



INFORME PIEZÓMETRO DE CANFRANC: 09.204.02



ÍNDICE

1. PROYECTO

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

2. LOCALIZACIÓN

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

7. COLUMNA LITOLÓGICA

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

11. HIDROQUÍMICA

12. CONCLUSIONES

ANEJOS

ANEJO Nº 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO Nº 1: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 2: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 3: GEOFÍSICA

ANEJO Nº 4: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 5: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 6: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

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

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

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

Con fecha 23 de febrero de 2004 fueron adjudicadas, por el procedimiento de Concurso Abierto las obras correspondientes al PROYECTO 01/2003 de CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DEL EBRO (Clave: 09.820.030/2111), por un presupuesto de adjudicación de 2.498.780,69

€, a la Unión Temporal de Empresas "UTE – CUENCA DEL EBRO" constituida por las empresas MICROTEC AMBIENTE, S.A.U. y SACYR, S.A.U.

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

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

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

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

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

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

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

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

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

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

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

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

- Redacción de informe final de cada piezómetro

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

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

El sondeo se ubicó junto al Manantial de la Torreta en Canfranc por la imposibilidad de realizar su control hidrológico directo. La masa de agua subterránea donde se localiza se sitúa en el flanco S de la Zona Axial Pirenaica e incluye las Sierras Interiores, constituidas por una serie Cretácico – Eoceno con un buzamiento general hacia el S para sumergirse bajo la Cuenca turbidítica de Jaca.

El sondeo se emboquilló en las Calcarenitas y calizas con rudistas del acuífero 27.02 Cretácico superior en las proximidades del contacto con las pizarras y grauvacas en facies Culm del Paleozoico (Carbonífero) y justo encima de donde se encuentra el Manantial de la Torreta que vierte sus aguas al río Aragón.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado en la N-330, entre Canfranc y Canfranc - Estación. Exactamente a 2,5 km de Canfranc, en el aparcamiento del área de descanso de la Torre de Fusileros.

Las coordenadas del punto son:

X= 702.846

Y= 4.734.732

Z= 1.155 msnm



Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Canfranc

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El piezómetro se localiza en el dominio hidrogeológico 2 "Dominio pirenaico del Sinclinal Jaca – Pamplona". Este dominio queda limitado al sur por el cabalgamiento surpirenaico (frente de Gavarnie), los ríos Arga y Cinca por el oeste y este respectivamente, y por el límite de los afloramientos permeables sobre la divisoria de la cuenca, al norte. Viene a corresponder con la cuenca turbidítica de Jaca y con las dos alineaciones montañosas que separa, al norte las sierras interiores pirenaicas: Ezcaurri, Telera, Tendeñera, Monte Perdido; al sur las sierras exteriores: Santo Domingo, Gratal, Gabardiella, Guara. También son las rocas carbonatadas del Cretácico superior, y en especial del Eoceno, las que dan lugar al establecimiento de los principales acuíferos de este Dominio. En los trabajos del ITGE este ámbito se venía denominando como Sistema Acuífero 67 (Sinclinal de Jaca y calizas eocenas de borde).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 204 "Ezcaurri – Peña Telera", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.027 también denominada "Ezcaurre – Peña Telera", y el acuífero a controlar es de edad Cretácico Superior, compuesto por calcarenitas y calizas con rudistas. Se trata de un acuífero mixto.

El acuífero de la masa de agua 090.027 es un acuífero carbonatado, libre, de 390,8 km² de superficie. Los acuíferos presentan una geometría muy heterogénea debido a la compleja tectónica de la zona. El acuífero más importante está formado por materiales del Cretácico superior y Paleoceno-Eoceno inferior. El Cretácico consta de 200 m de calizas y calcarenitas, y el Paleoceno-Eoceno inferior está formado por calizas, dolomías y calcarenitas, con potencias entre 100 y 250 m. Entre ambos se intercala una serie detrítica margosa de menor permeabilidad, que puede desconectar puntualmente ambos acuíferos. Hacia el S estas formaciones se sumergen bajo las turbiditas eocenas. La geometría del acuífero está condicionada por la vergencia S de las

estructuras y a la red de fracturas transversales NNE-SSO. Al NE, en la cabecera del río Aragón, afloran calizas carstificadas del Devónico y Carbonífero de potencias entre 50 y 280 m, con una geometría compleja, afectada por fracturas y por importantes cambios laterales de facies. En las facies turbidíticas, situadas al SO, se incluyen unas megacapas carbonatadas con una estructura muy compleja de pliegues y cabalgamientos de dirección E-O y vergencia S. A techo y a muro limita con las facies turbidíticas aunque en alguna zona puede estar conectada con las calizas del Paleoceno-Eoceno inferior. La recarga de esta masa de agua se realiza por infiltración de la precipitación, en forma de lluvia o nieve, destacando los sumideros de Tortiellas y Lizara. Posiblemente también haya recarga procedente del Ibón de Estanés. La descarga natural se realiza a la red fluvial y mediante manantiales.

El piezómetro se encuentra situado directamente sobre calizas con rudistas y calcarenitas de edad Cretácico Superior, que son el acuífero a controlar. El acuífero está compuesto por materiales carbonatados de edad Cretácico Superior y de edad Paleoceno-Eoceno Inferior. En este punto, los materiales presentan una vergencia al sur. Toda la masa está muy fracturada. La red de fracturas que forman tiene dirección NNE-SSW.

(Entorno geológico puede consultarse en figura 2.)

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperforación ST30/1400 sobre camión, un grupo compresor Atlas con grúa autocarga, compresor INGERSOLL – RAND.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 14 de mayo de 2005 a las 16:00 horas y se terminó el 15 de mayo de 2005 a las 20:30 horas.

Se realizó un emboquille de 6 m de profundidad, perforado con un diámetro de 380 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Los 97 m restantes se perforaron 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. Aproximadamente a los 30 metros de profundidad se corta el agua. Se trata de un aporte de 1 l/s. La velocidad media de avance en la perforación fue de unos 10 m/h hasta esta profundidad. A partir de ahí, disminuye a 6-7 m/h.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de perforación.)

7. COLUMNA LITOLÓGICA

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

Tabla 1. Síntesis de la columna perforada (descripción en campo):

0-5 m	Relleno cuaternario.
5-30 m	Alternancia de calizas recristalizadas grises y calizas pardas.
30-80 m	Calizas recristalizadas grises oscuras muy compactas con vetas de calcita.
90-103 m	Calcarenitas pardo rojizas con vetas de calcita.

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

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

De 0 m a 3 m.- Cuaternario

De 3 m a 83 m.- Calizas nodulosas en transición con la Formación Zuriza (Santoniense – Campanéense)

De 83 m a 103 m.- Calcarenitas ferruginosas (Santoniense).

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

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 16 de mayo de 2005. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación. Se observó que existen varios tramos con aporte de agua: tramo de 78 m a 82 m; tramo de 87 m a 89 m; y tramo de 91 m a 92 m.

Estos tramos coinciden, a grandes rasgos, con las zonas aportantes registradas durante la perforación, de forma directa.

El nivel de agua se detecta a 34 metros.

La distancia máxima de desviación con la vertical a los 102 m de profundidad fue de 1,54 metros. El acimut mantiene una media aproximada de 190°. El sondeo se mantiene vertical hasta los 48 metros y, a partir de aquí, comienza a desviarse hasta alcanzar los 2,44° a los 102 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:

Tramo (m)	REVESTIMIENTO			
	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-31	180	4	Acero al carbono	Ciega
31-37	180	4	Acero al carbono	Puente
37-79	180	4	Acero al carbono	Ciega
79-85	180	4	Acero al carbono	Puente
85-91	180	4	Acero al carbono	Ciega
91-97	180	4	Acero al carbono	Puente
97-103	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.

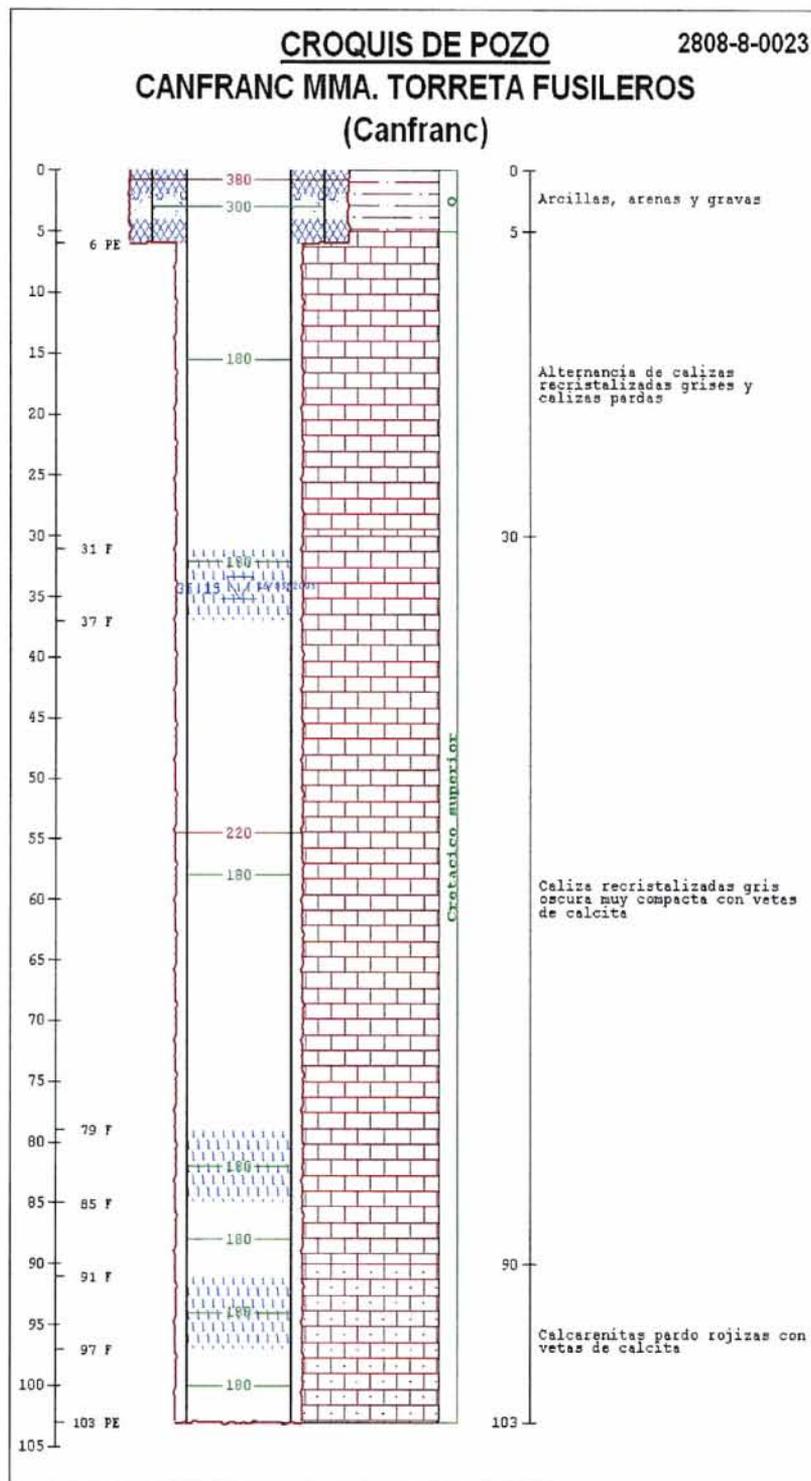


Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado es de edad Cretácico Superior. En concreto, se han atravesado las calizas nodulosas del Santoniense hasta los 80 metros de profundidad y las Calcarenitas ferruginosas del Santoniense por debajo de los 90 m.

Sobre los 30 m de profundidad se detectó el nivel (es muy difícil de precisar ya que durante la perforación se estuvo aportando agua continuamente), con un aporte de aproximadamente 1 l/s. A los 85-90 m, coincidiendo con el cambio litológico, se notó un ligero aumento del caudal, a 1,5 l/s.

El 16 de mayo de 2005, durante la limpieza del sondeo, se toma una muestra de agua para analizar. La conductividad y la temperatura del agua medida en el campo fue de $C = 550 \mu\text{S/cm}$ y $T^a = 16,1^\circ \text{C}$.

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

Fecha	Nivel (metros)
16/05/05	35,15
20/06/05	34,63
15/07/05	34,49
16/08/05	33,75
19/09/05	32,69
24/10/05	31,73
21/11/05	32,3
19/12/05	34,72

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 14 y 15 de diciembre de 2005 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. La aspiración se colocó a 68,35 m de profundidad y el nivel estático inicial se situó a 33,54 m. El primer escalón duró 55 minutos. Se extrajo un caudal de 0,4 l/s y el descenso del nivel fue de 31,46 m. El segundo y último escalón duró los 1385 minutos restantes. El caudal medio extraído fue de 0,3 l/s y el descenso total del nivel fue de 15,18 m.

El agua comenzó a salir prácticamente clara a las 10 horas de bombeo. La conductividad del agua, medida in situ, durante el ensayo pasó de 617 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a los 100 minutos, a 446-449 $\mu\text{S}/\text{cm}$, al final de las 24 horas, el pH medio se mantuvo en 9 y la temperatura fue de 17-18 $^{\circ}$ C. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una a las 12 horas de bombeo y otra a las 24 horas.

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. En ese tiempo el nivel pasó de los 48,72 metros a los 36,9 metros, quedando 2,95 m por recuperar.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	33,54	0,00	0,00
1	46,87	13,33	0,40
2	48,66	15,12	0,40
5	56,46	22,92	0,40
10	58,46	24,92	0,40
30	64,01	30,47	0,40
55	65,00	31,46	0,40
60	65,00	31,46	0,30

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
70	61,82	28,28	0,30
80	59,70	26,16	0,30
120	57,88	24,34	0,30
180	55,86	22,32	0,30
300	50,27	16,73	0,30
500	50,27	16,73	0,30
720	48,30	14,76	0,30
960	48,57	15,03	0,30
1200	48,74	15,20	0,30
1440	48,72	15,18	0,30
1441	41,72	8,18	0
1442	41,06	7,52	0
1445	40,66	7,12	0
1450	40,03	6,49	0
1460	38,69	5,15	0
1480	37,08	3,54	0
1500	36,49	2,95	0

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

La interpretación se ha realizado mediante el Método de Recuperación de Theis y mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo), utilizando la solución de Hantush.

Tabla 5. Parámetros hidrogeológicos del acuífero obtenidos a partir de la interpretación del ensayo de bombeo:

Método	Transmisividad	r ² .S	r/B	R. Equiv.
Método de Recuperación de Theis	1,38 m ² /día	---	---	---
Simulación mediante solución Hantush	0,63 m ² /día	1,1 E-3 m ²	3,4 E-1	1,5 E-1 m

Se considera que los parámetros obtenidos mediante simulación utilizando la solución de Hantush son los verdaderamente representativos.

(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: 595 μ S/cm, pH: 7,68.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 408 μ S/cm, pH: 8,11.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 403 μ S/cm, pH: 7,95.)

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

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

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

BICARBONATADA – CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003, aunque algunos, como el amonio y los nitratos (en la muestra recogida durante la limpieza), exceden los valores habituales de las aguas subterráneas dulces (según Custodio y Llamas, ed. 1996).

Los iones mayoritarios tampoco superan los valores habituales y de referencia en aguas subterráneas (datos según Custodio y Llamas, ed. 1996), ni los marcados por la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003.

Tabla 6. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Agua de limpieza	Muestra 2 Ensayo de bombeo	Muestra 3 Ensayo de bombeo
Cloruros	79,57 mg/l	25,54 mg/l	21,89 mg/l
Sulfatos	41,87 mg/l	80,23 mg/l	64,47 mg/l
Bicarbonatos	214,40 mg/l	170,51 mg/l	173,02 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	39,32 mg/l	1,16 mg/l	0,00 mg/l
Sodio	42,88 mg/l	11,84 mg/l	10,44 mg/l
Magnesio	27,43 mg/l	18,55 mg/l	22,17 mg/l
Calcio	69,65 mg/l	63,97 mg/l	61,98 mg/l
Potasio	8,61 mg/l	0,76 mg/l	0,76 mg/l
Nitritos	0,06 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l
Amonio	0,25 mg/l	<0,04 mg/l	<0,04 mg/l
Boro	0,00 mg/l	0,03 mg/l	0,00 mg/l
Fosfato	0,77 mg/l	0,22 mg/l	0,14 mg/l
Anhídrido Silícico	4,42 mg/l	4,73 mg/l	4,73 mg/l
Hierro	0,00 mg/l	0,06 mg/l	0,00 mg/l
Manganeso	0,00 mg/l	0,08 mg/l	0,03 mg/l

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Canfranc con el objeto de valorar las características del acuífero, determinar la calidad química del recurso y 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 103 m. El acuífero atravesado está constituido por calcarenitas y calizas, de edad Santiense (Cretácico Superior).

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 0,3-0,4 l/s. El valor de transmisividad del acuífero, calculado por simulación mediante solución de Hantush es de 0,63 m²/día.

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

ANEJO 0

REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

PIEZOMETRO: 09 204 02
MUNICIPIO: CANFRANC (HUESCA)

Realizado ya anteriormente el replanteo por Sergio Yeste, me reúno hoy en el aparcamiento previsto para el emplazamiento del piezómetro de la torre de Fusileros con el responsable de la demarcación de carreteras de Huesca y con el guarda del servicio de Jaca, Ernesto Ara. Me concretan el punto donde se debe realizar el sondeo. Se situará en el extremo ajardinado y fuera del carril de aparcamiento (ver fotografía). Dado que existe una línea de alumbrado cerca, se deberá realizar una pequeña excavación a mano inicialmente para asegurarnos que no rompemos el cable. Además de limpiar perfectamente el entorno después de la perforación, quieren que los laterales de la arqueta lleven las mismas impostas con las que han fabricado los "parterres" que delimitan el pequeño parque colindante. La pipa se orientará hacia la gran cuneta del margen.



Zona ajardinada donde se debe realizar el sondeo.



Detalle del parterre y de la imposta con la que está construido.



MINISTERIO
DE FOMENTO

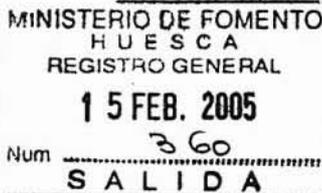
SECRETARÍA DE ESTADO DE
INFRAESTRUCTURAS Y PLANIFICACIÓN
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
EN ARAGÓN
UNIDAD DE CARRETERAS DE HUESCA

O F I C I O

S/REF. VAE
N/REF. Explotación 40/05
FECHA 11 de febrero de 2005
ASUNTO Autorización para efectuar un sondeo para
instalación de un piezómetro. Carretera N-
330, p.k. 665,525.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
Pº de Sagasta, 24-28

50071 - ZARAGOZA



Visto su escrito de fecha 26-01-2005, esta Unidad ha resuelto autorizar la realización de un sondeo para la instalación de un piezómetro en la carretera y punto kilométrico indicados, situado en el área de descanso de la Torre de Fusileros, debiendo cumplirse las siguientes condiciones:

1ª.- La ocupación de la superficie necesaria para la realización del sondeo será transitoria, con una extensión aproximada de 100,00 m².

2ª.- La ocupación del terreno de ubicación del sondeo, con una superficie aproximada de 1,00 m², será con carácter provisional, quedando obligado el solicitante a desmontar o modificar por su cuenta esta instalación, sin derecho a indemnización alguna, si a juicio de la Administración así fuese necesario. Este punto de ubicación del sondeo estará situado en una zona que no impida o entorpezca la utilización del área de descanso por los usuarios de la carretera o personal de este Ministerio.

3ª.- Se autoriza el acceso al sondeo 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.

4ª.- Además de estas condiciones, deberán cumplirse las instrucciones que pudiera impartir el personal encargado del Servicio de Explotación de esta Unidad de Carreteras.

5ª.- El sondeo deberá disponer de una tapa suficientemente segura y resistente al paso de cualquier vehículo sobre ella.

6ª.- En todo momento deberán mantenerse en perfectas condiciones de conservación todas las instalaciones del sondeo.

Contra la presente resolución, que agota la vía administrativa, cabe la interposición de Recurso de Reposición Potestativo en el plazo de un mes, o directamente, sin poder simultanear ambos, Recurso Contencioso Administrativo ante el Tribunal Superior de Justicia de Aragón en el plazo de dos meses. En ambos casos, los plazos contarán desde la notificación de esta resolución.

 Jefe de la Unidad
D. Ángel Hernando del Cura.

CORREO ELECTRÓNICO

GENERAL LASHERAS, 6
22071 HUESCA
TEL.: 974 24 04 11
FAX: 974 22 97 71

LLAMADAS PREVIAS ANTES DE INICIAR EL SONDEO DE CANFRANC

ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS DE PERFORACIÓN SE DEBE CONTACTAR CON EL “CELADOR DE JACA” (VIGILANTE DE MINISTERIO DE FOMENTO) PARA ACORDAR EL PUNTO EXACTO DE PERFORACIÓN DENTRO DEL PARKING: DON ERNESTO ARA: 609 18 47 50.

LA PETICIÓN DE PERMISO SE REALIZÓ A TRAVÉS DE LA DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DE HUESCA (JUÁN ANTONIO FANEGA: 974 24 04 11.

Fdo.: Antonio Sánchez Lallana

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: 14/04/05	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.204 02	POBLACIÓN: Canfranc (Huesca)	PROF.: 100 m.
PERFORACIÓN		
INICIO: 14/05/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 380 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

El traslado desde el emplazamiento de Hecho hasta el actual, finaliza al mediodía. Se inician las labores de ubicación de la máquina en el punto acordado con Fomento (en el jardín lateral junto a la cuneta) y se empieza a perforar el emboquille, con el martillo de 380 mm, a las 16:00 horas. Se produce una rotura de un filtro con pérdida de aceite que obliga a parar la perforación para proceder a su reparación.

Solucionada la avería, se continua la perforación del emboquille; una vez atravesado un relleno de algo menos de 3 metros, se perfora ya sobre las calizas esparíticas cretácicas aflorantes en todo el emplazamiento del aparcamiento.

A las 18:30 horas, finaliza esta visita con 4 metros de emboquille perforados.

OTRAS CONSIDERACIONES.

A última hora de la tarde, se persona en el sondeo el nuevo alcalde de Canfranc, D. Fernando Sánchez. Pregunta que es lo que estamos haciendo y se muestra un poco molesto porque no se ha comunicado al ayuntamiento los trabajos que se van a realizar. Le explico el proyecto y que dado que el aparcamiento donde estamos pertenece al Ministerio de Fomento, les solicitamos a ellos el correspondiente permiso. No obstante, le indico que se les enviará el resultado de la investigación. No parece disgustado después de estas explicaciones.



Vista general del emplazamiento y 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: 15-05-2005	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.204.02	POBLACIÓN: CANFRANC	PROF.: 100
PERFORACIÓN INICIO: 14/5/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 380 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación: SACYR MICROTEC (Equipo 1)

Profundidad alcanzada:

Al comienzo de la visita a las 13:30: 50 metros.

A las 18:30 la profundidad alcanzada es de 80 m.

A las 20:30 se alcanzan los 100 m más los 3 del martillo y se da por finalizado el sondeo.

Estado de la perforación: el esquema de perforación seguido es el siguiente:

De 0 m a 6 m: diámetro 380 mm

A partir de 6 m: diámetro 220 mm.

Velocidad media de avance: Del metro 120 al 125 la velocidad de avance es de 6,7 m/h.

La única tubería durante de la perforación son los 6 m iniciales de emboquille.

Características hidrogeológicas

El agua la cortaron en muy poca cantidad en torno a los 30 m de profundidad (muy difícil de precisar ya que para la perforación al pozo se le aporta agua). A los 85 – 90 se produce un ligero incremento.

La diferencia aproximada de cota entre el brocal del sondeo y el manantial de la Torre de Fusileros es de unos 25 m.

Reconocimiento de las muestras obtenidas

La columna atravesada es la siguiente:

De 0 m a 5 m: Relleno cuaternario.

De 5 m a 30 m: Alternancia de calizas recristalizadas grises y calizas pardas.

De 30 m a 80 m: Caliza recristalizada gris oscura muy compactas con vetas de calcita.



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



A los 90 m se detecta un cambio litológico y aumenta la velocidad de avance.

En una primera aproximación a las muestras obtenidas parece que hasta los 80 m se han atravesado las calizas nodulosas del Santoniense.

JESÚS SERRANO MORATA





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



OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.		
FECHA: 16-05-2005	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.204.02	POBLACIÓN: CANFRANC	PROF.: 103
PERFORACIÓN		
INICIO: 14/5/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 380 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación: SACYR MICROTEC (Equipo 1)

Profundidad alcanzada: 103 m. Finalizada.

Características hidrogeológicas

El agua la cortaron en muy poca cantidad en torno a los 30 m de profundidad (muy difícil de precisar ya que para la perforación al pozo se le aporta agua). A los 85 – 90 se produce un ligero incremento.

Reconocimiento de las muestras obtenidas

La columna atravesada es la siguiente:

De 0 m a 5 m: Relleno cuaternario.

De 5 m a 30 m: Alternancia de calizas recristalizadas grises y calizas pardas.

De 30 m a 90 m: Caliza recristalizada gris oscura muy compactas con vetas de calcita.

De 90 a 103 m: Calcarenitas pardo rojizas con vetas de calcita.

En una primera aproximación a las muestras obtenidas parece que hasta los 80 m se han atravesado las calizas nodulosas del Santoniense y por debajo de los 90 m las Calcarenitas ferruginizadas del Santoniense (Cretácico superior).

Testificación geofísica

A las 10:00 del 16/5/05 se realiza la testificación geofísica con las mismas sondas de los sondeos anteriores y finaliza a las 12:00. De un primer análisis se deduce lo siguiente:

- Nivel de agua aproximado sobre los 34 m.
- La verticalidad es de 2º de inclinación.

- Se registran unas zonas de cambio de resistividad en torno a los 35 m, a los 80 m y 95 m que aproximadamente coinciden con las zonas aportantes registradas de forma directa.

Entubación

Con toda la información disponible se propone realizar la siguiente entubación definitiva:

- De 0 m a 6 m tubería de 300 mm de diámetro y espesor de 5 mm.
- De 0 m a 31 m tubería ciega de 220 mm de diámetro y 4 mm de diámetro.
- De 31 m a 37 m filtro de puentecillo.
- De 37 m a 79 m tubería ciega.
- De 79 m a 85 m filtro de puentecillo.
- De 85 m a 91 m tubería ciega.
- De 91 m a 97 m puentecillo.
- De 97 m a 103 m tubería ciega

La entubación del pozo se realiza el 16/5/05.

JESÚS SERRANO MORATA



Testificación geofísica sondeo

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

FECHA: 18/05/05	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09.204 02 POBLACIÓN: Canfranc (Huesca)	PROF.: 103 m
PERFORACIÓN	
INICIO: 14/05/05 SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 380 y 220 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

ACTIVIDADES: HORMIGONADO DEL DADO



ARQUETA NIVELADA ANTES DEL HORMIGONADO



PROCESO DE HORMIGONADO IN SITU DE LA ARQUETA.

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:

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.204.02

POBLACIÓN: CANFRANC. FUSILEROS

PROF.:

Nivel con el sondeo totalmente finalizado

30/5/05 12:45: 34,25 m.



ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO

CÓDIGO IPA: 2808-8-0023
CÓDIGO MMA: 09-204-02

MUNICIPIO: CANFRANC
PROVINCIA: HUESCA

HOJA Nº 2808

COORDENADAS UTM
HUSO 30: 702.846
4.734.732
1.140

PARAJE: TORRETA FUSILEROS
PRECISIÓN (X,Y): GIS Oleícola
PRECISIÓN Z: GPS

FECHA INICIO: _____
FECHA FINAL: _____
AUTOR FICHA: Javier Ramajo

CÓDIGO	MUESTRA	TRAMO	DESCRIPCIÓN	LITOLOGÍA		TEXTURA		ESTRUCTURA		COMPONENTES		POSICIÓN		POTENCIAL		RESISTENCIA		
				U	L	LA	LAU	ALU	AL	ALU	AL	ALU	AL	ALU	AL	ALU	AL	ALU
6		0-3 m	Limolitas de color marrón ocre a con gravas y cantos de calizas recristalizadas															
7		3-30 m	Calizas limosas-arenosas de color gris ocre a rojizo con niveles de margocalizas de tonos ocre a gris pardo. Se trata de calizas limosas arenosas de grano fino bastante recristalizadas con texturas entre <i>mudstone-wackestone</i> a <i>packstone-grainstone</i> . Se observan escasos restos de fósiles como bivalvos y foraminíferos (posibles Lacazinas?). Las margocalizas son compactas, algo limosas y con texturas de <i>mudstone</i> . En general el tramo esta muy recristalizado, con restos de grietas rellenas de calcita mas frecuentes hacia la base.															
8		35-83 m	Se trata de una serie de calizas limosas a veces arenosas de grano fino, con frecuentes intercalaciones de calizas micríticas a margosas, de tonos gris oscuros a pardos. Las calizas son limosas y arenosas a lecho, pasando a micríticas hacia la base y presenta una textura de <i>mudstone</i> a <i>wackestone</i> y, a veces, <i>packstone</i> . Contiene granos de cuarzo de tamaño limo a arena fina, se encuentran muy recristalizadas, con frecuente esparita, y no se observa fósiles significativos. Junto a las calizas aparecen restos de margocalizas o calizas margosas algo limosas y compactas, con textura <i>mudstone</i> . Se observan abundantes restos de grietas rellenas de calcita tanto en los tramos de margocalizas como en los de calizas. A los 30-35 metros de profundidad se detecta aportes de agua, estimándose el caudal en 1 L/s.															
13		83-103 m	Calizas arenosas de tonos pardos marrones a rojizos. Se trata de calizas de tonos rojizos con gran cantidad de detriticos, entre los que se identifican restos de cuarzo así como posibles micas y granos de feldespatos con abundantes óxidos de fierros. Presentan cemento y matriz calcáreos, con una textura de <i>packstone</i> a <i>grainstone</i> y, al igual que en el tramo anterior, la existencia de abundantes restos de grietas de calcita. A partir del metro 83 se constata un ligero aumento del caudal de agua aportada al sondeo (1,5 L/s).															
14																		

Calizas noduladas en transición con la Fm. Zuñiza

Calcareolitas ferruginosas

Cretácico Superior (Santonense-Campaniense)



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO Nº 2808-8-0023
(09.204.02)**

CANFRANC (Huesca)

CORREO

zaragoza@igme.es

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



ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y el levantamiento de la Columna estratigráfica detallada del sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Canfranc dentro de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. El 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 103 metros de profundidad y está perforado a rotoperusión con recuperación de “ripios” y toma de muestras cada 5 metros. El diámetro del sondeo es de 380 mm en los primeros 6 metros y de 220 mm desde ahí hasta el final.

La entubación se ha efectuado con tubería de 300 mm desde la boca hasta el metro 6 y a partir de este punto hasta el final del sondeo con tubería de 180 mm. Presenta la siguiente disposición: De 0-31m: Tubería ciega. De 31-37 m: Filtro Puente. De 37-79 m: Tubería ciega. De 79-85 m: Filtro Puente. De 85-91 m: Tubería Ciega. De 91-97: Filtro Puente. De 97-103 m: Tubería Ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a la hora de identificar las facies y características de la litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose lavado previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagramas disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación gráfica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuáles 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 2808-8-0023 y 09.204.02, respectivamente se localiza en el término municipal de Canfranc, a unos 2 Km. al norte de esta localidad. Se accede al mismo tomando la carretera nacional N-330 en un aparcamiento situado en una zona de descanso al margen de la citada carretera, en las cercanías de la fortificación denominada Torreta de Fusileros (Fig.1). Las coordenadas del emplazamientos son:

X: 702.846

Y: 4.734.732

Z: 1140 msnm.,

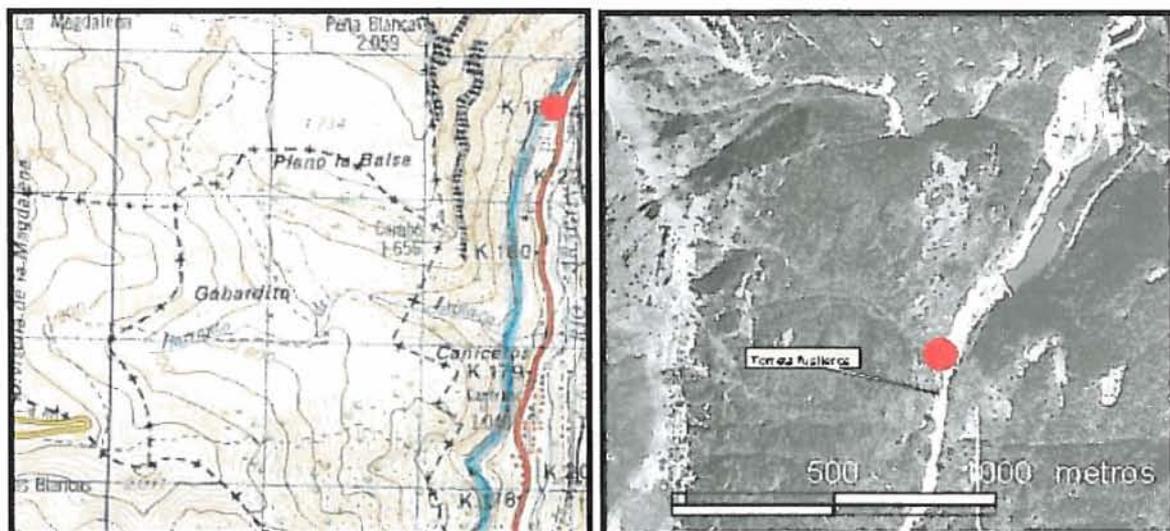


Fig. 1. Situación del sondeo en mapa 1:50.000 y ortofoto (tomadas de la Ficha IPA de la CHE).

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Cretácico Superior identificados en la Hoja MAGNA nº 144 como unidad 15 (o quizás la base de 16) de edades Santiense-Campaniense. Estos materiales afloran en un serie monoclinale a lo largo del Río Aragón con una dirección próxima a E-O (90 a 100°) y buzamiento que varía entre 20 y 35° .

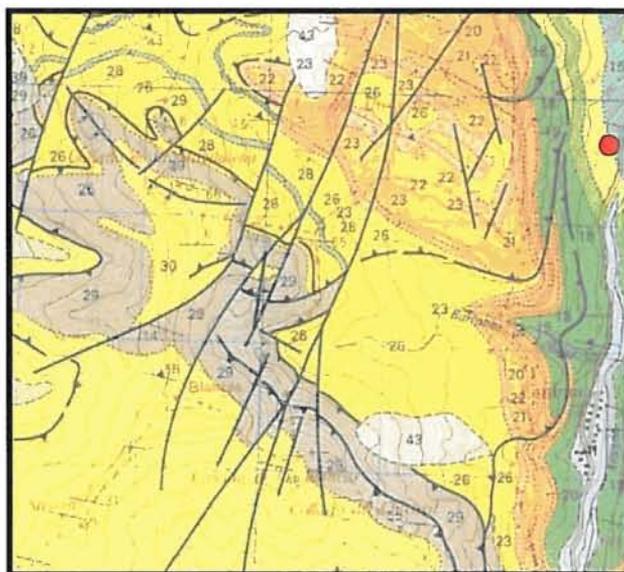


Fig.2. Situación del sondeo en la Hoja MAGNA nº 144 (Ansó).



FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

Los primeros 3 metros atravesados corresponden a materiales cuaternario constituidos por limolitas con gravas y cantos de calizas arenosas.

Debajo yacen materiales identificados como unidad nº 15 en la Hoja Geológica MAGNA (144), atribuidos al Cretácico Superior. Hasta el metro 83 se atraviesan calizas limosas-arenosas de grano fino, texturas variables entre *mudstone-wackestone* a *packstone-grainstone* y escasos restos de fósiles entre los que se identifican bivalvos y foraminíferos (Lacazinas?). Presentan intercalaciones de margocalizas y/o margas calcáreas compactas, algo limosas, con texturas de *mudstone*. En general, el tramo está muy recristalizado con restos de grietas rellenas de calcita más frecuentes hacia la base. Este paquete se interpreta como perteneciente a lo que en la memoria de la Hoja MAGNA nº 144 se denomina tramo de Calizas Nodulosas (Teixell, 1990), formado por calizas micríticas y arenosas de grano fino recristalizadas. La edad que puede atribuirse al mismo es Santoniense terminal o Campaniense Inferior.

Este tramo se encuentra en transición gradual a las Fm. Margas de Zuriza, también denominada Calcóesquistos con Navarella (Souquet, 1967).

Desde el metro 83 hasta el final del sondeo se han cortado una serie de calizas arenosas de tonos rojizos, muy ferruginizadas y oxidadas que presentan texturas de *packstone* a *grainstone* con abundantes granos de cuarzo. Se han interpretado como pertenecientes al tramo inferior de la unidad 15 de la Hoja MAGNA, también denominada Calcarenitas de Quimboa o Calcarenitas ferruginosas (Teixell, 1990). Su edad es atribuida claramente al Santoniense (Teixell, 1990; y Souquet, 1967).

COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-3 m. Limolitas de color marrón ocre con gravas y cantos de calizas recristalizadas.

TRAMO 2

3-30 m. Calizas limosas-arenosas de color gris ocre a rojizo con niveles de margocalizas de tonos ocres a gris pardo. Se trata de calizas limosas arenosas de grano fino bastante recristalizadas con texturas variables entre *mudstone-wackestone* a *packstone-grainstone*, se observan escasos restos de fósiles como bivalvos y foraminíferos (posibles Lacazinas?) Las margocalizas son compactas, algo limosas y con texturas de *mudstone*. En general el tramo está muy recristalizado, con grietas rellenas de calcita más frecuentes hacia la base.

TRAMO 3

30-83 m. Serie de calizas limosas, a veces arenosas, de grano fino, con frecuentes intercalaciones de calizas micríticas a margosas de tonos gris oscuros a pardos. Las calizas son



limosas y arenosas a techo pasando a más micríticas hacia la base, y presentan una textura de *mudstone* a *wackestone* y, a veces, *packstone*. Contiene granos de cuarzo de tamaño limo a arena fina, se encuentra muy recristalizadas, con frecuente esparita, y no se observa fósiles significativos. Junto a las calizas aparecen restos de margocalizas o calizas margosas algo limosas y compactas con textura *mudstone*. Se observan abundantes restos de grietas rellenas de calcita tanto en los tramos de margocalizas como en los de calizas.

A los 30-35 metros de profundidad se corta agua durante la perforación, estimándose un caudal inferior a 1 L/s.

TRAMO 4

83-103 m. Calizas arenosas de tonos pardos marrones a rojizos. Se trata de calizas de tonos rojizos con gran cantidad de detríticos entre los que se identifica restos de cuarzo, micas y granos de feldespatos con óxidos de hierros. Presentan cemento y matriz calcáreos, con una textura de *packstone* a *grainstone*. Se observa, al igual que en el tramo anterior, la existencia de restos de grietas rellenas de calcita.

A partir del metro 83 se constata un ligero aumento del caudal de agua aportada al sondeo (1,5 L/s).

REFERENCIAS

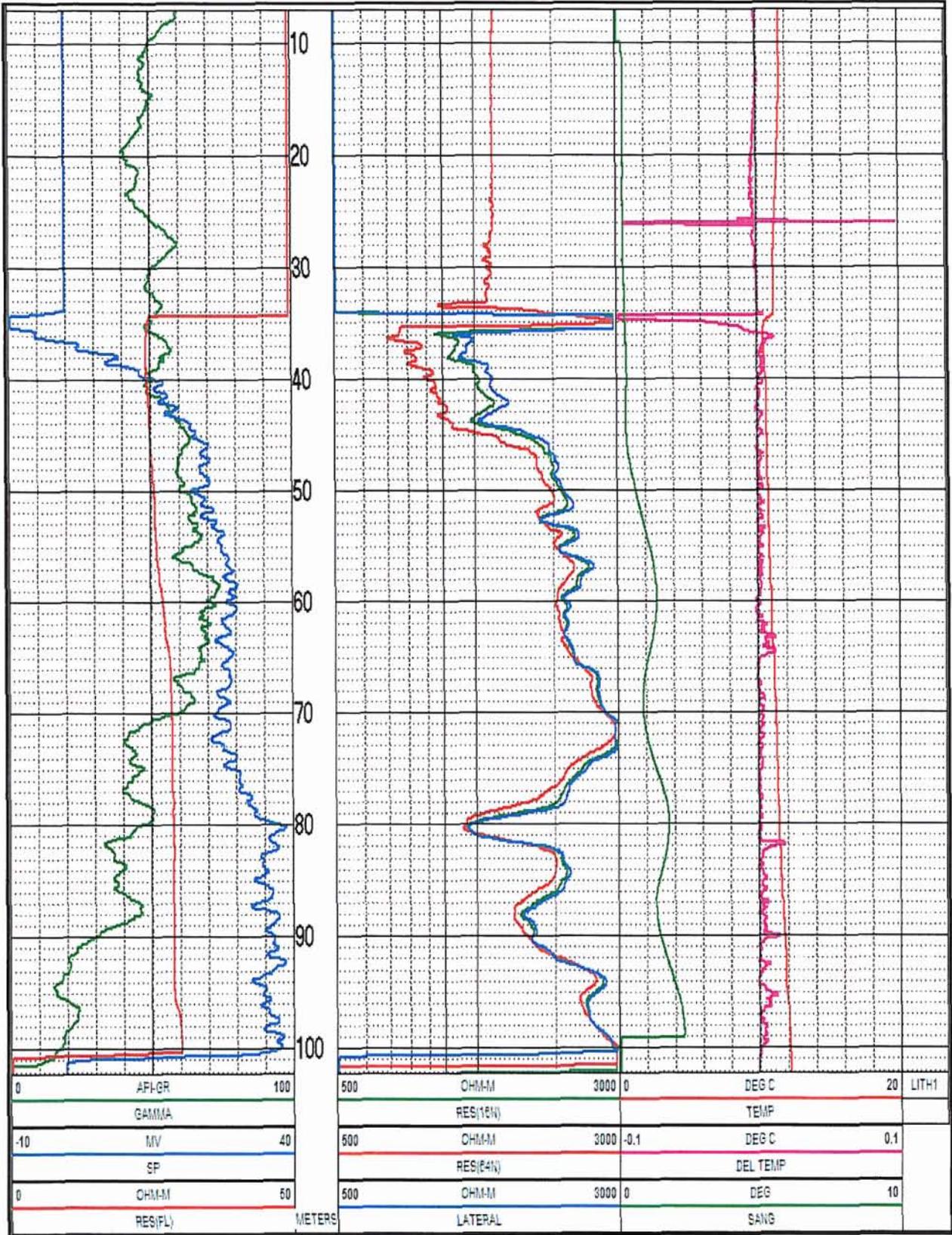
MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 N° 144-Asó (1964).

A. TEIXELL (1990). - El Cretácico superior de la terminación occidental de la zona axial Pirenaica. *Geogaceta*, 8, 84-85p.

SOUQUET, P. (1967). - *Le Cretace Superieur Sud-Pyreneen en Catalogne, Aragon et Navarre*. Tesis Doctoral, Univ. Toulouse, 529 P.

ANEJO 3 GEOFÍSICA

09.204.02 CANFRANC



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
SECRETARIA GENERAL PARA EL TERRITRIO Y LA BIODIVERSIDAD

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



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

**TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO
“09-204-02 CANFRANC” EN CANFRANC
(HUESCA)**

Mayo de 2005

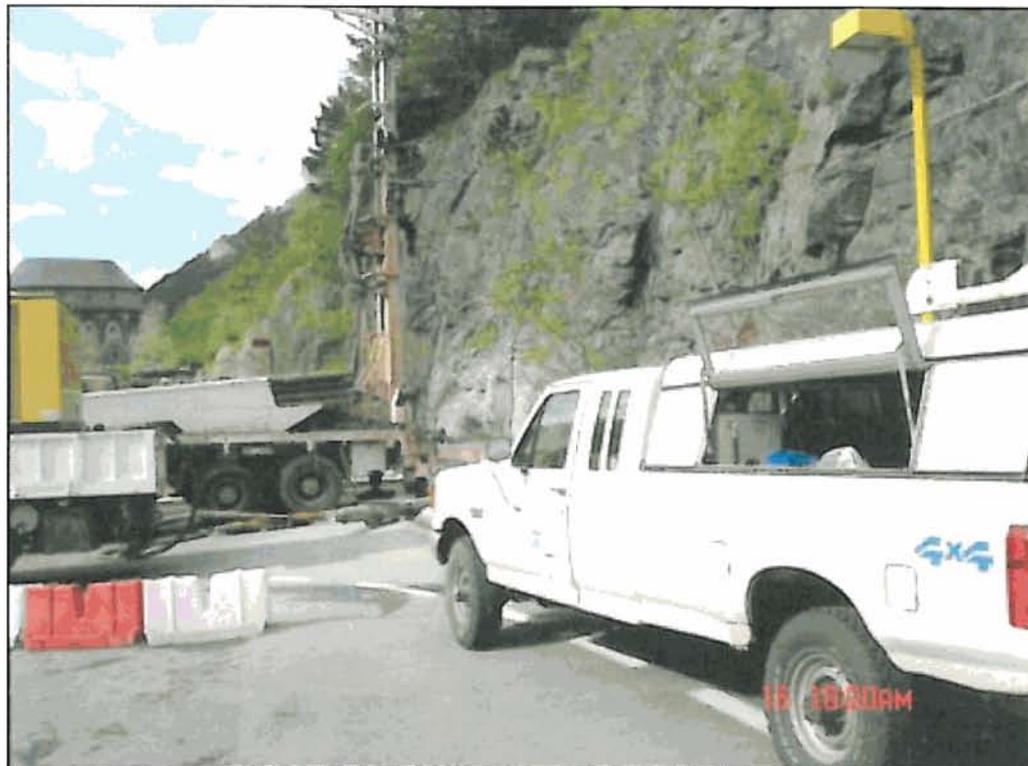




CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO "09-204-02 CANFRAC" EN CANFRANC (HUESCA)



HUESCA, MAYO DE 2005

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



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

ÍNDICE

	Páginas.
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2. METODOLOGÍA	3
2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	3
2.2. TIPOS DE PARÁMETROS	4
2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES	5
2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS	6
3. TRABAJO REALIZADO	9
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS	10
3.2. PROCESADO DE DATOS	17
3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS	18
4. RESULTADOS OBTENIDOS	23

ANEXOS

- ANEXO-I:** DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA.
- ANEXO-II:** LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-1

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El día 16 de mayo de 2005 se procedió, por parte de la Compañía General de Sondeos, a la testificación geofísica del sondeo "09-204-02 CANFRANC", ubicado en el término municipal Canfranc, en la provincia de Huesca, tal y como se muestra en el mapa de situación geográfica de la figura.-1.

El objetivo fundamental de la testificación geofísica es diferenciar los tramos porosos y permeables, para determinar los materiales susceptibles de aportar agua a la perforación, con el fin de, posteriormente, proceder a la colocación de filtros en los tramos más adecuados.

También constituye un importante objetivo la determinación de las características constructivas, como son la verticalidad y desviación del sondeo, para proceder de la forma más correcta a la entubación del mismo.

Mediante la testificación geofísica hemos realizado la medición de ciertos parámetros físicos, que nos han permitido evaluar las zonas más porosas y permeables capaces aportar agua a la perforación y el cálculo de la inclinación y desviación a lo largo de todo el sondeo.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág.-2

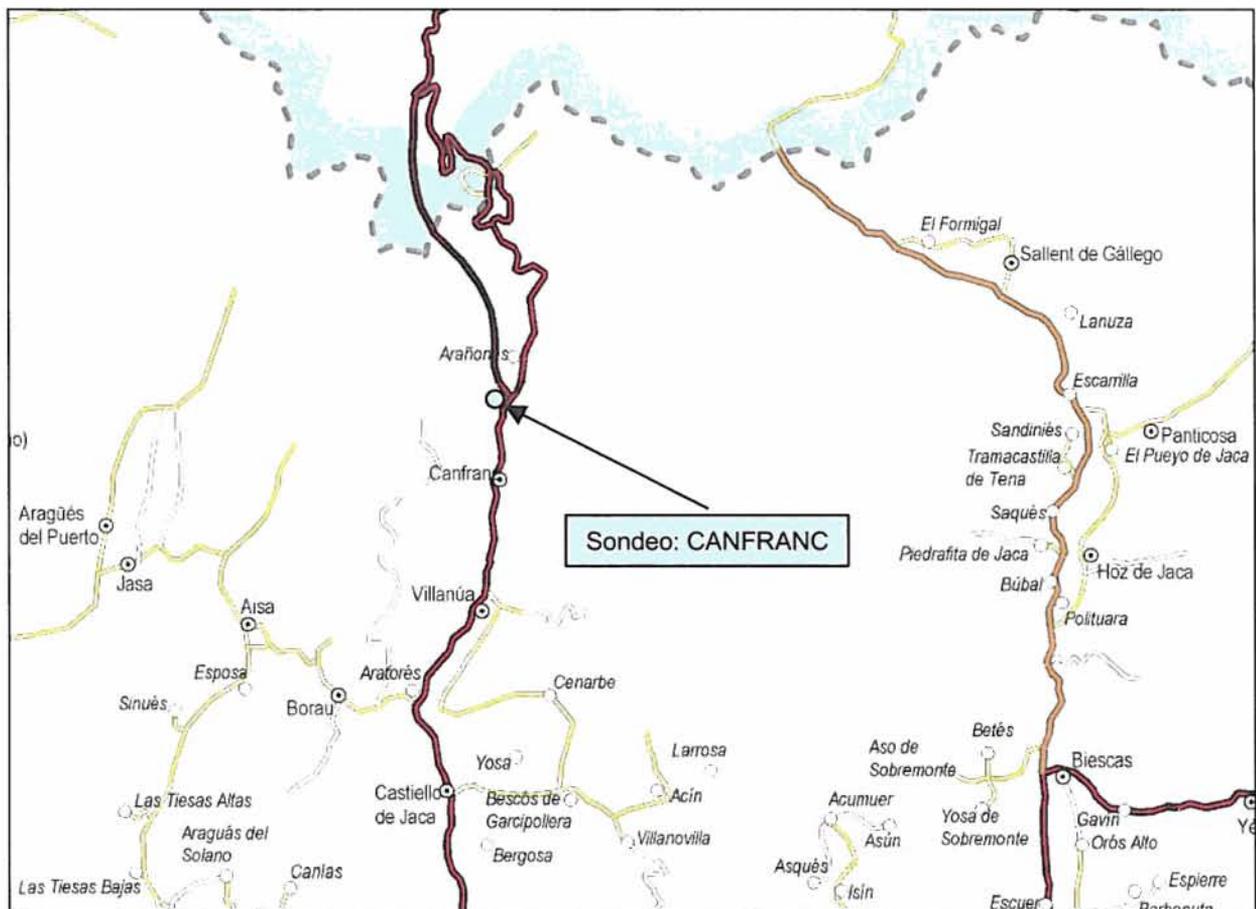


Figura.-1 Situación geográfica de la zona de estudio



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-3

2. METODOLOGÍA

La obtención y estudio de los fragmentos del terreno extraídos de un sondeo durante la perforación se llama testificación mecánica.

La testificación geofísica estudia el material que se encuentra en torno al sondeo a través de técnicas geofísicas. Es decir, mide y registra ciertas propiedades físicas del terreno perforado, con equipos cuya filosofía es similar a los empleados en geofísica de superficie.

2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La geofísica de sondeos o testificación geofísica, presenta varias ventajas respecto a la geofísica de superficie.

- Su operación es más sencilla. Todos los componentes del sistema de medida y registro se localizan en la superficie, próximos al sondeo, y en el interior del mismo, por lo que el espacio necesario para trabajar es fijo y reducido.
- El equipo empleado para la toma de datos en el interior del sondeo va sujeto a un cable que se manobra fácilmente desde la superficie mediante un motor.
- La señal registrada proviene de una zona localizada frente al equipo en el interior del sondeo.
- El registro obtenido es continuo a lo largo de la zona barrida por el equipo dentro del sondeo.

Respecto a la testificación mecánica, la testificación geofísica tiene las siguientes ventajas:



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-4

- Se requiere menos tiempo en alcanzar la información puesto que se puede perforar sin necesidad de obtener testigo, y, por otra parte, el análisis de los datos es más rápido.
- Se obtiene información a todo lo largo del sondeo. En determinados terrenos, por ejemplo, en los terrenos blandos, es muy difícil obtener testigo mecánico, mientras que las medidas geofísicas siempre pueden obtenerse al hacerse en las paredes del sondeo, que son más fáciles de conservar.
- La testificación geofísica proporciona datos del terreno in situ, tal como se encuentra durante la toma de medidas. El testigo puede alterar sus características durante el periodo de tiempo que transcurre desde que se obtiene hasta que se analiza.
- La realización de la testificación geofísica es más económica que la testificación mecánica. Además, el almacenaje, el acceso y el manejo de datos son más sencillos y económicos.
- La testificación geofísica es un documento objetivo, que revaloriza en cualquier momento la costosa obra de perforación.

2.2. TIPOS DE PARÁMETROS

Las propiedades físicas de las rocas que pueden medirse en un sondeo son las mismas que las utilizadas en la geofísica de superficie: potencial espontáneo, resistividad eléctrica, radiactividad natural, velocidad de las ondas sísmicas mecánicas, densidad susceptibilidad magnética, etc.

La forma de hacer las medidas se brinda, sin embargo, a una mayor gama de posibilidades, al estar los sensores mucho más próximos a las formaciones geológicas y al desplazarse de forma continua a lo largo del sondeo.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-5

Una misma propiedad física de las rocas, puede medirse con distintos tipos de dispositivo, dando lugar a lo que se denominan parámetros de testificación. Cada parámetro informa de un aspecto distinto de las propiedades de las rocas atravesadas.

Una característica esencial de la testificación geofísica, es que sistemáticamente se miden varios parámetros en un mismo sondeo, lo que posibilita aún más la obtención de información fiable.

Los tipos de parámetros que se obtienen se clasifican en los siguientes grupos:

- *Eléctricos.* Potencial Espontáneo, Resistencia, Resistividad Normal, Resistividad Lateral, Resistividad Focalizada, Inducción, Resistividad del Fluido y Buzometría.
- *Radiactivos.* Gamma Natural, Gamma gamma, Neutrón y Espectrometría.
- *Sísmicos.* Sónicos y Tren de ondas.
- *Mecánicos.* Flujometría y Calibre.
- *Especiales.* Inclinación y Desviación del sondeo, Temperatura, gravedad, Magnetismo, Radar, Microescaner, Televiewer y Vídeo.

2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES

El equipo en el interior del sondeo se desplaza a una velocidad determinada, midiendo habitualmente de forma continua, si bien algunos parámetros se miden de forma discreta. Esta medida se transmite para ser registrada en la superficie y se representa en un gráfico denominado DIAGRAFÍA o LOG. Con el mismo equipo y a la misma vez se obtienen varias diagrafías.

En el eje horizontal se presenta en escala lineal o logarítmica el valor de la medida realizada, y en el eje vertical y en sentido descendente se expresa la profundidad. En la presentación de las diagrafías es habitual dibujar unas líneas de referencia a intervalos regulares para facilitar las lecturas.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-6

Los datos se representan gráficamente a medida que se van obteniendo y, además, se procede a su digitalización y almacenamiento en soporte magnético para su posterior procesado.

De cada sondeo testificado se conserva una serie de datos donde se incluye información general del sondeo, de la perforación y la testificación.

2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS

Un equipo de testificación geofísica se compone de los siguientes elementos:

- *Sonda*: Es la parte que se introduce en el sondeo y convierte el parámetro registrado en señal eléctrica. Según el tipo de sonda se obtiene un tipo de diagráfia.

En general, se puede decir que en el interior de cada sonda existe:

- Un sistema generador de un campo físico, (eléctrico, radiactivo, electromagnético, onda mecánica, etc...).
- Un sistema detector de la respuesta que el terreno produce a la acción del campo original, y de la que se deducirá el tipo de terreno del que se trata.
- Un convertidor de la señal, (nuestro equipo digitaliza la señal directamente de la sonda).
- La fuente de alimentación necesaria para el funcionamiento de los componentes electrónicos de la sonda.
- *Cable*: Tiene varias funciones: Soportar la sonda, llevar energía a la misma y enviar la señal de la sonda a la superficie.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág.-7

- *Sistema de control de la profundidad:* Mide la longitud del cable introducido en el sondeo, para conocer la profundidad a la que se encuentra la sonda y se realiza la medida.
- *Cabrestante y motor:* En el cabrestante se encuentra arrollado el cable y se mueve a una velocidad controlada por el operador. Desde el final del cable, en el cabrestante, se toman las señales transmitidas desde la sonda.
- *Equipo de superficie:* Incluye, entre otros, todos los elementos de comunicación con la sonda, controlando su desplazamiento y operación, registro y grabación de la señal.

El conjunto de todo el equipo forma parte de una unidad que, en nuestro caso, va incorporada en un vehículo de la marca Ford, modelo Custom-250.

El equipo de testificación geofísica utilizado, en el presente trabajo, ha sido el equipo CENTURY COMPU-LOG-III, del cual adjuntamos, en la figura.-2, una ficha técnica del mismo.

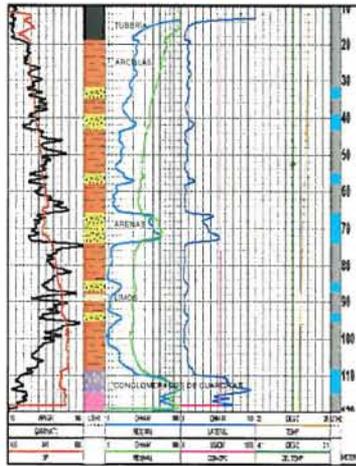


CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

EQUIPO CENTURY COMPU-LOG-III



DIAGRAFÍA PROCESADA

UTILIDADES

El equipo **CENTURY COMPU-LOG-III** es un equipo digital de última generación de **testificación geofísica** que dispone de las sondas necesarias para registrar los siguientes parámetros :

- Potencial espontáneo
- Resistencia monoelectrónica
- Resistividad normal (16" y 64")
- Resistividad lateral
- Conductividad
- Gamma natural
- Densidad
- Porosidad
- Sónico
- Flujometría
- Calibre
- Inclinación
- Desviación
- Temperatura

ALGUNAS APLICACIONES

- Definición de litologías
- Identificación de acuíferos
- Fracturación
- Calidad del agua
- Porosidad de las rocas
- Grado de compactación
- Desviación e inclinación

COMPONENTES

- Ordenador Pentium II
- Impresora
- cabrestante de 1500 m.
- Hidráulico
- Alternador
- sondas
- Fuente de alimentación
- Programa de adquisición de datos PCL
- Programa de procesado de datos ACL

Todo montado sobre un vehículo todo terreno marca Ford Custom



EQUIPO COMPLETO CON SONDAS



SONDAS

Figura.-2 Equipo de Testificación Geofísica CENTURY COMPU-LOG



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-9

3. TRABAJO REALIZADO

El sondeo "09-204-02 CANFRANC" se testificó desde la superficie hasta los 103 metros de profundidad, tomando como cota cero el ras de suelo.

DATOS DEL SONDEO

PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	103 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	103 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 6 mts.	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	34 m.	
CONDUCTIVIDAD MEDIA NORMALIZADA A 25º C:	500 µs/cm	
TESTIFICADO CON LA SONDA:	9040 y 9055	
COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0702556
	Y	4734660
	Z	657

Se han utilizado las sondas 9040 (hidrogeológica) y 9055 (desviación) que registran los siguientes parámetros:

Sonda 9040 (hidrogeológica)

- GAMMA NATURAL
- POTENCIAL ESPONTÁNEO
- RESISTIVIDAD NORMAL CORTA
- RESISTIVIDAD NORMAL LARGA
- RESISTIVIDAD LATERAL
- RESISTIVIDAD DEL FLUIDO
- TEMPERATURA
- DELTA DE TEMPERATURA



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-10

Sonda 9055 (desviación)

- PROFUNDIDAD
- DISTANCIA
- DESVIACIÓN NORTE
- DESVIACIÓN ESTE
- INCLINACIÓN
- ACIMUT

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS

Gamma Natural: Mide la radiactividad natural de las formaciones geológicas.

Los Rayos Gamma son ondas de energía electromagnética, emitida espontáneamente por los elementos radiactivos, como parte del proceso de conversión de masa en energía, o desintegración nuclear.

Cada isótopo radiactivo tiene unos niveles de emisión característicos. La energía emitida por una formación geológica es proporcional a la concentración en peso de material radiactivo que contiene. Es absorbida por la propia formación, en mayor grado cuanto mayor sea su densidad, por lo que la emisión recibida en la sonda es la que proviene de una distancia media no superior a los 0.3 metros.

En las rocas sedimentarias, los isótopos radiactivos se localizan fundamentalmente en las arcillas, mientras que las arenas limpias no tendrán emisiones de Rayos Gamma.

Los niveles de calizas y dolomías tampoco son radiactivos, mientras que las rocas ígneas, sobre todo el granito y las riolitas, tienen importantes concentraciones de isótopos de ⁴⁰K.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-11

La sonda contiene un detector de centelleo que detecta las radiaciones que llegan a la sonda en la unidad de tiempo.

Las unidades empleadas son cuentas o eventos radiactivos detectados en la unidad de tiempo (c.p.s.). Puesto que no todos los detectores son iguales, se ha definido la unidad normalizada llamada "API", como una fracción de la lectura, expresada en unidades c.p.s., realizada por la sonda en una formación tipo, dispuesta en un sondeo patrón artificial en USA.

Potencial Espontáneo: Mide la diferencia de potencial entre un electrodo fijo en la superficie (A) y otro que se mueve a lo largo del sondeo (B).

Las diferencias de potencial medidas se deben a desequilibrios iónicos que tienen lugar normalmente entre las superficies de separación de líquido-sólido o sólido de diferente permeabilidad, dando lugar a corrientes eléctricas de origen natural. Los desequilibrios iónicos pueden tener varios orígenes: de difusión, absorción, potenciales redox, y electrofiltración principalmente.

Para efectuar la medición la sonda consta de un electrodo que se introduce en el sondeo en contacto con las paredes. Otro de referencia permanece en la superficie en un medio húmedo. Los dos electrodos son idénticos y químicamente inertes y estables. Un microvoltímetro de alta impedancia mide y registra la diferencia de potencial entre ambos.

El valor medio de Potencial Espontáneo es directamente proporcional a la intensidad de la corriente que circula por el lodo. A lo largo de la misma capa, la intensidad permanece constante, por lo que los valores de Potencial Espontáneo son iguales y el registro es una línea recta. En la zona de contacto entre formaciones permeables e impermeables, la variación de la intensidad de la corriente es máxima y esto da lugar a una curvatura en el registro o una desviación de la señal.

La unidad de medida de la sonda es el milivoltio.

Resistividad: Mide la resistividad eléctrica de las formaciones.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-12

La resistividad de una formación expresa el grado de oposición al paso de la corriente eléctrica por un volumen definido de formación. Se simboliza por R y se expresa en $\text{ohm} \times \text{m}$.

La sonda mide la resistividad eléctrica a través de la determinación de diferencias de potencial entre electrodos situados en la sonda. El volumen que afecta a la medida se puede controlar al variar el número y la disposición de electrodos en la sonda. En consecuencia, aunque el parámetro medido sea la resistividad, esta puede ser la del lodo, la de la formación en una zona no afectada por la perforación, o la de la formación en las proximidades del sondeo donde hay invasiones del lodo de perforación en el terreno.

Nosotros hemos medido con tres dispositivos diferentes:

- Un microdispositivo para medir la resistividad del fluido.
- Un dispositivo de 64" para medir la resistividad de la formación que no ha sido invadida por el lodo.
- Un dispositivo de 16" para medir la resistividad de la formación que ha sido invadida por el lodo.

Resistividad del fluido: Mide la resistividad del fluido que rellena el sondeo.

La medida se realiza con una sonda que dispone de un resistímetro/conductímetro adaptado para medir en el lodo. La unidad de medida es $\text{ohm} \times \text{m}$. En general este tipo de registro se obtiene durante el recorrido de descenso de la sonda, para no perturbar las condiciones estabilizadas del lodo.

Permite determinar el contenido de sales disueltas en el fluido que rellena el sondeo por lo que tiene aplicación (si las circunstancias en las que se efectúa la medida son adecuadas), para conocer la calidad del agua de los acuíferos atravesados por el sondeo en un momento dado, así como su evolución en el tiempo.

En combinación con otros registros permite detectar zonas de fracturas.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-13

Temperatura: Mide la temperatura del fluido que rellena el sondeo.

Se sabe que la temperatura de las formaciones aumenta con la profundidad, llamándose *gradiente térmico* al aumento de temperatura por unidad de profundidad.

El gradiente geotérmico es variable según la situación geográfica y según la conductividad térmica de las formaciones: los gradientes son débiles en las formaciones que tienen una alta conductividad térmica, y elevados en caso contrario.

La variación de temperatura puede ser también debida al aporte de acuíferos.

El registro se debe hacer durante el descenso, a fin de no romper el equilibrio térmico por una mezcla del lodo ocasionada por el paso de la sonda y del cable.

Profundidad: Mide la profundidad real en vertical del sondeo.

Distancia: Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto de la vertical.

Desviación norte: Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto a la vertical hacia el norte.

Desviación este: Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto a la vertical hacia el este.

Inclinación y Acimut: La sonda de verticalidad proporciona un registro continuo de la verticalidad y desviación del sondeo y del acimut de la desviación. Tras un posterior procesado de estos datos se obtiene la profundidad real y posición de cada punto del sondeo con respecto a un punto de referencia, normalmente la boca del sondeo o el pie de la tubería.

La medida de desviación del sondeo se obtiene mediante la utilización de cinco transductores, alineados según los tres ejes de la sonda de testificación: a) Dos inclinómetros definen los dos ejes menores de la sonda, "x" e "y", midiendo la desviación del sondeo con respecto a la



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-14

vertical y la dirección de la desviación con respecto al punto de referencia.
b) Tres magnetómetros tipo fluxgate, instalados según los tres ejes de la sonda "x", "y" y "z", permiten conocer la orientación rotacional de la sonda, y junto con las medidas de desviación proporcionan el valor del acimut del punto de referencia con respecto al Norte Magnético.

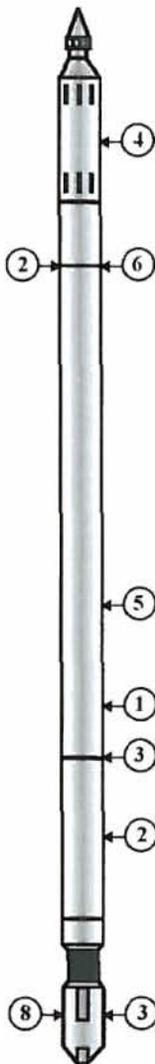
Las salidas de los cinco transductores son enviadas a la unidad de registro, donde son convertidas en lecturas de desviación y acimut en función de la profundidad. Posteriormente, las salidas son tratadas de forma que se obtiene la profundidad real y posición real del sondeo referido a un punto de referencia.

A continuación, en las figuras 3 y 4, presentamos dos fichas técnica con las características (peso, dimensiones, rango de lectura, dispositivo, presión, temperatura, velocidad del registro etc..) de las sondas 9040 (hidrogeológica) y 9055 (desviación)

Sonda 9040 (hidrogeológica)

Información general

La sonda 9040 es una sonda multiparmétrica que es capaz de medir 8 parámetros a la vez. Estos parámetros son: Gamma Natural, Potencial Espontáneo, Resistividad Normal Corta (16"), Resistividad Normal Larga (64"), Resistividad Lateral, Resistividad del Fluido, Temperatura y Delta de Temperatura.



Ubicación de los sensores

1. Gamma Natural.
2. Resistividad (64").
3. Resistividad (16").
4. Resistividad fluido.
5. Resistividad Lateral.
6. Potencial Espont.
8. Temperatura y Delta de Temperatura.

Rango de respuesta de los sensores

- Gamma Natural*: de 0 a 10.000 unidades API.
- Resistividades* (64", 16" y Lateral.): de 0 a 3000 ohmios por metro.
- Potencial Espontáneo*: de -100 a +400 mv.
- Temperatura*: de 0° C a 56° C.
- Resistividad del fluido*: de 0 a 100 ohmios por metro.

Especificaciones

- Longitud: 2.13 mts.
- Diámetro: 64mm.
- Presión: 232 Kg/cm²
- Temperatura: 50° C.
- Peso: 15 Kg.
- Voltaje requerido: 50 V (DC).
- Velocidad de registro: 9 m/minuto.

Figura.-3 Sonda 9040 (hidrogeológica)

Sonda 9055 (desviación)

Información general

La sonda 9055 es una sonda multiparamétrica que mide 6 parámetros a la vez. Estos parámetros son: Gamma Natural, Potencial Espontáneo, Resistencia Monoeléctrica, Neutrón, Inclinación y Desviación.

Para la medida de Neutrón (con la que se calcula la porosidad), es necesario incorporar a la sonda una fuente radiactiva de $Am^{241}Be$, que tiene una intensidad de 1Cu.

Ubicación de los sensores

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1. Inclinación | 2. Gamma Natural |
| 3. Neutrón | 4. Desviación |
| 5. Potencial Espontáneo | 6. Resistencia Mon. |
| 7. Fuente Radiactiva | |

Rango de respuesta de los sensores

- Inclinación: de 0 a 45 grados.
- Gamma Natural: de 0 a 10.000 unidades API.
- Neutrón: de 0 a 10.000 unidades API.
- Desviación: de 0 a 360 grados.
- Potencial Espontáneo: de -400 a 400 mv.
- Resistencia Monoeléctrica: de 0 a 3000 ohms
- Porosidad: de -10 a 100%.

Especificaciones

- Longitud: 2.90 mts.
- Diámetro: 46 mm.
- Presión: 232 Kg/cm²
- Temperatura: 85° C.
- Peso: 32 Kg.
- Velocidad de registro: 9 m/minuto.

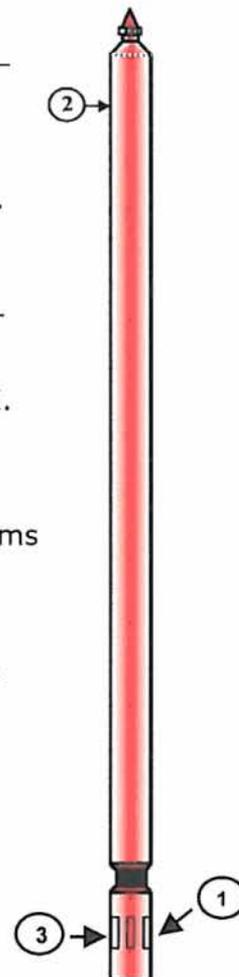


Figura.-4 Sonda 9055 (desviación)



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

3.2. PROCESADO DE DATOS

Los datos obtenidos en la testificación geofísica con las sondas 9040 y 9055 han sido procesados mediante el programa DISPLAY de la casa CENTURY GEOPHYSICAL CORPORATION.

Este programa permite efectuar cualquier cálculo con las diagragfías registradas, así como la presentación y distribución de litologías, según se muestra en la ventana del programa DISPLAY de la figura.-5.

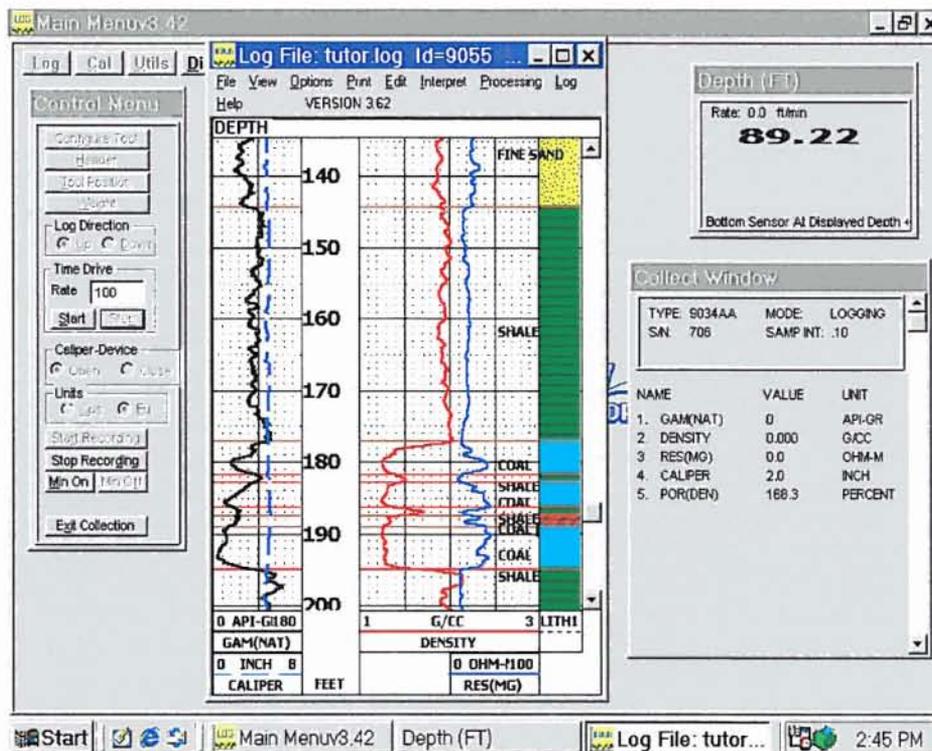


Figura.-5 Ventana de trabajo del programa DISPLAY de CENTURY



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.- 18

De la Resistividad del fluido hemos calculado la conductividad del agua del sondeo, pero a la temperatura que tiene el sondeo en el momento de efectuar el registro. Para normalizarla a 25° C utilizamos la expresión:

$$LG(\text{CON}-25^{\circ} \text{C}) = LG(\text{CON}) \times (46.5 / (LG(\text{TEM}) + 21.5))$$

Donde:

LG(CON-25° C) = Registro de Conductividad Normalizada a 25° C.

LG(CON) = Registro de Conductividad efectuado en el sondeo.

LG(TEM) = Registro de Temperatura efectuado en el sondeo.

3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS

En la figura.-6, se ha representado la totalidad del Log registrado con la sonda 9040 (hidrogeológica), con el fin de tener una visión global del mismo.

En la pista número uno se encuentran los registros de Gamma Natural, Potencial Espontáneo y Resistividad del fluido, con escalas comprendidas entre 0 y 100 unidades API para el Gamma Natural, de 10 a 40 Milivoltios para el Potencial Espontáneo y de 0 a 50 Ohm x m para la Resistividad del fluido. En la pista número dos figura la profundidad. En la número tres, están representados en color azul los tramos porosos y permeables elegidos como más favorables a la hora de aportar agua a la perforación, en negro, los tramos con menor grado de porosidad y permeabilidad y, en naranja, la parte del sondeo que no contiene agua. En la pista número cuatro, los registros de Resistividad Normal Corta, Resistividad Normal Larga y Resistividad Lateral, cuyas escalas logarítmicas van de 500 a 4000 Ohm x m. Por último, en la quinta, están los parámetros de Temperatura



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-19

(escala de 0° a 20° C), Delta de Temperatura (escala de -0.1° a 0.1° C) y Conductividad Normalizada a 25° C (escala de 0 a 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$).

En el ANEXO-I, se presenta en diferentes páginas, a una escala ampliada, la totalidad del Log para poder observar cada parámetro registrado con más detalle.

En la FIG.-7, hemos representado únicamente los parámetros de desviación medidos con la sonda 9055 (desviación)

En esta diagráfia, tenemos en la pista número uno la Profundidad y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 110 mts para la Profundidad y de 0 a 10 metros para la Distancia. En la pista número dos figura la profundidad. En la número tres, la Desviación Norte y la Desviación Este, con escala de -2 a 2 metros, para ambas. Por último, en la pista número cuatro, se encuentran los registros de Inclinación y Acimut, con escalas de 0 a 10 grados para la Inclinación y de 0 a 500 grados para el Acimut.

En el ANEXO II, se presenta un listado de valores de desviación a intervalo de 2 metros de los parámetros de Profundidad, Distancia, Acimut, Desviación Norte, Desviación Este e Inclinación.

En la FIG.-8, está representada la gráfica de desviación del sondeo vista en planta, en la que se muestra los valores del acimut y la distancia de la desviación con respecto a la vertical al final del sondeo.



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-20

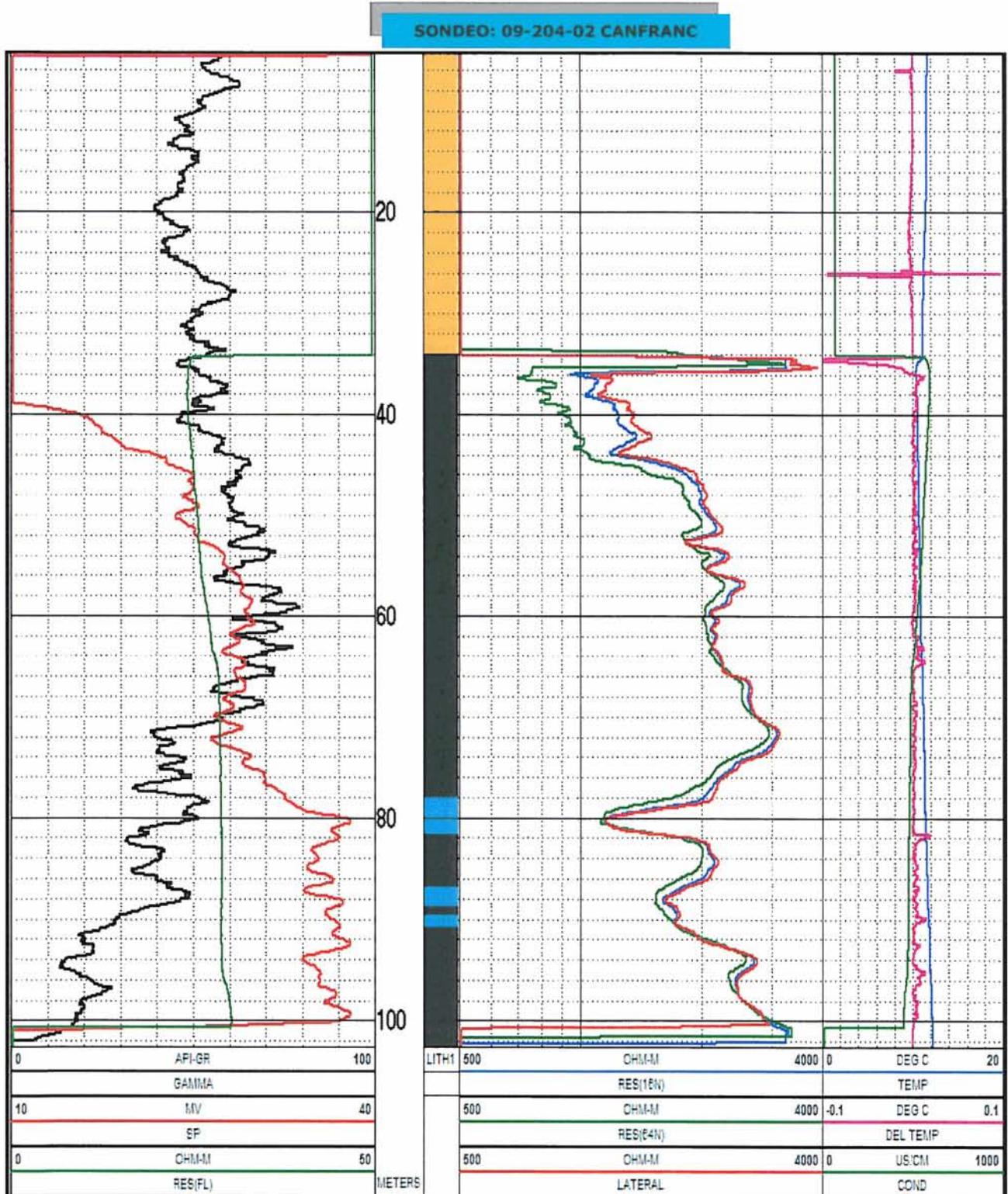


Figura.-6 Diagrama hidrogeológica

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



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág.-21

SONDEO: 09-204-02 CANFRANC

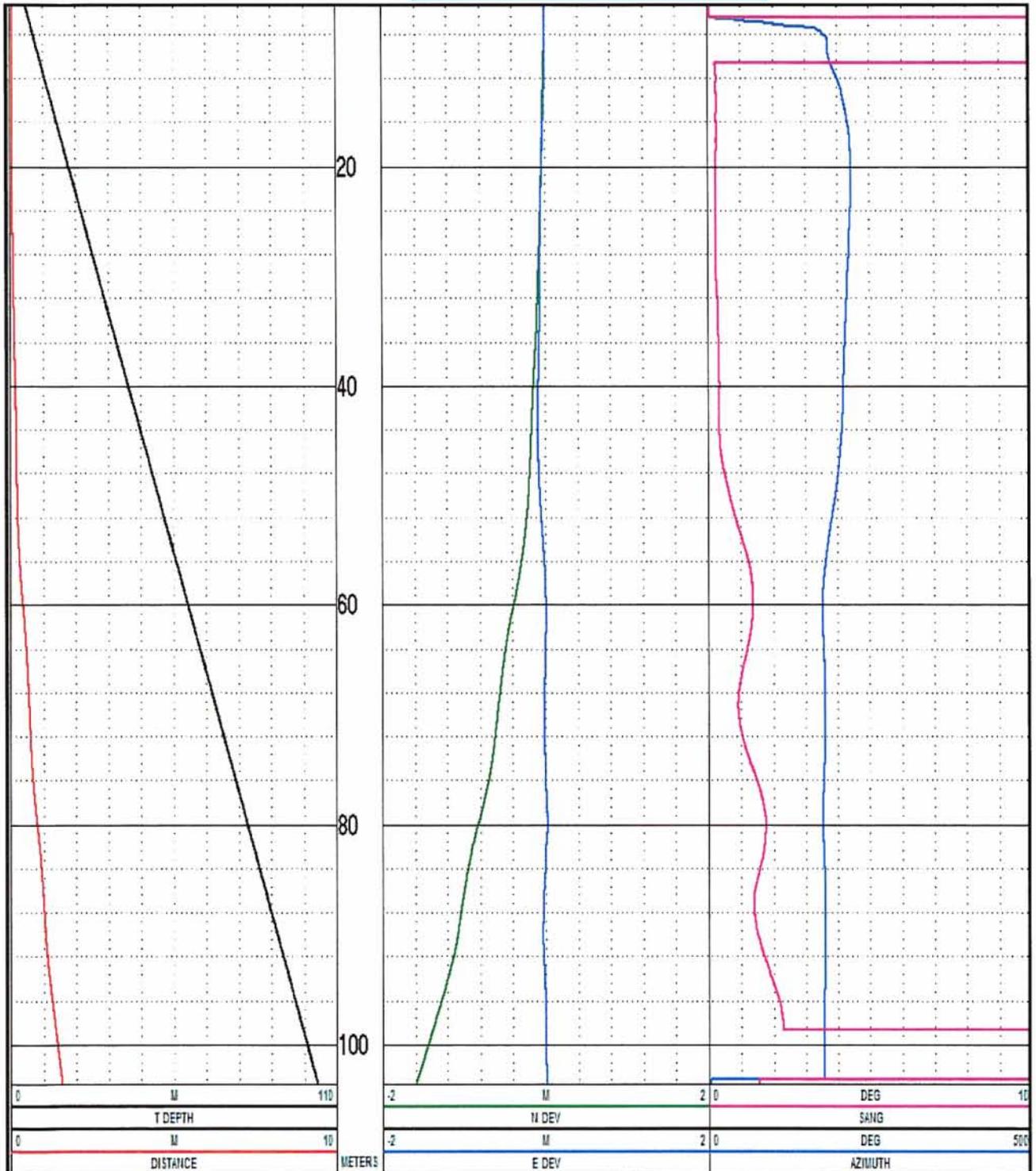


Figura.-7 Diagrama de desviación

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



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-22

SONDEO: 09-204-02 CANFRANC

Print

PLAN VIEW COMPU-LOG DEVIATION

CLIENT: CGS
 LOCATION: CANFRANC
 HOLE ID: CANFRANC
 DATE OF LOG: 05/15/00
 PROBE: 9055A 83

MAG DECL: 0.0

SCALE: 1 M/CM
 TRUE DEPTH: 103.38 M
 AZIMUTH: 179.4
 DISTANCE: 1.6 M
 + = 20 M INCR
 ○ = BOTTOM OF HOLE

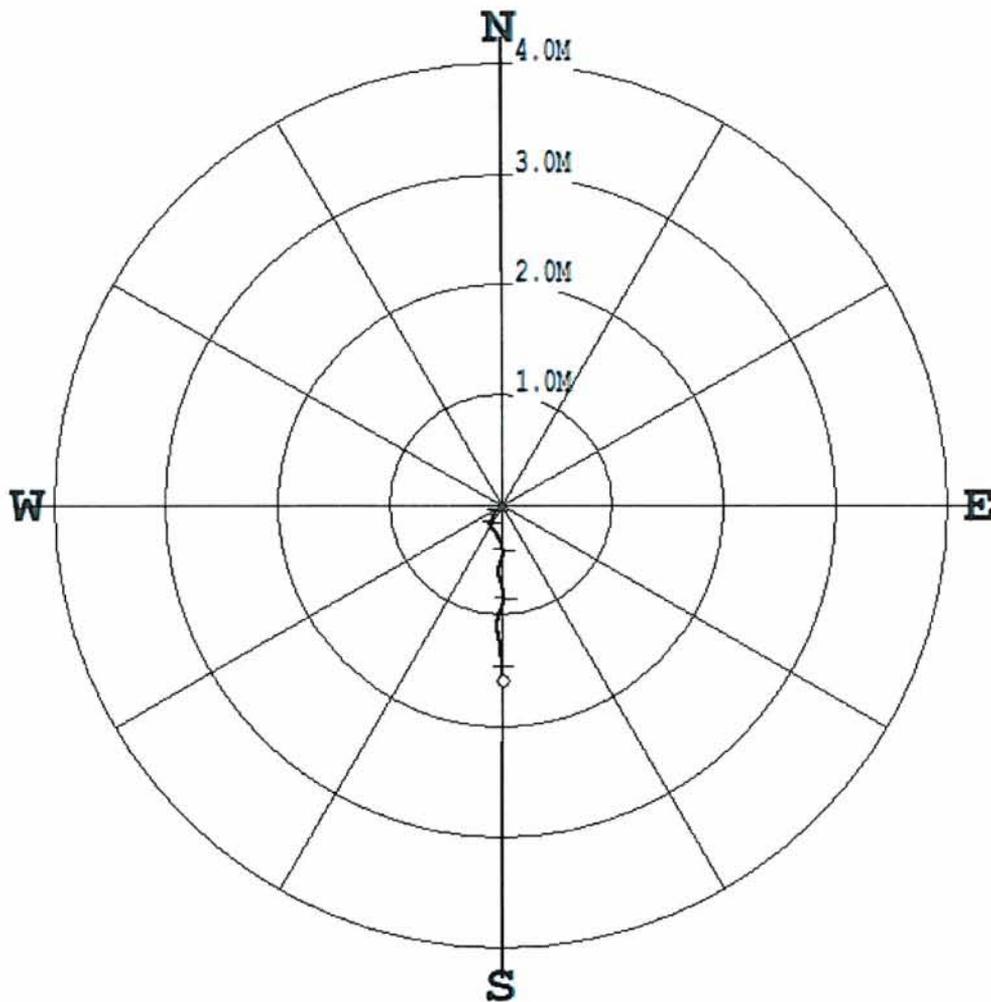


Figura.-8 Gráfica de desviación vista en planta



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.
 OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

4. RESULTADOS OBTENIDOS

De la respuesta obtenida con la sonda 9040 (hidrogeológica), que registra los parámetros de Gamma Natural, Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral, Potencial Espontáneo, Temperatura y Conductividad, se han evaluado los tramos con mayor aporte de agua al sondeo, correspondiendo con las zonas más porosas y permeables, y confeccionado la siguiente tabla:

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR
Tramo de 78 m. a 82 m.	4 m.
Tramo de 87 m. a 89 m.	2 m.
Tramo de 91 m. a 92 m.	2 m.

De la respuesta obtenida con la sonda 9055 (desviación) que mide la desviación e inclinación del sondeo se han obtenido los siguientes resultados:

- La distancia de máxima desviación con la vertical a los 102 metros de profundidad ha sido de 1,54 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 190º
- El sondeo se mantiene vertical hasta los 48 metros y, a partir de aquí, comienza a desviarse hasta alcanzar los 2,44º a los 102 metros de profundidad.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-24

Fdo: José Luengo
Geofísico
Dto. Geofísica CGS

Rvsdo: Sergio Yeste
Jefe de Obra
Hidrogeología

VºBº: Javier Almoguera
Jefe departamento
Hidrogeología

Huesca, mayo de 2005

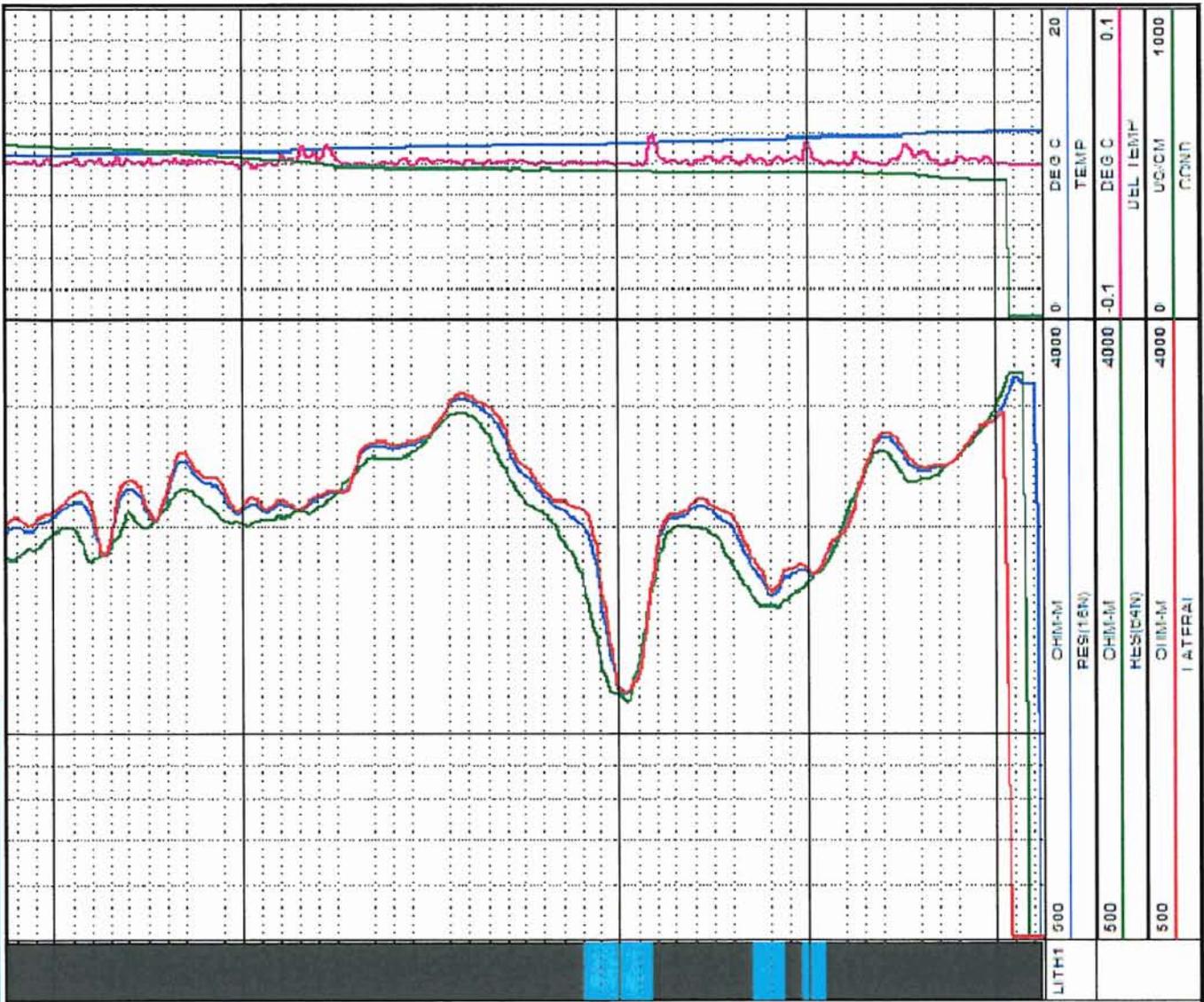
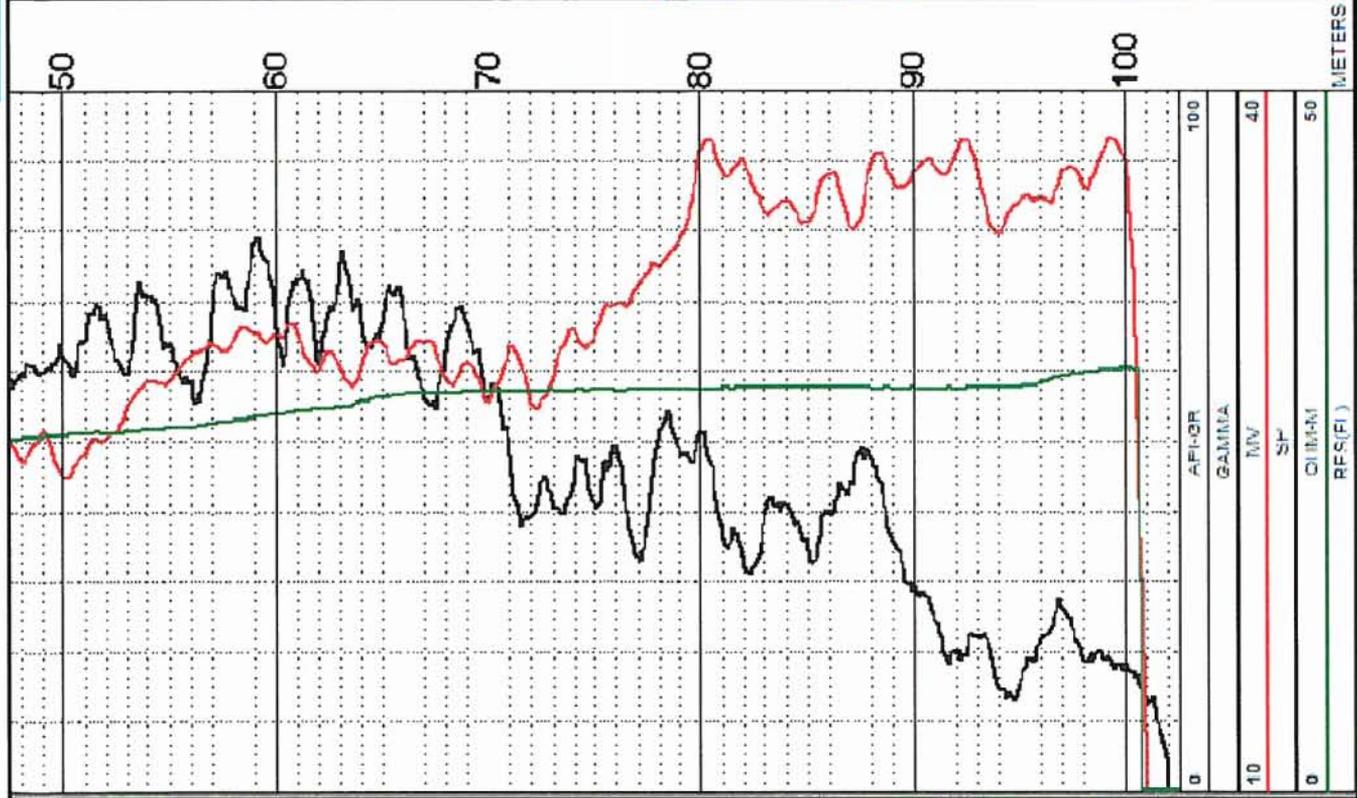


C/ Núñez de Balboa, 81
28006 MADRID
tf: 915455579 / fax: 914352259

ANEXO -I

DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA

SONDEO: 09-204-02 CANFRANC



LITHI	500	4000	0	20
CHIM-M	500	4000	-0.1	0.1
RES(16M)	500	4000	0	1000
CHIM-M	500	4000	0	COND
RES(4M)	500	4000	0	
QIIM-M	500	4000	0	
IATRAI	500	4000	0	

METERS



C/ Núñez de Balboa, 81
28006 MADRID
tf: 915455579 / fax: 914352259

ANEXO -II

LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



C/ Núñez de Balboa, 81
28006 MADRID
tf: 915455579 / fax: 914352259

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
6	0.01	0.03	0.00	0.00	120
8	0.01	0.32	-0.01	0.00	179
10	0.02	0.31	-0.02	0.00	189
12	0.02	0.28	-0.02	-0.01	202
14	0.03	0.31	-0.03	-0.02	212
16	0.04	0.33	-0.03	-0.03	218
18	0.05	0.32	-0.04	-0.04	222
20	0.06	0.32	-0.05	-0.04	223
22	0.07	0.27	-0.05	-0.05	223
24	0.08	0.29	-0.06	-0.06	222
26	0.09	0.27	-0.07	-0.06	220
28	0.10	0.37	-0.08	-0.06	219
30	0.11	0.31	-0.09	-0.07	217
32	0.12	0.27	-0.10	-0.07	216
34	0.13	0.30	-0.11	-0.07	215
36	0.14	0.47	-0.12	-0.08	213
38	0.16	0.44	-0.13	-0.08	212
40	0.17	0.42	-0.15	-0.09	211
42	0.18	0.35	-0.16	-0.09	210
44	0.19	0.35	-0.17	-0.09	208
46	0.20	0.38	-0.18	-0.09	206
48	0.21	0.49	-0.19	-0.08	202
50	0.22	0.66	-0.21	-0.07	198
52	0.24	0.93	-0.23	-0.05	193
54	0.27	1.08	-0.26	-0.03	187
56	0.30	1.27	-0.30	-0.02	183
58	0.35	1.49	-0.35	0.00	180
60	0.40	1.67	-0.40	0.02	178
62	0.45	1.44	-0.45	0.01	178
64	0.50	1.21	-0.50	0.00	180
66	0.53	1.0	-0.53	-0.01	181
68	0.56	0.90	-0.56	-0.02	182
70	0.59	0.86	-0.59	-0.02	182
72	0.63	0.92	-0.62	-0.02	182
74	0.66	1.16	-0.66	-0.01	181
76	0.71	1.60	-0.71	0.01	180
78	0.77	1.89	-0.76	0.02	179
80	0.83	2.07	-0.83	0.03	178
82	0.90	1.87	-0.90	0.01	179
84	0.96	1.59	-0.96	-0.01	181
86	1.00	1.32	-1.00	-0.03	181
88	1.05	1.20	-1.05	-0.04	182
90	1.09	1.25	-1.09	-0.04	182
92	1.14	1.85	-1.14	-0.03	181

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



C/ Núñez de Balboa, 81
28006 MADRID
tf: 915455579 / fax: 914352259

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
94	1.21	2.14	-1.21	-0.02	181
96	1.29	2.34	-1.29	-0.01	180
98	1.37	2.36	-1.37	0.00	180
100	1.45	2.39	-1.45	0.01	180
102	1.54	2.44	-1.54	0.01	180

ANEJO 4

ENSAYO DE BOMBEO

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad **CANFRANC**
 Nº Registro IPA **280880023**
 Profundidad Sondeo **103 m**
 Coordenadas UTM **Pozo Piezómetro**
 X
 Y
 Z

Fecha Ensayo **14 y 15 de diciembre de 2005**
 Nivel estático inicial **33,54**
 Profund. Aspiración **68,35 m**
 Bomba **CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV**
 Grupo **DEUSCH 100KVA 150 CV**
 Alternador **MERCATE**

Piezómetro (nº IPA)

Profundidad **m**
 Distancia **0 m**
 Dirección (norte) **#7DIV/01 °E**

Régimen de bombeo

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	0,4	55	55	31,46	31,46
2	0,3	1440	1385	15,18	-16,28

Síntesis litológica

0-3 m Relleno (Cuaternario)
 3-30 m Alternancia de calizas recristalizadas grises y calizas pardas.
 30-90 m Caliza recristalizada gris oscura muy compacta con vetas de calcita
 90-103 m Calcarenita pardo - rojiza con vetas de calcita (calcarenitas ferruginosas)

Perforación Entubación Rejilla

Perforación	Entubación	Rejilla
0-6 m ϕ 380 mm	0-6 m ϕ 300 mm	31-37 m 4 mm
6-103 m ϕ 220 mm	0-103 m ϕ 180 mm	79-85 m 4 mm 91-97 m 4 mm

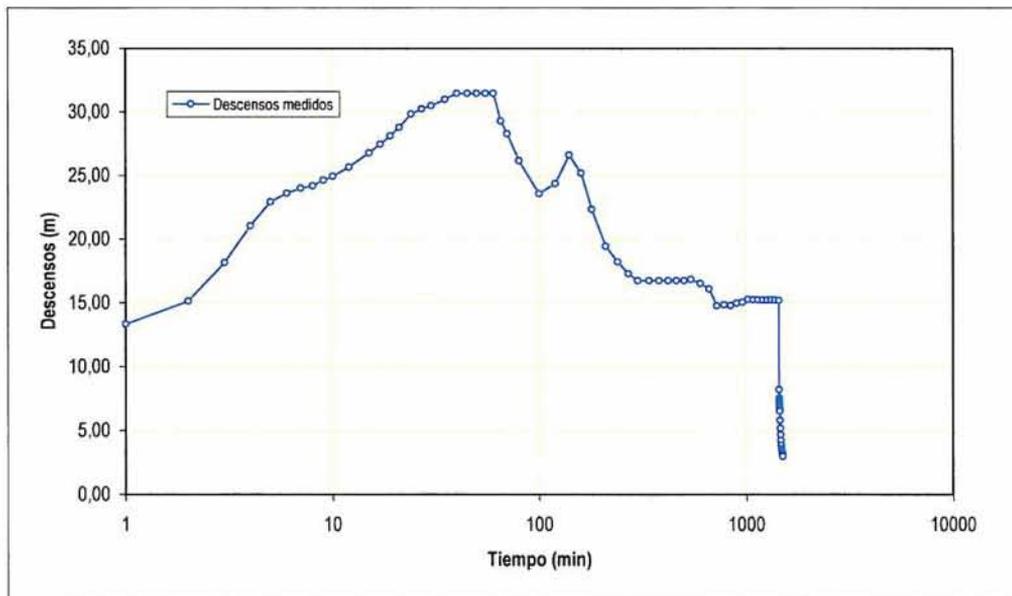
Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		

14/12/05 11:00	0	33,54					
14/12/05 11:01	1	46,87	13,33			0,40	Agua muy sucia (marrón - naranja)
14/12/05 11:02	2	48,66	15,12			0,40	
14/12/05 11:03	3	51,70	18,16			0,40	
14/12/05 11:04	4	54,58	21,04			0,40	
14/12/05 11:05	5	56,46	22,92			0,40	
14/12/05 11:06	6	57,13	23,59			0,40	
14/12/05 11:07	7	57,55	24,01			0,40	
14/12/05 11:08	8	57,72	24,18			0,40	Agua sucia (marrón - naranja)
14/12/05 11:09	9	58,17	24,63			0,40	
14/12/05 11:10	10	58,46	24,92			0,40	
14/12/05 11:12	12	59,20	25,66			0,40	
14/12/05 11:15	15	60,31	26,77			0,40	
14/12/05 11:17	17	60,98	27,44			0,40	
14/12/05 11:19	19	61,64	28,10			0,40	
14/12/05 11:21	21	62,31	28,77			0,40	
14/12/05 11:24	24	63,36	29,82			0,40	
14/12/05 11:27	27	63,77	30,23			0,40	
14/12/05 11:30	30	64,01	30,47			0,40	
14/12/05 11:35	35	64,51	30,97			0,40	
14/12/05 11:40	40	65,00	31,46			0,40	El nivel está entre 65 y 68 m, pero no se puede medir porque solo hay tubería piezométrica hasta el metro 65. Sabemos que el agua no ha llegado a la aspiración. Disminuimos el caudal.
14/12/05 11:45	45	65,00	31,46			0,40	
14/12/05 11:50	50	65,00	31,46			0,40	
14/12/05 11:55	55	65,00	31,46			0,40	
14/12/05 12:00	60	65,00	31,46			0,30	
14/12/05 12:05	65	62,81	29,27			0,30	
14/12/05 12:10	70	61,82	28,28			0,30	
14/12/05 12:20	80	59,70	26,16			0,30	
14/12/05 12:40	100	57,08	23,54			0,30	Cond: 617 μ S/cm pH: 9,0 T°: 15° C
14/12/05 13:00	120	57,88	24,34			0,30	Agua sucia (marrón - naranja)
14/12/05 13:20	140	60,15	26,61			0,30	
14/12/05 13:40	160	58,72	25,18			0,30	
14/12/05 14:00	180	55,86	22,32			0,30	
14/12/05 14:30	210	52,97	19,43			0,30	Agua turbia (marrón - naranja)
14/12/05 15:00	240	51,73	18,19			0,30	
14/12/05 15:30	270	50,82	17,28			0,30	
14/12/05 16:00	300	50,27	16,73			0,30	Cond: 541 μ S/cm pH: 9,0 T°: 17° C
14/12/05 16:40	340	50,26	16,72			0,30	
14/12/05 17:20	380	50,27	16,73			0,30	MUESTRA 1. Cond: 502 μ S/cm pH: 8,9 T°: 18° C
14/12/05 18:00	420	50,27	16,73			0,30	
14/12/05 18:40	460	50,27	16,73			0,30	
14/12/05 19:20	500	50,27	16,73			0,30	Cond: 478 μ S/cm pH: 8,9 T°: 16° C
14/12/05 20:00	540	50,36	16,82			0,30	
14/12/05 21:00	600	50,03	16,49			0,30	Agua prácticamente clara.
14/12/05 22:00	660	49,61	16,07			0,30	
14/12/05 23:00	720	48,30	14,76			0,30	MUESTRA 2. Cond: 495 μ S/cm pH: 9,0 T°: 16° C
15/12/05 0:00	780	48,37	14,83			0,30	Agua clara.
15/12/05 1:00	840	48,32	14,78			0,30	
15/12/05 2:00	900	48,49	14,95			0,30	

15/12/05 3:00	960	48,57	15,03	0,30
15/12/05 4:00	1020	48,78	15,24	0,30
15/12/05 5:00	1080	48,76	15,22	0,30
15/12/05 6:00	1140	48,77	15,23	0,30
15/12/05 7:00	1200	48,74	15,20	0,30
15/12/05 8:00	1260	48,74	15,20	0,30
15/12/05 9:00	1320	48,76	15,22	0,30
15/12/05 10:00	1380	48,75	15,21	0,30
15/12/05 11:00	1440	48,72	15,18	0,30
15/12/05 11:01	1441	41,72	8,18	0,00
15/12/05 11:02	1442	41,06	7,52	0,00
15/12/05 11:03	1443	40,88	7,34	0,00
15/12/05 11:04	1444	40,81	7,27	0,00
15/12/05 11:05	1445	40,66	7,12	0,00
15/12/05 11:06	1446	40,57	7,03	0,00
15/12/05 11:07	1447	40,42	6,88	0,00
15/12/05 11:08	1448	40,27	6,73	0,00
15/12/05 11:09	1449	40,22	6,68	0,00
15/12/05 11:10	1450	40,03	6,49	0,00
15/12/05 11:15	1455	39,31	5,77	0,00
15/12/05 11:20	1460	38,69	5,15	0,00
15/12/05 11:25	1465	38,18	4,64	0,00
15/12/05 11:30	1470	37,73	4,19	0,00
15/12/05 11:35	1475	37,37	3,83	0,00
15/12/05 11:40	1480	37,08	3,54	0,00
15/12/05 11:45	1485	36,92	3,38	0,00
15/12/05 11:50	1490	36,75	3,21	0,00
15/12/05 11:55	1495	36,65	3,11	0,00
15/12/05 12:00	1500	36,49	2,95	0,00

Cond: 446 $\mu\text{S/cm}$ pH: 8,9 T^o: 19° C

MUESTRA 3. Cond: 449 $\mu\text{S/cm}$ pH: 9,2 T^o: 17° C





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: 14 de diciembre de 2005

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.204.02

POBLACIÓN: CANFRANC

PROF.: 103 m

Ensayo de bombeo del sondeo de Canfranc MMA (280880023)

El ensayo de bombeo comienza el 13 de diciembre de 2005, a las 11:00 horas. Se realiza con el equipo habitual, pitot. El agua se evacua a la cuneta. La profundidad de la aspiración es de 68,35 m. El nivel estático inicial está en 33,54 m.

Se comienza el bombeo con un caudal de 0,4 l/s. Con este caudal se aguantan 55 minutos, hasta que el nivel baja por debajo del primer tubo piezométrico, sin llegar a la aspiración. Se disminuye el caudal, con mucho cuidado tratando de evitar que deje de salir agua por el pitot. El nuevo caudal es de 0,3 l/s. Este caudal se mantiene hasta el final del aforo. Con este caudal el nivel va recuperándose paulatinamente, llegando a estar estable en algunos momentos de bombeo.

	Duración	Descenso (m)	Caudal (l/s)
Escalón 1	55 minutos	31,46	0,4
Escalón 2	1385 minutos	- 16,28	0,3

El descenso total ha sido de 15,18 m. El nivel dinámico final estaba en 48,72 m.

Al principio el agua salió muy sucia, de color marrón-naranja, y fue aclarando poco a poco, siempre con esa tonalidad. Hasta las 10 horas de aforo no estuvo prácticamente clara. La conductividad del agua fue disminuyendo desde el comienzo hasta el final del bombeo. Pasó de 617 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a los 100 minutos, a 446 – 449 $\mu\text{S}/\text{cm}$, al final de las 24 horas. El pH medio se mantuvo en 9 y la temperatura media fue de 17 – 18° C.

Tras el aforo, se midió una hora de recuperación. En el primer minuto se recuperaron 7 metros. A partir de ahí, el nivel se recuperó más despacio. Al final de la hora, el nivel se quedó en 36,49 m. Sólo quedaron por recuperar 2,95 m.



Ensayo de bombeo de Canfranc

Fdo.: Elena Gómez



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO N° 2808-8-0023
(09.204.02)**

CANFRANC (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 Canfranc (Huesca), de 103 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, Pricket 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

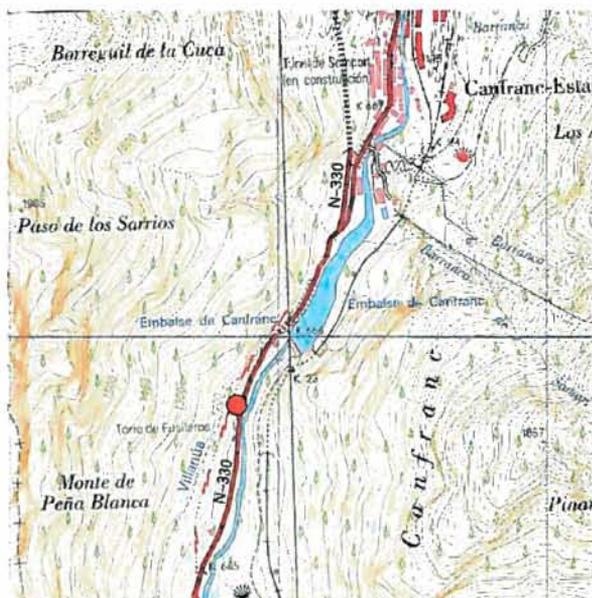
- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 28-08 (144) de Ansó.
- Término municipal de Canfranc (Huesca). El sondeo se sitúa en el aparcamiento del área de descanso de la Torreta de Fusilero, en el margen oeste de la carretera nacional N-330 , p.k. 665,8 (Figuras 1, 2 y 3)
- Referencia catastral. Polígono 6, Parcela 9002.
- Coordenadas UTM:

USO: 30T

X: 702.8465

Y: 4.734.732

Z: 1140 msnm..



Figuras 1 y 2. Situación en ortofoto y Mapa 1:50.000.



Figura 3. Panorámica (Fuente: Google Earth).

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea Ezcaurre-Peña Telera (09.027), situada en el flanco sur de la Zona Axial Pirenaica y las Sierras Interiores. En la misma se identifican tres dominios estructurales: un dominio hercínico al norte, de estructura antiforme, en el que se instalan numerosos acuíferos de carácter local; adosado a su flanco sur se sitúa la potente serie carbonatada del Cretácico, Paleoceno y Eoceno inferior de las Sierras Interiores, que constituyen un acuífero cárstico (s.s) que drena a través de caudalosos manantiales situados sobre la misma red fluvial a la salida de los profundos valles que diseccionan ortogonalmente las formaciones acuíferas; y por último, la cuenca turbidítica de Jaca, bajo la cual se sumergen las formaciones carbonatadas anteriores. El sondeo se sitúa en el ámbito de las Sierras Interiores, y muy próximo al manantial de la Torreta..

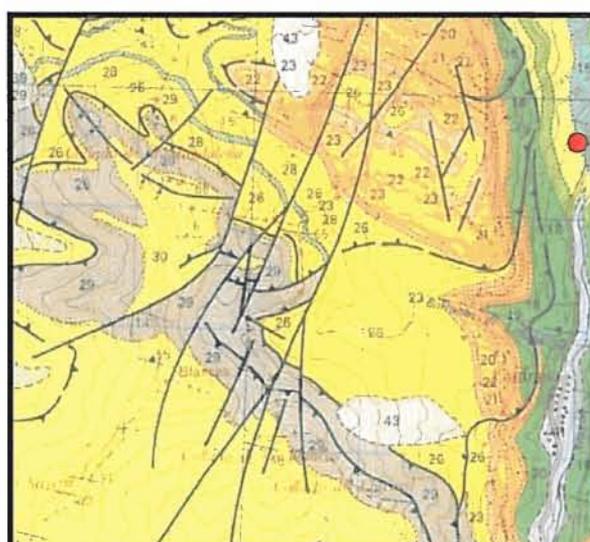


Figura 4. Situación del sondeo en la hoja nº 144 (Ansó)



INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Santoniense-Campaniense que afloran en un serie monoclinas a lo largo del río Aragón con dirección próxima a E-O (90 a 100°) y buzamiento que varía entre 20 y 35° al sur.

Tras atravesar tres metros de materiales cuaternarios se corta, hasta el metro 83, una serie de calizas limosas y arenosas de grano fino con intercalaciones de margocalizas y/o margas calcáreas compactas, algo limosas que se interpreta como perteneciente al tramo denominado en la cartografía MAGNA como calizas nodulosas. Desde el metro 83 hasta el final del sondeo se han cortado una serie de calizas arenosas de tonos rojizos, muy ferruginizadas y oxidadas que se ha interpretado como pertenecientes a las denominada Calcarenitas de Quimboa o Calcarenitas ferruginosas (Teixell, 1990), de edad Santoniense.

Los aportes de agua se detectaron entre el metro 30 a 35, y hacia el metro 83. En todo caso fueron de escasa importancia, estimándose durante la perforación que en total no superan el caudal de 1,5 L/seg. La testificación geofísica interpretó que las zonas más productivas se sitúan entre los metros 78 a 82, 87 a 89 y 91 a 92.

El nivel piezométrico al finalizar la limpieza del sondeo quedó a 35,15 metros de profundidad.

El sondeo quedó entubado como sigue:

ENTUBACIÓN				
TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Hierro	Ciega
0-31	180	4	Hierro	Ciega
31-37	180	4	Hierro	Filtro puente
37-79	180	4	Hierro	Ciega
79-85	180	4	Hierro	Filtro puente
85-91	180	4	Hierro	Ciega
91-97	180	4	Hierro	Filtro puente
97-103	180	4	Hierro	Ciega

INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 14 de diciembre de 2005, a las 11:00 horas y tuvo una duración de 24 horas. El control de niveles se efectuó en el pozo de bombeo. El nivel inicial fue de 33,54 m.

La aspiración se situó a 68,35 metros de profundidad. El equipo de bombeo consistió en una motobomba CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia, movida por un grupo DEUSCH 10KVA de 150 CV. El control del caudal se efectuó mediante diafragma calibrado y tubo pitot, y el agua se evacuó a un arcén canalizado de la carretera.

El bombeo se inició con un caudal de 0,4 L/seg, pero el nivel piezométrico bajó rápidamente hasta cerca de la aspiración, por lo que a los 55 minutos de bombeo se reguló el manantial a 0,3

L/seg, que se mantuvo constante hasta el final del ensayo. A partir de ese momento, el nivel dinámico comenzó a recuperar, quedando estabilizado a partir del minuto 840 con un descenso de 15,20 metros..

Tras completar 24 horas de bombeo se midió la recuperación durante una hora, al término de la cual quedaba por recuperar 2,95 m.

El agua extraída estaba muy turbia al inicio de la prueba, pero llegó a aclarar hacia el minuto 600. Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió “in situ” la temperatura y conductividad. Los resultados obtenidos fueron:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	pH
100	15,0	617	9,0
300	17,0	541	9,0
380	18,0	502	8,9
500	16,0	478	8,9
720	16,0	495	9,0
1260	19,0	446	8,9
1440	17,0	449	9,2

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

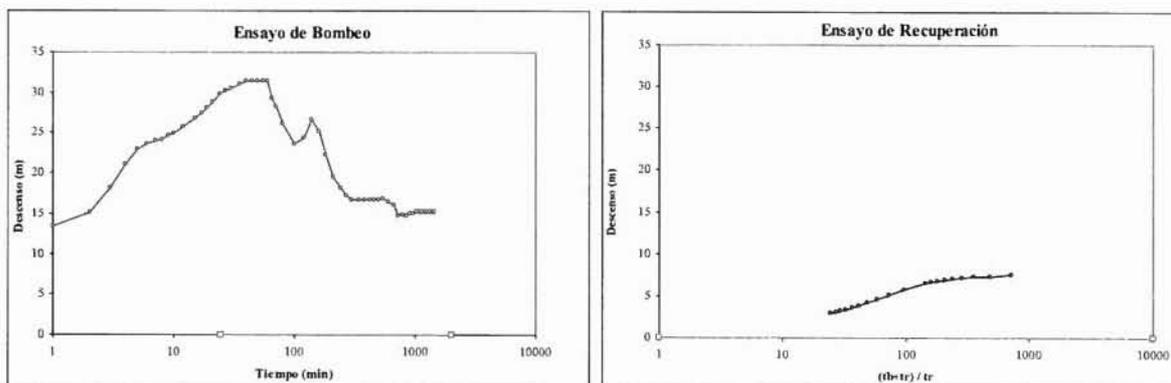


Figura 5 y 6. Curva de descenso-tiempo en bombeo y recuperación

INTERPRETACIÓN

La evolución de los descensos durante el ensayo (fig. 5) hace prácticamente imposible a la aplicación de cualquier método convencional para determinar los parámetros del acuífero; no así el ensayo de recuperación que se ha interpretado mediante el método de Recuperación de Theis y simulación de la recuperación mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo).

Método de recuperación de Theis

El resultado obtenido es de $1,38 \text{ m}^2/\text{día}$. En la figura 7 se representa la recuperación junto a la recta de ajuste, mientras que en la figura 8 se compara los datos de campo con los teóricos para ese valor de la transmisividad.

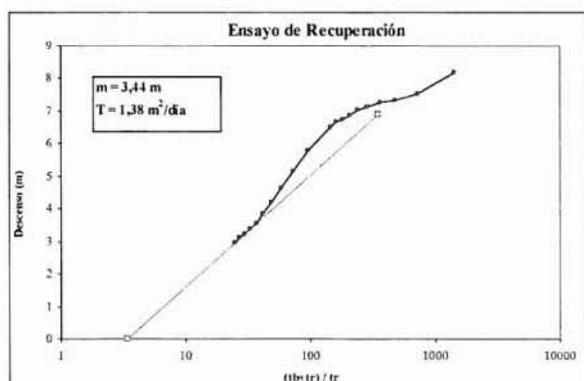


Figura 7

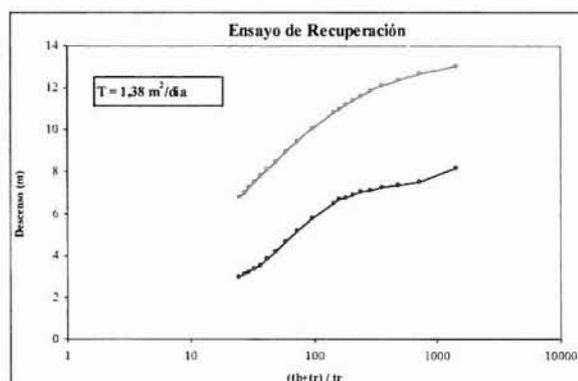


Figura 8

Se observa la existencia de un notable decalaje entre la curva teórica y simulada, que sugiere que el la solución de Theis utilizada para la simulación pudiera no ser adecuada.

Método directo (MABE)

La mejor calibración ha sido con la solución de Hantush para un transmisividad de $0,63 \text{ m}^2/\text{día}$ y un factor r/B de $0,34$ (fig.9). Estos valores también reproducen satisfactoriamente los niveles dinámicos registrados en el bombeo a partir del minuto 720, en el supuesto de una pérdida de carga de 7 metros, igual a la recuperación instantánea que se registró al cesar el bombeo (fig. 10)

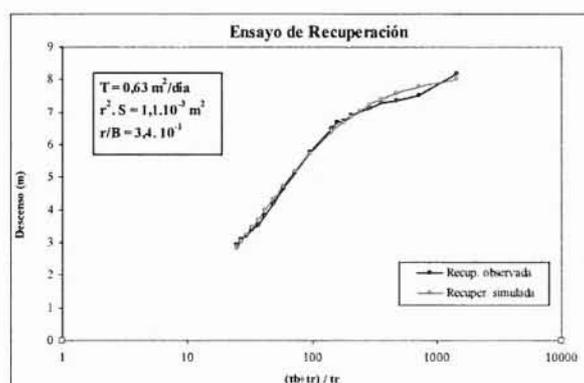


Figura 9

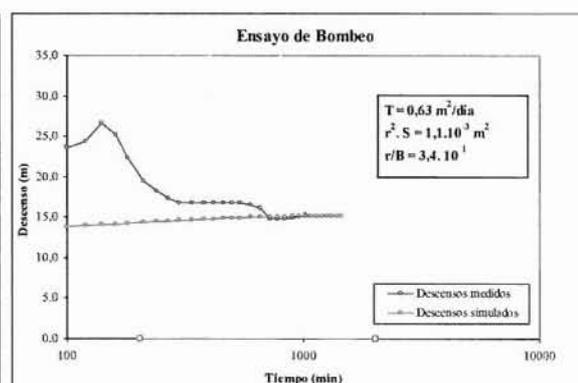


Figura 10



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro.

Método	Transm. m²/día	r².S m²	r/B	R. Equiv. m
Método Recuperación Theis	1,38	---	---	---
Simulación mediante la solución de Hantush	0,63	1,1E-03	3,4E-01	1,5E-01

Se considera que los parámetros obtenidos mediante simulación utilizando la solución de Hantush son los verdaderamente representativos. Ello no quiere decir que se trate de un acuífero confinado en sentido estricto, y puede deberse a la existencia de diversos niveles productivos de escasa entidad enfrente de los cuales no se ha dispuesto rejilla alguna, por lo que a efectos prácticos se comportan como pequeños acuíferos suprayacentes que ceden sus aguas mediante flujo vertical a los niveles productivos que sí están siendo bombeados, a semejanza de cómo ocurriría si existiese un semiconfinamiento.

La anómala evolución de los niveles de agua durante el bombeo puede deberse a la conjunción de elevadas pérdidas de carga con el hecho de que posibles niveles productivos va quedando colgados a medida que desciende el nivel dinámico.



ANEXO Nº 1

ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: **CANFRANC (Huesca)**
Hoja MTN **28-08 (144) Ansó**

Nº de Inventario Pozo de bombeo: **2808-80023**
Nº de Inventario Piezómetro:
Profundidad del sondeo: **103 m**
Nivel estático: **33,54 m**
Profundidad techo Fm. acuífera (m) **33**
Profundidad muro Fm acuífera (m) **103**
Longitud del filtro (Screen length) **18 m**
 ϕ perforación (annulus diameter) **220 mm**
 ϕ pantalla (casing diameter) **180 mm**

Coordenadas sondeo: **Longitud 702846 Latitud 4734732 Cota 1140**
Coordenadas Piezómetro:
Distancia del piezómetro:
Toponimia./Ref.Catastral. **Polígono 6, parcela 9002**
Fecha ensayo: **14 de diciembre de 2005**
Bomba: **CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV**
Grupo : **DEUSCH 10KVA 150 CV**
Profundidad bomba: **68,35 m**

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
11:00	0,0	0	33,54	0,00			
11:01	0,40	1	46,87	13,33			Agua muy sucia (marrón - naranja)
11:02	0,40	2	48,66	15,12			
11:03	0,40	3	51,70	18,16			
11:04	0,40	4	54,58	21,04			
11:05	0,40	5	56,46	22,92			
11:06	0,40	6	57,13	23,59			
11:07	0,40	7	57,55	24,01			
11:08	0,40	8	57,72	24,18			Agua sucia (marrón - naranja)
11:09	0,40	9	58,17	24,63			
11:10	0,40	10	58,46	24,92			
11:12	0,40	12	59,20	25,66			
11:15	0,40	15	60,31	26,77			
11:17	0,40	17	60,98	27,44			
11:19	0,40	19	61,64	28,10			
11:21	0,40	21	62,31	28,77			
11:24	0,40	24	63,36	29,82			
11:27	0,40	27	63,77	30,23			
11:30	0,40	30	64,01	30,47			
11:35	0,40	35	64,51	30,97			
11:40	0,40	40	65,00	31,46			El nivel está entre 65 y 68 m, pero no se puede medir porque sólo
11:45	0,40	45	65,00	31,46			hay tubería piezométrica hasta el metro 65
11:50	0,40	50	65,00	31,46			El agua no ha llegado a la aspiración.
11:55	0,40	55	65,00	31,46			Disminuímos el caudal.
12:00	0,30	60	65,00	31,46			
12:05	0,30	65	62,81	29,27			
12:10	0,30	70	61,82	28,28			
12:20	0,30	80	59,70	26,16			
12:40	0,30	100	57,08	23,54			Cond: 617 μ S/cm pH: 9,0 Tª: 15° C
13:00	0,30	120	57,88	24,34			Agua sucia (marrón - naranja)
13:20	0,30	140	60,15	26,61			
13:40	0,30	160	58,72	25,18			
14:00	0,30	180	55,86	22,32			
14:30	0,30	210	52,97	19,43			Agua turbia (marrón - naranja)
15:00	0,30	240	51,73	18,19			
15:30	0,30	270	50,82	17,28			
16:00	0,30	300	50,27	16,73			Cond: 541 μ S/cm pH: 9,0 Tª: 17° C
16:40	0,30	340	50,26	16,72			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
17:20	0,3	380	50,27	16,73			MUESTRA 1. Cond: 502 μ S/cm pH: 8,9 T ^a : 18° C
18:00	0,3	420	50,27	16,73			
18:40	0,3	460	50,27	16,73			
19:20	0,3	500	50,27	16,73			Cond: 478 μ S/cm pH: 8,9 T ^a : 16° C
20:00	0,3	540	50,36	16,82			
21:00	0,3	600	50,03	16,49			Agua prácticamente clara.
22:00	0,3	660	49,61	16,07			
23:00	0,3	720	48,3	14,76			MUESTRA 2. Cond: 495 μ S/cm pH: 9,0 T ^a : 16° C
0:00	0,3	780	48,37	14,83			Agua clara.
1:00	0,3	840	48,32	14,78			
2:00	0,3	900	48,49	14,95			
3:00	0,3	960	48,57	15,03			
4:00	0,3	1020	48,78	15,24			
5:00	0,3	1080	48,76	15,22			
6:00	0,3	1140	48,77	15,23			
7:00	0,3	1200	48,74	15,20			
8:00	0,3	1260	48,74	15,20			Cond: 446 μ S/cm pH: 8,9 T ^a : 19° C
9:00	0,3	1320	48,76	15,22			
10:00	0,3	1380	48,75	15,21			
11:00	0,3	1440	48,72	15,18			MUESTRA 3. Cond: 449 μ S/cm pH: 9,2 T ^a : 17° C
11:01	0	1441	41,72	8,18			
11:02	0	1442	41,06	7,52			
11:03	0	1443	40,88	7,34			
11:04	0	1444	40,81	7,27			
11:05	0	1445	40,66	7,12			
11:06	0	1446	40,57	7,03			
11:07	0	1447	40,42	6,88			
11:08	0	1448	40,27	6,73			
11:09	0	1449	40,22	6,68			
11:10	0	1450	40,03	6,49			
11:15	0	1455	39,31	5,77			
11:20	0	1460	38,69	5,15			
11:25	0	1465	38,18	4,64			
11:30	0	1470	37,73	4,19			
11:35	0	1475	37,37	3,83			
11:40	0	1480	37,08	3,54			
11:45	0	1485	36,92	3,38			
11:50	0	1490	36,75	3,21			
11:55	0	1495	36,65	3,11			
12:00	0	1500	36,49	2,95			

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: 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **MICROTEC AMBIENTE, S.A.**

**PLATERÍA, 6, 3º.
30004 MURCIA**

Denominación de la muestra: **09.204.02.-
CANFRANC.-**

UTM-X:
UTM-Y:

Matriz **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE** Envases: **1 PET 130 ml.**
Fecha muestreo **16/05/2005** Hora Fecha recepción **27/05/2005** Inicio análisis **27/05/2005** Fin análisis **08/06/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	595 μ S/cm	Electrometría (P.I.E. COND)
pH.....	7,68 ud. de pH	Electrometría (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	79,57 mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	41,87 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	214,40 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	39,32 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	42,88 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	27,43 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MgAA)
CALCIO.....	69,65 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. CaAA)
POTASIO.....	8,61 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,06 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	0,25 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO	0,77 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	4,42 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00 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, 21 de junio 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 Espiñeiro**
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.



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

INFORME DE RESULTADO CONTROL Y GEOLOGIA S.A. (CYGSA)

DE ENSAYO DE BALTASAR GRACIÁN Nº 11 1º CENTRO
solicitado por: 50005 ZARAGOZA

ZARAGOZA

Denominación de la muestra: ENSAYO BOMBEO. CANFRANC.-
MUESTRA 2 (12 HORAS)-

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz: AGUA CONTINENTAL Tomada por: EL CLIENTE

Tipo de muestra: PUNTUAL

Fecha muestreo 14/12/2005 Hora 23:00 Fecha recepción 27/12/2005 Inicio análisis 27/12/2005 Fin análisis 05/01/2006

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	408 μ S/cm	Electrometría (P I E COND)
pH.....	8,11 ud. de pH	Electrometría (P I E PI)
CLORUROS.....	25,54 mg/l	Método argentométrico de Mohr (P I E CLOR)
SULFATOS.....	80,23 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E SULF)
BICARBONATOS.....	170,51 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (P I E ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (P I E ALCA)
NITRATOS.....	1,16 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E NITA)
SODIO.....	11,84 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E NaKA)
MAGNESIO.....	18,55 mg/l	Complexometría (P I E DJRE)
CALCIO.....	63,97 mg/l	Complexometría (P I E CALC)
POTASIO.....	0,76 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E NaKA)
NITRITOS.....	0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E NITI)
AMONIO.....	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E AMON)
BORO.....	0,03 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E BORO)
FOSFATO.....	0,22 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción (P I E FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO.....	4,73 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E SILI)
HIERRO.....	0,06 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E HIER)
MANGANESO.....	0,08 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).....

lunes, 09 de enero de 2006

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 Espiñero
Licda. 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.



ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	mg/l	meq/l	% meq/l
CLORUROS.....	25,54	0,72	13,84
SULFATOS.....	80,23	1,67	32,10
BICARBONATOS.....	170,51	2,79	53,70
CARBONATOS.....	0,00	0,00	0,00
NITRATOS.....	1,16	0,02	0,36
SODIO.....	11,84	0,52	9,80
MAGNESIO.....	18,55	1,53	29,06
CALCIO.....	63,97	3,19	60,77
POTASIO.....	0,76	0,02	0,37

AGUA: BICARBONATADA - CÁLCICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos.....	377,69 mg/l.
CO2 libre.....	2,12 mg/l
Dureza total.....	23,61 ° Francés
Dureza total.....	236,12 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente.....	96,35 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	139,85 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	139,85 mg/l de CO3Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIES

rCl+rSO4/rHCO3+rCO3	0,86
rNa+rK/rCa+rMg.....	0,11
rNa/rK.....	26,49
rNa/rCa.....	0,16
rCa/rMg.....	2,09
rCl/rHCO3.....	0,26
rSO4/rCl.....	2,32
rMg/rCa.....	0,48
i.c.b.....	0,26
i.d.d.....	0,04

Nº Registro: CAA/GE- 4.275 -05



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por:	MICROTEC AMBIENTE, S.A.	
Denominación de la muestra:	PASEO DELICIAS, 20, 3º D. 28045 MADRID	MADRID
	ENSAYO BOMBEO. CANFRANC.- 3ª MUESTRA (24 HORAS).-	UTM-X: <input type="text"/> UTM-Y: <input type="text"/>

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

Tipo de muestra: **PUNTUAL**

Fecha muestreo **15/12/2005** Hora Fecha recepción **29/12/2005** Inicio análisis **29/12/2005** Fin análisis **05/01/2006**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	403 μ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,95 ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	21,89 mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	64,47 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	173,02 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	10,44 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	22,17 mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	61,98 mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	0,76 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO	0,14 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	4,73 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,00 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. FeAA)
MANGANESO.....	0,03 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).....

martes, 10 de enero de 2006

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: SONDEO Fuente de información: CHE (OPH)
 Mapa 1:50.000: (2809) ANS(7) UTMX: 702846 UTMY: 4734732 COTA: 1155
 Provincia: HUÉSCA Municipio: CANFRANC
 Localidad: CANFRANC-ESTACION Paraje: CANFRANC/MMA TORRETA FUSILEROS
 Dominio Hidrológico: Suelo de Jaca - Pamplona Unidad: Ezcauri - Pola Tejera
 Acuífero: Cretácico superior Masa Subterránea A: EZCAURRI-PESA TEJERA Masa Subterránea B:
 Acuífero: Cretácico superior Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT
 Río: ARAGÓN Cuenca: EBRO
 Observaciones: Pendiente de ubicar correctamente. El agua se corta en muy poca cantidad en los 30 m y aumento ligeramente entre 85 y 90 m P-09.204.02



Fusileros/m (31/05/2005)

Nº	Realización/Fecha	Fuente de información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	VAE	CHE (OPH)	23/05/2001		
30	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	10/05/2008		Angel Arriaga. Red MMA

PERFORACIÓN

Contratista: SACYR MICRO/IEC Año: 2005
 Tipo perforación: ROTOPERFORACIÓN CON CIRCULACIÓN INVERSA Profundidad total: 103
 Observaciones: Inicio 14-5-05 y fin 16-5-05

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	6	300
6	103	220

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Díámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	300	5	Metálica ciega	CEMENT/ACRÓN
6	31	180	4	Metálica ciega	
31	37	180	4	Metálica puentecillo	
37	79	180	4	Metálica ciega	
79	85	180	4	Metálica puentecillo	
85	91	180	4	Metálica ciega	
91	97	180	4	Metálica puentecillo	
97	103	180	4	Metálica ciega	

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Fecha	Tipo
16/05/2005	Temperatura
16/05/2005	Conductividad
16/05/2005	Resistividad
16/05/2005	Por. Espontáneo
16/05/2005	Gama natural
16/05/2005	Inclusión

LITOLOGÍA

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	5	ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	CUATERNARIO NO ALUVIAL	
5	50	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
50	90	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
90	103	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	

Observaciones: Relleno antropico
 Observaciones: Alternancia de calizas recristalizadas grues y calizas pardas
 Observaciones: Caliza recristalizada gms oscura muy compacta con vetas de calizita
 Observaciones: Calcarentitas pardo rojizas con vetas de calizita

EQUIPO INSTALADO

Fecha	Tipo Bomba	Tipo Motor	Potencia (C.V.)	Q instantáneo (l/s)	Días de extracción	Equipo/Deposito Tratam	Prof. Bomba (m)	Tubería Piezo.	Contador
01/01/2005									

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Medida	Desviación típica
39	35.15	29.61	5.54	32.7705	1.5494

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
09/08/2008	30.17			1124.83	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
03/07/2008	30.16			1124.84	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
20/06/2008	29.79			1125.21	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
09/05/2008	29.61			1125.39	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
04/04/2008	31.47			1123.33	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
14/03/2008	31.54			1123.46	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
13/02/2008	31.64			1123.36	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
15/01/2008	32.19			1122.81	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
07/12/2007	32.01			1122.99	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
19/11/2007	32.13			1122.87	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
10/10/2007	32.25			1122.72	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
17/09/2007	32.06			1122.34	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
11/08/2007	31.54			1121.96	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
09/07/2007	33.6			1121.4	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
22/06/2007	34.22			1120.78	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
09/05/2007	32.60			1122.04	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0

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
17/04/2005	31.74			1124.26	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
17/04/2005	34.01			1120.99	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
05/02/2005	34.98			1120.02	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
06/01/2005	34.75			1120.25	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
07/12/2006	34.5			1120.5	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
17/11/2005	30.90			1124.41	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
01/03/2005	32.53			1125.07	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
07/07/2006	33.38			1121.62	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
20/06/2006	32.51			1122.07	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
15/01/2006	33.11			1121.89	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
25/04/2006	31.07			1124.01	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
28/01/2006	31.70			1124.21	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
24/02/2006	34.63			1120.37	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
20/01/2006	34.28			1120.71	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/12/2005	34.72			1120.28	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
21/11/2005	32.8			1122.7	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
24/10/2005	31.73			1123.27	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/09/2005	32.00			1122.31	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
16/03/2005	33.75			1121.25	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
15/07/2005	34.49			1120.51	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
21/08/2005	34.01			1120.37	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/05/2005	34.23			1120.75	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Sendero finalizado									

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
10/05/2005	32.15			1119.45	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0

Observaciones: Primera medida tras la limpieza del pozo

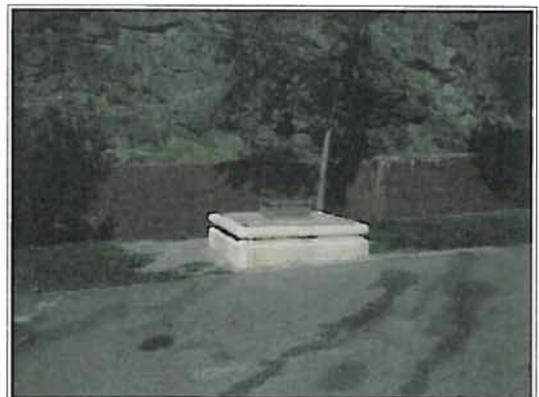
OTRAS FOTOS



2808823Cnfranc.MMA (15/06/2005)



280880023 (15/09/2005)



280880023bis (15/09/2005)



280880023 Cenfanc (18/12/2007)

FICHA DE PIEZÓMETRO

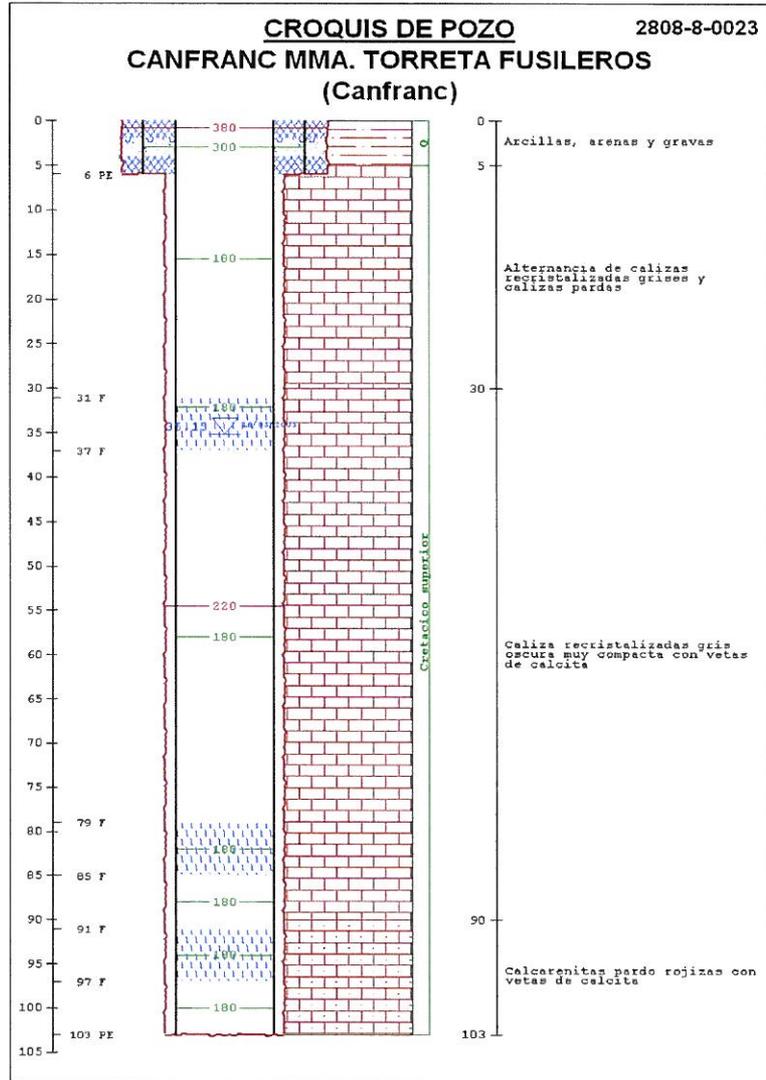
TOPONIMIA		CANFRANC MMA. TORRETA FUSILEROS		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.204.02	
CÓDIGO IPA		280880023	Nº MTN 1:50.000 2808	MUNICIPIO CANFRANC		PROVINCIA HUESCA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		027 EZCAURRE-PEÑA TELERA					
U. HIDROGEOLÓGICA		09.02.04: Ezcaurri - Peña Telera					
ACUÍFERO(S)		027-02: Cretácico superior					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	702846		DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL
	Y	4734732					
COTA DEL SUELO msnm	Z	1155		DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0
	POLÍGONO		6				
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ministerio de Fomento					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO													
USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						103		EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	6	380	0	6	300	Metálica	31	37	Puentecillo	0	2		
6	103	220	0	31	180	Metálica	79	85	Puentecillo	4	6		
			37	79	180	Metálica	91	97	Puentecillo				
			85	91	180	Metálica							
			97	103	180	Metálica							

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	16/05/2005
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

