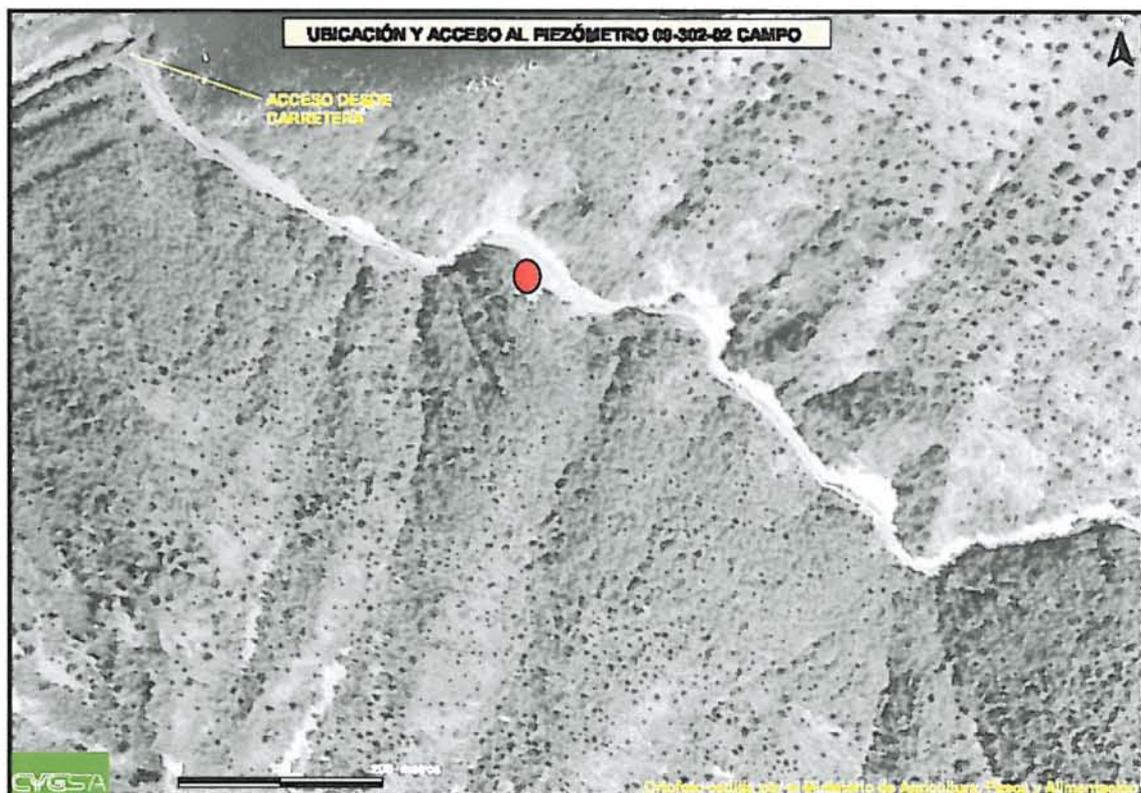


Figura 1. Ubicación del piezómetro de Campo sobre la GIS – OLEÍCOLA.

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales del Cretácico Superior (Coniaciense-Santoniense) que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro.

El piezómetro se encuentra situado sobre un pequeño recubrimiento cuaternario de escasa importancia, situado en el fondo del barranco donde se ha llevado a cabo la perforación, que recubre los materiales carbonatados que se observan en las inmediaciones del sondeo. Los materiales del Cretácico se disponen estructuralmente como una cobertera despegada del sustrato y basculada hacia el S, formada por un sistema imbricado de cabalgamientos, que van quedando sucesivamente fosilizados por depósitos turbidíticos, engrosados también hacia el S. El nivel de despegue se localiza en los niveles basales del Keuper. Los materiales observados en las inmediaciones del sondeo presentan un fuerte buzamiento hacia el Norte (110/66N).

Las calizas que se encuentran en las inmediaciones del sondeo se pueden correlacionar con la denominada Fm. Aguas Salenz (Garrido Mejías, 1973) de edad Coniaciense superior-Santoniense inferior.

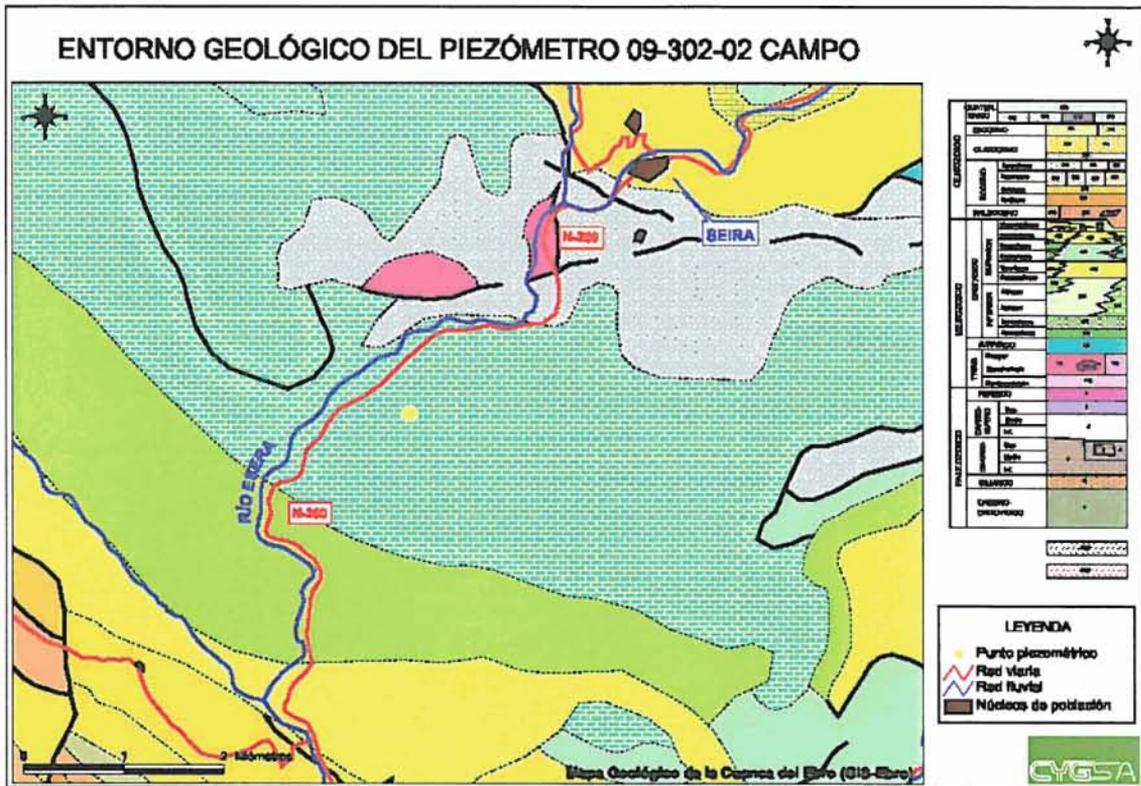


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Campo.

MAPA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS "CAMPO"

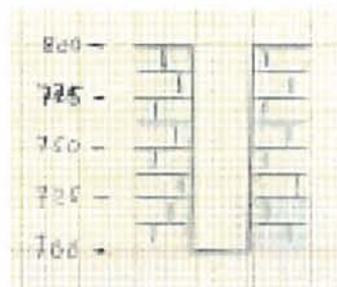


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Campo.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 3 "Dominio pirenaico del Sinclinal de Tremp". Este dominio queda limitado al sur por el cabalgamiento surpirenaico (frentes de la Unidad Surpirenaica Central y Pedraforca), por el río efluente Cinca al oeste y por el límite de los afloramientos permeables por el norte viniendo a coincidir con el de cuenca. Es la unidad que alberga grandes mantos tectónicos. Topográficamente se corresponde con las sierras de Cotiella, Turbón, Cadí, Boumort, Carrodilla, Montsec. Los acuíferos más significativos de la zona se instalan en calizas del cretácico superior y del Eoceno, también en formaciones detríticas (Areniscas de Areny). Para el ITGE se trataba del Sistema Acuífero 68 (Sinclinal de Tremp y calizas eocenas y cretácicas).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 302 "Cotiella – Turbón", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.037 denominada "Cotiella - Turbón", y el acuífero a controlar son las calizas del Coniaciense - Santoniense.

El acuífero de la masa de agua 090.037 es un acuífero libre constituido por una cobertera despegada del sustrato y basculada hacia el S, formada por un sistema imbricado de cabalgamientos, que van quedando sucesivamente fosilizados por depósitos turbidíticos, engrosados hacia el S. El nivel de despegue se localiza en los niveles basales del Keuper. En el sector del Cinca las sierras están constituidas por el manto de Cotiella, con diposición subhorizontal, que pone en contacto el Cretácico sobre el Eoceno. Hacia el E el manto se prolonga hasta Gavás, dónde converge con el plano de cabalgamiento de la unidad infrayacente. Los materiales acuíferos más importantes están constituidos por una serie calcárea del Cretácico superior, con una potencia que puede variar de 900 a 4.000 m de espesor. Además aparecen otros materiales acuíferos: dolomías, calizas y calcarenitas del Jurásico (90 m), calizas del Cretácico inferior, calizas con alveolinas del Illerdiense (40-60 m) y

conglomerados y areniscas del Oligoceno. La recarga se produce por infiltración de la precipitación. La masa descarga fundamentalmente por los ríos Cinca, Ésera, Isábena y Noguera Ribagorzana.

(Entorno geológico y corte geológico y columna prevista pueden consultarse en figuras 2 y 3 respectivamente.)

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperCUSIÓN SEGOQUI-1900 sobre camión y un grupo compresor INGERSOLL – RAND.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 8 de marzo de 2007 y se terminó el 9 de marzo de 2007.

Se realizó un emboquille de 9 m de profundidad, perforado con un diámetro de 360 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Hasta los 102 metros totales se perforó con el martillo de 230 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. La velocidad media de avance en la perforación fue de unos 15 m/h.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de perforación.)

7. COLUMNA LITOLÓGICA

Durante la realización de la perforación, se efectuó una descripción de las litologías extraídas observando las muestras del ripio de perforación cada metro; de todas ellas, se eligieron las más representativas cada 5 metros, guardándolas en sus correspondientes botes.

Tabla 1. Descripción de campo de la columna litológica atravesada:

0-4 m	Relleno cuaternario de gravas con cantos angulosos y poca matriz.
4-102 m	Tramo muy homogéneo de calizas arcillosas grises. Sólo se detecta un tramo más fracturado y con relleno de arcilla marrón a los 90 m.

El Instituto Geológico Minero, mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro, efectúa una detallada descripción litoestratigráfica de las muestras extraídas, revisando las muestras de ripio mediante lupa. El informe correspondiente se recoge en el Anejo 2.

La edad de las litologías atravesadas, según el informe geológico del IGME, son las siguientes:

De 0 m a 4 m.- Cuaternario

De 4 m a 102 m.- Fm. Aguas Salenz. (Coniaciense-Santoniense.)

(Columna litológica y descripción ampliada en Anejo 2, Informe geológico.)

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 9 de marzo de 2007. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación.

La sonda bajó hasta los 101 metros de profundidad.

El nivel se encontraba en 56 metros pero sigue subiendo.

Parecen detectarse niveles de agua en los tramos 75-85 metros y especialmente 90-94 m.

El sondeo se ha desviado 3° (2,8 m) hacia el S, curiosamente en contra de la estratificación, que es 111/66 N

Con esos valores, se diseñó la columna de entubación y la profundidad a la que colocar los tramos de tubería filtrante (tipo puentecillo).

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Para la entubación de este piezómetro se han utilizado tramos de 3 m y de 6 metros de longitud de tubería de acero al carbono de 300 mm y 180 mm de diámetro con espesores de la pared de 5 mm y 4 mm respectivamente.

Para la captación de los niveles aportantes se ha colocado tubería filtrante "tipo puentecillo", de 180 mm de diámetro, con una luz de malla de 0,2 mm. La situación de los tramos filtrantes viene dada por los aportes detectados durante la perforación y los datos de potencial espontáneo y resistividad registrados en la testificación geofísica.

Tabla 2, entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-9	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-33	180	4	Acero al carbono	Ciega
33-36	180	4	Acero al carbono	Puentecillo
36-48	180	4	Acero al carbono	Ciega
48-51	180	4	Acero al carbono	Puentecillo
51-54	180	4	Acero al carbono	Ciega
54-60	180	4	Acero al carbono	Puentecillo
60-66	180	4	Acero al carbono	Ciega
66-72	180	4	Acero al carbono	Puentecillo
72-78	180	4	Acero al carbono	Ciega
78-84	180	4	Acero al carbono	Puentecillo
84-90	180	4	Acero al carbono	Ciega
90-96	180	4	Acero al carbono	Puentecillo
96-102	180	4	Acero al carbono	Ciega

Cada uno de los tramos de tubería ha sido soldado a medida que se introducían en el piezómetro construido.

Una vez finalizado todo el proceso se evita que la columna de entubación se apoye en el fondo del sondeo mediante el "colgado" y sujeción de la tubería de 180 mm de diámetro a la de 300 mm del emboquille.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica. La arqueta, a su vez, queda protegida por un dado de hormigón de 1x1x0.7m, que se construye a su alrededor.

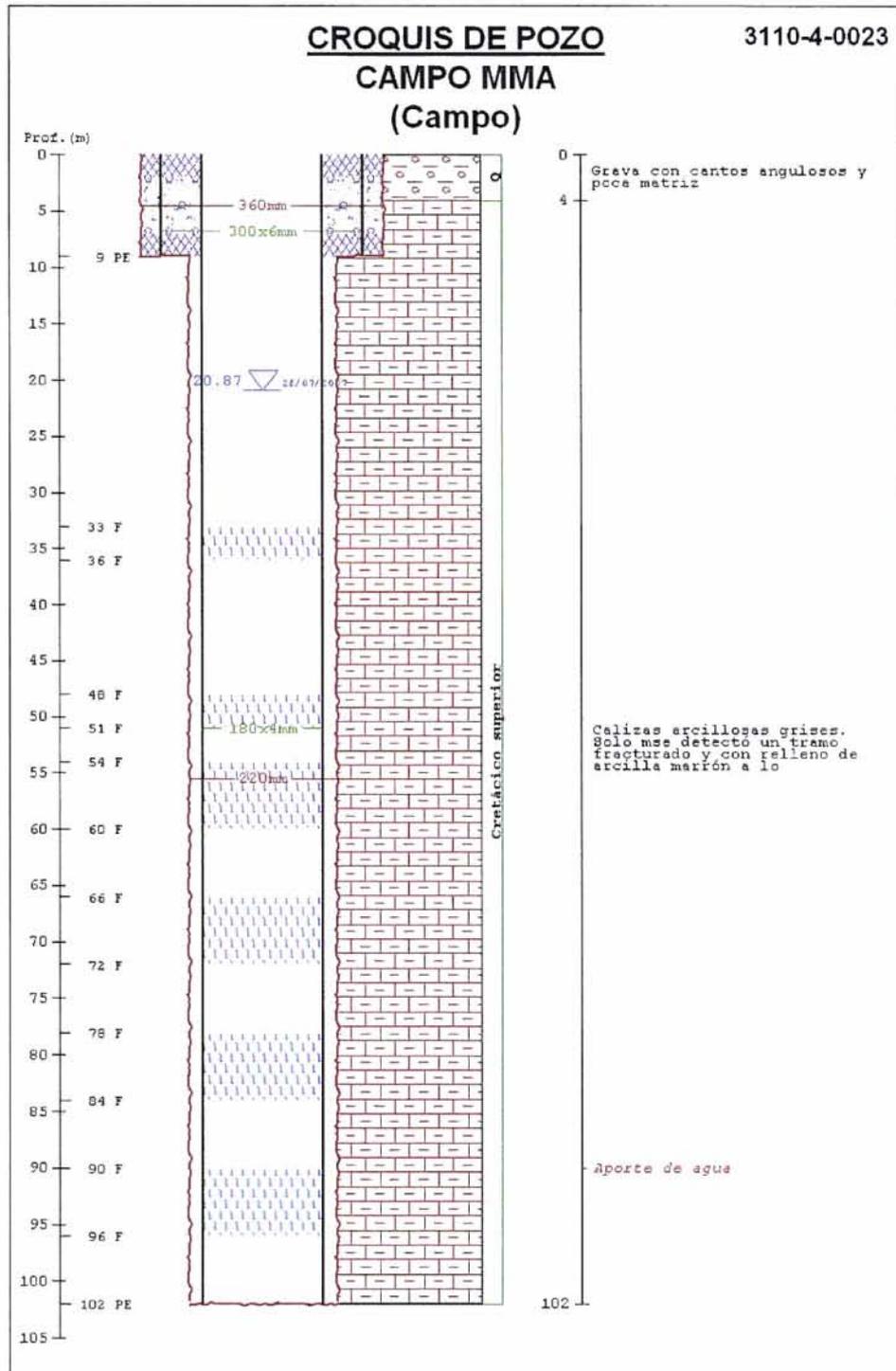


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero perforado es de edad Coniaciense – Santiense.

A partir de los 37 metros comenzó a detectarse humedad. Al soplar, tras la parada del mediodía, con el sondeo en 38 metros se observó que ya había agua.

Durante el resto de la perforación se continuó detectando agua, pero en muy poca cantidad.

A los 90 metros se detecta un tramo más fracturado y parcialmente relleno de arcillas de color marrón que aporta agua

Se controló la evolución del nivel en el sondeo tras la testificación (9 de marzo de 2007):

14:20 h - 33,40 m

14:21 h - 33,00 m

14:30 h - 31,60 m

14:35 h - 30,00 m

14:50 h - 26,00 m

14:55 h - 20,53 m

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 15 y 16 de junio de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El primer escalón duró 60 minutos. El caudal extraído fue de 0,6 l/s y el descenso del nivel fue de 31,14 m. Como el descenso del nivel fue tan acusado se paró durante una hora y se midió recuperación. El nivel se recuperó 27,11 m. A continuación se reanudó el bombeo con un caudal de 0,2 l/s, caudal que se

mantuvo las 22 horas restantes. El descenso total del nivel fue de 6,99 m. El nivel bajó durante las siguientes 2 horas y después, hasta el final del ensayo, estuvo recuperándose.

El agua salió totalmente clara a partir de las 5 horas de bombeo. La conductividad media del agua, medida in situ, durante el ensayo fue disminuyendo, pasando de 346 a 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH medio fue de 8,5 y la temperatura de 13 $^{\circ}$ C. Se tomaron tres muestras de agua para analizar, una a las 6 horas, otra a las 12 horas de bombeo y una última a las 24 horas (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. El descenso residual del nivel fue de 0,89 m.

Tabla 3, Resumen de la tabla de datos del ensayo de bombeo:

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	18,84	0,00	0,00
1	21,50	2,66	0,60
2	23,18	4,34	0,60
5	24,66	5,82	0,60
10	27,41	8,57	0,60
15	29,44	10,60	0,60
30	37,87	19,03	0,60
45	44,00	25,16	0,60
60	49,98	31,14	0,60
61	44,16	25,32	0,00
65	41,87	23,03	0,00
70	39,25	20,41	0,00
90	30,65	11,81	0,00
120	22,87	4,03	0,00
121	23,75	4,91	0,20
125	24,34	5,50	0,20

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
130	25,29	6,45	0,20
180	26,87	8,03	0,20
240	28,40	9,56	0,20
300	28,12	9,28	0,20
500	27,59	8,75	0,20
840	26,12	7,28	0,20
1260	25,90	7,06	0,20
1440	25,83	6,99	0,20
1441	22,30	3,46	0,00
1445	21,98	3,14	0,00
1450	21,63	2,79	0,00
1470	20,63	1,79	0,00
1500	19,70	0,86	0,00

El Instituto Geológico Minero, mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro, realiza la correspondiente interpretación del ensayo de bombeo.

(Los partes, gráficos e interpretación ampliada del ensayo de bombeo se encuentran en el anejo A-4.)

11. HIDROQUÍMICA

Tanto durante la perforación como en el ensayo de bombeo se tomaron datos in situ de conductividad eléctrica, pH y temperatura; también se tomaron 2 muestras de agua, para su posterior análisis, procedente de las siguientes fases de la obra:

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación. (Conductividad: 407 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,81.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 306 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 8,14.)

De todas las muestras, se ha efectuado un ensayo físico – químico para su caracterización.

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano.

Según los valores de conductividad eléctrica se considera un agua DULCE de MINERALIZACIÓN MEDIA (según la clasificación en función del total de sólidos disueltos), por su dureza (cantidad de iones Ca^{+2} y Mg^{+2} en solución) se considera un agua DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA – CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano.

A su vez, los iones mayoritarios se sitúan dentro de los límites establecidos por la legislación vigente, así como dentro de los valores habituales en aguas subterráneas (datos según Custodio y Llamas, ed. 1996).

Tabla 4. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Agua de limpieza	Muestra 3 Ensayo de bombeo
Cloruros	15.13 mg/l	18.22 mg/l
Sulfatos	31.15 mg/l	17.15 mg/l
Bicarbonatos	182.43 mg/l	186.10 mg/l
Carbonatos	<5 mg/l	<5 mg/l
Nitratos	<1 mg/l	<1 mg/l
Sodio	5.02 mg/l	5.28 mg/l
Magnesio	7.55 mg/l	3.12 mg/l
Calcio	53.72 mg/l	70.16 mg/l
Potasio	0.96 mg/l	0.41 mg/l
Nitritos	<0.04 mg/l	<0.04 mg/l
Amonio	0.05 mg/l	<0.04 mg/l
Boro	0.05 mg/l	0.01 mg/l
Fosfato	0.23 mg/l	0.10 mg/l
Anhídrido Silícico	4.20 mg/l	3.76 mg/l
Hierro	<0.05 mg/l	<0.05 mg/l
Manganeso	<0.02 mg/l	<0.02 mg/l

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Campo con el objeto de poder valorar las características del acuífero, determinar la calidad química del recurso y, adicionalmente, medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo.

El sondeo se ha realizado por el método de rotoperCUSión. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 102 m. El acuífero atravesado está constituido por calizas margosas, de edad Coniaciense – Santoniense.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 0,2 l/s.

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera agua dulce de mineralización media, dura, y se clasifica como bicarbonatada – cálcica (según clasificación de Piper).

ANEJO 0

REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

PIEZOMETRO DE CAMPO

Tras la visita de María Ángeles Lorenzo aprovechando el viaje para la medida de la red piezométrica del sondeo del Mesón de Cereza hemos localizado un estupendo camino que nace entre los pk 397 y 398 de la carretera entre Campo y Seira. El camino nace en el punto con coordenadas

X: 779352 Y: 4706400

El camino sigue la traza de un barranco pedregoso bastante amplio. A los pocos metros de la carretera se empiezan a ver en los laterales del barranco algunas surgencias; imagino que este será el nivel que vamos a pillar.



A falta de concretar un buen lugar para el sondeo estaría a unos 500 m de la carretera, margen izquierda del barranco y en el punto de coordenadas

X: 779766 Y: 4706181



De cualquier forma valdrá cualquier punto del camino a una distancia prudencial del río (a partir de 500 m me parece bien) y teniendo en cuenta que habrá que subir lo suficiente en cota para evitar posibles surgencias en aguas altas.

Como podréis ver las calizas en esta zona están buzando mucho, al menos 75°, pero esto no debe ser problema.

El acceso es bastante bueno incluso para coche.

A Y U N T A M I E N T O
de
C A M P O (H U E S C A)

De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, se hace constar que por Acuerdo de Pleno, de fecha ... de de 2006, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m²; necesarios para construir el sondeo 09 302 02 en terreno público de este municipio, en el polígono 3 – parcela 9003.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m², en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Campo, a de de 2006

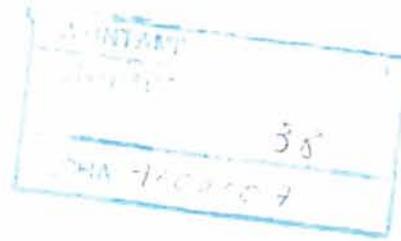
EL ALCALDE

Fdo: D. José Eusebio Echart Ballarín

**Ilmo. Sr. JEFE DE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**



AYUNTAMIENTO
de la Villa de
CAMPO
(Huesca)

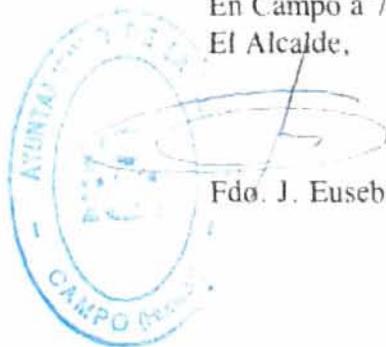


De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO** se hace constar que por acuerdo de Pleno de fecha 14 de Julio de 2006 se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

- 1.- La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m²; necesarios para construir el sondeo 0930202 en terreno público de este Municipio, en el polígono 3 parcela 9003.
- 2.- La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m², en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
- 3.- El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Campo a 7 de marzo de 2007.

El Alcalde,



Fdo. J. Eusebio Echart Ballarín

Ilmo. Sr. Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

50071.- ZARAGOZA

ANEJO 1

INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN



CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro
50005 – ZARAGOZA
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.		
FECHA: 7/03/07	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.302.02	POBLACIÓN: Campo (Huesca).	PROF.: 100 m
<u>PERFORACIÓN</u>		
INICIO:	SISTEMA ROTOPERCUSION	
DIAMETRO: mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)

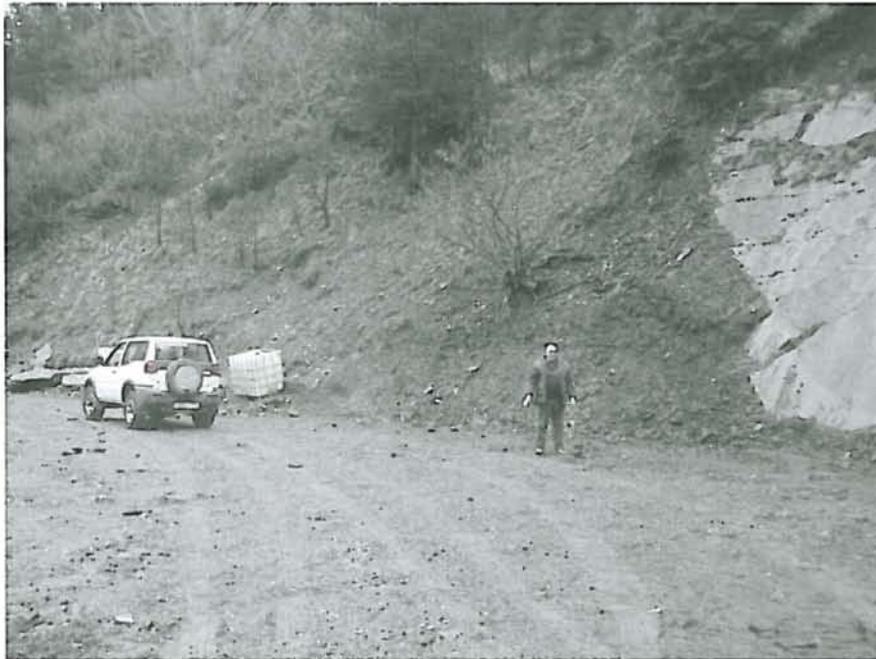
Actividad realizada:

La visita a las obras se inicia a las 16:30 horas. Se observa que la máquina todavía no se encuentra en el entorno del emplazamiento sino aparcada en Campo. Se ha mejorado mucho el acceso hasta el emplazamiento (a 500 metros siguiendo el camino que sale a la derecha de la N-260 pk 397,5) y se ha creado una plataforma en la zona prevista para la perforación.

En Campo me encuentro con el encargado de Sacyr-Microtec que me comunica que no se inicia la perforación hasta mañana por la mañana debido a que perforaciones Jienenses le acaba de informar de que tienen que bajar a recoger el camión con el compresor el cual se averió anteriormente.

Volvemos al emplazamiento y acordamos el punto exacto de perforación de manera que se quede en un margen de la amplia explanada y algo alejado del talud para evitar en lo posible caídas de bloques a la futura arqueta y por seguridad durante la perforación.

Por la mañana se envió al ayuntamiento de Campo, otra copia del modelo de permiso de ocupación; la secretaria nos confirma que podemos recogerlo a lo largo de la mañana. Por la tarde paso con el encargado a recogerlo pero como no encontramos a la secretaria quedo con José Andrés que lo volverá al ayuntamiento al final de la tarde.



Vista del emplazamiento y del camino acondicionado por la contrata





CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro
50005 – ZARAGOZA
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.		
FECHA: 9 de marzo de 2007	Nº	
Nº SONDEO: P-09.302.02	POBLACIÓN: Campo (Huesca)	PROF.: 60 m
<u>PERFORACIÓN</u>		
INICIO: 8-3-2007	SISTEMA: RotoperCUSión	
DIAMETRO: 360 y 230 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)

Características de la máquina de perforación:

Equipo 6 de rotoperCUSión de SACYR MICROTEC.

Profundidad alcanzada:

Al comienzo de la visita, a las 11:50 se han perforado 9 metros de emboquille con diámetro 360 mm y tras ello se cambia el martillo para seguir perforando a 230 mm.

A las 20:00 se han perforado 60 m.

Estado de la perforación

La perforación hasta el metro 37 se hizo totalmente en seco. Por debajo de esta profundidad empieza a detectarse humedad. Al soplar tras la parada del mediodía con el sondeo en 38 m el pozo ya tiene agua. Continúa la perforación detectando agua pero en muy poca cantidad.

Las velocidades de avance han sido de 18 m/h al principio y 12 m/h a partir de los 40 m.

Columna litológica

Se han atravesado los siguientes materiales:

De 0 a 4 m: Relleno cuaternario de gravas con cantos angulosos y muy poca matriz.

De 4 a 60 m: Tramo muy homogéneo de calizas arcillosas grises.

El buzamiento de las capas junto al sondeo es N110E 66 N.

Fdo.: Jesus Serrano Morata



CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro
50005 – ZARAGOZA
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Emplazamiento



Cambio de martillo tras emboquille



CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.
C/ Ballasar Gracián, 11 - 1º Centro
50005 - ZARAGOZA
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Perforación en 40 m



Detalle del emplazamiento



CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro
50005 - ZARAGOZA
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Perforando en Campo



CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro
50005 – ZARAGOZA
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.		
FECHA: 9 de marzo de 2007		Nº
Nº SONDEO: P-09.302.02	POBLACIÓN: Campo (Huesca)	PROF.: 102 m
PERFORACIÓN		
INICIO: 8-3-2007	SISTEMA: RotoperCUSión	
DIAMETRO: 360 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)

Características de la máquina de perforación:

Equipo 6 de rotoperCUSión de SACYR MICROTEC.

Profundidad alcanzada:

A las 9:30 se han perforado 73 m.

A las 11:00 se han perforado 88 m.

A las 12:00 se alcanzan los 102 m y se da por finalizada la perforación.

Las velocidades de avance han sido de 18 m/h a los 92 y 16 m/h de 99 a 102 m (última varilla).

Hidrogeología

La perforación hasta el metro 37 se hizo totalmente en seco. Por debajo de esta profundidad empieza a detectarse humedad. Al

soplar tras la parada del mediodía con el sondeo en 38 m el pozo ya tiene agua. Continúa la perforación detectando agua pero en muy poca cantidad hasta que se alcanzan los 90 m y se detecta un tramo más fracturado y parcialmente relleno de arcillas de color marrón claro que aporta agua.

El caudal estimado al final del sondeo es 0,5 l/s o algo superior.

Columna litológica

Se han atravesado los siguientes materiales:

De 0 a 4 m: Relleno cuaternario de gravas con cantos angulosos y muy poca matriz.

De 4 a 102 m: Tramo muy homogéneo de calizas arcillosas grises. Solo se detecta un tramo más fracturado y con relleno de arcilla marrón a los 90 m.



CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro
50005 – ZARAGOZA
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Testificación geofísica

Tras extraer el varillaje se realiza la testificación geofísica mediante el equipo 2.

Se inicia la testificación geofísica a las 12:55 y finaliza a las 14:15.

En resumen se observa lo siguiente:

- La sonda baja hasta los 101 m.
- El nivel se encuentra en 56 m pero sigue subiendo.
- Parece detectarse aportes de agua en los tramos 85-75 m y especialmente 90-94 m.
- El sondeo se ha desviado 3° (2,8 m) hacia el S, es decir curiosamente en contra de la estratificación que es 111 66ª N

Nivel estático tras la testificación

Se controló la evolución del nivel en el sondeo tras la testificación registrándose los siguientes niveles :

14:20: 33,40 m.

14:21: 33,00 m.

14:30: 31,60 m.

14:35: 30,00 m.

14:50: 26,00 m.

16:55: 20,53 m (durante la entubación).

Entubación

El sondeo dispone de 9 m de tubería de emboquille de 300 mm de diámetro.

Con toda la información disponible se decide poner los siguientes tramos de tubería de puentecillo de 180 x 4 mm:

De 33 a 36 m (3 m), de 48 a 51 m (3 m), de 54 a 60 m (6 m), de 66 a 72 m (6 m), de 78 a 84 m (6 m) y de 90 a 96 m (6 m).

El resto de los tramos hasta completar los 102 m son de tubería metálica de 180 mm x 4 mm ciega.

La tubería se dejará colgada unos 40 cm por encima del fondo del sondeo y soldada al emboquille de 300 mm. Hasta que se construya el dado se soldará una tapa en el brocal y se les solicita que hagan un agujero en el centro que permita medir el nivel piezométrico.

Fdo.: Jesus Serrano Morata



Perforación en el tramo aportante a los 90 m (cambio de tonalidad)



Testificación geofísica



Testificación de verticalidad



Apoyo inferior para entubar



Colocando un tramo de filtro de puentecillo



Sujeción superior de la entubación con sirga

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO N° 3110-4-0023
(P-09.302.02)**

CAMPO (HUESCA)

CORREO

zaragoza@igme.es

Fernando El Católico, 59 – 4º C
50006-ZARAGOZA
TEL. : 976 555153 – 976 555282
FAX : 976 553358



ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y el levantamiento de la Columna estratigráfica detallada del sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Campo (Huesca) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de “Caracterización Litoestratigráfica de las Columnas Litológicas de los Sondeos de la Futura Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro” del IGME.

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 5 metros. Se realizó un emboquille de 9 m de profundidad, perforado con un diámetro de 360 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Hasta los 102 metros totales se perforó con el martillo de 230 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 33 m tubería ciega. De 33 m a 36 m filtro de puentecillo. De 36 m a 48 m tubería ciega. De 48 m a 51 m filtro de puentecillo. De 51 m a 54 m tubería ciega. De 54 m a 60 m filtro de puentecillo. De 60 m a 66 m tubería ciega. De 66 m a 72 m filtro de puentecillo. De 72 m a 78 m tubería ciega. De 78 m a 84 m filtro de puentecillo. De 84 m a 90 m tubería ciega. De 90 m a 96 m filtro de puentecillo. De 96 m a 102 m tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose sido lavadas previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagramas disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación gráfica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyo código de identificación es 3110-4-0023/ P-09.302.02 se sitúa a unos 5 Km. al norte del municipio de Campo, en el barranco La Garona. Al emplazamiento se accede desde el pk 393 de la N-240, donde desemboca el barranco en el río Ésera. Se avanza unos 500 m aguas arriba del barranco. El piezómetro se ubica en un sobreebanco del camino. Las coordenadas UTM punto son: X= 779.766, Y= 4.706.181, Z= 795 m.s.n.m. (Fig.1).

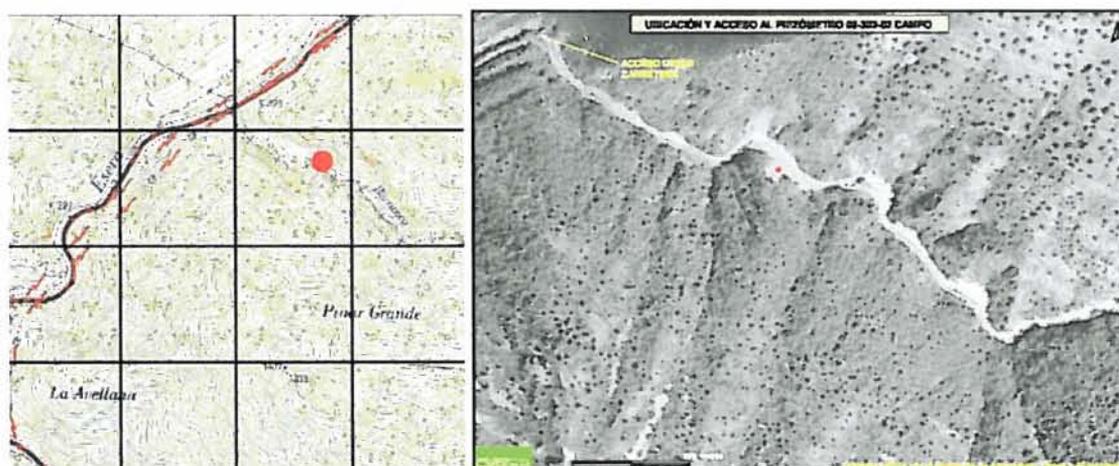


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). La equidistancia del cuadrículado en el mapa topográfico es de 500 metros.

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales del Cretácico Superior (Coniaciense-Santonense) que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro.

El piezómetro se encuentra situado sobre un pequeño recubrimiento cuaternario de escasa importancia, situado en el fondo del barranco donde se ha llevado a cabo la perforación, que recubre los materiales carbonatados que se observan en las inmediaciones del sondeo. Los materiales del Cretácico se disponen estructuralmente como una cobertera despegada del sustrato y basculada hacia el S, formada por un sistema imbricado de cabalgamientos, que van quedando sucesivamente fosilizados por depósitos turbidíticos, engrosados también hacia el S. El nivel de despegue se localiza en los niveles basales del Keuper. Los materiales observados en las inmediaciones del sondeo presentan un fuerte buzamiento hacia el Norte (110/66N).

Las calizas que se encuentran en las inmediaciones del sondeo se pueden correlacionar con la denominada Fm. Aguas Salenz (Garrido Mejías, 1973) de edad Coniaciense superior-Santonense inferior.

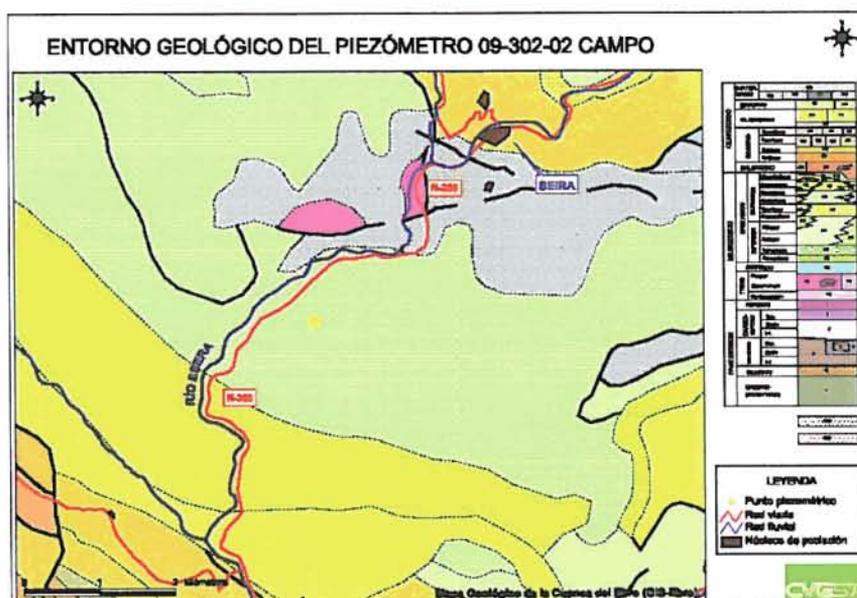


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica de la Cuenca del Ebro. GIS-Ebro.

FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

Todos los materiales atravesados, con la excepción de los 4 primeros metros, hasta el final del sondeo, forman parte del Cretácico Superior carbonatado de la Unidad Surpirenaica Central. En el presente informe se va a seguir la terminología de Simó (1986), que caracteriza las unidades del Cretácico Superior de esta zona del Pirineo.

De esta manera, el piezómetro se encuentra emboquillado sobre un recubrimiento cuaternario de poca entidad que se desarrolla en relación con el barranco en el que se encuentra situado el piezómetro. Este recubrimiento presenta un espesor aproximado de 4 metros.

Desde el metro 4 hasta el final del sondeo (102 m.), se corta una sucesión bastante monótona, en líneas generales, constituida por calizas micríticas muchas veces recrystalizadas, con un contenido margoso variable, pero con abundancia de calizas limolíticas y micríticas, en las que se aboga por la influencia de procesos de decantación. Estas características son muy típicas de la Fm. Aguas Salenz, de cuenca marina abierta (Garrido Mejías, 1973). La edad de sedimentación estimada por Simó (1986) para esta unidad, abarca el intervalo temporal comprendido entre el Coniaciense superior y el Santoniense inferior.

CÓDIGO IPA: 3010-4-0023
CÓDIGO MMA: 09.302.02
COORDENADAS UTM HUSO 30: 779 788
4 706 181
795

MUNICIPIO: CAMPEO
PROVINCIA: HUESCA
PARAJE: BARRANCO LA GARONA
PRECISIÓN (X,Y): GPS
PRECISIÓN Z: GPS

HOJA Nº: 3010
FECHA INICIO: 08/03/2007
FECHA FINAL: 09/03/2007
AUTOR FICHA: Javier F. Icas Lloréns

ALCANTARILLA m	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	MÉTROS	LITOLOGÍA	TEXTURA					ESTRUCTURAS	POSICIÓN	POSOLOGÍA	REPERCUSSIONES	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	U. LITO.	U. CÍRCULO
				LIM	LM	AM	MA	MG									
18	360 mm 300 mm 230 mm 180 mm												0-4 m. Gravas de cantos angulosos, con escasa matriz fina, bastante lavados, de naturaleza carbonatada y tonalidades de gris a negros.	1			
12												4-36 m. Calizas micríticas, limolíticas y margosas de tonalidades gris oscuras. Aparecen margas en forma de intercalaciones o interstratos. Las calizas limolíticas son las más abundantes y se encuentran localmente recristalizadas. Las escasas partículas de tamaño limo que se distinguen se presentan subredondeadas y bien clasificadas. Posiblemente se trate de limo de cuarzo. De modo puntual se reconocen restos de naturaleza carbonosa. Las calizas micríticas se encuentran recristalizadas en grado variable. De manera puntual se reconocen fantasmas de bioclastos, que pudieran ser fragmentos de bivalvos de valvas finas. A lo largo del tramo se reconocen vetas de calcita, si bien son más abundantes hacia la parte inferior del mismo.	2				
												36-64 m. Calizas limolíticas con intercalaciones margosas, todo ello de colores gris oscuros. En las calizas sólo se reconoce de manera puntual partículas bien redondeadas de tamaño limo. En torno al metro 45 se reconoce una mayor participación de margas en la muestra. Las vetas de calcita son relativamente abundantes a lo largo del tramo. En torno al metro 37 se comienza a detectar humedad en la muestra.	3				
												64-80 m. Calizas gris negruzcas. Hay una mezcla de calizas micríticas bastante recristalizadas, en las que se reconoce abundante pseudoesparita, y de calizas limolíticas a margosas, en las que exclusivamente se puede reconocer alguna partícula de tamaño limo, que pudiera ser silicalada. De manera muy puntual, las calizas micríticas pueden estar ligeramente dolomitizadas. Las calizas limolíticas abundan más hacia la base del tramo.	4				
18												80-102 m. Calizas limolíticas de gris oscuro a negruzcas, posiblemente con alto contenido en materia orgánica. Se reconocen granos subredondeados presumiblemente de cuarzo, de tamaño limo. A la parte alta del tramo aparecen abundantes vetas de calcita. En torno al metro 90, se detecta una zona más fracturada, con ripio más grueso y arcillas marrones que pueden rellenar estas fracturas. Coincidiendo con este tramo se produce un aporte de agua que se puede estimar en unos 0,5 litros por segundo.	5				
16																	

Santoniense
Fm. Aguas Salenz
Coniaciense



COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-4 m. Gravas de cantos angulosos, con escasa matriz fina, bastante lavados, de naturaleza carbonatada y tonalidades de gris a negros. Relleno cuaternario.

TRAMO 2

4-36 m. Calizas micríticas, limolíticas y margosas de tonalidades gris oscuras. Aparecen margas en forma de intercalaciones o interestratos. Las calizas limolíticas son las más abundantes y se encuentran localmente recristalizadas. Las escasas partículas de tamaño limo que se distinguen se presentan subredondeadas y bien clasificadas. Posiblemente se trate de limo de cuarzo. De modo puntual se reconocen restos de naturaleza carbonosa.

Las calizas micríticas se encuentran recristalizadas en grado variable. De manera puntual se reconocen fantasmas de bioclastos, que pudieran ser fragmentos de bivalvos de valvas finas.

A lo largo del tramo se reconocen vetas de calcita, si bien son más abundantes hacia la parte inferior del mismo.

TRAMO 3

36-64 m. Calizas limolíticas con intercalaciones margosas, todo ello de colores gris oscuros. En las calizas sólo se reconoce de manera puntual partículas bien redondeadas de tamaño limo. En torno al metro 45 se reconoce una mayor participación de margas en la muestra. Las venas de calcita son relativamente abundantes a lo largo del tramo.

En torno al metro 37 se comienza a detectar humedad en la muestra.

TRAMO 4

64-80 m. Calizas gris negruzcas. Hay una mezcla de calizas micríticas bastante recristalizadas, en las que se reconoce abundante pseudoesparita, y de calizas limolíticas a margosas, en las que exclusivamente se puede reconocer alguna partícula de tamaño limo, que pudiera ser silicatada. De manera muy puntual, las calizas micríticas pueden estar ligeramente dolomitizadas. Las calizas limolíticas abundan más hacia la base del tramo.



TRAMO 5

80-102 m. Calizas limolíticas de gris oscuro a negruzcas, posiblemente con alto contenido en materia orgánica. Se reconocen granos subredondeados presumiblemente de cuarzo, de tamaño limo. A la parte alta del tramo aparecen abundantes vetas de calcita.

En torno al metro 90, se detecta una zona más fracturada, con ripio más grueso y arcillas marrones que pueden rellenar estas fracturas. Coincidiendo con este tramo se produce un aporte de agua que se puede estimar en unos 0,5 litros por segundo.

REFERENCIAS

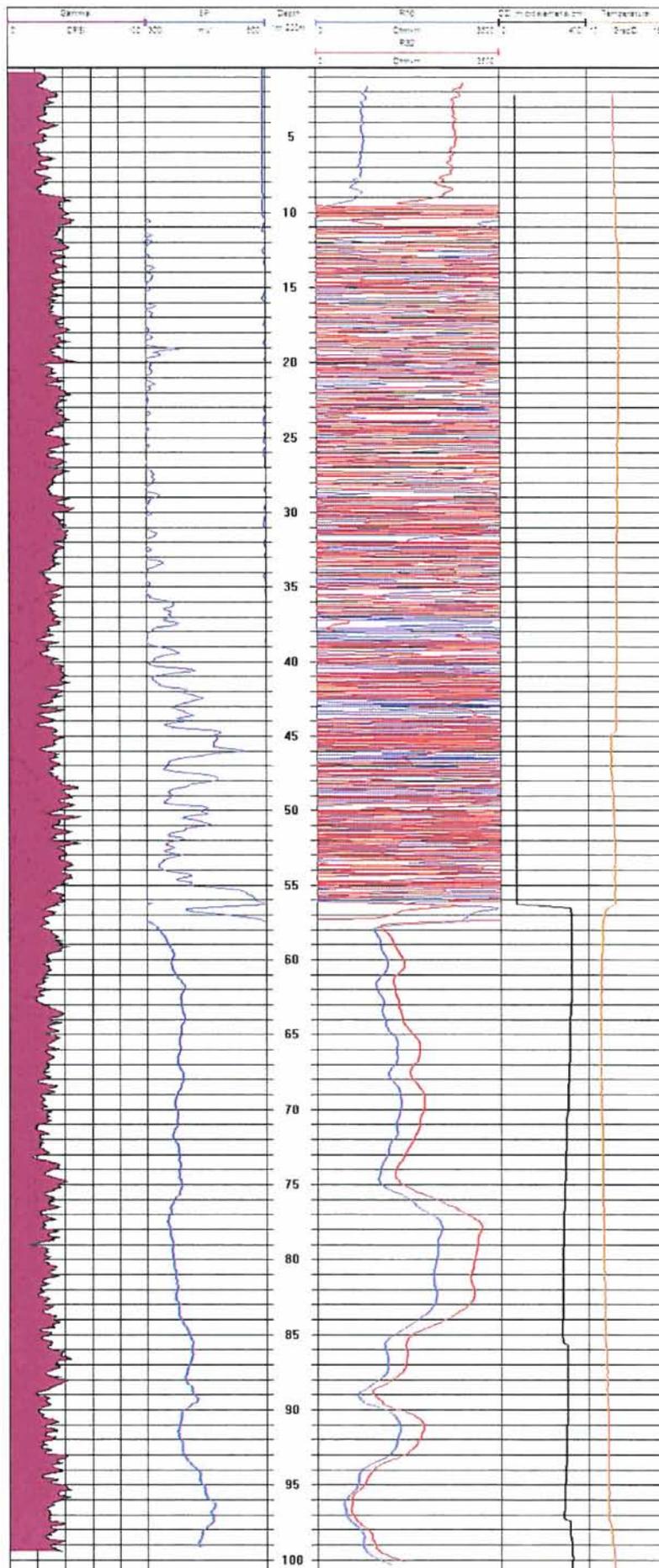
GARRIDO MEJÍAS, A. (1973). *Estudio geológico y relación entre tectónica y sedimentación del Secundario y Terciario de la vertiente meridional pirenaica en su zona central (provincia de Huesca y Lérida)*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 395 pp.

<http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>

<http://oph.chebro.es/ContenidoCartoGeologia.htm>

SIMÓ, A. (1986). Carbonate platform depositional sequences, Upper Cretaceous, South-Central Pyrenees (Spain), *Tectonophysics*, 129, 205-231.

ANEJO 3 GEOFÍSICA



ANEJO 4

ENSAYO DE BOMBEO

OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.

FECHA: 16 de junio de 2007	Nº pag.:
Nº SONDEO: 09.302.02	POBLACIÓN: CAMPO PROF.: 102 m

Ensayo de bombeo del sondeo de Campo MMA (311040023)

El ensayo de bombeo se inició el 15 de junio de 2007, a las 10:30 horas. Se realizó con el equipo habitual, pitot. El agua se evacuó hacia aguas abajo del barranco. Se realizó un ensayo escalonado. El nivel estático inicial se situó a 18,84 metros de profundidad. La aspiración se colocó a 87 metros.

El primer escalón duró 60 minutos. Evacuando un caudal de 0,60 l/s. Durante ese tiempo el nivel descendió hasta los 52 metros de profundidad, es decir, el descenso del nivel fue de 31,14 metros. Como el nivel estaba bajando muy rápido, siguiendo con las pautas establecidas por Antonio Azcón, se decidió parar el bombeo y tomar recuperación durante una hora, para luego comenzar con un caudal menor. Durante la hora de recuperación el nivel se recuperó 27,11 metros, quedando 4,03 m por recuperar. A continuación se reanudó el bombeo con un caudal de 0,2 l/s. Con este caudal se llegó hasta el final de las 24 horas. El nivel estuvo bajando durante las 2 primeras horas de este escalón, alcanzando un descenso de 9,56 metros, y después comenzó a recuperarse. El descenso del nivel al final del ensayo fue de 6,99 metros.

	Duración (minutos)	Caudal (l/s)	Descenso (m)
Escalón 1	60	0,6	31,14
Escalón 2	60	0	-27,11
Escalón 3	1320	0,2	6,99

El agua comenzó a salir clara a partir de las 5 primeras horas de bombeo. Se midieron in situ los parámetros de conductividad, pH y temperatura. La conductividad fue disminuyendo de 346 µS/cm a las 3 horas de bombeo hasta 250 µS/cm al final del mismo. El pH medio fue de 8,5 y la temperatura de 13° C.

Después del bombeo se midió una hora de recuperación. El nivel dinámico estaba en 19,70 metros. El descenso residual del nivel fue de 0,86 metros.

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad CAMPO
 N° Registro IPA
 Profundidad Sondeo 102 m
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro
 X
 Y
 Z

Fecha Ensayo 15 y 16 de junio de 2007
 Nivel estático inicial 18,84
 Profund. Aspiración 87 m
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 40 C
 Grupo
 Alternador
 Interior tubería impulsión ϕ 80 mm

Piezómetro (n° IPA)

Profundidad m
 Distancia 0 m
 Dirección (norte) #jDIV/0! °E

Régimen de bombeo

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	0,6	60	60	31,14	31,14
2	0	120	60	4,03	-27,11
3	0,2	1440	1320	6,99	2,96

Síntesis litológica

0-4 m Relleno cuaternario de gravas con cantos angulosos y muy poca matriz
 4-102 m Tramo muy homogéneo de calizas arcillosas grises. Sólo se detecta un tramo más fracturado y con relleno de arcilla marrón a los 90 m.

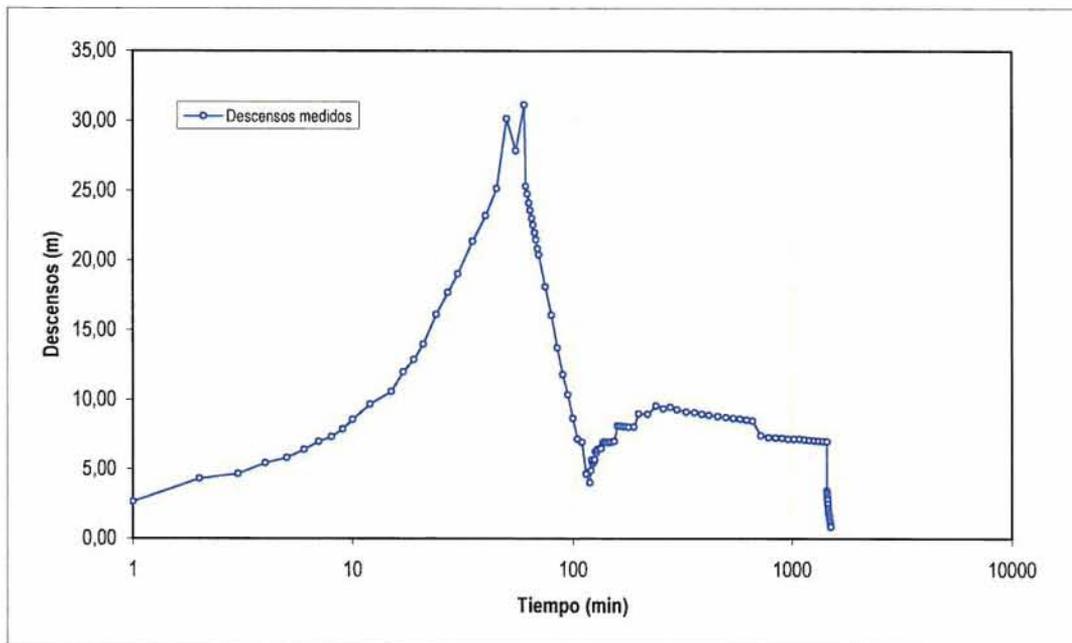
Perforación Entubación Rejilla

Perforación	Entubación	Rejilla
0-9 ϕ 380 mm	0-9 ϕ 300 mm	33-36 4 mm
0-102 ϕ 220 mm	0-102 ϕ 180 mm	48-51 4 mm
		54-60 4 mm
		66-72 4 mm
		78-84 4 mm
		90-96 4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
15/6/07 10:30	0	18,84	0,00			0,00	
15/6/07 10:31	1	21,50	2,66			0,60	Agua sucia (naranja)
15/6/07 10:32	2	23,18	4,34			0,60	
15/6/07 10:33	3	23,52	4,68			0,60	
15/6/07 10:34	4	24,31	5,47			0,60	
15/6/07 10:35	5	24,66	5,82			0,60	
15/6/07 10:36	6	25,26	6,42			0,60	Agua turbia (naranja)
15/6/07 10:37	7	25,84	7,00			0,60	
15/6/07 10:38	8	26,19	7,35			0,60	
15/6/07 10:39	9	26,74	7,90			0,60	
15/6/07 10:40	10	27,41	8,57			0,60	
15/6/07 10:42	12	28,52	9,68			0,60	
15/6/07 10:45	15	29,44	10,60			0,60	
15/6/07 10:47	17	30,84	12,00			0,60	Agua turbia (naranja)
15/6/07 10:49	19	31,73	12,89			0,60	
15/6/07 10:51	21	32,82	13,98			0,60	
15/6/07 10:54	24	34,97	16,13			0,60	
15/6/07 10:57	27	36,55	17,71			0,60	
15/6/07 11:00	30	37,87	19,03			0,60	
15/6/07 11:05	35	40,22	21,38			0,60	Agua turbia (naranja)
15/6/07 11:10	40	42,04	23,20			0,60	
15/6/07 11:15	45	44,00	25,16			0,60	
15/6/07 11:20	50	49,00	30,16			0,60	
15/6/07 11:25	55	46,70	27,86			0,60	
15/6/07 11:30	60	49,98	31,14			0,60	
15/6/07 11:31	61	44,16	25,32			0,00	Recuperación.
15/6/07 11:32	62	43,61	24,77			0,00	
15/6/07 11:33	63	42,97	24,13			0,00	
15/6/07 11:34	64	42,43	23,59			0,00	
15/6/07 11:35	65	41,87	23,03			0,00	
15/6/07 11:36	66	41,38	22,54			0,00	
15/6/07 11:37	67	40,83	21,99			0,00	
15/6/07 11:38	68	40,33	21,49			0,00	
15/6/07 11:39	69	39,68	20,84			0,00	
15/6/07 11:40	70	39,25	20,41			0,00	
15/6/07 11:45	75	36,95	18,11			0,00	
15/6/07 11:50	80	34,91	16,07			0,00	
15/6/07 11:55	85	32,57	13,73			0,00	
15/6/07 12:00	90	30,65	11,81			0,00	

15/6/07 12:05	95	29,20	10,36	0,00	
15/6/07 12:10	100	27,50	8,66	0,00	
15/6/07 12:15	105	26,01	7,17	0,00	
15/6/07 12:20	110	25,80	6,96	0,00	
15/6/07 12:25	115	23,50	4,66	0,00	
15/6/07 12:30	120	22,87	4,03	0,00	
15/6/07 12:31	121	23,75	4,91	0,20	
15/6/07 12:32	122	24,50	5,66	0,20	Agua turbia (naranja)
15/6/07 12:33	123	24,25	5,41	0,20	
15/6/07 12:34	124	24,23	5,39	0,20	
15/6/07 12:35	125	24,34	5,50	0,20	
15/6/07 12:36	126	24,53	5,69	0,20	
15/6/07 12:37	127	25,13	6,29	0,20	
15/6/07 12:38	128	25,01	6,17	0,20	
15/6/07 12:39	129	25,22	6,38	0,20	
15/6/07 12:40	130	25,29	6,45	0,20	
15/6/07 12:42	132	25,29	6,45	0,20	
15/6/07 12:45	135	25,34	6,50	0,20	
15/6/07 12:47	137	25,73	6,89	0,20	
15/6/07 12:49	139	25,82	6,98	0,20	
15/6/07 12:51	141	25,80	6,96	0,20	Agua turbia (naranja)
15/6/07 12:54	144	25,79	6,95	0,20	
15/6/07 12:57	147	25,80	6,96	0,20	
15/6/07 13:00	150	25,80	6,96	0,20	
15/6/07 13:05	155	25,85	7,01	0,20	
15/6/07 13:10	160	26,96	8,12	0,20	
15/6/07 13:15	165	26,97	8,13	0,20	
15/6/07 13:20	170	26,92	8,08	0,20	
15/6/07 13:25	175	26,91	8,07	0,20	
15/6/07 13:30	180	26,87	8,03	0,20	Agua turbia. Cond: 346 μ S/cm pH: 8.7 T ^a 13° C
15/6/07 13:40	190	26,90	8,06	0,20	
15/6/07 13:50	200	27,83	8,99	0,20	
15/6/07 14:10	220	27,80	8,96	0,20	
15/6/07 14:30	240	28,40	9,56	0,20	Agua turbia (naranja)
15/6/07 14:50	260	28,20	9,36	0,20	
15/6/07 15:10	280	28,32	9,48	0,20	
15/6/07 15:30	300	28,12	9,28	0,20	
15/6/07 16:00	330	27,97	9,13	0,20	
15/6/07 16:30	360	27,93	9,09	0,20	MUESTRA 1. Cond: 340 μ S/cm pH: 8.7 T ^a 13° C
15/6/07 17:00	390	27,81	8,97	0,20	
15/6/07 17:30	420	27,73	8,89	0,20	
15/6/07 18:10	460	27,65	8,81	0,20	
15/6/07 18:50	500	27,59	8,75	0,20	
15/6/07 19:30	540	27,52	8,68	0,20	
15/6/07 20:10	580	27,46	8,62	0,20	
15/6/07 20:50	620	27,39	8,55	0,20	
15/6/07 21:30	660	27,32	8,48	0,20	
15/6/07 22:30	720	26,28	7,44	0,20	MUESTRA 2. Cond: 331 μ S/cm pH: 8.2 T ^a 13° C
15/6/07 23:30	780	26,14	7,30	0,20	
16/6/07 0:30	840	26,12	7,28	0,20	
16/6/07 1:30	900	26,08	7,24	0,20	
16/6/07 2:30	960	26,01	7,17	0,20	
16/6/07 3:30	1020	26,03	7,19	0,20	
16/6/07 4:30	1080	26,01	7,17	0,20	
16/6/07 5:30	1140	25,97	7,13	0,20	
16/6/07 6:30	1200	25,93	7,09	0,20	
16/6/07 7:30	1260	25,90	7,06	0,20	
16/6/07 8:30	1320	25,87	7,03	0,20	
16/6/07 9:30	1380	25,85	7,01	0,20	
16/6/07 10:30	1440	25,83	6,99	0,20	MUESTRA 3. Cond: 250 μ S/cm T ^a 12° C
16/6/07 10:31	1441	22,30	3,46	0,00	
16/6/07 10:32	1442	22,20	3,36	0,00	
16/6/07 10:33	1443	22,12	3,28	0,00	
16/6/07 10:34	1444	22,05	3,21	0,00	
16/6/07 10:35	1445	21,98	3,14	0,00	
16/6/07 10:36	1446	21,90	3,06	0,00	
16/6/07 10:37	1447	21,83	2,99	0,00	
16/6/07 10:38	1448	21,74	2,90	0,00	
16/6/07 10:39	1449	21,67	2,83	0,00	
16/6/07 10:40	1450	21,63	2,79	0,00	

16/6/07 10:45	1455	21,33	2,49	0,00
16/6/07 10:50	1460	21,03	2,19	0,00
16/6/07 10:55	1465	20,79	1,95	0,00
16/6/07 11:00	1470	20,63	1,79	0,00
16/6/07 11:05	1475	20,47	1,63	0,00
16/6/07 11:10	1480	20,30	1,46	0,00
16/6/07 11:15	1485	20,16	1,32	0,00
16/6/07 11:20	1490	20,02	1,18	0,00
16/6/07 11:25	1495	19,81	0,97	0,00
16/6/07 11:30	1500	19,70	0,86	0,00





MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO N° 3110-4-0023
(09.302.002)**

CAMPO (HUESCA)

CORREO

a.azcon@igme.es

Manuel Lasala 44, 9º B
50006-ZARAGOZA
TEL. : 976 555153 – 976 555282
FAX : 976 553358



OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo del presente informe es obtener una estimación de los parámetros hidráulicos que rigen la formación acuífera captada por el sondeo de Campo (Huesca), de 102 metros de profundidad, construido en el marco del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) “Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro”, mediante el cual la CHE aborda la construcción de unos cien nuevos sondeos, su testificación y ensayo, para complementar las vigentes redes de observación de las aguas subterráneas.

Esta campaña de prospecciones permitirá la obtención de valiosa información de tipo sedimentológico, estratigráfico e hidrogeológico en zonas deficientemente conocidas, aspectos, todos ellos, de interés para la CHE y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), razón por la que ambos organismos firmaron en diciembre de 2004 un Convenio de Colaboración, en el marco del cual se emite el presente informe, mediante el que se canaliza el asesoramiento del IGME a la CHE con objeto de aprovechar esta oportunidad de acceso al subsuelo para obtener, mejorar y compartir toda la información que brinda este ambicioso proyecto.

El hecho que los sondeos a construir tengan como objetivo principal el control piezométrico, no la captación de aguas, hace que estos hayan sido perforados con pequeño diámetro y acabados menos exigentes que los requeridos para la explotación de las aguas subterráneas. Estas circunstancias impone importantes restricciones al normal desarrollo de los ensayos de bombeo: los sondeos suelen estar afectados por importantes pérdidas de carga, no están completamente desarrollados y el caudal de bombeo está muy limitado por el diámetro disponible y pocas veces es posible lograr la deseada estabilidad del caudal. Todo ello hace que los ensayos se alejen considerablemente de las condiciones ideales postuladas para su interpretación, por lo que la mayoría de ellos son prácticamente ininterpretables con el software tradicional disponible en el mercado, que suelen carecer de la versatilidad necesaria para adaptarse a las condiciones que aquí se dan; en particular en lo que respecta a la variabilidad del caudal de bombeo y los límites del acuífero.

Para soslayar este escollo, se ha procedido a la interpretación de los ensayos de bombeo con el programa MABE (acrónimo de **M**odelo **A**nalítico de **B**ombeos de **E**nsayo), desarrollado por A. Azcón e implementado en una hoja de cálculo Excel. MABE se basa en la Solución de Theis, la Solución de Hantush y en el principio de superposición para poder contemplar ensayos de bombeo a caudal variable y la presencia de barreras hidrogeológicas que hacen que los acuíferos se alejen de la habitual exigencia de “infinito”. MABE está diseñado para analizar Bombeos de Ensayo de hasta ocho escalones y simular hasta cuatro barreras hidrogeológicas, sean positivas o negativas.

La Solución de Theis y de Hantush está complementada por un algoritmo que contempla el almacenamiento en pozo así como en grandes redes cársticas mediante la introducción del concepto de Radio Equivalente. En caso de sondeo escalonado, el programa puede ajustar automáticamente los descensos por pérdida de carga y determinar la ecuación del pozo.

También está implementada la aproximación semilogarítmica de Jacob; el método de Theis para ensayos de recuperación; el método de Lee para ensayos escalonados; el método de Boulton, Prickett y Walton, para acuíferos con drenaje diferido y los métodos semilogarítmicos



de Hantush para acuíferos semiconfinados, tanto para curvas descenso-tiempo que muestran el punto de inflexión, como para las ensayos en la que todos los pares de puntos descensos-tiempo se sitúan en la zona próxima a la estabilización.

El programa permite simular para todos los métodos (excepto el de Boulton, Pricket y Walton) los descensos teóricos y las recuperaciones correspondientes a los parámetros físicos e hidrogeológicos introducidos, lo que permite calibrar la bondad de la interpretación realizada y, si procede, mejorarla mediante tanteos iterativos, así como simular los descensos inducidos por la explotación continuada del sondeo. La representación gráfica de la simulación de la recuperación se efectúa en función del tiempo adimensional, $(tb+tr)/tr$, lo cual no implica que se trate del método de Recuperación de Theis.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 31-10 (212) Campo.
- Término municipal de Campo (Huesca). El sondeo, de 102 metros de profundidad, se ubica en la margen izquierda del barranco La Garona, en un sobreebanco del camino que discurre por el mismo. Se accede por el camino que parte del p.k 398,12 de la carretera N-240, entre Seira y Campo, el cual hay que remontar por espacio de 520 metros.

El río Ara queda a 550 metros al norte del emplazamiento.

- Referencia catastral. Polígono 3, Parcela 207.
- Coordenadas UTM: **USO: 31T X: 286.385 Y: 4.703.841 Z: 800 msnm.**



Figuras 1 y 2. Situación en Mapa 1:50.000 y ortofoto (SigPac).



Figura 3. Panorámica dirección norte de la ubicación del sondeo. (Fuente: Google Earth).

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea (m.a.s.) Cotiella-Turbón (09.0372), definida sobre las sierras interiores pirenaicas entre los ríos Cinca, al oeste, y Noguera Ribagorzana al este. El límite noreste se establece en el contacto de las sierras interiores con la zona axial pirenaica, materializado en el retrocabalgamiento del Cretácico y Jurásico sobre los materiales hercínicos (Permotrias) de la zona axial; el límite meridional, en el contacto de los materiales mesozoicos y paleocenos-eocenos con los materiales del eoceno medio y superior de la cuenca de Graus - Tremp

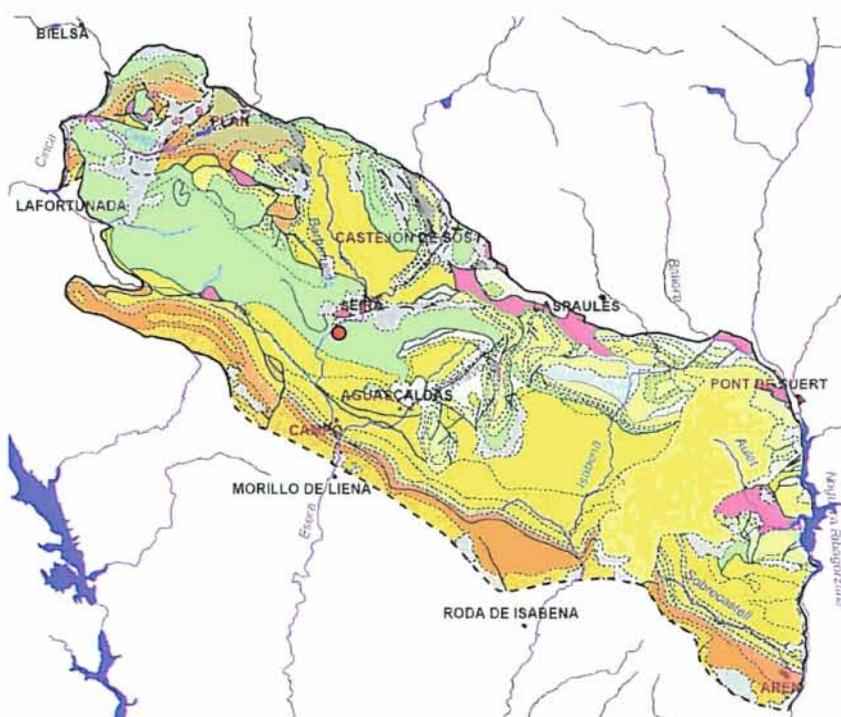


Figura 4. Masa de Agua Subterránea de Sierra Sierra Tendeñera –Monte Perdido (09.032)



Dentro de la unidad de Cotiella, en la que se sitúa esta masa de agua, se diferencia un bloque inferior con poca deformación interna que aflora en la parte septentrional, visible en los afloramientos cretácicos del sector de Barbaruens, que tras sumergirse bajo las escamas de cabalgamiento superiores, vuelve a aflorar en el anticlinal de Mediano y en las sierras exteriores catalanas y aragonesas. El bloque superior está constituido por un conjunto de escamas de cabalgamiento con una deformación mas intensa que definen la estructura visible: láminas de Gulliver, Peña Montañesa, etc. Ambos bloques involucran series paleogeográficas distantes y, por tanto, con espesores y facies muy distintas, especialmente para el Cretácico superior y Eoceno, de forma que el Cretácico superior del área del arroyo de Barbaruens y del río Ésera en el congosto de Ventamillo, perteneciente al bloque inferior, presentan facies intermedias entre las visibles inmediatamente al sur, entre Cotiella y el Turbón, del bloque superior –ya que su ubicación paleogeográfica es la mas septentrional– y las descritas en las sierras exteriores, que también pertenecen al bloque inferior.

El acuífero cretácico, objetivo del piezómetro, es el mas importante de esta masa de agua. Funciona como un acuífero libre, de carácter cárstico, caracterizado por importantísimas variaciones de espesor. Así, los espesores para el Cretácico superior del bloque superior pueden alcanzar valores del orden de 7.000 m en la zona del Ésera, reduciéndose mucho hacia el E a causa de la erosión intra-Santoniense, de forma que en el Noguera Ribagorzana apenas alcanza 1.000 m de espesor. El Cretácico superior del bloque inferior, que sólo aflora en la zona más septentrional entre Senés y Castejón de Sos, tiene un espesor mucho más reducido (1.500 m.)

El funcionamiento hidrogeológico se inscribe en un marco conceptual de acuífero cárstico s.s. de alta montaña, con fuerte control topográfico, pero con cierto divorcio entre las divisorias hidrográficas e hidrogeológicas de cuencas adyacentes. Las áreas de recarga se sitúan a elevadas cotas, son pobres en suelo y presentan un exocarst y un endocarst significativos que se traducen en el escaso desarrollo de la red superficial. Las principales descargas se relacionan con la red fluvial y muestran variaciones estacionales muy notables tanto en lo referente a características físicoquímicas y caudal. Las más significativas son: Chorros (310960013) y Fornos (31095011), San Pedro (311040010), manantial de Aguascalas (311040008), así como las descargas difusas a los congostos de Obarra y Ventamillo.

INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El piezómetro se encuentra situado sobre un pequeño recubrimiento cuaternario que recubre los materiales carbonatados del Cretácico Superior del entorno, que se pueden correlacionar con la denominada Fm. Aguas Salenz (Garrido Mejías, 1973), del Coniaciense superior-Santoniense inferior.

En las inmediaciones del emplazamiento la formación presentan un buzamiento de 66 ° hacia el Norte.

Tras atravesar 4 metros de recubrimiento, la totalidad de la perforación corta una sucesión monótona constituida por calizas limolíticas y micríticas, muchas veces recrystalizadas, con un contenido margoso variable. Estas características son típicas de la Fm. Aguas Salenz, de cuenca marina abierta (Garrido Mejías, 1973).

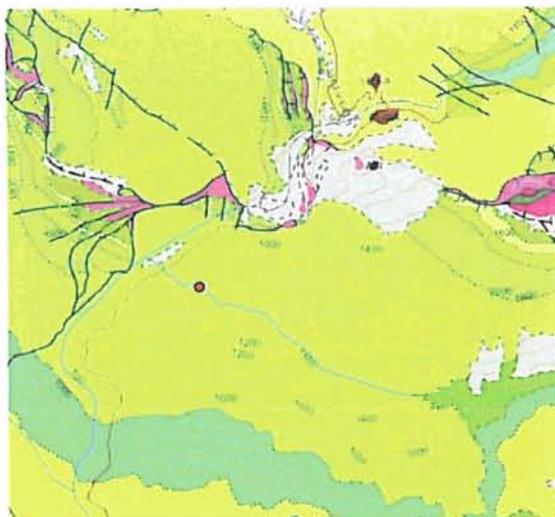


Figura 4. Situación del sondeo en la hoja MAGNA nº 212 (Campo)

La columna estratigráfica es la siguiente.

- 0 - 4 m. Gravas de cantos angulosos, con escasa matriz fina. Relleno cuaternario.
- 4 - 36 m. Calizas micríticas, limolíticas y margosas de tonalidades gris oscuras con intercalaciones margosas.
- 36 - 64 m. Calizas limolíticas con intercalaciones margosas de colores gris oscuros y abundantes venas de calcita.
- 64 - 80 m. Calizas micríticas recristalizadas y calizas limolíticas a margosas. Color negruzco. Eventualmente, las calizas micríticas pueden estar ligeramente dolomitizadas.
- 80 - 102 m. Calizas limolíticas de color gris oscuro. Abundantes vetas de calcita.

El primer nivel productivo se detectó hacia el metro 37, en muy poca cantidad, y en torno al metro 90, se detecta una zona más fracturada, con ripio más grueso y arcillas marrones que pueden rellenar estas fracturas. Coincidiendo con este tramo se produce un aporte de agua que se puede estimó en unos 0,5 L/seg. La testificación geofísica apuntó como zonas de posibles aportes los tramos situados entre 75-85 metros y, especialmente, 90-94 metros.

La entubación del sondeo quedó como sigue:

TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-9	300 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega
0-33	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
33-36	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
36-48	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
48-51	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
51-54	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
54-60	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
60-66	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
66-72	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
72-78	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
78-84	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
84-90	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
90-96	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
96-102	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega

E

EL nivel piezométrico al finalizar la obra (9/03/07) se situaba a 20,53 metros de profundidad.



INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 15 de junio de 2007 a las 10:30 horas, con la previsión de bombear 24 horas y controlar la recuperación durante una hora. El control de niveles se efectuó en el propio pozo de bombeo y el control del caudal se efectuó mediante aforo volumétrico por insuficiencia de caudal para el tubo Pitot. El agua se vertió directamente al terreno, siendo evacuada por el barranco de La Garona

El equipo de bombeo consistió en un grupo DEUSCH 100KVA 150 CV, tubería de impulsión con diámetro interior de 80 mm, bomba de aspiración marca CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia. La aspiración se situó a 87 metros de profundidad.

El caudal inicial fue de 0,6 L/seg, pero como el dinámico bajó muy rápido, se optó por parar el bombeo después de transcurrida una hora y controlar la recuperación durante otra hora, con la esperanza de que recuperara totalmente y reanudar el bombeo –en realidad, un nuevo ensayo– con un caudal menor. Transcurrida la hora de parada, la recuperación no fue total, pese a lo cual se reanudó el bombeo con un caudal continuo de 0,2 L/seg durante 22 horas.

El agua salió turbia al principio y aclaró a las tres horas de la reanudación.

Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió “in situ” pH, conductividad y temperatura, con los siguientes resultados:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	pH
180	13	346	8,7
360	13	340	8,7
720	13	331	8,2
1440	12	250	–

	Agua Limpieza	Minuto 1440
CL ⁻	15.13 mg/l	18.22 mg/l
SO ₄ ⁼	31.15 mg/l	17.15 mg/l
CO ₃ H ⁻	182.43 mg/l	186.10 mg/l
CO ₃ ⁼	<5 mg/l	<5 mg/l
NO ₃ ⁻	<1 mg/l	<1 mg/l
Na ⁺	5.02 mg/l	5.28 mg/l
Mg ⁺⁺	7.55 mg/l	3.12 mg/l
Ca ⁺⁺	53.72 mg/l	70.16 mg/l
K ⁺	0.96 mg/l	0.41 mg/l
NO ₂ ⁻	<0.04 mg/l	<0.04 mg/l
NH ₄ ⁺	0.05 mg/l	<0.04 mg/l
Boro	0.05 mg/l	0.01 mg/l
Fosfato	0.23 mg/l	0.10 mg/l
SiO ₂	4.20 mg/l	3.76 mg/l
Hierro	<0.05 mg/l	<0.05 mg/l
Manganeso	<0.02 mg/l	<0.02 mg/l

En el anexo nº 1 se recoge la ficha resumen de los datos e incidencias del ensayo de bombeo.

INTERPRETACIÓN

El ensayo se ha interpretado como si se tratara de dos ensayos de bombeo independientes de 1 y 22 horas de duración respectivamente, y una hora de recuperación respectivamente.

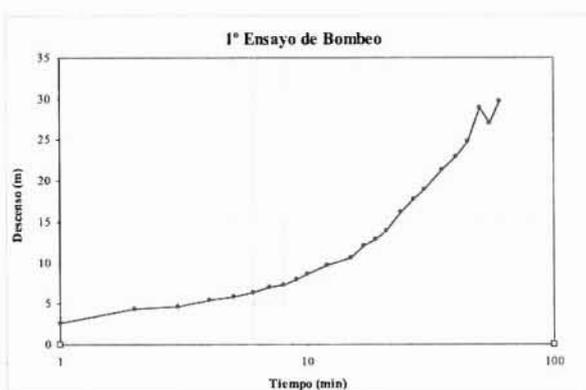


Figura 5

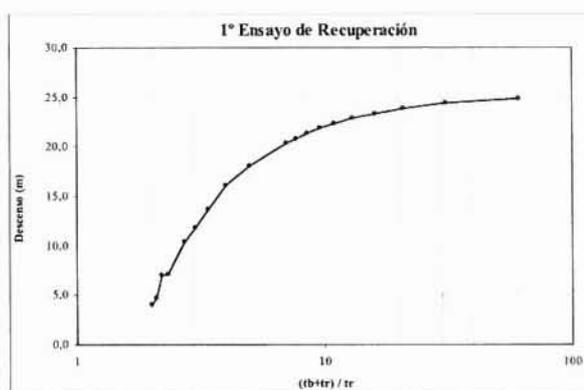


Figura 6

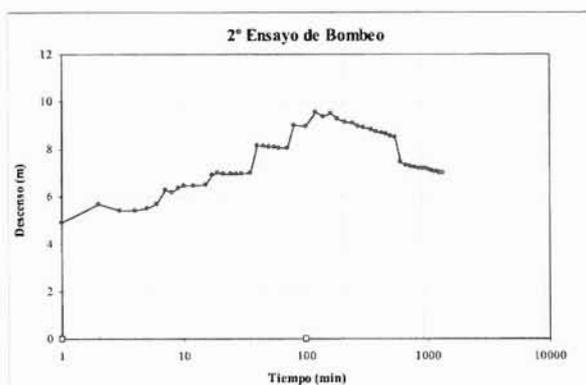


Figura 7

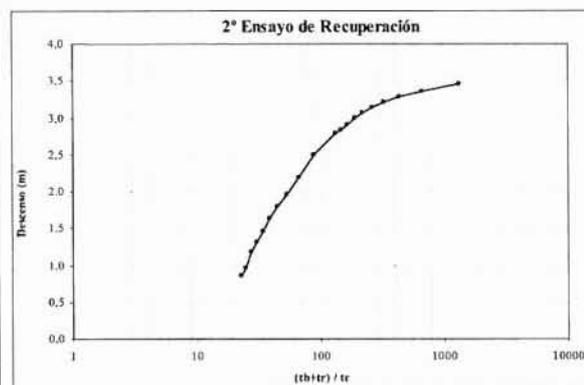


Figura 8

La curva de descensos-tiempo del bombeo del segundo ensayo no es coherente con un bombeo de caudal constante y sugiere que el pozo se ha desarrollado durante la prueba, comportándose a lo largo de la misma como si la transmisividad aumentase con el tiempo, lo que lo hace imposible de interpretar más allá de una simple evaluación de transmisividad mínima que justifica el descenso final de la prueba de bombeo.

Sí es posible interpretar ambas recuperaciones, así como el bombeo inicial de una hora de duración. La interpretación se ha efectuado mediante la aproximación logarítmica de Jacob, así como con el método directo, prueba-error, con la solución de Theis.

Aproximación logarítmica de Jacob

Sólo se ha efectuado en el primer ensayo, con una transmisividad de $0,3 \text{ m}^2/\text{día}$ (figura 9). En la figura 10 se representa el descenso simulado para este valor, adoptando el valor de $r^2.S$ que mejor calibración consigue.

El resultado obtenido es aparentemente satisfactorio. Sin embargo, hay que resaltar que con los parámetros obtenidos, el umbral de validez de la simplificación de Jacob es de 150 minutos.

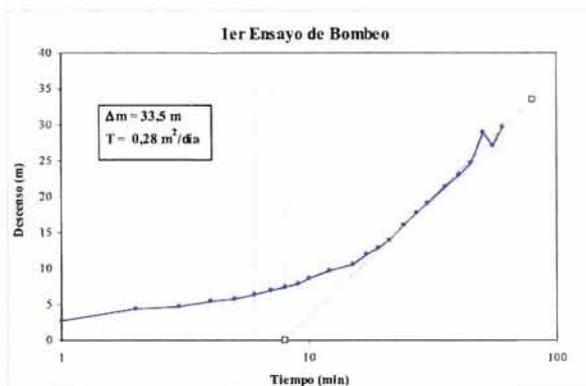


Figura 7

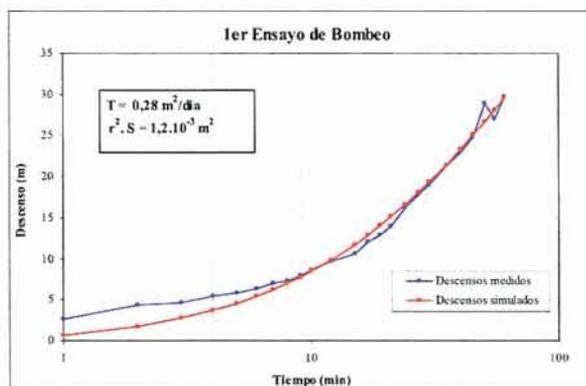


Figura 8

Método Recuperación de Theis

Los resultados difieren en un orden del primer al segundo ensayo, confirmando que el sondeo se ha desarrollado durante el bombeo. No obstante, en ningún caso la simulación con el valor de la transmisividad con este método es satisfactorio, posiblemente por que no se ha superado el umbral de validez de la aproximación logarítmica.

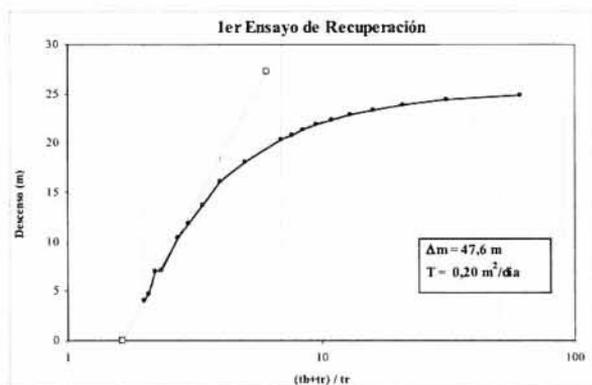


Figura 9

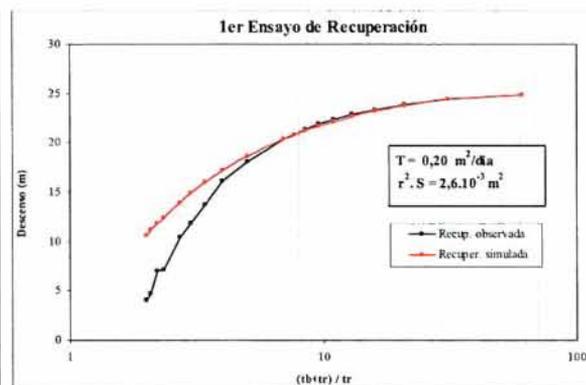


Figura 10

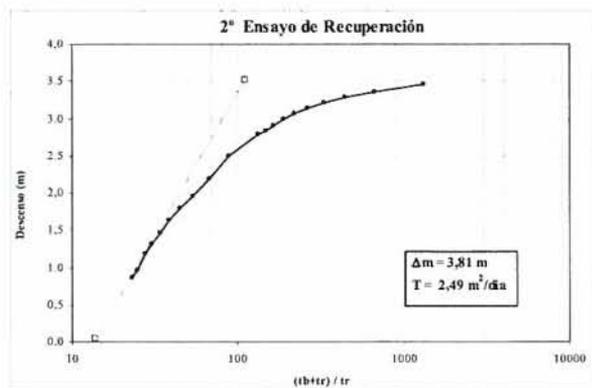


Figura 11

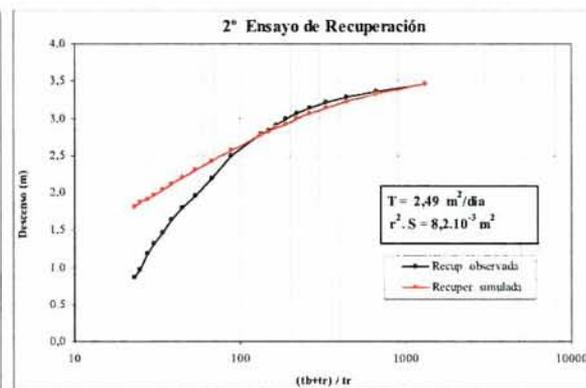


Figura 12

Método directo (Solución de Theis)

Para el primer ensayo de bombeo se consigue una buena calibración para valores de transmisividad en el rango de 0,59 a 0,72 m²/día y valor de r².S en el rango 10⁻⁷ m², que implica coeficientes de almacenamiento del orden de 10⁻⁵, propio de acuíferos confinados. Cabe resaltar que la curva simulada de la recuperación es superponible a la real, pero con un importante decalaje de 10 metros, que sugiere que existe un movimiento de fondo del nivel piezométrico, como ya sugería el déficit de recuperación detectado al final de la misma.

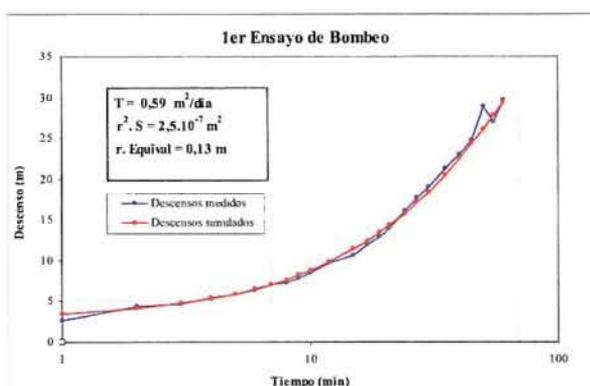


Figura 13

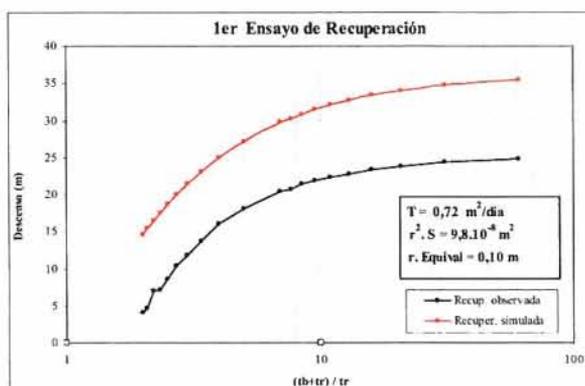


Figura 14

En el segundo ensayo se obtiene valores de la transmisividad un orden de magnitud superior, y de r².S en el rango 10⁻¹¹ m², muy inferior. La recuperación simulada es idéntica a la experimental (figura 15) pero con un desplazamiento de 1,9 metros. En la figura 16 muestra la perfecta superposición entre ambas curvas una vez corregido este desplazamiento.

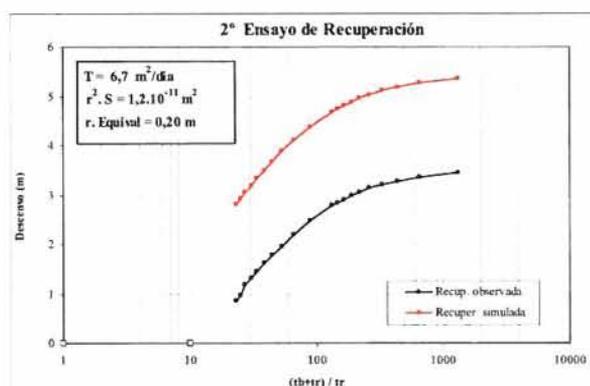


Figura 15

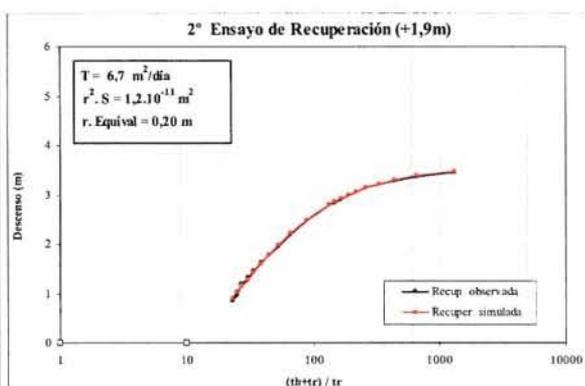


Figura 16

En ambos casos ha sido necesario admitir que existe un almacenamiento ajeno al coeficiente de almacenamiento del acuífero equivalente al almacenamiento en el pozo de bombeo si este tuviera un radio ligeramente superior al nominal.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro:

Ensayo	Método de interpretación	Transmisividad m ² /día	r ² .S m ²	Δ h m	R. Equiv. m
1er ensayo	Aprox Logarítmica de Jacob	0,28	--	33,50	--
	Aprox Logarítmica. Recuperación Theis	0,20	--	47,64	--
	Simulación bombeo (solución de Theis)	0,59	2,5E-07	--	0,13
	Simulación recuperación (solución de Theis)	0,72	9,8E-08	--	0,10
2º Ensayo	Aprox Logarítmica. Recuperación Theis	2,49	--	3,81	--
	Simulación recuperación (solución de Theis)	6,68	1,2E-11	--	0,20

Se estima que la interpretación más fiable es la correspondiente a la simulación de la recuperación mediante el método directo con la solución de Theis.

Transmisividad: 6,7 m²/día.
r².S: 1,2.10⁻¹¹ m².
R. equivalente: 0,20 m.

Cabe resaltar que existe numerosas combinaciones del valor de los parámetros (r².S y radio equivalente) que permiten calibraciones aceptables, por lo que ambos deben considerarse como simples parámetros de ajuste, cuyo valor es meramente orientativo y, por consiguiente, poco riguroso.

Este sondeo apoya la hipótesis de que la mayor parte del karst en el Pirineo se sitúa en zona vadosa. Numerosas evidencias indican que la incisión de la red de drenaje en los conostos pirenaicos ha profundizado tanto como la carstificación, por lo que a mayores profundidades que el nivel de base los acuíferos –los ríos– estos se comportan mayoritariamente como de flujo difuso con transmisividades media-bajas.



ANEXO N° 1

ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: **Campo (Huesca)**
Hoja MTN **31-10 (212) Campo**

N° de Inventario Pozo de bombeo: **3110-4-0023**
N° de Inventario Piezómetro: **-----**
Profundidad del sondeo: **102 m**
Nivel estático: **18,84 m**
Profundidad techo Fm. acuífera (m) **33 m**
Profundidad muro Fm acuífera (m) **96 m**
Longitud del filtro (Screen length) **33 m**
 ϕ perforación (annulus diameter) **220 mm**
 ϕ pantalla (casing diameter) **180 mm**

Coordenadas sondeo: **286385 4703841 800**
Coordenadas Piezómetro:
Distancia del piezómetro:
Toponimia./Ref.Catastral. **Polígono 3 Parcela 207**
Fecha ensayo: **15 de junio de 2007**
Bomba: **CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV**
Grupo : **DEUSCH 100KVA 150 CV**
Profundidad bomba: **87 m**

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
10:30	0	0	18,84	0,00			
10:31	0,60	1	21,50	2,66			Agua sucia (naranja)
10:32	0,60	2	23,18	4,34			
10:33	0,60	3	23,52	4,68			
10:34	0,60	4	24,31	5,47			
10:35	0,60	5	24,66	5,82			
10:36	0,60	6	25,26	6,42			Agua turbia (naranja)
10:37	0,60	7	25,84	7,00			
10:38	0,60	8	26,19	7,35			
10:39	0,60	9	26,74	7,90			
10:40	0,60	10	27,41	8,57			
10:42	0,60	12	28,52	9,68			
10:45	0,60	15	29,44	10,60			
10:47	0,60	17	30,84	12,00			Agua turbia (naranja)
10:49	0,60	19	31,73	12,89			
10:51	0,60	21	32,82	13,98			
10:54	0,60	24	34,97	16,13			
10:57	0,60	27	36,55	17,71			
11:00	0,60	30	37,87	19,03			
11:05	0,60	35	40,22	21,38			Agua turbia (naranja)
11:10	0,60	40	42,04	23,20			
11:15	0,60	45	44,00	25,16			
11:20	0,60	50	49,00	30,16			
11:25	0,60	55	46,70	27,86			
11:30	0,60	60	49,98	31,14			Se para el bombeo
11:31	0,00	61	44,16	25,32			Recuperación.
11:32	0,00	62	43,61	24,77			
11:33	0,00	63	42,97	24,13			
11:34	0,00	64	42,43	23,59			
11:35	0,00	65	41,87	23,03			
11:36	0,00	66	41,38	22,54			
11:37	0,00	67	40,83	21,99			
11:38	0,00	68	40,33	21,49			
11:39	0,00	69	39,68	20,84			
11:40	0,00	70	39,25	20,41			
11:45	0,00	75	36,95	18,11			
11:50	0,00	80	34,91	16,07			
11:55	0,00	85	32,57	13,73			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
12:00	0	90	30,65	11,81			
12:05	0	95	29,20	10,36			
12:10	0	100	27,50	8,66			
12:15	0	105	26,01	7,17			
12:20	0	110	25,80	6,96			
12:25	0	115	23,50	4,66			
12:30	0	120	22,87	4,03			
12:31	0	121	23,75	4,91			
12:32	0	122	24,50	5,66			Se reanuda el bombeo. Agua turbia (naranja)
12:33	0	123	24,25	5,41			
12:34	0	124	24,23	5,39			
12:35	0,20	125	24,34	5,50			
12:36	0,20	126	24,53	5,69			
12:37	0,20	127	25,13	6,29			
12:38	0,20	128	25,01	6,17			
12:39	0,20	129	25,22	6,38			
12:40	0,20	130	25,29	6,45			
12:42	0,20	132	25,29	6,45			
12:45	0,20	135	25,34	6,50			
12:47	0,20	137	25,73	6,89			
12:49	0,20	139	25,82	6,98			
12:51	0,20	141	25,80	6,96			Agua turbia (naranja)
12:54	0,20	144	25,79	6,95			
12:57	0,20	147	25,80	6,96			
13:00	0,20	150	25,80	6,96			
13:05	0,20	155	25,85	7,01			
13:10	0,20	160	26,96	8,12			
13:15	0,20	165	26,97	8,13			
13:20	0	170	26,92	8,08			
13:25	0	175	26,91	8,07			
13:30	0	180	26,87	8,03			Agua turbia. Cond: 346 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pH: 8.7 T ^o 13 ^o C
13:40	0	190	26,90	8,06			
13:50	0	200	27,83	8,99			
14:10	0	220	27,80	8,96			
14:30	0	240	28,40	9,56			Agua turbia (naranja)
14:50	0	260	28,20	9,36			
15:10	0	280	28,32	9,48			
15:30	0	300	28,12	9,28			
16:00	0	330	27,97	9,13			
16:30	0	360	27,93	9,09			MUESTRA 1. Cond: 340 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pH: 8.7 T ^o 13 ^o C
17:00	0	390	27,81	8,97			
17:30	0	420	27,73	8,89			
18:10	0	460	27,65	8,81			
18:50	0	500	27,59	8,75			
19:30	0	540	27,52	8,68			
20:10	0	580	27,46	8,62			
20:50	0	620	27,39	8,55			
21:30	0	660	27,32	8,48			
22:30	0,20	720	26,28	7,44			MUESTRA 2. Cond: 331 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pH: 8.2 T ^o 13 ^o C
23:30	0,20	780	26,14	7,30			
0:30	0,20	840	26,12	7,28			
1:30	0,20	900	26,08	7,24			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
2:30	0	960	26,01	7,17			
3:30	0	1020	26,03	7,19			
4:30	0	1080	26,01	7,17			
5:30	0	1140	25,97	7,13			
6:30	0	1200	25,93	7,09			
7:30	0	1260	25,90	7,06			
8:30	0	1320	25,87	7,03			
9:30	0	1380	25,85	7,01			
10:30	0	1440	25,83	6,99			MUESTRA 3. Cond: 250 μ S/cm Tª 12º C
10:31	0	1441	22,30	3,46			
10:32	0	1442	22,20	3,36			
10:33	0	1443	22,12	3,28			
10:34	0	1444	22,05	3,21			
10:35	0	1445	21,98	3,14			
10:36	0	1446	21,90	3,06			
10:37	0	1447	21,83	2,99			
10:38	0	1448	21,74	2,90			
10:39	0	1449	21,67	2,83			
10:40	0	1450	21,63	2,79			
10:45	0	1455	21,33	2,49			
10:50	0	1460	21,03	2,19			
10:55	0	1465	20,79	1,95			
11:00	0	1470	20,63	1,79			
11:05	0	1475	20,47	1,63			
11:10	0	1480	20,30	1,46			
11:15	0	1485	20,16	1,32			
11:20	0	1490	20,02	1,18			
11:25	0	1495	19,81	0,97			
11:30	0	1500	19,70	0,86			

ANEJO 5

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS



CAASA
CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS S.A.

E C
ENSAYOS
Nº 486 / LE1065

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 00003864

Solicitado por:	CONTROL Y GEDLOGIA, S.A. (CYGSA) BALTASAR GRACIAN Nº 11 1º CENTRO 50005 ZARAGOZA	
Denominación de la muestra:	CAMPO MMA	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 00003502

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 09/03/2007

Fecha recepción: 28/03/2007

Inicio análisis: 28/03/2007

Fin análisis: 17/04/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
•ANHIDRIDO SILICICO	4,20 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SIL1)
•BICARBONATOS	182,43 mg/l	Acidimetría, con amoníaco de mercurio (PIE-ALCA)
•BORO	0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
•CALCIO	53,72 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
•CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
•CLORUROS	15,13 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	407 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,23 mg P-PO4 ³⁻ /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
•HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
•HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
•MAGNESIO	7,55 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
•MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
•NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
•NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,81 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
•POTASIO	0,96 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SODIO	5,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SULFATOS	31,15 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.

Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

Las muestras tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013), incluido en el alcance de esta acreditación.

Los ensayos marcados en este informe (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.

19 de abril de 2007

Fdo: Susana Avilés Espiñero
Lda. en Ciencias Químicas
Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

Avda. Europa s/n Pol. Ind. Base 2000, 30564 LORQUÍ (Murcia) Tel. 968 663 711 Fax: 968 650 691 e-mail: caasa@caasa-lab.com web: www.caasa-lab.com
Insc. Reg. Merc. de Murcia, Hoja 939, Folio 146, Libro 56, Sec. 3ª, Ins. 1ª - C.I.F. A-30020192



CAASA
CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOSMACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	15,13	0,43	10,46
SULFATOS	31,15	0,65	15,89
BICARBONATOS	182,43	2,99	73,28
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,93	0,02	0,37
SODIO	5,02	0,22	6,16
MAGNESIO	7,55	0,62	17,53
CALCIO	53,72	2,68	75,62
POTASIO	0,96	0,02	0,69

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	301,43 mg/l
CO2 libre	4,50 mg/l
Dureza total	16,52 °Francés
Dureza total	165,23 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	15,69 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	149,62 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	149,62 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,36
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,07
rNa/rK	8,89
rNa/rCa	0,08
rCa/rMg	4,31
$rCl/rHCO_3$	0,14
rSO_4/rCl	1,52
rMg/rCa	0,23
i.c.b.	0,43
i.d.d.	0,05

Nº Registro: 3502



CAASA
CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS S.A.

E C
ENSAYOS
Nº 486 / LE1065

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000005893

Solicitado por

CONTROL Y GEOLOGIA, S.A. (CYGSA)
PASEO ROSALES, Nº 26 - PLANTA 1ª - OF. Nº 6 - ESC. 4 50008 ZARAGOZA ()

Denominación de la muestra:

CAMPO (24 HORAS)

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000005618

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 16/06/2007

Fecha recepción: 25/06/2007

Inicio análisis: 25/06/2007

Fin análisis: 02/07/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	3,76 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	186,10 mg/l	Acidimetría con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	70,16 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con ferrioxalato (PIE-ALCA)
*CLORUROS	18,22 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	306 µS/cm	Electrónica (PIE-COND)
FOSFATOS	0,10 mg P-PCO4 ³⁻ /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	3,12 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrofotometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	8,14 ud. de pH	Electrónica (PIE-PH)
*POTASIO	0,41 mg/l	Espectrofotometría de absorción atómica en llama (PIE-KAA)
*SODIO	5,28 mg/l	Espectrofotometría de absorción atómica en llama (PIE-NaAA)
*SULFATOS	17,15 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

El presente informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.

Los procedimientos contemplados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

Las muestras analizadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y complementos (IO 013), incluida en el alcance de esta acreditación.

Los ensayos marcados en este informe () no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.*

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000

3 de julio de 2007

Fdo., Susana Avilés Espinosa
Icda. en Ciencias Químicas
Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOSMACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	18,22	0,51	13,09
SULFATOS	17,15	0,36	9,09
BICARBONATOS	186,10	3,05	77,67
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,38	0,01	0,15
SODIO	5,28	0,23	5,74
MAGNESIO	3,12	0,26	6,42
CALCIO	70,16	3,50	87,57
POTASIO	0,41	0,01	0,26

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	304,72 mg/l
CO2 libre	2,16 mg/l
Dureza total	18,80 °Francés
Dureza total	188,04 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	35,49 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	152,63 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	152,63 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,29
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,06
rNa/rK	21,90
rNa/rCa	0,07
rCa/rMg	13,64
$rCl/rHCO_3$	0,17
rSO_4/rCl	0,69
rMg/rCa	0,07
i.c.b.	0,53
i.d.d.	0,08

Nº Registro: 5618

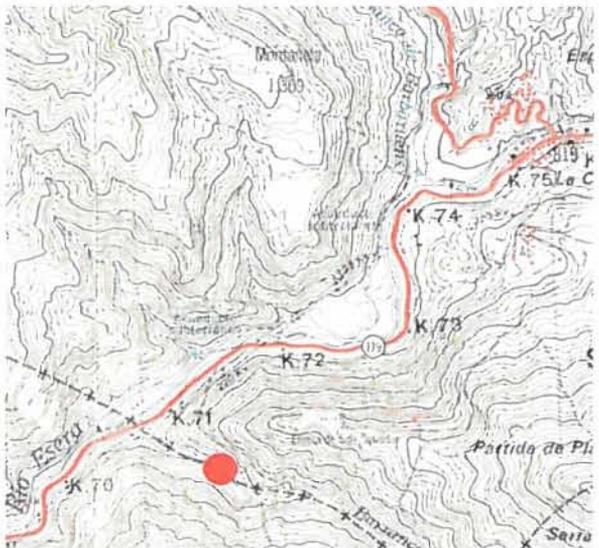
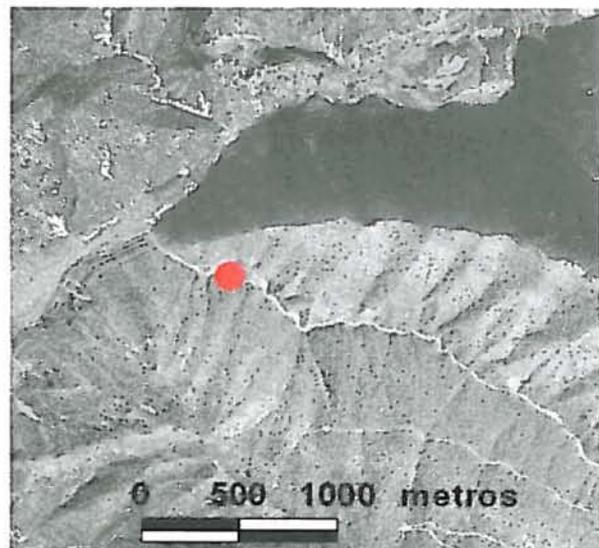
ANEJO 6
FICHA IPA Y FICHA MMA

FICHA DE PIEZÓMETRO

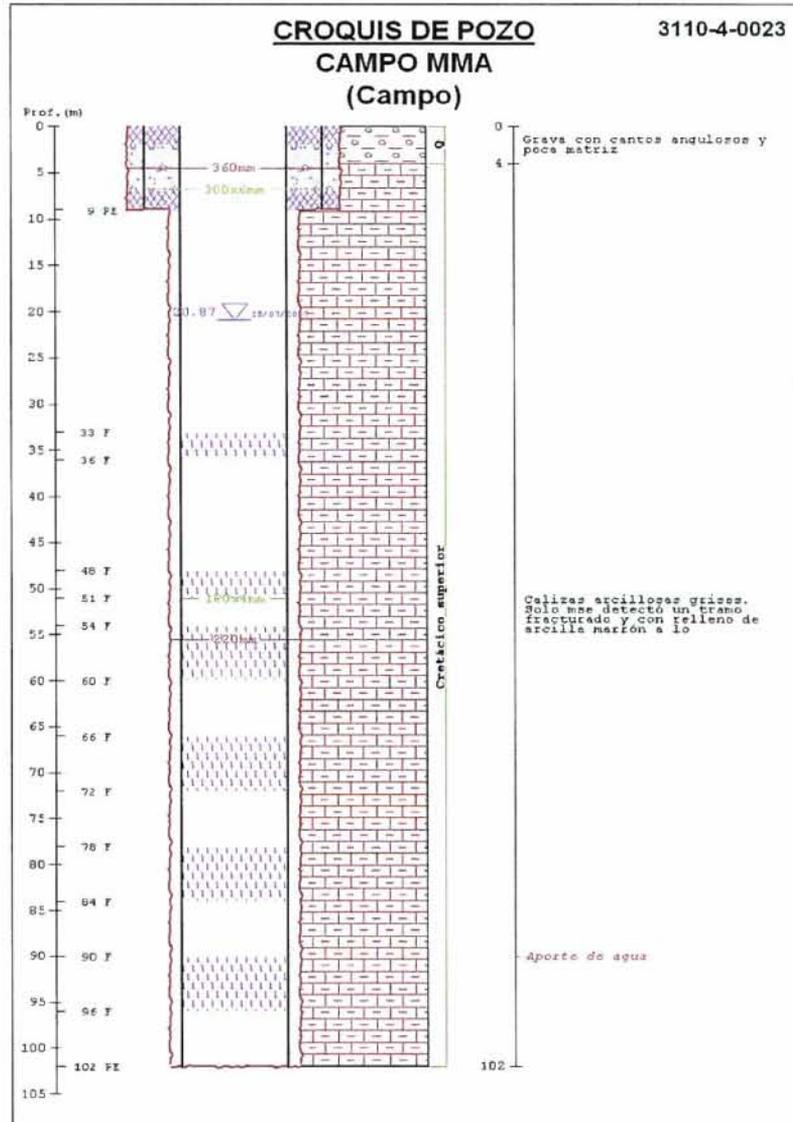
TOPONIMIA		CAMPO MMA		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.302.003	
CÓDIGO IPA		311040023	Nº MTN 1:50.000 3110	MUNICIPIO CAMPO		PROVINCIA HUESCA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA SUBTERRÁNEA		37 COTIELLA TURBÓN					
U. HIDROGEOLÓGICA		302 Cotiella Turbón					
ACUÍFERO(S)		37-03 Cretácico superior					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	779766	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4706181					
COTA DEL SUELO msnm	Z	800	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		3	PARCELA		90014		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Dominio público hidráulico / Ayuntamiento de Campo					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO												
METODO	Rotación a circulación inversa			PROFUNDIDAD DEL SONDEO				170 m		EMPAQUE		Si
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION		
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA	
0	9	360	0	9	300	Metálica	33	36	Puentecillo	0	2	
9	102	220	0	102	180	Metálica	48	51	Puentecillo	7	9	
							54	60	Puentecillo			
							66	72	Puentecillo			
							78	84	Puentecillo			
							90	96	Puentecillo			

HISTORIA		
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS
ORGANISMO		

LOCALIZACIÓN	
MAPA TOPOGRÁFICO 1.50.000	FOTO AÉREA
	

CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE



FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		CAMPO MMA		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.302.003	
CÓDIGO IPA		311040023	Nº MTN 1:50.000 3110	MUNICIPIO CAMPO		PROVINCIA HUESCA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA SUBTERRÁNEA		37 COTIELLA TURBÓN					
U. HIDROGEOLOGÍCA		302 Cotiella Turbón					
ACUÍFERO(S)		37-03 Cretácico superior					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	779766	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4706181					
COTA DEL SUELO msnm	Z	800	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		3		PARCELA		90014	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Dominio público hidráulico / Ayuntamiento de Campo					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO	Rotación a circulación inversa			PROFUNDIDAD DEL SONDEO				170 m		EMPAQUE		Si	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	9	360	0	9	300	Metálica	33	36	Puentecillo	0	2		
9	102	220	0	102	180	Metálica	48	51	Puentecillo	7	9		
							54	60	Puentecillo				
							66	72	Puentecillo				
							78	84	Puentecillo				
							90	96	Puentecillo				

HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO			

LOCALIZACIÓN

MAPA TOPOGRÁFICO 1.50.000

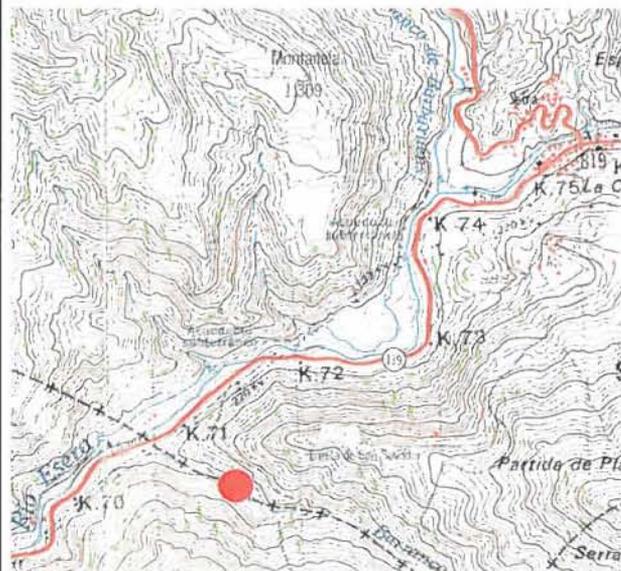
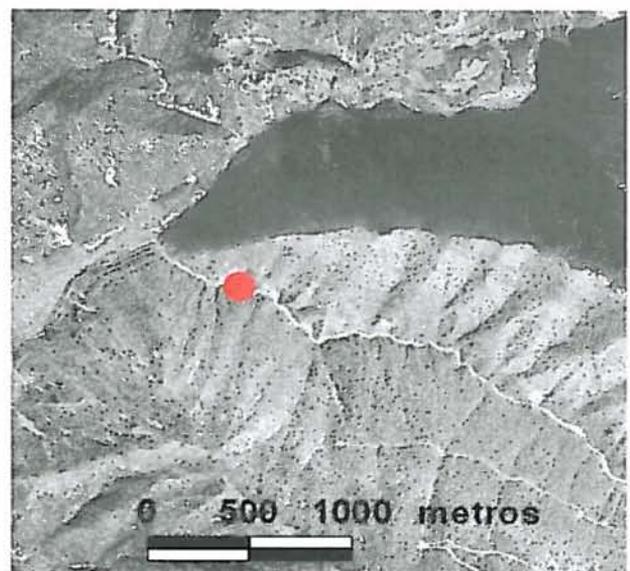
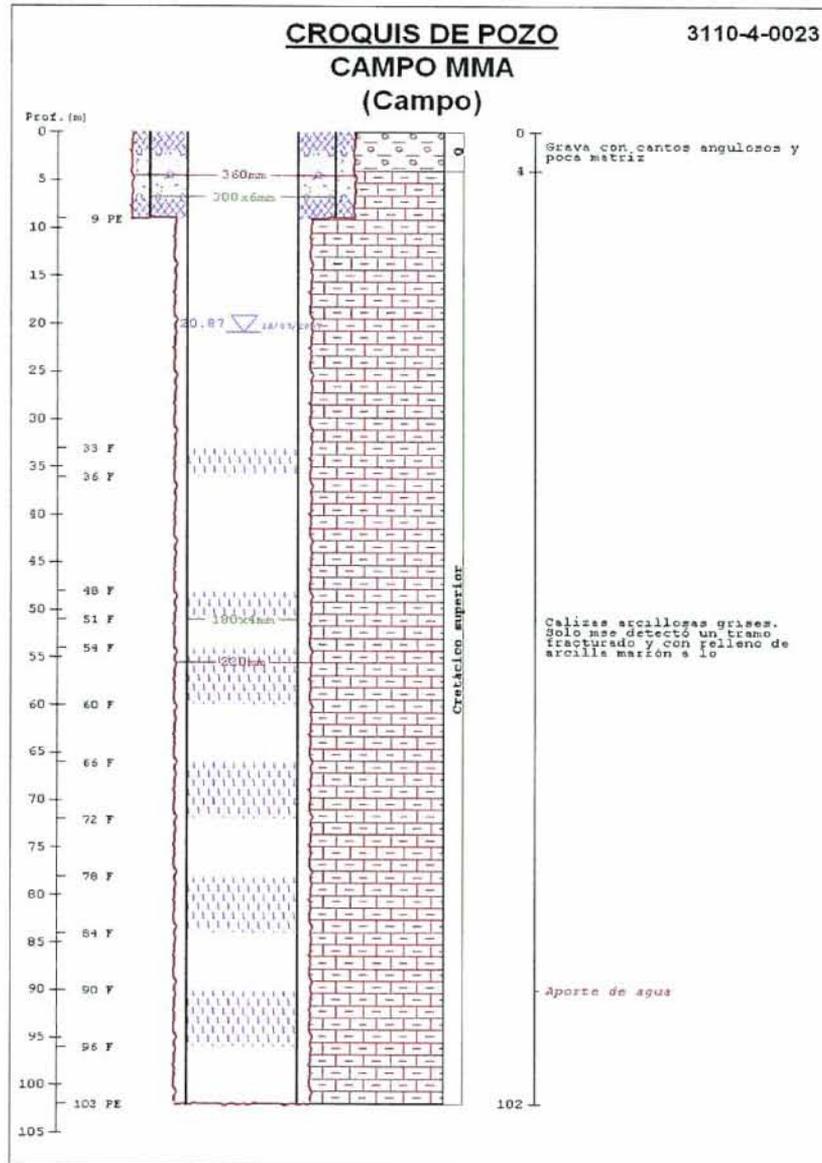


FOTO AÉREA



CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

