



INFORME PIEZÓMETRO DE FORADADA DE TOSCAR: 09.302.03



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

Sondeo ubicado al SE del desfiladero de Campo por el que el río Ésera atraviesa un extenso afloramiento de Calizas del Paleoceno. Apenas existe información piezométrica relevante de esta masa de agua subterránea diferente a las cotas de descarga natural. El funcionamiento hidrogeológico se inscribe en un marco conceptual de acuíferos cársticos de tipo s.s. de alta montaña, con carácter libre y fuerte control topográfico. Existe cierto divorcio entre las divisorias hidrográficas e hidrogeológicas de cuencas adyacentes en los sistemas cársticos más desarrollados, comprobado mediante ensayos con trazadores en el caso del entorno del pico de Cotiella.

El sondeo se emplaza sobre las calizas con alveolinas del acuífero 37.04 Eoceno (Ilerdiense) y parece encontrarse en una zona de tránsito hacia la descarga en el río Ésera.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a unos 6,5 km al SE del municipio de Foradada de Toscar.

A este emplazamiento se accede desde la N-260, dirección Campo. Al llegar a Morillo de Liena se coge un camino asfaltado a la derecha dirección Bacamorta. A unos 700m, nada más pasar el cementerio, aparece un camino de tierra a mano izquierda, hay que coger este camino y continuar aproximadamente 1 km. Las coordenadas UTM del punto son:

X= 780.975 Y= 4.697.617 Z= 750 msnm



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

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

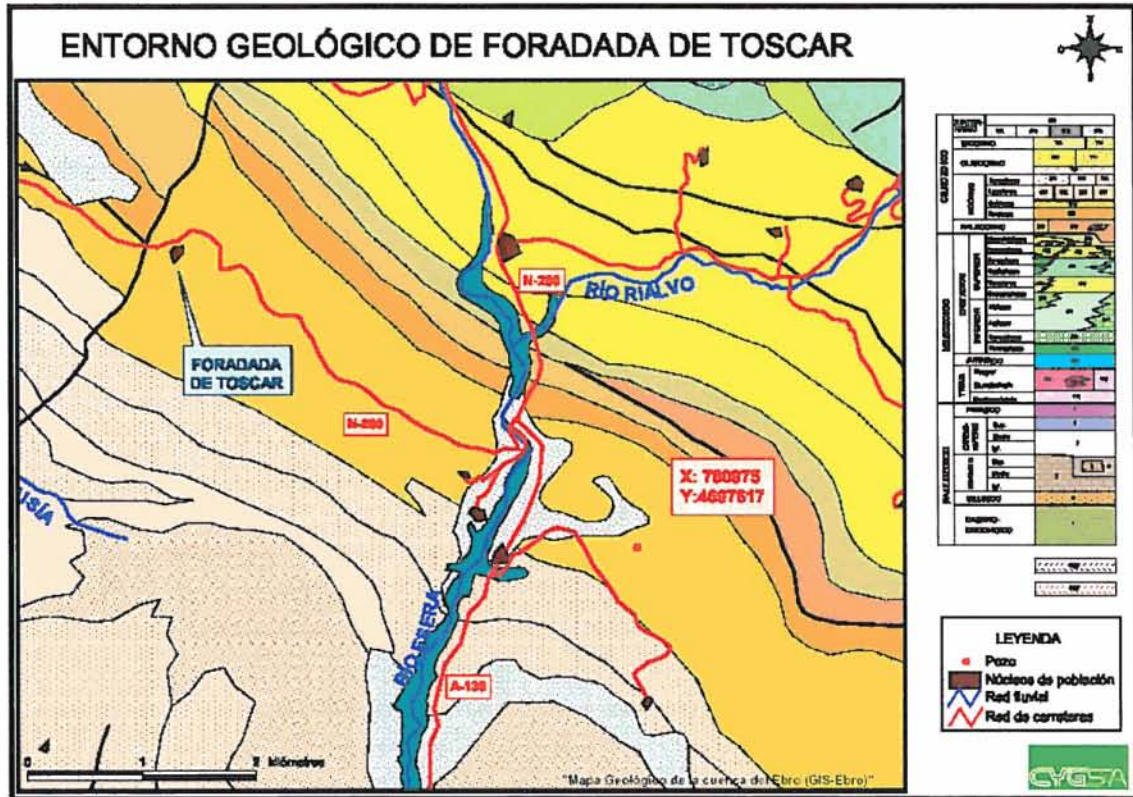


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Foradada de Toscar

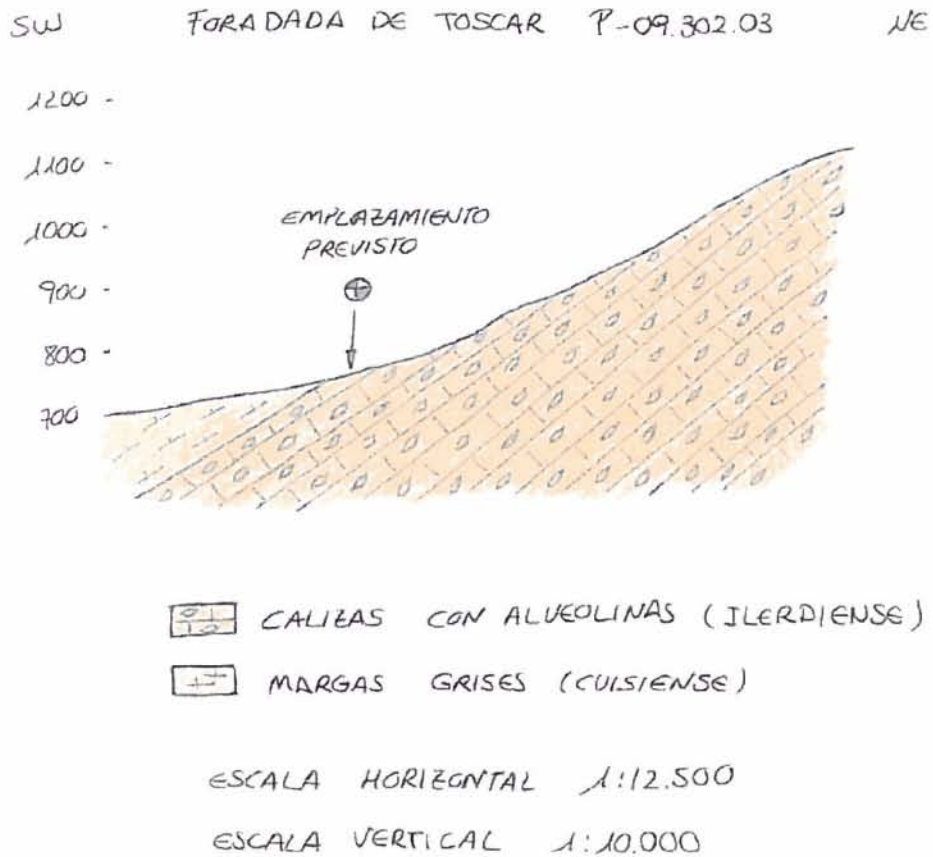
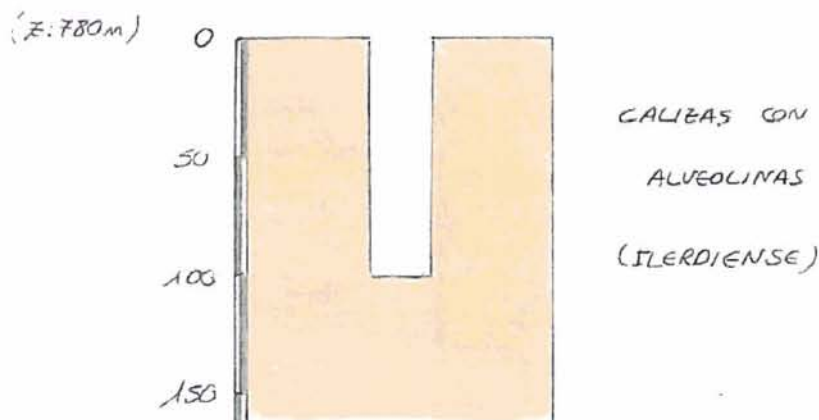


Figura 3. Corte geológico para el piezómetro de Foradada de Toscar



* SE HA BAJADO EL CONTACTO ENTRE LAS MARGAS GRISES Y LAS CALIZAS CON ALVEOLINAS HACIA EL SW POR NO CORRESPONDERSE CON EL CONTACTO EN CAMPO.

Figura 3A. Columna litológica prevista para el piezómetro de Foradada de Toscar

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 con alveolinas del Ilerdiense.

El acuífero de la masa de agua 090.037 es un acuífero libre de 827,7 km² de superficie. Los materiales acuíferos más importantes de esta masa de agua 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 Ilerdiense (40-60 m) y conglomerados y areniscas del Oligoceno. La recarga de la masa se produce por infiltración de la precipitación. La descarga de la masa se da fundamentalmente a los ríos Cinca, Ésera, Isábena y Noguera Ribagorzana. Las descargas más significativas de las calizas con alveolinas del Ilerdiense son: Congosto de Las Devotas (Cinca) nº IPA 310950013, a una cota de 745 m.s.n.m.; Congosto de Obarra nº IPA 321060004, a una cota de 1168 m.s.n.m.

El piezómetro se encuentra situado sobre las calizas con alveolinas del Ilerdiense, que son el acuífero a controlar. Los materiales se encuentran buzando unos 40º hacia el sur.

(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 una sonda ROTAGUA 1300 y un compresor INGERSOLL – RAND 1070.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 20 de julio de 2005 a las 16:10 horas y se terminó el 22 de julio de 2005 a las 16:50 horas.

Se realizó un emboquille de 15 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Desde los 15 m hasta los 156 m de profundidad del sondeo se perforará con el martillo de 220 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 de la perforación es de unos 15-20 m/h. El nivel es detectado entre los 23 y 25 m de profundidad.

(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 atravesada:

0-9 m	Calizas bioclásticas marrones (bioespartitas) con restos fósiles de orbitolinas y grandes bivalvos con calizas biomicríticas grises.
9-14 m	Calizas bioclásticas. Marrones y grises con intercalaciones limoarcillosas marrones.
14-24 m	Margas marrones grises con intercalaciones de calcarenitas.
24-60 m	Margas grises muy plásticas con intercalaciones de caliza micrítica gris y margocalizas grises.
60-156 m	Calizas margosas grises y calizas bioclásticas beiges con alveolinas.

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.

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

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realizó el día 22 de julio de 2005. 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 148 metros de profundidad. Se detectaron aportes de agua en el metro 55, del metro 75 al 80 y, otro aporte muy claro en el metro 113.

El sondeo está desviado unos 3 grados hacia el NE.

El nivel estaba situado en 44 metros de profundidad.

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 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
0-15	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-54	180	4	Acero al carbono	Ciega
54-60	180	4	Acero al carbono	Puente
60-78	180	4	Acero al carbono	Ciega
78-84	180	4	Acero al carbono	Puente
84-108	180	4	Acero al carbono	Ciega
108-114	180	4	Acero al carbono	Puente
114-156	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.

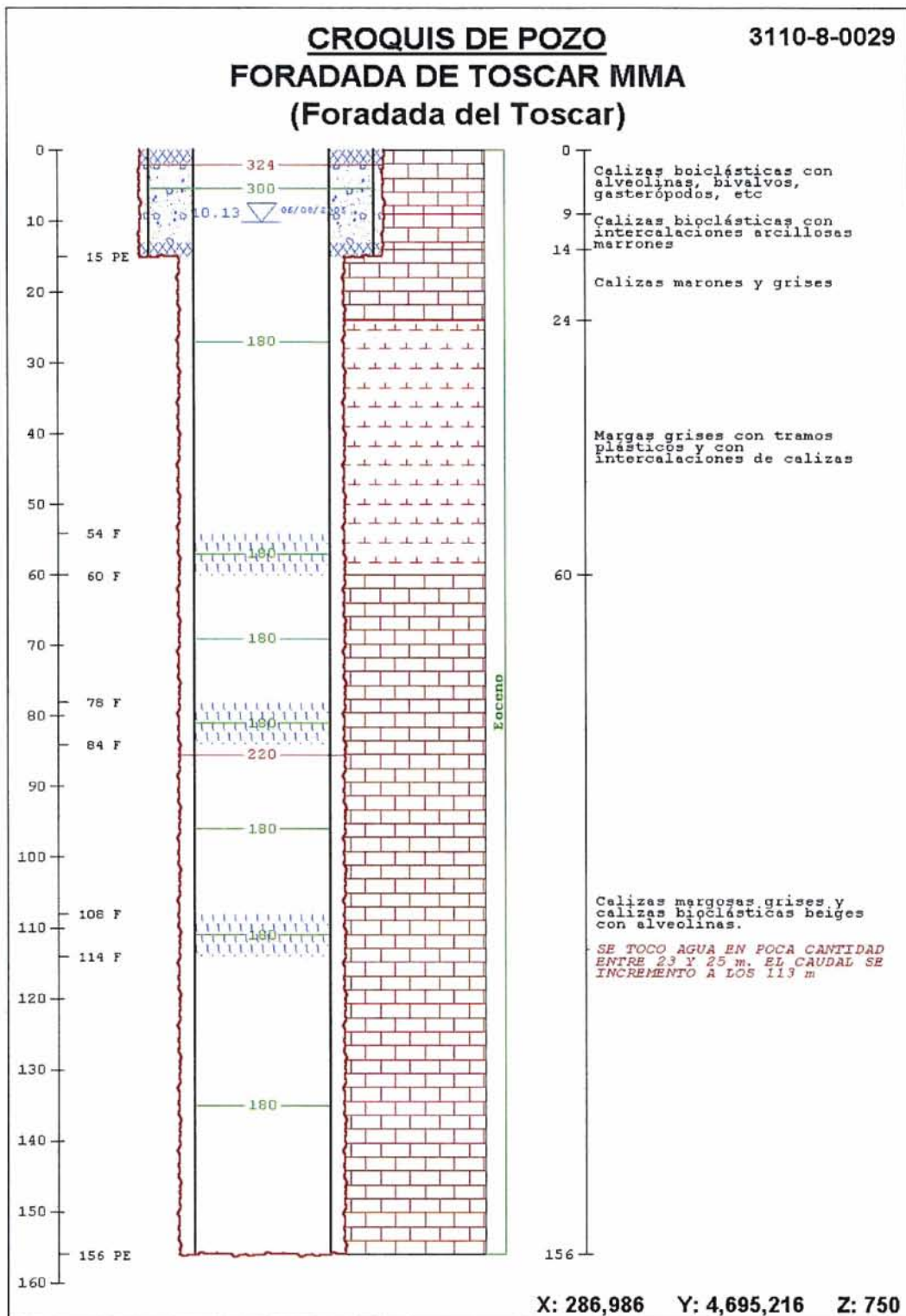


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado en esta zona lo constituyen las calizas con alveolinas, de edad Ilerdiense.

Se comenzó a registrar humedad a los 18 metros de profundidad y apareció agua sobre los 23-25 metros de profundidad. El caudal aportado por este nivel es escaso (0,5 l/s). A los 113 metros de profundidad el caudal se incrementó a unos 2 l/s.

Tabla 3, Datos mensuales de nivel medidos hasta el ensayo de bombeo:

Fecha	Nivel (metros)
06/08/2005	10,13
08/09/2005	10,28
14/10/2005	10,24
01/11/2005	9,96
11/12/2005	9,82
06/01/2006	10,06

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 21 y 22 de noviembre de 2005 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El nivel estático inicial se situó en 11,26 m y la profundidad de la aspiración fue de 132,50 m. El primer escalón duró 9 minutos, no se pudo medir el caudal y el descenso del nivel fue de 35,97 m. El segundo escalón duró 50 minutos, el caudal extraído fue de 1,5 l/s y el descenso del nivel, respecto al primer escalón fue de 49,97 m. El tercer y último escalón duró los 1380 minutos restantes. El caudal medio fue de 0,7 l/s y el descenso del nivel respecto al escalón anterior fue de -11,46 metros. El descenso total del nivel fue de 74,48 m. En ningún momento llegó a estabilizar el nivel.

El agua no empezó a aclarar hasta las 18 horas de bombeo. La conductividad media del agua, medida in situ, durante el ensayo fue de 1600-1675 $\mu\text{S/cm}$, el pH de 9,2-9,5 y la temperatura varió entre 13 y 20° C. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una a las 12 horas de bombeo y otra 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. En ese tiempo el nivel pasó del metro 85,74 al metro 46,86. 17 horas y 45 minutos después, el descenso residual del nivel fue de 28,13 metros.

Tabla 4, Resumen de la tabla de datos del ensayo de bombeo:

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	11,26	0,00	0,00
1	25,11	13,85	--
2	25,54	14,28	--
5	31,00	19,74	--
10	47,34	36,08	1,5
30	72,50	61,24	1,5
60	97,20	85,94	1,5
70	97,52	86,26	0,7
80	96,45	85,19	0,7
100	94,83	83,57	0,7
140	93,90	82,64	0,7
180	90,18	78,92	0,7
300	83,51	72,25	0,7
500	75,33	64,07	0,7
720	63,11	51,85	0,7
840	58,18	46,92	0,7
960	62,91	51,65	0,7
1080	65,80	54,54	0,7
1200	71,78	60,52	0,7

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
1440	85,74	74,48	0,7
1441	74,34	63,08	0,00
1442	71,25	59,99	0,00
1445	68,69	57,43	0,00
1450	64,44	53,18	0,00
1460	56,02	44,76	0,00
1480	48,49	37,23	0,00
1500	46,86	35,60	0,00
2565	39,39	28,13	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 3 muestras de agua, para su posterior análisis, procedentes de las siguientes fases de la obra:

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación. (Conductividad: 1782 $\mu\text{S/cm}$, pH: 9,92.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 1611 $\mu\text{S/cm}$, pH: 8,98.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 1557 $\mu\text{S/cm}$, pH: 9,18.)

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 ALTA (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 BLANDA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA – SÓDICA (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, excepto el amonio total. Los fosfatos, en el análisis de la muestra de agua tomada durante la limpieza, también superan los valores

habituales en aguas subterráneas (según Custodio y Llamas, ed. 1996). Los demás indicadores de contaminación se encuentran dentro del rango habitual.

Respecto a los valores habituales y de referencia de los iones mayoritarios en aguas subterráneas (datos según Custodio y Llamas, ed. 1996), se sobrepasa el contenido en sulfatos (mayor a los 250 mg/l establecido en la legislación vigente), el contenido en sodio (muy superior a los 200 mg/l) y el contenido en bicarbonatos de algunas muestras (supera los 350 mg/l).

Tabla 5. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Agua de limpieza	Muestra 2 Ensayo de bombeo	Muestra 3 Ensayo de bombeo
Cloruros	99,64 mg/l	102,91 mg/l	92,69 mg/l
Sulfatos	418,00 mg/l	243,10 mg/l	219,00 mg/l
Bicarbonatos	239,47 mg/l	547,90 mg/l	441,33 mg/l
Carbonatos	191,12 mg/l	86,31 mg/l	120,84 mg/l
Nitratos	1,77 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Sodio	376,39 mg/l	385,02 mg/l	390,63 mg/l
Magnesio	0,44 mg/l	1,23 mg/l	1,45 mg/l
Calcio	1,29 mg/l	1,10 mg/l	1,10 mg/l
Potasio	29,37 mg/l	2,08mg/l	0,87 mg/l
Nitritos	0,00 mg/l	0,07 mg/l	0,02 mg/l
Amonio	0,46 mg/l	0,55 mg/l	0,64 mg/l
Boro	1,32 mg/l	1,72 mg/l	1,58 mg/l
Fosfato	8,40 mg/l	0,52 mg/l	0,45 mg/l
Anhídrido Fosfórico	0,00 mg/l		
Anhídrido Silícico	37,46 mg/l	7,46 mg/l	8,47 mg/l
Hierro	22,55 mg/l	0,50 mg/l	0,56 mg/l
Manganeso	0,00 mg/l	0,29 mg/l	0,06 mg/l

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Foradada de Toscar con el objeto de sustituir el piezómetro existente actualmente en la red para 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 156 m. Los acuíferos atravesados están constituidos por calizas con alveolinas, de edad Ilerdiense. El nivel estático se sitúa entre los 9 metros y los 11 metros.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 0,7 l/s.

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

ANEJO 0

REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

PIEZÓMETRO: 09 302 03
PROVINCIA: HUESCA
MUNICIPIO: FORADADA DE TOSCAR

Visita al campo el 29 de diciembre de 2004. Se habla con el secretario D. Fernando Zapater y se le entrega un modelo de solicitud de disponibilidad de terrenos. El objetivo hidrogeológico es el Paleoceno-Ilerdiense. Al punto propuesto en proyecto 1 no se puede acceder ya que actualmente hay un túnel. Se busca una ubicación alternativa.

ACCESOS

Al llegar a Morillo de Liena tomar una entrada al pueblo a la altura del bar "El Mesón" y continuar por el camino paralelo a la carretera (hacia el N). Coger el camino asfaltado en dirección a Bacamorta. A unos 700m, nada más pasar el cementerio, aparece un camino de tierra a mano izquierda, cogerlo y continuar 1km. Después, tomar una pista a la izquierda y avanzar unos 20m.

Las coordenadas son:

X: 286973

Y: 4695300

Z: 755m



PERFORACIÓN

El emplazamiento se ubica sobre las Calizas con Alveolinas del Ilerdiense. La profundidad prevista es de unos 100m.

PERMISOS

Dado que se trata de Monte Comunal únicamente hay que pedir permiso al ayuntamiento de Foradada de Toscar.

Ayuntamiento de Foradada de Toscar
C/ San Sebastián s/n
22462 - Morillo de Liena (Huesca)

Alcalde D. Marcos Pons Campo
Teléfono: 699 055 851

Secretario: D. Fernando Zapater
Está en el ayuntamiento de Foradada de Toscar los martes y viernes. Teléfono del ayuntamiento de Foradada de Toscar: 974 550 220.
Los miércoles está en el ayuntamiento de Santa Liestra. Teléfono del ayuntamiento de Santa Liestra: 974 541 047.

D. Joaquín Senz Larramona
FORADADA DE TOSCAR (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 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 03 en el punto con coordenadas X: 286982, Y: 4695217, dentro de una parcela de mi propiedad, restaurando la parcela a su estado anterior a las obras.
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 Foradada de Toscar, a 20 deJULIO..... de 2005



Fdo: D. Joaquín Senz Larramona

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

AYUNTAMIENTO
de
FORADADA DE TOSCAR (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 ~~22~~ de ~~FEBRERO~~ de 2005, 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 03 en terreno público de este municipio, en el paraje "Monte Tisonera", polígono 1 – parcela 400.
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 Foradada de Toscar, a ~~22~~ de ~~FEBRERO~~ de 2005



EL ALCALDE


Ddo: D. Marcos Pons Campo

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

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: 20/7/05	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.302.03	POBLACIÓN: FORADADA DE TOSCAR	PROF.: 150 m.
<u>PERFORACIÓN</u>		
INICIO: 20/07/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 315 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Se han reaparado los dos pinchazos del camión de la máquina de perforación por lo que hoy por la mañana inicia el traslado elegido en término municipal de Foradada de Toscar.

Al llegar al emplazamiento elegido, surge un problema imprevisto y detectado por el jefe de obra, Sergio Yeste debido a que, al ir al ayuntamiento a solicitar información sobre quien podría suministrar una cuba de agua, le ha acompañado un concejal al punto de perforación, del que tenemos el correspondiente permiso y, al llegar al sitio, le ha comentado que la parcela NO ES MUNICIPAL, sino que el Monte Comunal se sitúa más al Norte por lo que en el permiso está equivocada la titularidad de dicha parcela. Ante esta circunstancia, nos ayudan a localizar al propietario que también nos acompaña al emplazamiento. Este señor nos indica que no tiene ningún problema en cedernos un sobreancho en el mismo entorno del emplazamiento pero 15 metros más bajo para evitar una pista de 20 metros en muy mal estado. Ante este amable ofrecimiento, le indico las condiciones requeridas para el permiso: cesión de 1 m2 durante 30 años prorrogables a su término, limitación de un perímetro de 100 metros alrededor del pozo para cualquier explotación y firma del correspondiente permiso. D.Joaquín Senz Larramona, se muestra conforme y casi a continuación, nos firma el correspondiente permiso.

El equipo de perforación inicia su preparación al mediodía finalizando su jornada a las 21:00 horas.

El emplazamiento se sitúa a escasos 20 metros del punto original (X: 28 69 82 Y: 4 695 217). Se perfora directamente sobre las calizas bioclásticas eocenas con abundantes restos de orbitolinas y bivalvos de gran tamaño.

Dada la buena calidad de la roca aflorante, sólo se ha perforado un emboquille de 6 metros al que se le ha colocado una tubería de 6 metros.

Se ha alcanzado al final de la jornada, la profundidad de 18 metros.



Primeros metros de perforación.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana.



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: 20/07/05	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.302.03	POBLACIÓN: FORADADA DE TOSCAR (Hu)	PROF.: 150 m.
PERFORACIÓN		
INICIO: 20/07/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 315 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 20 m/hora (con 220 mm)		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Se reanuda la perforación con 18 metros perforados. Después de terminar de picar la primera barra, se observa como el emboquille de 6 metros no es suficiente por lo que se decide ampliarlo. Se emplea toda la mañana (hasta las 16:00 horas) para reperforar hasta 15 metros y colocar la tubería de revestimiento de 300 mm. Las dificultades han surgido debido a la existencia de intercalaciones margosas entre las calizas del ilardiense.

Por la tarde se reanuda la perforación con buen ritmo, se perfora una serie margosa y calcarea.

Se corta nivel entre los 23 y 25 metros con un caudal débil (0,25 l/sg).

La visita se termina a las 19:00 con 53 metros perforados.

La serie atravesada es la siguiente:

0-9 metros. Calizas bioclásticas marrones (bioesparitas) con restos fósiles de orbitolinas y grandes bivalvos con calizas biomicríticas grises.

9-14 metros. Calizas bioclásticas marrones y grises con intercalaciones limoarcillosas marrones.

14 – 24 metros. Margas marrones grises con intercalaciones de calcarenitas.

24 – 53 metros. Margas grises muy plásticas con intercalaciones de caliza micrítica gris y margocalizas grises.

A final de la jornada el jefe de obra me confirma que se ha alcanzado la profundidad de 85 metros.



Perforación en los niveles margosos.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana.



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: 22/7/2005	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09.302.03 POBLACIÓN: FORADADA DE TOSCAR	PROF.: 156 m
PERFORACIÓN	
INICIO: 20/7/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN
DIAMETRO: 315 Y 220 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 15 m/h.	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación: SACYR MICROTEC (Equipo 4).

Profundidad alcanzada:

A las 10:30 se han perforado hasta los 115 m.

La velocidad de avance en el metro 120 era de 15 m/hora.

Características hidrogeológicas

Registraron humedad a los 18 m y agua en muy poca cantidad entre 23-25 m.

El caudal de aporte se incrementa a unos 2 l/sg a los 113 m.

Reconocimiento de las muestras obtenidas

La columna atravesada es la siguiente:

De 0 m a 9 m: Calizas bioclásticas con alveolinas, bivalvos, gasterópodos, etc...

De 9 m a 14 m : Calizas bioclásticas con intercalaciones arcillosas marrones.

De 14 m a 24 m: Calizas con marrones y grises.

De 24 m a 60 m: Margas grises con tramos plásticos y con intercalaciones de calizas.

De 60 m a 156 m: Calizas margosass grises y calizas bioclásticas beiges con alveolinas .

Los materiales atravesados corresponden a las “Calizas con alveolinas” del Ilerdiense.

Testificación geofísica

Tras extraer el varillaje se realiza la testificación geofísica mediante el Equipo 3.

Se inicia la testificación geofísica a las 18:00 y finaliza a las 19:30.

En resumen se observa lo siguiente:

- La sonda baja hasta los 148 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



- El nivel se encuentra en 44 m.
- Se detectan aportes de agua en el metro 55, entre el metro 75 a 80 y muy claro en 113.
- El sondeo se ha desviado 3 m hacia el NE.

Entubación

Con toda la información disponible se decide realizar la siguiente:

De 0 a 54 m:	Tubería ciega de 180 mm x 4 mm.
De 54 a 60 m:	Tubería de puentecillo de 180 x 4 mm.
De 60 m a 78 m:	Tubería ciega de 180 mm x 4 mm.
De 78 a 84 m:	Tubería de puentecillo de 180 x 4 mm.
De 84 a 108 m:	Tubería ciega de 180 mm x 4 mm.
De 108 a 114 m:	Tubería de puentecillo de 180 x 4 mm.
De 114 a 156 m:	Tubería ciega de 180 mm x 4 mm.

JESÚS SERRANO MORATA





Equipo 3 de testificación geofísica



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

FECHA: 23/07/05	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09.302.03	POBLACIÓN: Foradada de Toscar (Huesca)
PROF.: 150 m	
PERFORACIÓN	
INICIO: 20/07/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN
DIAMETRO: 315 y 220 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Se visita el emplazamiento para comprobar como ha quedado el hormigonado del dado de hormigón. Se acordó con el propietario que se ejecutaría de menor altura y algo asimétrico para ocupar menos espacio en el camino.

Se comprueba como el encofrado ha quedado algo inclinado por lo que, al retirarlo, seguramente, se apreciarán los laterales torcidos si bien es cierto que debido a la baja altura de los mismos se notará menos. No obstante, se lo comunico al jefe de obra y el oficial sondista comenta la dificultad de la nivelación debido al sustrato rocoso existente. Acordamos que se colocarán piedras de la zona alrededor de los hastiales si se aprecia al desencofrar la inclinación descrita.



Fdo: Antonio Sánchez Lallana

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

FECHA: 06/08/05	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09.302.03	POBLACIÓN: Foradad de Toscar (Huesca)
PERFORACIÓN	PROF.:
INICIO: 20/07/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN
DIAMETRO: 315 y 220 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

ACTIVIDAD REALIZADA: REVISIÓN DEL ESTADO DEL ENTORNO DE LA PERFORACIÓN.

El dado no ha sido todavía desencofrado aunque, en superficie, no se aprecia fisuración relevante. Aunque el entorno no ha sido todavía acondicionado, no impide el acceso ni crea mayores impedimentos debido al mal estado de toda la pista. Dado que se debe realizar en breve un ensayo de bombeo, se podría realizar el acondicionamiento final una vez terminado el mismo.

Se mide el nivel a las 17:00 dando un valor de **10,13 metros**.



Fdo: Antonio Sánchez Lallana

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO

CÓDIGO IPA: 3110-8-0029
CÓDIGO MMA: U9-303-002

MUNICIPIO: FORADADA DE TOSCAR
PROVINCIA: HUESCA

HOJA Nº 3411

COORDENADAS UTM HUSO 30
288982
4855217
755

PRECISIÓN (X,Y):
PRECISIÓN Z: GIS Oleícola GPS

FECHA INICIO: 22/07/2005
FECHA FINAL: 22/07/2005
AUTOR FICHA: Javier Ramón

ALCANTARILLA	VELOCIDAD (m/s)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METRO	LITOLÓGICA	TEXTURA				SOPORTE	PERMEABILIDAD	POSICIÓN	DATOS DE SONDEO				DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	U. LITO	U. GEOL	
					UN	LM	AL	MA				SP	Res (Ohm-m)	Res (Ohm-m)	Res (Ohm-m)						Res (Ohm-m)
		324 mm										0	Gamma (API-IR)	80	10	Res (Ohm-m)	200	0	DF	C	30
		300 mm										10	SP (mV)	60	10	Res (Ohm-m)	200	0	TEMP		5
		220 mm										20	Res (Ohm-m)	60	10	Lateral (Ohm-m)	200		DECI		
		180 mm										30						SANT			
10																					
11																					
25																					
24																					
20																					
18																					
19																					

0-23 m. Calizas de tonos grises pardas a marrón oscuros. Se trata de calizas bioclásticas con texturas wackestone a packstone limosas a arenosas con abundantes fósiles entre los que destacan grandes nummulites, alveolinas, gasterópodos, bivalvos y otros. Se observan también niveles de calizas micríticas a margosas con texturas de tipo mudstone y que se reflejan también en las diagráfias. Las calizas presentan durante la perforación una intensa fracturación, así como rellenos de arcillas marrón-rojizas y patinas rojizas que indican una cierta karstificación. Durante la perforación se ha constatado la existencia de un pequeño aporte de agua de 0.2 L/s en el metro 22.

23-31 m. Margas limosas grises oscuras. Además de las margas que se observan en las muestras y en las diagráfias se observan margocalizas o calizas margosas algo más compactas.

31-45 m. Calizas de color gris pardo a marrón. Se trata de calizas de micríticas a bioclásticas con texturas de mudstone a wackestone o wackestone-packstone con fósiles de macroforaminíferos (posibles nummulites y otros). Se observan también restos de calizas margosas. Las calizas se presentan algo recristalizadas.

45-74 m. Margas limosas a veces plásticas grises de oscuras a pardas con niveles de calizas pardas a grises o beige. Los ripios de calizas observadas se corresponde a restos de calizas micríticas con textura mudstone y otros de calizas bioclásticas con posibles fragmentos de foraminíferos y texturas mudstone a wackestone.

74-97 m. Calizas grises a pardas-marrón o beige con calizas margosas pardas, a negras. Se trata de calizas bioclásticas con texturas predominantes de wackestone a packstone - grainstone con bioclastos, peloides intraclastos y coated-grains (granos con envuelta). Los bioclastos son restos de macroforaminíferos (alveolinas y otros) fragmentos de bivalvos, equinidos, algas y otros sin identificar. Se observan restos de calizas margosas a margocalizas con textura mudstone. Las calizas están recristalizadas y tienen abundantes grietas rellenas de calcita.

97-147 m. Calizas grises oscuras a pardas beige con niveles de margocalizas y margas grises a negras. Se trata de una alternancia de calizas bioclásticas algo limosas con texturas de mudstone a wackestone-packstone y raramente grainstone de bioclastos y peloides con granos de cuarzo. Se identifican restos de foraminíferos (alveolinas? y miliolidos), así como restos de algas y otros. Los niveles más blandos identificados en las diagráfias y en los ripios observados se corresponde generalmente a margocalizas a calizas margosas y ocasionalmente niveles de margas algo limosas, que pueden presentar algún resto fósil suelto. Las calizas se presentan en ocasiones muy recristalizadas y presentan grietas rellenas de calcita. En el metro 113 se ha detectado durante la perforación un aporte de agua con un caudal de entorno a 2 L/s.

147-156 m. Calizas de tonos grises oscuros a pardos. Se trata de calizas bioclásticas algo arenosas en facies variables de mudstone a wackestone y más comúnmente packstone a grainstone con bioclastos abundantes y granos de cuarzo. Entre los bioclastos se observan frecuentes restos de alveolinas, fragmentos de algas, miliolidos, así como posibles fragmentos de corales y equinidos.

Muestras: 1, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 67, 69, 71, 73, 75, 77, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 139, 141, 143, 145, 147, 149, 151, 153, 155

Tramos: 1, 4, 5, 6, 7

U. LITO: Mergas de Foradada (Fm. Serraduy)

U. GEOL: EOCENO Ilerdense inferior-medio

68 Calizas de alveolinas (Fm. Serraduy)



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO Nº 3110-8-0029
(09.302.002)**

FORADADA DEL TOSCAR (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 realizados por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de Morillo de Liena, pedanía de Foradada del Toscar (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 tiene 156 metros de profundidad perforados a rotoperusión con un diámetro inicial de 324 mm los primeros 15 metros, y 240 mm desde ahí hasta el final.

La entubación se ha efectuado con tubería de 300 mm los primeros 15 metros y 180 mm desde la boca el final del sondeo, y presenta la siguiente disposición:

- De 0-54 m: Tubería ciega.
- De 54-60 m: Filtro Puente.
- De 60-78 m: Tubería ciega.
- De 78-84 m: Filtro Puente.
- De 84-108 m: Tubería Ciega.
- De 108-114 m: Filtro Puente.
- De 114-156 m: Tubería Ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras únicamente son 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 diagrfías 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, cuyos códigos de identificación IPA y MMA son 3110-8-0029 y 09.302.002, respectivamente, está situado a 1600 metros al este de Morillo de Liena. Una vez que la carretera A-139 atraviesa esta población, a 260 metro se toma un camino asfaltado que parte hacia el este en dirección a Bocamorta, el cual se sigue por espacio de 740 metros hasta tomar un camino a la izquierda, por el que hay que recorrer otros 1000 metros. Tras dejar a la izquierda un corral de reses bravas hay que toma el primer camino a la derecha y recorrer 150 metros (fig. 1).

Las coordenadas UTM del primer sondeo son las siguientes:



X: 286.982

Y: 4.695.217

Z: 755 m.s.n.m.

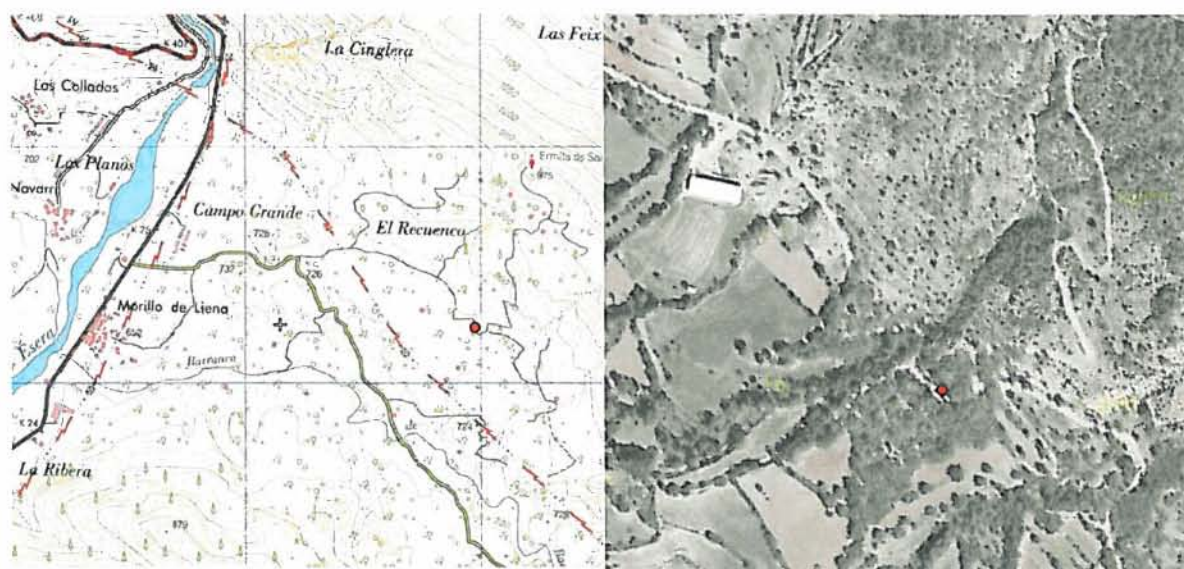


Fig. 1. Situación del sondeo en mapa 1:25.000 (SIGPAC) y ortofoto del Sig Oleícola

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

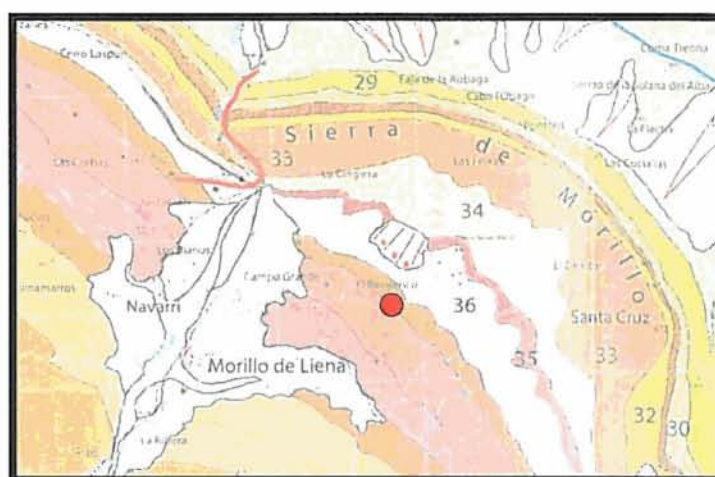


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica de la Hoja Magna-212 (Campo).

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Eoceno inferior (Ilerdiense) identificados en la cartografía geológica de la Hoja MAGNA nº 212 CAMPO (fig.2) como unidad 37, formada por margas y margocalizas con olistolitos, que se incluyen dentro de la



unidad denominada Margas de Riguala, definidas como formación por Samsó (1988) y que formaría parte de los tramos inferiores de las “Margas de Morillo” (Garrido y Ríos, 1972). Esta unidad cartográfica se apoya concordantemente sobre la unidad 36, formada por calizas con Alveolinas, calcarenitas y margocalizas, que han sido denominados como Fm. Ager por Luterbacher, (1969) *cit. en* Tosquella *et al.*, (1990) y que se conoce informalmente como “Calizas de Alveolinas” (Garrido y Ríos, 1972).

Ambas unidades han sido incluidas recientemente como miembros de la Fm. Serraduy (Payros *et al.*, 2000), dentro del grupo Ager de edad Ilerdiense-Cuisiense (Barnolas *et al.*, 2004).

Los materiales se disponen formado parte de una alineación monoclinas de dirección NE-SO y 40 a 45° de buzamiento que es atravesada de norte a sur por el río Ésera (Fig. 3).

FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

Los materiales atravesados afloran en el cercano congosto del río Ésera, donde se encuentra el paraestratotipo del Ilerdiense en las carreteras de localidad de Navarra (Orue-Etxebarria *et al.*, 2000). La columna levantada en este punto (Fig. 3 y 4) sirve de referencia para la interpretación del sondeo atravesado y permite interpretar que desde el inicio del sondeo hasta aproximadamente el metro 74 se atraviesa un conjunto eminentemente margosos con escasas intercalaciones calcáreas, que son más abundantes hacia techo (0 a 23 m), que quizás podrían corresponder a niveles de turbidítico o olistolitos. En el resto del tramo predominan los niveles margosos con presencia de frecuentes intercalaciones de calizas micríticas y bioclásticas por lo que se atribuyen al miembro 3 y parte inferior de las Margas de Riguala (Orue-Etxebarria *et al.*, 2001).

Desde el metro 74 hasta el metro 156 se corta una serie de calizas bioclásticas con abundantes restos fósiles de alveolinas y restos de granos de cuarzo hacia su base. La presencia de intercalaciones de margas y margocalizas, parece indicar que se trata del Miembro 3 (Orue-Etxebarria *et al.*, 2001), que corresponde a la parte superior de las “Calizas de Alveolinas”.

La edad de los materiales atravesados corresponderían a la transición entre el Ilerdiense inferior y medio (Eoceno inferior), por su correlación con la serie del Congosto de Campo.

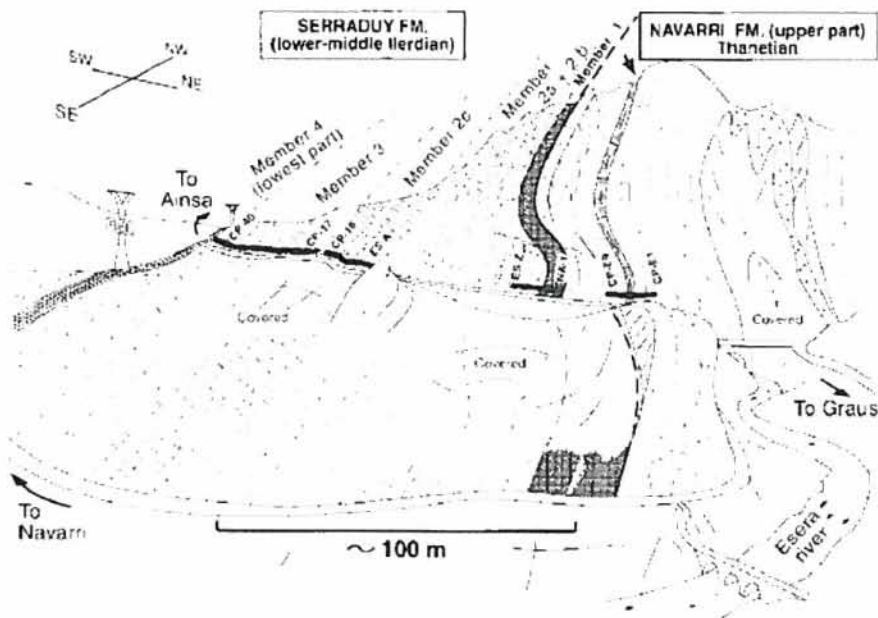


Fig.3. Esquema del paraestratotipo del Ilerdiense en el congreso del Esera (Orue-Etxebarria et al (2001))

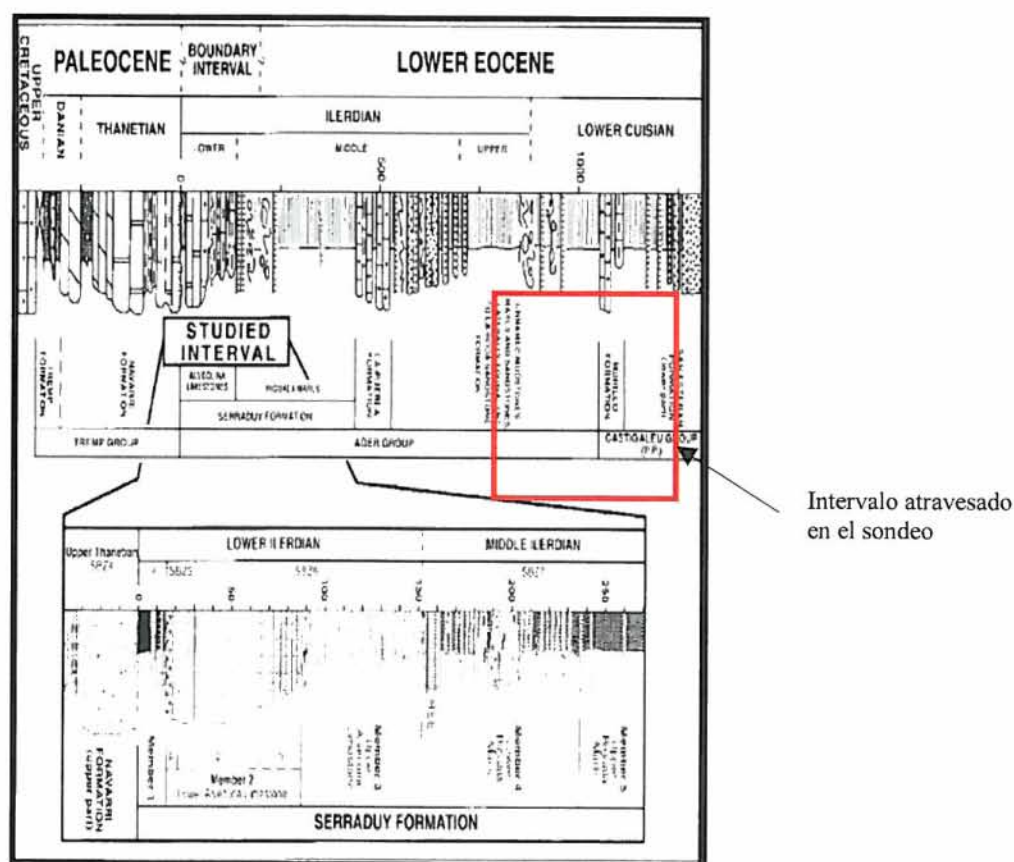


Fig.4. Esquema de las Unidades estratigráficas cortadas en el Sondeo.



COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-23 m. Calizas de tonos grises pardas a marrón oscuros. Se trata de calizas bioclásticas con texturas *wackestone* a *packstone* limosos a arenosos con abundantes fósiles entre los que destacan grandes nummulites, alveolinas, gasterópodos, bivalvos y otros. Se observan también niveles de calizas micríticas a margosas con texturas de tipo *mudstone* y que se reflejan también en las diagrfías. Las calizas presentan durante la perforación una intensa facturación, así como rellenos de arcillas marrones-rojizas y patinas rojizas que indican una cierta karstificación.

Durante la perforación se ha constatado la existencia de un pequeño aporte de agua de 0,2 L/s en el metro 22.

TRAMO 2

23-31 m. Margas limosas grises oscuras. Además de las margas que se observan en las muestras y en las diagrfías, se observan margocalizas o calizas margosas algo más compactas.

TRAMO 3

31-45 m. Calizas de color gris pardo a marrón. Se trata de calizas de micríticas a bioclásticas con texturas de *mudstone* a *wackestone* o *wackestone-packstone* con fósiles de macro foraminíferos (posibles nummulites y otros). Se observan también restos de calizas margosas. Las calizas se presentan algo recristalizadas.

TRAMO 4

45-74 m. Margas limosas a veces plásticas grises de oscuras a pardas con niveles de calizas pardas a grises o beige. Los ripios de calizas observadas se corresponden a restos de calizas micríticas con textura *mudstone* y otros de calizas bioclásticas con posibles fragmentos de foraminíferos y texturas *mudstone* a *wackestone*.

TRAMO 5

74-97 m. Calizas grises a pardas-marrón o beige con calizas margosas pardas a negras. Se trata de calizas bioclásticas con texturas predominantes de *wackestone* a *packstone* - *grainstone* con bioclastos, peloides intraclastos y *coated-grains* (granos con envuelta). Los bioclastos son restos de macroforaminíferos (alveolinas y otros) fragmentos de bivalvos, equínidos, algas y otros sin identificar. Se observan restos de calizas margosas a margocalizas con textura *mudstone*. Las calizas están recristalizadas y tienen abundantes grietas rellenas de calcita.

TRAMO 6

97-147 m. Calizas grises oscuras a pardas beige con niveles de margocalizas y margas grises a negras. Se trata de una alternancia de calizas bioclásticas algo limosas con texturas de *mudstone* a *wackestone-packstone* y raramente *grainstone* de bioclastos y peloides con granos de cuarzo. Se identifican restos de foraminíferos (alveolinas? y miliolidos), así como restos de algas y otros. Los niveles más blandos identificados en las diagrfías y en los ripios observados se corresponden generalmente a margocalizas a calizas margosas y ocasionalmente niveles de margas algo limosas, que pueden presentar algún resto fósil suelto. Las calizas se presentan en ocasiones muy recristalizadas y presentan grietas rellenas de calcita. En el metro 113 se ha detectado durante la perforación un aporte de agua con un caudal de entorno a 2 L/s.



TRAMO 7

147-156 m. Calizas de tonos grises oscuros a pardos. Se trata de calizas bioclásticas algo arenosas en facies variables de *mudstone* a *wackestone* y más comúnmente *packstone* a *grainstone* con bioclastos abundantes y granos de cuarzo. Entre los bioclastos se observan frecuentes restos de alveolinas, fragmentos de algas, miliolidos, así como posibles fragmentos de corales y equínidos.

TRAMO 8

147-156 m. Calizas de tonos grises oscuros a pardos. Se trata de calizas bioclásticas algo arenosas en facies variables de *mudstone* a *wackestone* y más comúnmente *packstone* a *grainstone* con bioclastos abundantes y granos de cuarzo. Entre los bioclastos se observan frecuentes restos de alveolinas, fragmentos de algas, miliolidos, así como posibles fragmentos de corales y equínidos.

REFERENCIAS

BARNOLAS, A; PAYROS, A., SAMSÓ, J.M. SERRA-KIEL, J Y TOSQUILLA, J.- (2004). La cuenca surpirenaica desde el Ilerdiense medio al Priaboniense. En *Geología de España* (J, A. Vera Ed.). 313-314 p

GARRIDO-MEGIAS, A.; RIOS, L.M.(1972). Síntesis Geologica del Secundario y Terciario entre los Rios Cinca Y Segre (Pirineo Central De La Vertiente Surpirenaica, Provincias De Huesca y Lerida)., *Bol. Geol. Min.*, 83, 1-47

LUTERBACHER, H. P. (1969). Remerches sur le position stratigraphique de le formatio Ager. Pyrenees Meridianles. *Memoirs Bureo Recherches Geologiques et Miners* 69, 225-232

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 N° 212-Campo (in press).

PAYROS, A., PUJALTE, V., BACETA, J.I., BERNAOLA, G., ORUE-ETXEBARRIA, X., APPELLANIZ, A., CABALLERO, F., FERRANDEZ, C., (2000). -Lithostratigraphy and sequence stratigraphy of the upper Thanetian to middle Ilerdian strata of the Campo section (southern Pyrenees, Spain): revision and new data. *Rev. Soc. Geol. España* 13 (2), 213-226.

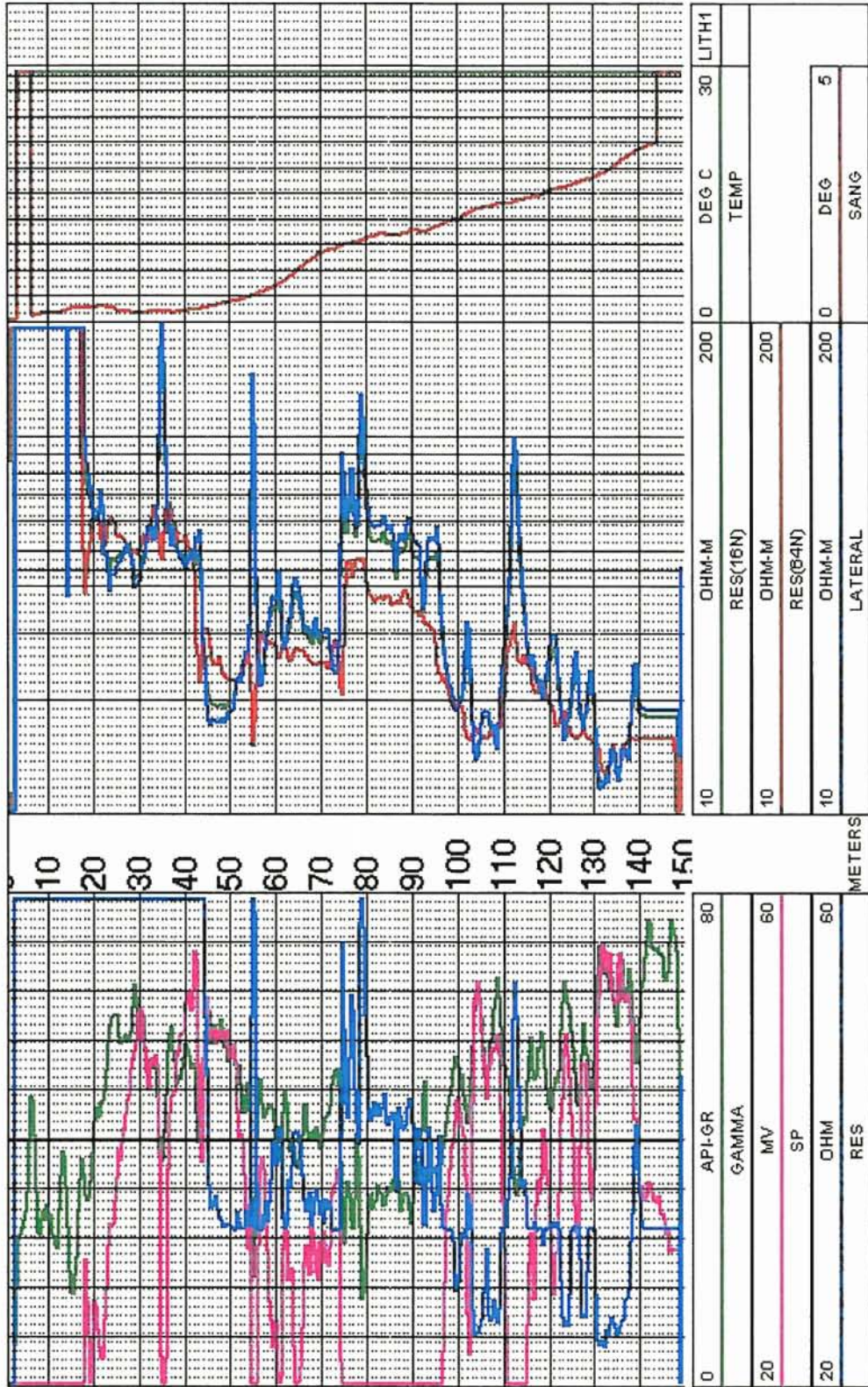
X. ORUE-ETXEBARRIA, V. PUJALTE, G. BERNAOLA, E. APPELLANIZA, J.I. BACETA, A. PAYROSA, K. NUÑEZ-BETELUA, J. SERRA-KIEL, J. TOSQUELLAB. (2001). -Did the Late Paleocene thermal maximum affect the evolution of larger foraminifers? Evidence from calcareous plankton of the Campo Section (Pyrenees, Spain). *Marine Micropaleontology* 41, 45-71

TOSQUELLA, J.; SAMSÓ, J.M.; SERRA-KIEL, J.(1990). - Los generos Alveolina y Nummulites (macroforaminiferos) del Ilerdiense medio -Ccuisiense medio de la Cuenca de Graus, Huesca.II, Sistematica de nummulites., *Bol. Geol. Min*, 101, 351-403

SAMSÓ, J.M. (1988). Estudi Sedimentologic i Estratigrafic de la Formacio St. Esteve del mall (Eoce, Conca de Tremp-Graus)., TESIS DOCTORAL, UNIV. BARCELONA

ANEJO 3 GEOFÍSICA

FORADADA



ANEJO 4

ENSAYO DE BOMBEO

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad **FORADADA DE TOSCAR**
 Nº Registro IPA 311080029
 Profundidad Sondeo 156 m
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro
 X
 Y
 Z

Fecha Ensayo 21 y 22 de noviembre de 2001
 Nivel estático inicial 11,26
 Profund. Aspiración 132,50 m
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 50 C
 Grupo DEUSCH 100KVA 150 CV
 Alternador MERCATE

Piezómetro (nº IPA)

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

Régimen de bombeo					
Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1		10	10	35,97	35,97
2	1,5	60	50	85,94	49,97
3	0,7	1440	1380	74,48	-11,46

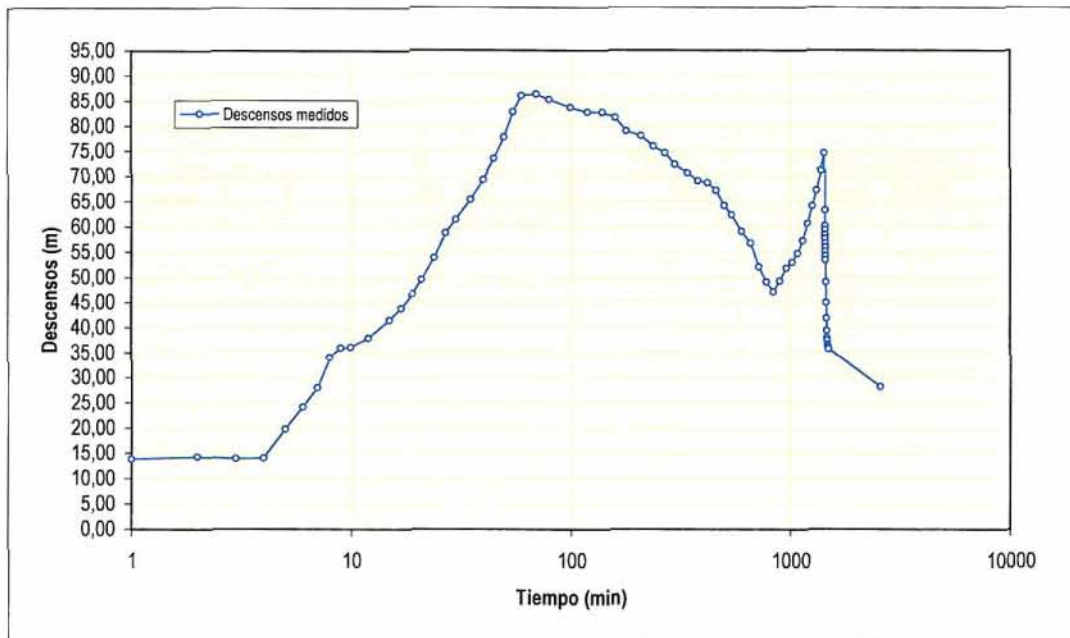
Síntesis litológica

0-9 m Calizas bioclásticas muy fracturadas (alveolinas, bivalvos, gasterópodos)
 9-14 m Calizas bioclásticas fracturadas rellenas de arcillas marrones-rojizas.
 14-24 m Calizas y margas marrón-rojizas.
 24-60 m Margas grises (muy plásticas) con intercalaciones de calizas.
 60-156 m Calizas margosas grises y calizas bioclásticas beigeas con alveolinas.

Perforación		Entubación		Rejilla	
0-15 m	φ 324 mm	0-15 m	φ 300 mm	54-60 m	4 mm
15-156 m	φ 220 mm	0-156 m	φ 180 mm	78-84 m	4 mm
				108-114 m	4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
21/11/05 16:00	0	11,26					
21/11/05 16:01	1	25,11	13,85				Agua turbia con mucha espuma.
21/11/05 16:02	2	25,54	14,28				
21/11/05 16:03	3	25,16	13,90				Agua negra (barro) con mucha espuma.
21/11/05 16:04	4	25,26	14,00				
21/11/05 16:05	5	31,00	19,74				Hasta ahora no se puede medir el caudal porque todo lo que sale es espuma.
21/11/05 16:06	6	35,33	24,07				
21/11/05 16:07	7	39,20	27,94				
21/11/05 16:08	8	45,34	34,08				
21/11/05 16:09	9	47,23	35,97				
21/11/05 16:10	10	47,34	36,08			1,50	
21/11/05 16:12	12	49,17	37,91			1,50	
21/11/05 16:15	15	52,75	41,49			1,50	
21/11/05 16:17	17	55,10	43,84			1,50	
21/11/05 16:19	19	57,75	46,49			1,50	Agua negra (casi todo espuma)
21/11/05 16:21	21	60,62	49,36			1,50	
21/11/05 16:24	24	64,98	53,72			1,50	
21/11/05 16:27	27	69,83	58,57			1,50	
21/11/05 16:30	30	72,50	61,24			1,50	
21/11/05 16:35	35	76,54	65,28			1,50	
21/11/05 16:40	40	80,46	69,20			1,50	
21/11/05 16:45	45	84,71	73,45			1,50	
21/11/05 16:50	50	88,94	77,68			1,50	
21/11/05 16:55	55	93,93	82,67			1,50	
21/11/05 17:00	60	97,20	85,94			1,50	Agua muy sucia, con muchos finos, con espuma.
21/11/05 17:10	70	97,52	86,26			0,70	
21/11/05 17:20	80	96,45	85,19			0,70	Agua turbia (gris-marrón) con espuma.
21/11/05 17:40	100	94,83	83,57			0,70	
21/11/05 18:00	120	93,92	82,66			0,70	Cond: 1675 µS/cm pH: 9,3 Tº: 17º C
21/11/05 18:20	140	93,90	82,64			0,70	
21/11/05 18:40	160	92,81	81,55			0,70	
21/11/05 19:00	180	90,18	78,92			0,70	
21/11/05 19:30	210	89,21	77,95			0,70	
21/11/05 20:00	240	87,11	75,85			0,70	Cond: 1655 µS/cm pH: 9,2 Tº: 15º C
21/11/05 20:30	270	85,77	74,51			0,70	
21/11/05 21:00	300	83,51	72,25			0,70	
21/11/05 21:40	340	81,79	70,53			0,70	
21/11/05 22:20	380	80,18	68,92			0,70	22:00. MUESTRA 1. Cond: 1600µS/cm pH9,5 Tº: 1.
21/11/05 23:00	420	79,84	68,58			0,70	Agua turbia (gris-marrón) con algo de espuma.
21/11/05 23:40	460	78,29	67,03			0,70	
22/11/05 0:20	500	75,33	64,07			0,70	
22/11/05 1:00	540	73,50	62,24			0,70	
22/11/05 2:00	600	70,15	58,89			0,70	
22/11/05 3:00	660	67,84	56,58			0,70	

22/11/05 4:00	720	63,11	51,85	0,70	MUESTRA 2. Cond: 1626 μ S/cm pH: 9,5 T $^{\circ}$: 16 $^{\circ}$ C
22/11/05 5:00	780	60,13	48,87	0,70	Agua turbia (gris) con algo de espuma.
22/11/05 6:00	840	58,18	46,92	0,70	Agua turbia.
22/11/05 7:00	900	60,37	49,11	0,70	
22/11/05 8:00	960	62,91	51,65	0,70	
22/11/05 9:00	1020	64,03	52,77	0,70	
22/11/05 10:00	1080	65,80	54,54	0,70	Cond: 1615 μ S/cm pH: 9,3 T $^{\circ}$: 18 $^{\circ}$ C. Agua turbia.
22/11/05 11:00	1140	68,32	57,06	0,70	
22/11/05 12:00	1200	71,78	60,52	0,70	
22/11/05 13:00	1260	75,19	63,93	0,70	Cond: 1628 μ S/cm T $^{\circ}$: 20 $^{\circ}$ C. Agua casi clara.
22/11/05 14:00	1320	78,27	67,01	0,70	
22/11/05 15:00	1380	82,23	70,97	0,70	Agua clara.
22/11/05 16:00	1440	85,74	74,48	0,70	MUESTRA 3. Cond: 1621 μ S/cm T $^{\circ}$: 20 $^{\circ}$ C
22/11/05 16:01	1441	74,34	63,08	0,00	
22/11/05 16:02	1442	71,25	59,99	0,00	
22/11/05 16:03	1443	70,43	59,17	0,00	
22/11/05 16:04	1444	69,47	58,21	0,00	
22/11/05 16:05	1445	68,69	57,43	0,00	
22/11/05 16:06	1446	67,82	56,56	0,00	
22/11/05 16:07	1447	67,02	55,76	0,00	
22/11/05 16:08	1448	66,16	54,90	0,00	
22/11/05 16:09	1449	65,30	54,04	0,00	
22/11/05 16:10	1450	64,44	53,18	0,00	
22/11/05 16:15	1455	60,11	48,85	0,00	
22/11/05 16:20	1460	56,02	44,76	0,00	
22/11/05 16:25	1465	52,92	41,66	0,00	
22/11/05 16:30	1470	50,47	39,21	0,00	
22/11/05 16:35	1475	49,03	37,77	0,00	
22/11/05 16:40	1480	48,49	37,23	0,00	
22/11/05 16:45	1485	47,72	36,46	0,00	
22/11/05 16:50	1490	47,36	36,10	0,00	
22/11/05 16:55	1495	47,09	35,83	0,00	
22/11/05 17:00	1500	46,86	35,60	0,00	
23/11/05 10:45	2565	39,39	28,13	0,00	





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: 22 de noviembre de 2005

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.302.03

POBLACIÓN: FORADADA DE TOSCAR

PROF.: 156 m

Ensayo de bombeo del sondeo de Foradada de Toscar MMA (311080029)

El ensayo de bombeo comienza el 21 de noviembre de 2005 a las 16:00 horas y dura 24 horas. Se realiza con el equipo habitual, pitot. La aspiración se sitúa a 132.50 m de profundidad.

Durante los primeros 9 minutos no se puede medir el caudal, ya que casi todo lo que sale por el aforador es espuma, junto con agua muy sucia (prácticamente barro). El tubo pitot está lleno de espuma. A partir del minuto 10 se regula el caudal a 1,5 l/s. Ya no sale tanta espuma. Con este caudal el nivel desciende muy deprisa, así que, en el minuto 60, se decide reducir el caudal para intentar estabilizar el pozo. El caudal ahora es de 0,7 l/s y se mantiene hasta el final del aforo.

	Duración (minutos)	Caudal (l/s)	Descenso (m)
Escalón 1	9		35,97
Escalón 2	50	1,5	49,97
Escalón 3	1380	0,7	-11,46

El descenso total del nivel ha sido de 74,48 m.

El agua sale muy sucia y con mucha espuma al principio y, poco a poco, va disminuyendo la cantidad de espuma, pero hasta las 18 horas de aforo no comienza a aclarar. Al final del bombeo el agua sale prácticamente clara. La conductividad durante todo el aforo ha sido de 1600-1675 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH de 9,2-9,5 y la temperatura ha variado de 13-20 °C.

Tras el aforo se mide 1 hora de recuperación en la que el nivel recupera 38,88 m, pasando del metro 85,74, antes de parar la bomba, al metro 46,86, al final de la hora. Todavía quedan por recuperar 35,60 m.

Se realiza otra medición del nivel al día siguiente (23 de noviembre), a las 10:45 horas, con la sonda hidronivel habitual. El nivel está en 39,39 m.

Fdo: Elena Gómez



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





MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO N° 3110-8-0029
(09.302.002)**

FORADADA DEL TOSCAR (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 Foradada del Toscar (Huesca), de 156 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

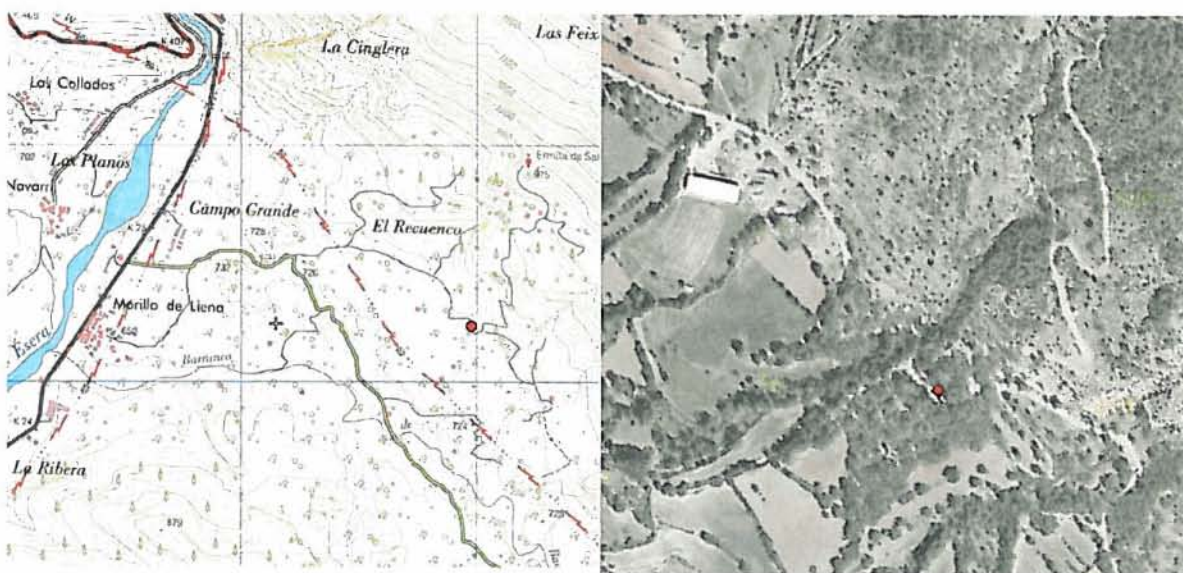


de Hantush para acuíferos semiconfinados, tanto para curvas descenso-tiempo que muestran el punto de inflexión, como para las ensayos en la que todos los pares de puntos descensos-tiempo se sitúan en la zona próxima a la estabilización.

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 Foradada del Toscar (Huesca). El sondeo, de 156 metros de profundidad, se ubica a 1600 metros al este de Morillo de Liena. Una vez que la A-139 atraviesa esta población, a 260 metro se toma un camino asfaltado que parte hacia el este en dirección a Bocamorta, el cual se sigue por espacio de 740 metros hasta tomar un camino a la izquierda, por el que hay que recorrer otros 1000 metros.
- Referencia catastral. Polígono 1, Parcela 400.
- Coordenadas UTM: **USO: 31T X: 286.982 Y: 4.695.217 Z: 755 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 (Permotriás) 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

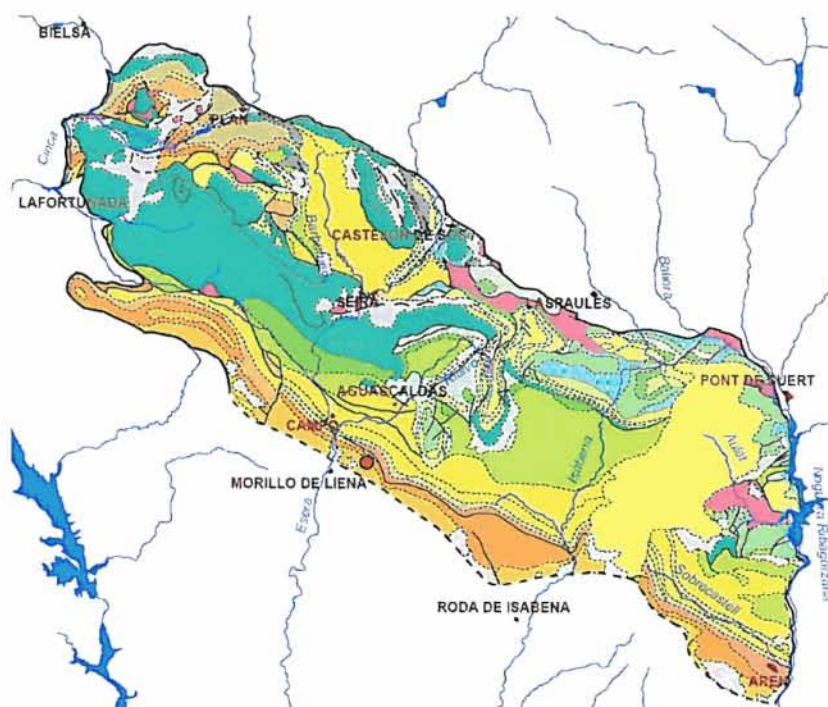


Figura 4. Masa de Agua Subterránea de Sierra Sierra Tendeñera –Monte Perdido (09.032)



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 Paleoceno-Eoceno, objetivo del piezómetro, sigue en importancia al acuífero cretácico. Aflora en dos unidades estructurales distintas, desconectadas entre si y con diferentes características. Los afloramientos del sector NO del pico Pegueras y el valle del Cinqueta, pertenecen a la unidad de Monte Perdido y los del borde meridional de la masa de agua subterránea, en los que se ubica el piezómetro, a la unidad superpuesta de Cotiella.

En el sector mas occidental las calizas y dolomías del Paleoceno alcanzan una potencia de unos 200 m, y sobre éstas yacen 90 m de “calizas con alveolinas” del Ilerdiense. Hacia el E, la potencia del acuífero se reduce considerablemente a expensas de los niveles carbonatados paleocenos que pasan lateralmente a arcillas y margas de las facies Garum. De esta forma, en las cuencas del Isábena y Noguera Ribargorzana, está constituido únicamente por las “calizas con alveolinas” ilerdienses con una potencia de 50 y 20 m respectivamente. Su geometría en el frente meridional está definida por un plegamiento en dirección NO-SE para sumergirse hacia el S bajo la serie margosa del Eoceno.

El sustrato impermeable está constituido por las facies detríticas del Maastrichtiense y a techo limita con las margas cuienses que lo confinan hacia el S.

El acuífero Paleoceno–Eoceno en el frente meridional aflora a lo largo de una estrecha banda, en condiciones orográficas no favorables a la recarga, que de forma continua se dispone ortogonalmente a todas las cuencas representadas en la masa de agua subterránea.

Su drenaje se realiza mayoritariamente hacia los ríos que lo atraviesan. El más caudaloso es el manantial de San Cristóbal (321120001) en el Isábena, a 877 m s.n.m. Los caudales medidos por aforos diferenciales dan valores máximos entre 300 y 3500 l/s (los valores de aguas bajas están enmascarados por los caudales del propio río). El manantial de Biescas (311040004) en el Ésera a 824 m s.n.m, cuenta con un caudal del orden de 60 l/s. En la falda meridional de Sierra Ferrera se localizan otros manantiales importantes relacionados genéticamente con el contacto con las margas cuienses y, drenados a través de derrubios de ladera, emergen más allá del límite meridional: Molinias (311020002), a 857 m s.n.m. y un caudal entre 30 y 60 l/s, y el manantial de San Juan (311020012), a 830 m s.n.m. y con un caudal entre 50 y 200 l/s.



INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Eoceno inferior (Ilerdiense), identificados en la cartografía geológica de la Hoja MAGNA nº 212 (Campo) como unidad 37, formada por margas y margocalizas con olistolitos de la unidad Margas de Riguala, que formaría parte de los tramos inferiores de las “Margas de Morillo”. Por debajo se encuentra las calizas con Alveolinas, calcarenitas y margocalizas. Ambas unidades se consideran actualmente como miembros de la Fm. Serraduy, dentro del grupo Ager, de edad Ilerdiense-Cuisiense.

Los materiales se disponen formando una alineación monoclinal de dirección NE-SO que presentan buzamientos de 40 a 50° hacia el SW.

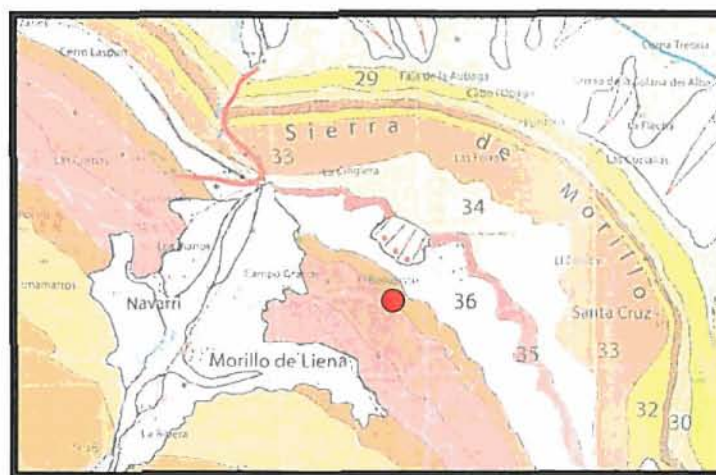


Figura 4. Situación del sondeo en la hoja MAGNA nº 212 (Campo)

La columna estratigráfica es la siguiente.

- 0 - 23 m. Calizas bioclásticas fracturadas con texturas wackestone a packstone limosas a arenosas y abundantes fósiles (nummulites, alveolinas, gasterópodos, bivalvos).
- 23 - 31 m. Margas limosas grises oscuras.
- 31 - 45 m. Calizas micríticas a bioclásticas, algo recrystalizadas, de color gris a marrón.
- 45 - 74 m. Margas limosas, a veces plásticas, con niveles de calizas. Color gris oscuro a pardo.
- 74 - 97 m. Calizas bioclásticas grises a pardas-marrón o beige con calizas margosas pardas a negras.
- 97 -147 m. Calizas grises oscuras a pardas beige con niveles de margocalizas y margas grises a negras.
- 147 -156 m. Calizas bioclásticas algo arenosas de tonos grises oscuros a pardos.

El primer nivel productivo se detectó en forma de humedad del ripio a los 18 metros. Entre el metro 23 a 25, se cortó un nivel de poca cantidad, y en torno al metro 113 otro algo más importante.



La testificación geofísica apuntó otras zonas de posibles aportes a los 55 metros, entre los metros 75-80 metros, y confirmó el aporte situado a 113 metros.

La entubación del sondeo quedó como sigue:

TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-15	300 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega
0-54	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
54-60	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
60-78	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
78-84	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
84-108	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
108-114	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
114-156	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega

EL nivel piezométrico al finalizar la obra (6/08/05) se situaba a 10,13 metros de profundidad.

INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 21 de noviembre de 2005 a las 16:00 horas y tuvo 24 horas de duración. El control de niveles se efectuó en el propio pozo de bombeo y el control del caudal se efectuó mediante tubo Pitot. El agua se vertió directamente al terreno.

El equipo de bombeo consistió en un grupo DEUSCH 100KVA 150 CV, tubería de impulsión con diámetro interior de 94 mm, bomba de aspiración marca CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia. La aspiración se situó a 132,5 metros de profundidad.

Durante los primeros 9 minutos no se pudo medir el caudal por la espuma del agua que invade el tubo Pitot. A partir del minuto 10 se reguló el caudal a 1,5 L/seg, y el nivel dinámico descendió muy deprisa, por lo que en el minuto 60 se decidió reducir el caudal a 0,7 L/seg, que se mantuvo hasta el final del aforo.

La recuperación se controló durante una hora, al final de la cual el déficit de recuperación fue de 35,60 metros. Dieciocho horas mas tarde el déficit era de 28,13 m..

El agua salió muy sucia al principio y con espuma. Comenzó a aclarar tras 18 horas de bombeo.

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
120	17	1675	9,3
240	15	1655	9,2
380	13	1600	9,5
720	16	1626	9,5
1080	18	1615	9,3
1260	20	1628	--
1440	20	1621	--

	Minuto 720	Minuto 1440
CL ⁻	102,91 mg/l	92,69 mg/l
SO ₄ ⁼	243,10 mg/l	219,00 mg/l
CO ₃ H ⁻	547,90 mg/l	441,33 mg/l
CO ₃ ⁼	86,31 mg/l	120,84 mg/l
NO ₃ ⁻	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Na ⁺	385,02 mg/l	390,63 mg/l
Mg ⁺⁺	1,23 mg/l	1,45 mg/l
Ca ⁺⁺	1,10 mg/l	1,10 mg/l
K ⁺	2,08 mg/l	0,87 mg/l
NO ₂ ⁻	0,07 mg/l	0,02 mg/l
NH ₄ ⁻	0,55 mg/l	0,64 mg/l
Boro	1,72 mg/l	1,58 mg/l
Fosfato	0,52 mg/l	0,45 mg/l
SiO ₂	7,46 mg/l	8,47 mg/l
Hierro	0,50 mg/l	0,56 mg/l
Manganeso	0,29 mg/l	0,06 mg/l

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

INTERPRETACIÓN

El ensayo resultó totalmente anómalo en lo que respecta al bombeo, con una fuerte inflexión en el minuto 840 que no responde a un cambio de caudal. Por otra parte, la recuperación muestra tender hacia un nivel estático situado 26 metros más bajo que el nivel estático inicial.

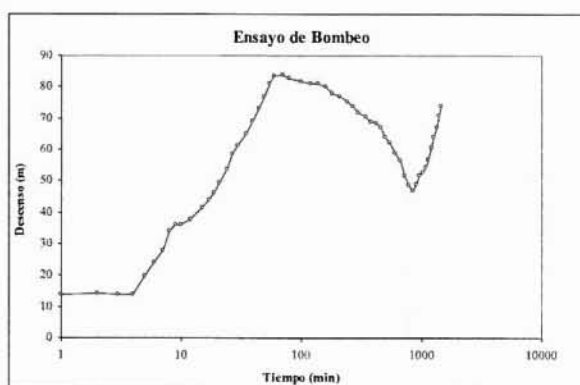


Figura 5

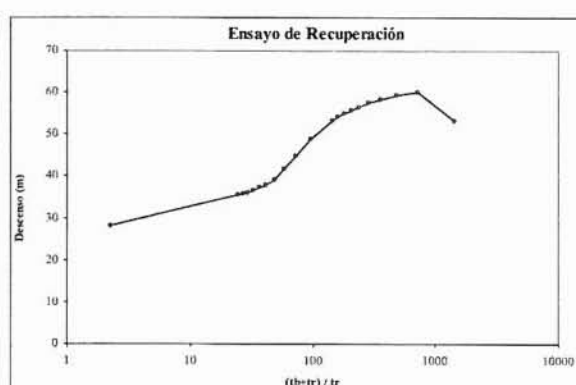


Figura 6

Con estas circunstancias resulta muy problemática la interpretación, que se ha centrado en la recuperación mediante la aproximación logarítmica de Jacob (método de recuperación de Theis), así como con el método directo, prueba-error, con la solución de Theis. En la fase de bombeo se ha intentado interpretar el primer escalón, exclusivamente.

Aproximación logarítmica de Jacob

Sólo se ha efectuado para el primer escalón, obteniéndose una transmisividad de 0,33 m²/día (figura 7). En la figura 8 se representa el descenso simulado para esa transmisividad, adoptando el valor de r².S que mejor calibración consigue, en este caso 1,2 · 10⁻³ m². La pérdida de carga para el caudal de bombeo (1,5 L/seg) es de 13 metros.



No obstante este resultado satisfactorio, el umbral de validez de la aproximación logarítmica de Jacob para los parámetros obtenidos es de 84 minutos, por lo que la interpretación realizada está fuera del rango de validez del método.

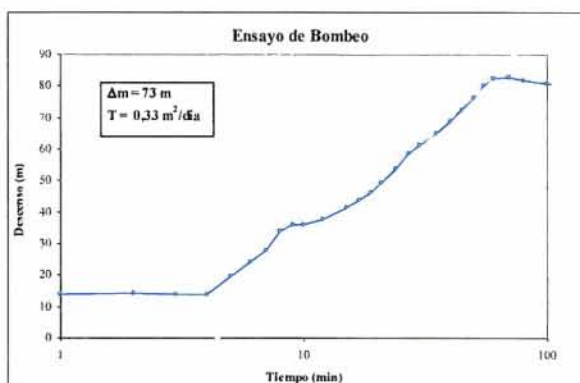


Figura 7

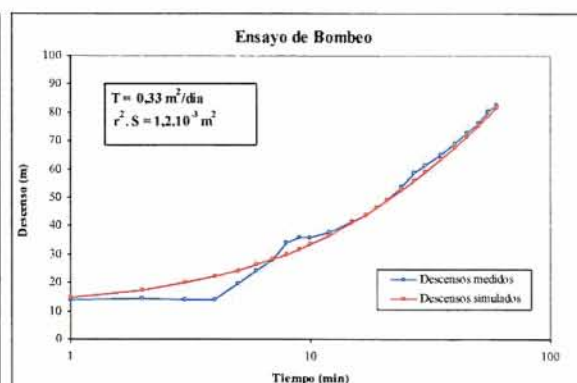


Figura 8

Método Recuperación de Theis

Los resultados obtenidos son prácticamente idénticos a los obtenidos anteriormente. Para la calibración de la figura 10 se ha supuesto que el nivel estático final difiere en 26 metros del inicial, tal como sugiere la extrapolación de la curva experimental hasta cortar al eje de ordenadas, por lo que la curva simulada está desplazada hacia abajo en esa misma cantidad.

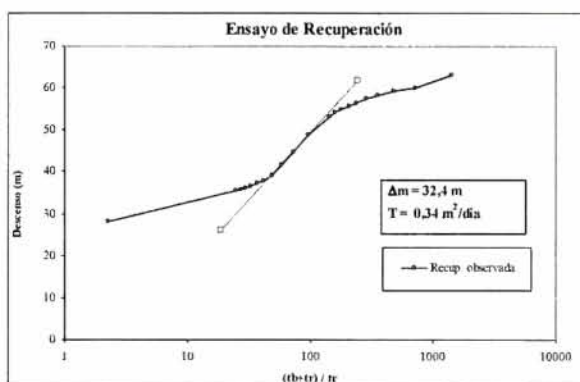


Figura 9

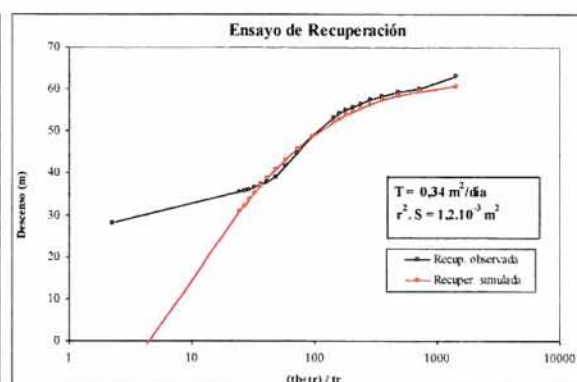


Figura 10

Método directo (Solución de Theis)

Los resultados obtenidos son muy similares a los anteriores, si bien permiten una calibración más precisa. El rango de transmisividad obtenido varía entre 0,40 y 0,47 m²/día y valor de $r^2 \cdot S$ se sitúa entre $3,9 \cdot 10^{-4}$ y $4,2 \cdot 10^{-4}$ m², que sugiere un coeficiente de almacenamiento en el rango de 3,0 a 3,5%, propio de acuíferos libres.

No se observa fenómenos de doble porosidad o almacenamiento que tengan que ser justificados por doble porosidad, almacenamiento cárstico o radio del sondeo diferente al nominal.

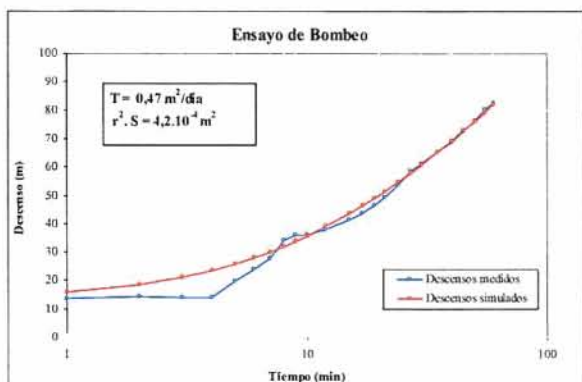


Figura 11

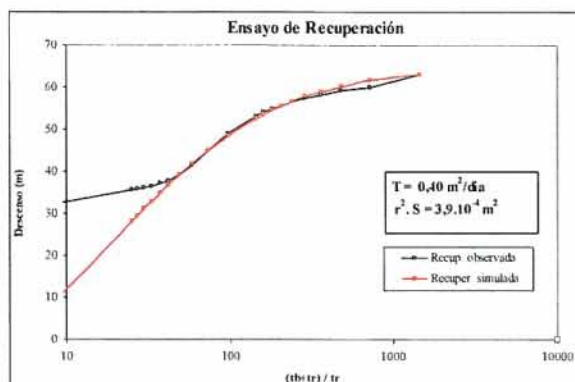


Figura 12

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro:

Metodo de interpretación	Transmisividad m²/día	r2.S m2	Δ h m
Aprox Logarítmica de Jacob (1er escalón)	0,33	--	73
Aprox Logarítmica. Recuperación Theis	0,34	--	32,4
Simulación bombeo 1er escalón. (solución de Theis)	0,47	4,2E-04	--
Simulación recuperación (solución de Theis)	0,40	3,9E-04	--

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: 0,40 m²/día.
r².S: 3,9.10⁻⁴ m².

Del ensayo hay que reseñar lo anómalo del mismo, tanto en bombeo como en recuperación.

Dado que el registro temporal del nivel de agua que se posee en este piezómetro -hasta marzo de 2008- varía entre 11,77 y 9,82 metros de profundidad, del mismo orden que el nivel estático inicial de este ensayo, cabe apuntar la posibilidad que el hecho que la curva de recuperación tienda a un nivel estático 26 metros más bajo sea debido a una afección hidrodinámica.

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 normalmente en el rango de media-baja a muy baja.



ANEXO Nº 1

ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

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

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	3110-8-0029	Coordenadas sondeo:	286982 4695217 755
Nº de Inventario Piezómetro:	----	Coordenadas Piezómetro:	
Profundidad del sondeo:	156 m	Distancia del piezómetro:	
Nivel estático:	11,26 m	Toponimia./Ref.Catastral.	Polígono 1 Parcela 400
Profundidad techo Fm. acuifera (m)	74 m	Fecha ensayo:	21 de noviembre de 2005
Profundidad muro Fm acuifera (m)	156 m	Bomba:	CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV
Longitud del filtro (Screen lenght)	18 m	Grupo :	DEUSCH 100KVA 150 CV
φ perforación (annulus diameter)	220 mm	Profundidad bomba:	132,5 m
φ pantalla (casing diameter)	180 mm		

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
16:00		0	11,26	0,00			
16:01		1	25,11	13,85			Agua turbia con mucha espuma.
16:02		2	25,54	14,28			
16:03		3	25,16	13,90			Agua negra (barro) con mucha espuma.
16:04		4	25,26	14,00			
16:05		5	31,00	19,74			Hasta ahora no se puede medir el caudal porque
16:06		6	35,33	24,07			todo lo que sale es espuma.
16:07		7	39,20	27,94			
16:08		8	45,34	34,08			
16:09		9	47,23	35,97			
16:10	1,50	10	47,34	36,08			
16:12	1,50	12	49,17	37,91			
16:15	1,50	15	52,75	41,49			
16:17	1,50	17	55,10	43,84			
16:19	1,50	19	57,75	46,49			Agua negra (casi todo espuma)
16:21	1,50	21	60,62	49,36			
16:24	1,50	24	64,98	53,72			
16:27	1,50	27	69,83	58,57			
16:30	1,50	30	72,50	61,24			
16:35	1,50	35	76,54	65,28			
16:40	1,50	40	80,46	69,20			
16:45	1,50	45	84,71	73,45			
16:50	1,50	50	88,94	77,68			
16:55	1,50	55	93,93	82,67			
17:00	1,50	60	97,20	85,94			Agua muy sucia, con muchos finos, con espuma.
17:10	0,70	70	97,52	86,26			
17:20	0,70	80	96,45	85,19			Agua turbia (gris-marrón) con espuma.
17:40	0,70	100	94,83	83,57			
18:00	0,70	120	93,92	82,66			Cond: 1675 µS/cm pH: 9,3 Tª: 17º C
18:20	0,70	140	93,90	82,64			
18:40	0,70	160	92,81	81,55			
19:00	0,70	180	90,18	78,92			
19:30	0,70	210	89,21	77,95			
20:00	0,70	240	87,11	75,85			Cond: 1655 µS/cm pH: 9,2 Tª: 15º C
20:30	0,70	270	85,77	74,51			
21:00	0,70	300	83,51	72,25			
21:40	0,70	340	81,79	70,53			
22:20	0,70	380	80,18	68,92			22:00. MUESTRA 1. Cond: 1600µS/cm pH9,5 Tª: 13º C



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
23:40	0,70	460	78,29	67,03			
0:20	0,70	500	75,33	64,07			
1:00	0,70	540	73,50	62,24			
2:00	0,70	600	70,15	58,89			
3:00	0,70	660	67,84	56,58			
4:00	0,70	720	63,11	51,85			MUESTRA 2. Cond: 1626 μ S/cm pH: 9,5 T ^a : 16° C
5:00	0,70	780	60,13	48,87			Agua turbia (gris) con algo de espuma.
6:00	0,70	840	58,18	46,92			Agua turbia.
7:00	0,70	900	60,37	49,11			
8:00	0,70	960	62,91	51,65			
9:00	0,70	1020	64,03	52,77			
10:00	0,70	1080	65,80	54,54			Cond: 1615 μ S/cm pH: 9,3 T ^a : 18° C. Agua turbia.
11:00	0,70	1140	68,32	57,06			
12:00	0,70	1200	71,78	60,52			
13:00	0,70	1260	75,19	63,93			Cond: 1628 μ S/cm T ^a : 20° C. Agua casi clara.
14:00	0,70	1320	78,27	67,01			
15:00	0,70	1380	82,23	70,97			Agua clara.
16:00	0,70	1440	85,74	74,48			MUESTRA 3. Cond: 1621 μ S/cm T ^a : 20° C
16:01	0	1441	74,34	63,08			
16:02	0	1442	71,25	59,99			
16:03	0	1443	70,43	59,17			
16:04	0	1444	69,47	58,21			
16:05	0	1445	68,69	57,43			
16:06	0	1446	67,82	56,56			
16:07	0	1447	67,02	55,76			
16:08	0	1448	66,16	54,90			
16:09	0	1449	65,30	54,04			
16:10	0	1450	64,44	53,18			
16:15	0	1455	60,11	48,85			
16:20	0	1460	56,02	44,76			
16:25	0	1465	52,92	41,66			
16:30	0	1470	50,47	39,21			
16:35	0	1475	49,03	37,77			
16:40	0	1480	48,49	37,23			
16:45	0	1485	47,72	36,46			
16:50	0	1490	47,36	36,10			
16:55	0	1495	47,09	35,83			
17:00	0	1500	46,86	35,60			
10:45	0	2565	39,39	28,13			

ANEJO 5

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

CENTRAL: C/ Santa Teresa, 17 30005 MURCIA
Tel. 968 213 926 Fax: 968 210 948

LABORATORIO: Avda. Europa, s/n Polig. Ind. Base 2000
30564 LORQUÍ (MURCIA)
Tel. 968 693 711 Fax: 968 690 891

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE
RESULTADO
DE ENSAYO
solicitado por:

MICROTEC AMBIENTE, S.A.U.

NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL
28006 MADRID

MADRID

Denominación
de la muestra:

FORADADA DE TOSCAR. MUESTRA 1. LIMPIEZA.

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE**

Tipo de muestra: **PUNTUAL**

Fecha muestreo **25/07/2005** Hora

Fecha recepción **08/08/2005** Inicio análisis **08/08/2005** Fin análisis **29/08/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO		METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	1,782	µ S/cm	Electrometría (P.I.E. COND)
pH.....	9,92	ud. de pH	Electrometría (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	99,64	mg/l	Método argentométrico de Mohr (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	418,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	239,47	mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	191,12	mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	1,77	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	376,39	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	0,44	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MgAA)
CALCIO.....	1,29	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. CaAA)
POTASIO.....	29,37	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	0,46	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. AMON)
BORO.....	1,32	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. BORO)
FOSFATO	8,40	mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCIICO.....	37,46	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	22,55	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. FeAA)
MANGANESO.....	0,00	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MnAA)

Observaciones:

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).....

miércoles, 31 de agosto de 2005

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el
REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M. 16-7-87),
Nº Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de
Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de
virtudes de aguas y productos residuales (GRUPO 3).

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

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.



Tel.: 968 693 711 Fax: 968 690 691
Web: www.caasa-lab.com
e-mail: caasa@caasa-lab.com

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por:	CONTROL Y GEOLOGIA S.A. (CYGSA)	
Denominación de la muestra:	BALTASAR GRACIÁN Nº 11 1º CENTRO 50005 ZARAGOZA	ZARAGOZA
	ENSAYO BOMBEO FORADADA DE TOSCAR.- MUESTRA 2 (12 HORAS).-	UTM-X: <input type="text"/> UTM-Y: <input type="text"/>

Matriz **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE**

Tipo de muestra: **PUNTUAL**

Fecha muestreo **22/11/2005** Hora **4:00** Fecha recepción **05/12/2005** Inicio análisis **05/12/2005** Fin análisis **16/12/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	1,611 μ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	8,98 ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	102,91 mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	243,10 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	547,90 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	86,31 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NTA)
SODIO.....	385,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	1,23 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MgAA)
CALCIO.....	1,10 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. CaAA)
POTASIO.....	2,08 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,07 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITD)
AMONIO.....	0,55 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	1,72 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO	0,52 mg/l P ₂ O ₅	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	7,46 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SIL)
HIERRO.....	0,50 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,29 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

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).

martes, 20 de diciembre de 2005

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M. 16-7-87). Nº Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de vertidos de aguas y productos residuales (GRUPO 3).

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

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.

Nº Registro: CAA/GE- **3.955** - 05

Página 1 de 1



ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	mg/l	meq/l	% meq/l
CLORUROS.....	102,91	2,90	14,65
SULFATOS.....	243,10	5,06	25,54
BICARBONATOS.....	547,90	8,98	45,31
CARBONATOS.....	86,31	2,88	14,51
NITRATOS.....	0,00	0,00	0,00
SODIO.....	385,02	16,75	98,77
MAGNESIO.....	1,23	0,10	0,60
CALCIO.....	1,10	0,05	0,32
POTASIO.....	2,08	0,05	0,31

AGUA: BICARBONATADA - SÓDICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,05 °C
Sólidos disueltos.....	1.380,76 mg/l.
CO2 libre	1,31 mg/l
Dureza total.....	0,78 ° Francés
Dureza total	7,81 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	449,36 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	143,95 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	593,32 mg/l de CO3Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

rCl+rSO4/rHCO3+rCO3	0,67
rNa+rK/rCa+rMg	107,62
rNa/rK	314,81
rNa/rCa	305,09
rCa/rMg	0,54
rCl/rHCO3.....	0,32
rSO4/rCl	1,74
rMg/rCa	1,84
i.c.b.....	-4,79
i.d.d.....	-0,99

Nº Registro: CAA/GE- 3.955 -05



INFORME DE
 RESULTADO
 DE ENSAYO
 solicitado por:

MICROTEC AMBIENTE, S.A.U.

**NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL
 28006 MADRID**

MADRID

Denominación
 de la muestra:

**ENSAYO BOMBEO FORADADA DE TOSCAR (HU).-
 MUESTRA 3º (24 HORAS).-**

UTM-X:
 UTM-Y:

Matriz **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE**

Tipo de muestra: **PUNTUAL**

Fecha muestreo **22/11/2005** Hora

Fecha recepción **05/12/2005** Inicio análisis **05/12/2005** Fin análisis **16/12/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	1.557 μ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	9,18 ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	92,69 mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	219,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	441,33 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	120,84 mg/l	Acidimetría, con fenofaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	390,63 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	1,45 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MgAA)
CALCIO.....	1,10 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. CaAA)
POTASIO.....	0,87 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,02 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	0,64 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	1,58 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.F. BORO)
FOSFATO	0,45 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO.....	8,47 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,56 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,06 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

*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).....*

martes, 20 de diciembre de 2005

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M. 16-7-87). N° Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de vertidos de aguas y productos residuales (GRUPO 3).

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

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.

ANEJO 6
FICHA IPA Y FICHA MMA



CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
Oficina de Planificación Hidrológica
INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Tipo: SINDU1 Fuente de información: CHE (OPH)
 Mapa 1:50.000: (3110) CAMPU UTMX: 286986 UTMY: 4695216 COTA: 750
 Provincia: H ESCA Municipio: FORADADA DEL TOSCAR
 Localidad: MUYILLO DE LAENA Paraje: FORADADA DE TOSCAR MMA
 Dominio Hidrogeológico: Sinclinal de Irempe Unidad: Cobeña - Turbón
 Acuífero: Eoceno (Iberense)
 Masa Subterránea A: COTIELLA-TURBÓN Masa Subterránea B:
 Acuífero: Eoceno (Iberense) Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT
 Río: ESERA Cuenca: EBR1
 Observaciones: Registraron humedad a los 18 m y agua en muy poca cantidad entre 23-25 m. El caudal de aporte se incrementa a unos 2 l/s a los 115 m. El nivel tras la perforación estaba a 41,7 m y al día siguiente a 15,11



3110829 (18/12/2007)

Nº	Realización/Ficha	Fuente de información	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	VAE	CHE (OPH)	23/08/2001		
45	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	10/07/2005		Guayesta Corp. Rod MMA

PERFORACION

Contratista: SACYR MICROTEC Equipo 4 Año: 2005
 Tipo perforación: ROTOPERFUSIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 150
 Observaciones: Iniciado el 20-7-05 y finalizado el 23-7-05

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	15	124
15	156	220

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Díámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	2	300	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
0	54	180	4	Metálica ciega	
2	13	300	5	Metálica ciega	RELLENO
13	15	300	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
54	60	180	4	Metálica punzocillo	
60	78	180	4	Metálica ciega	
78	84	180	4	Metálica punzocillo	
84	108	180	4	Metálica ciega	
108	114	180	4	Metálica punzocillo	
114	156	180	4	Metálica ciega	

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Fecha	Tipo
22/07/2005	Temperatura
22/07/2005	Conductividad
22/07/2005	Resistividad
22/07/2005	Por. Exponiéndose
22/07/2005	Gama natural
22/07/2005	Iniciación

LITOLOGÍA

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	9	CALIZAS	EOCENO	
Observaciones: Calizas bioclásticas con alveolinas, bivalvos, gasterópodos, etc.				
9	14	CALIZAS	EOCENO	
Observaciones: Calizas bioclásticas con intercalaciones arcillosas marrones.				
14	24	CALIZAS	EOCENO	
Observaciones: Calizas marrones y grises.				
24	60	MARGAS	EOCENO	ACUÍFERO
Observaciones: Margas grises con tramos plásticos y con intercalaciones de calizas.				
60	156	CALIZAS	EOCENO	ACUÍFERO
Observaciones: Calizas margosas grises y calizas bioclásticas beigeas con alveolinas. Los materiales arenosos corresponden a las "Calizas con alveolinas" del Iberense.				

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica				
14	11,77	9,82	1,95	11,159	0,5124				
Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida PiezoHidro.	Tipo de Medida	Fuente información	Referencia de medida	Altura de medida
03/07/2008	11,24		738,76		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
23/06/2008	10,95		739,05		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
22/05/2008	11,17		738,83		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
03/04/2008	11,47		738,53		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
14/03/2008	11,52		738,44		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
18/02/2008	11,5		738,5		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
16/01/2008	11,5		738,5		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
06/12/2007	11,77		738,23		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
21/11/2007	11,49		738,51		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
23/10/2007	11,39		738,61		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
25/09/2007	11,31		738,69		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
21/08/2007	11,28		738,72		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
17/07/2007	11,32		738,68		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
19/06/2007	11,33		738,67		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
23/05/2007	11,31		738,69		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
25/04/2007	11,2		738,8		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
26/03/2007	11,3		738,705		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
23/02/2007	11,25		738,75		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
26/01/2007	11,32		738,68		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezométrica	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
22/12/2006	11.3			798.3	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
24/11/2005	11.31			798.69	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
03/08/2006	11.43			798.37	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
03/07/2005	11.43			798.37	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
09/05/2006	11.41			798.29	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
12/03/2006	11.36			798.64	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
05/04/2006	11.35			798.65	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/07/2006	11.31			798.995	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
06/02/2006	10.94			799.06	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
06/01/2006	10.66			799.04	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
11/12/2005	9.82			740.18	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
01/11/2005	9.96			740.04	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
14/10/2005	10.24			799.76	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
08/09/2005	10.28			799.72	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
08/03/2005	10.13			799.87	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Medida realizada por Antonio Sanchez									

OTRAS FOTOS



Foradada (15/09/2005)



ForadadaNov05 (01/11/2005)



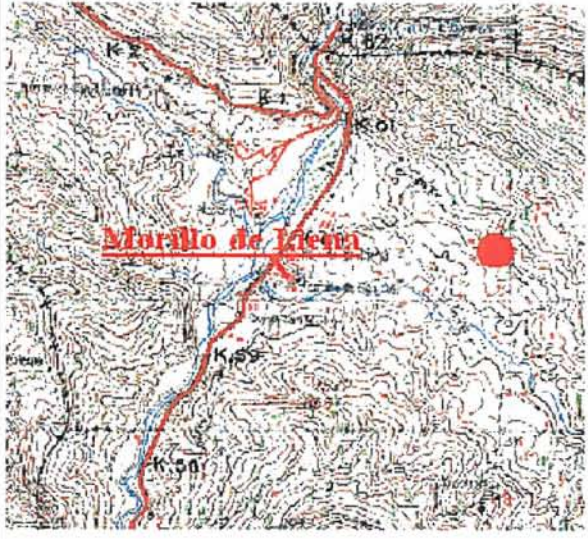
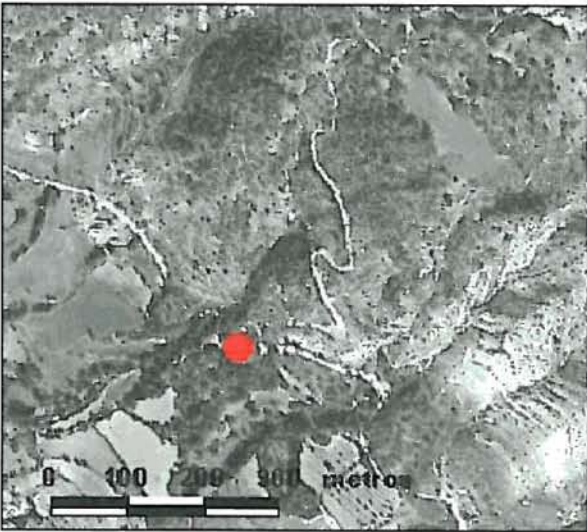
311080029Acceso (15/07/2005)

FICHA DE PIEZÓMETRO

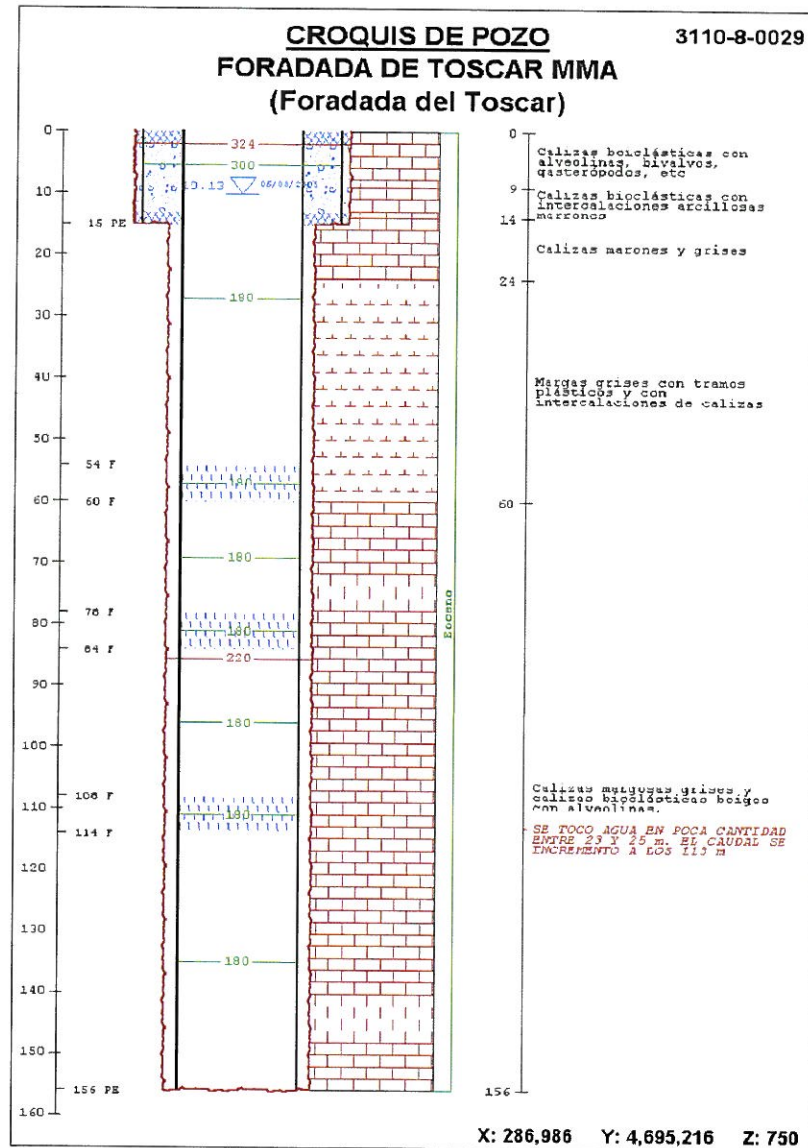
TOPONIMIA		FORADADA DE TOSCAR MMA			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.302.002	
CÓDIGO IPA		311080029	Nº MTN 1:50.000	3110	MUNICIPIO Foradada de Toscar	PROVINCIA Huesca		
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		037 COTIELLA-TURBÓN						
U. HIDROGEOLOGÍCA		302 Cotiella - Turbón						
ACUÍFERO(S)		037-04 Eoceno (Ilerdiense). Calizas con Alveolinas						
COORDENADAS UTM HUSO 30		X	780975	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL
		Y	4697617					
COTA DEL SUELO msnm		Z	750	DATOS OBTENIDOS DE:		1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0
POLÍGONO		1			PARCELA	400		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Joaquín Senz Larramona						
PERSONA DE CONTACTO								
ACCESO								

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO											
METODO	Rotoperusión			PROFUNDIDAD DEL SONDEO				156	EMPAQUE		No
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	15	324	0	15	300	Metálica	54	60	Puentecillo	0	2
15	156	220	0	156	180	Metálica	78	84	Puentecillo	13	15
							108	114	Puentecillo		

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	23/07/2005
ORGANISMO	CHE (OPH)		

LOCALIZACIÓN	
<p>MAPA TOPOGRÁFICO 1.50.000</p> 	<p>FOTO AÉREA</p> 

CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

