

Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME PIEZÓMETRO DE BELLPUIG: 090.063.001



ÍNDICE

	Pág.
1. PROYECTO	1
1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	1
1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS	5
1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO	6
2. LOCALIZACIÓN	7
3. SITUACIÓN GEOLÓGICA	9
4. MARCO HIDROGEOLÓGICO	10
5. EQUIPO DE PERFORACIÓN	12
6. DATOS DE LA PERFORACIÓN	13
7. COLUMNA LITOLÓGICA	13
8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	14
9. ENTUBACIÓN REALIZADA	14
10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	17
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO	18
11. HIDROQUÍMICA	26
12. CONCLUSIONES	29

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000</i>	8
<i>Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC</i>	8
<i>Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (360) Bellvis</i>	9
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo</i>	16
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.063.001–Bellpuig</i>	27
<i>Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.063.001–Bellpuig</i>	28

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo).....	14
Tabla 2. Entubación realizada.....	15
Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.....	17
Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.....	19
Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.....	25

ANEJOS

ANEJO Nº 1: PERMISOS

ANEJO Nº 2: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 5: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino lleva varios años desarrollando un programa de ampliación, mejora y optimización de las redes oficiales de control de las aguas subterráneas incluyendo, piezometría y calidad de las mismas.

A lo largo de los últimos ocho años se han realizado diferentes proyectos de ejecución e instalación de sondeos, de nueva construcción, que han pasado a formar parte y complementar la red oficial de seguimiento del estado cuantitativo y calidad de las aguas de la Cuenca Hidrográfica del Ebro. La localización de dichos sondeos atendió, fundamentalmente, a criterios técnicos en relación con la caracterización, estado y evaluación de los recursos de las masas de agua donde se ubicaban.

Con el fin de alcanzar los objetivos recogidos en la Directiva Marco del Agua (D.M.A.: Directiva 2000/60/CE) en sus artículos 4 y 8 y con las especificaciones del anexo V, la Confederación Hidrográfica del Ebro redactó, en diciembre de 2006, el **"Proyecto de Construcción de sondeos para la adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro"** en el que quedaron definidos el número, situación y características constructivas de 35 nuevos sondeos que pasarían a formar parte de la Redes Oficiales y que afectan a masas de agua poco definidas o sin ningún punto de control.

En junio de 2007 se licita, mediante concurso público, el contrato de Servicios para la **"Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro"** en el que se prevé la asistencia técnica, a la dirección de obra, en la construcción de 35 sondeos

que totalizan 3.785 metros de perforación y de los que 13 se prevén hacer a rotopercusión con martillo neumático en fondo y circulación directa, 5 a rotación con circulación inversa y los 17 restantes a percusión.

Con fecha 27 de Abril de 2009 se acuerda la adjudicación definitiva a CONSULNIMA, S.L., firmándose el Contrato de Servicios de Referencia 09.822-0003/0611 con fecha 21 de mayo de 2009.

Con fecha 30 de septiembre de 2009, la Dirección de Obra de la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicita autorización de redacción de la Modificación nº 1 del contrato para la ejecución de las obras del proyecto.

Con fecha 7 de octubre de 2009, el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Ebro resuelve autorizar la redacción de esta MODIFICACIÓN Nº 1 del "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO". Éste fue redactado en abril de 2010. En dicho modificado el número total de piezómetros a perforar o adecuar previsto es de 48, debido a la necesidad de realizar una serie de sondeos adicionales al objeto, sobre todo, de sustituir o adecuar ciertos piezómetros existentes que han quedado inoperativos o están en riesgo de estarlo.

Con ello se ve incrementado el número de sondeos a supervisar y vigilar durante las obras en el marco del contrato de servicios a ellas vinculado, por lo que con fecha 1 de octubre de 2009, la Dirección de Obra de la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicita autorización de redacción de la Modificación nº 1 de dicho contrato de servicios.

Con fecha 7 de octubre de 2009, el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Ebro resuelve autorizar la redacción de esta MODIFICACIÓN

Nº 1 del contrato para la "INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DELAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO".

Las razones de interés general que justifican las modificaciones de obra consideradas en el Modificado Nº 1 son las que se describen a continuación:

- Existencia de determinados sondeos de titularidad pública que cumplen los mismos objetivos hidrogeológicos previstos y pueden ser incorporados a la red piezométrica (1 PIEZÓMETRO).
- Las características propias de determinadas masas de agua subterránea requieren el control del estado cuantitativo de diversos acuíferos característicos de la misma. Ello obliga a realizar diversos sondeos de menor profundidad para alcanzar las zonas alteradas de estos mismos acuíferos para una misma masa (3 PIEZÓMETROS).
- Necesidad de reponer algunos piezómetros de la red oficial que en el transcurso de los años desde la redacción del proyecto han quedado inoperativos; ello requiere que sean sustituidos por sondeos nuevos que permitan el mantenimiento del control con la menor carencia de registro posible, al objeto de poder realizar la correlación de los datos y de no tener pérdida de medidas (5 PIEZÓMETROS).
- Necesidad de intentar la adecuación de una serie de sondeos pertenecientes a la red piezométrica oficial que actualmente se encuentran obstruidos o en riesgo debido a la falta de protección de la tapa o brocal. En caso de no ser posible la desobstrucción sería necesario construir otro sondeo de similares características por entenderse inoperativos (6 PIEZÓMETROS).

- Variaciones constructivas de los piezómetros del proyecto durante la ejecución y planificación de las obras (mediciones, sistemas de perforación más adecuados, ubicación...).

Con ello el número total de piezómetros previsto a perforar o adecuar, y por tanto a inspeccionar y vigilar, es de 48 con la siguiente distribución:

- Número total de piezómetros: 48
- Sondeos a rotoperCUSión: 28
- Sondeos a percusión: 14
- Sondeos existentes a incorporar a la red: 1
- Sondeos existentes a acondicionar: 6
- Sondeos de hasta 100 m de prof. Prevista: 19
- Sondeos de entre 100-200 m de prof. Prevista: 22
- Sondeos de más de 200 m de prof. Prevista: 7

En Resumen, los trabajos realizados por CONSULNIMA, S.L. a lo largo de la ejecución del Proyecto se pueden agrupar en:

TRABAJOS DE INSPECCIÓN

- En relación con la supervisión de la obra.
- En relación con la documentación administrativa

TRABAJOS SISTEMÁTICOS DE CONTROL

- Control del Plan de Aseguramiento de la Calidad
- Control de ejecución de la obra
- Control de medición
- Control presupuestario
- Control de programación
- Control de Calidad

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS.

Los trabajos desempeñados y que han sido objeto de control durante la ejecución del proyecto constructivo se pueden desglosar y resumir en:

- **Trabajos anteriores a la perforación**
 - Comprobación sobre el terreno de la ubicación del sondeo y posible replanteo.
 - Comprobación de accesos y permisos.
 - Presentación ante la Autoridad Laboral de los Avisos Previos y actualizaciones.
 - Revisión del Plan de Seguridad y Salud que será objeto de un informe donde se recogerá el seguimiento realizado antes, durante y al final de cada obra. Especial atención se pondrá en:
 - 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).

- **Trabajos durante la perforación**
 - Perforación
 - Seguimiento de la perforación y control del cumplimiento de los objetivos hidrogeológicos.
 - Interpretación geológica, hidrogeológica y geofísica
 - Propuesta de la finalización del sondeo y de entubación a la Dirección de Obra
 - Control de las tareas de limpieza, toma de muestras, medición de niveles piezométricos, etc.

- **Trabajos finales**
 - Ensayos de Bombeo
 - Seguimiento del ensayo en campo (bombeo y recuperación).
 - Restauración del terreno a su estado original y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.
 - Representación e interpretación de los datos colectados.
 - Redacción de un informe final de cada uno de los sondeos/piezómetros.

Para facilitar la comunicación y la coordinación entre la Dirección de Obra, empresa adjudicataria de la construcción de los sondeos y empresa adjudicataria de la Inspección y Vigilancia, se creó un proyecto en un Centro de Trabajo Virtual en el que se han ido incorporando todos los datos y documentación generada durante la ejecución de cada sondeo.

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

El objetivo de este piezómetro (090.062.001) es la construcción de un sondeo nuevo que permita completar los datos y el estudio de la evolución y comportamiento de la masa de agua 062, así como el control de parámetros físico-químicos.

Igualmente permitirá controlar la calidad de las aguas en una masa de agua que se ha definido como vulnerable al cumplimiento de los objetivos, de calidad, definidos por la directiva marco.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, al norte del acuífero y dentro del área de recarga con una importante influencia de los retornos, de riego, procedentes del canal de Urgell.

Su objetivo hidrogeológico es cortar las gravas, arenas, limos y capas arcillosas, de edad Pliocuaternario, que lo constituye alcanzar los materiales terciarios (Oligoceno), del sustrato, formado por facies distales de abanicos aluviales y constituidas por arcillas, margas y arenas de la Fm. Areniscas de Urgell.

2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se sitúa al norte de la localidad de Bellpuig a unos 700 m al sur de la pedanía de Seana.

Se accede al mismo tomando la primera calle a la izquierda una vez se ha llegado al cruce de entrada a Seana, desde la carretera que une dicha población con la de Bellpuig. Posteriormente se toma el primer camino a la izquierda que va paralelo a la carretera.

El sondeo se localiza en la parcela 76 del polígono 15, de titularidad municipal y que se encuentra arbolada como zona verde.

Las coordenadas UTM (ED-50 Huso 31) del punto son:

X: 334842 Y: 461533 Z: 283 m.s.n.m



Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000



Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se sitúa sobre materiales aluviales de los ríos Corb y Ondara, que enlaza con los depósitos de los glaciares que orlan la depresión de Urgell. Estos materiales tienen entre 15 y 20 m de espesor máximo y se trata de gravas y arenas intercaladas con arcillas y limos que se disponen discordantes sobre los materiales, de techo, del Oligoceno.

Estos materiales pertenecen a la Fm. Areniscas de Urgell, de edad Oligoceno superior-Mioceno, formada por limos y arenas, que reposan discordantemente sobre los afloramientos del Eoceno-Oligoceno del anticlinal de Barbastro-Balaguer, situado hacia el NNE de esta zona y que presenta una disposición NO-SE.

En esta zona, alejada de dicho anticlinal, los buzamientos se van atenuando hasta disponerse horizontales o con buzando ligeramente hacia el SO.

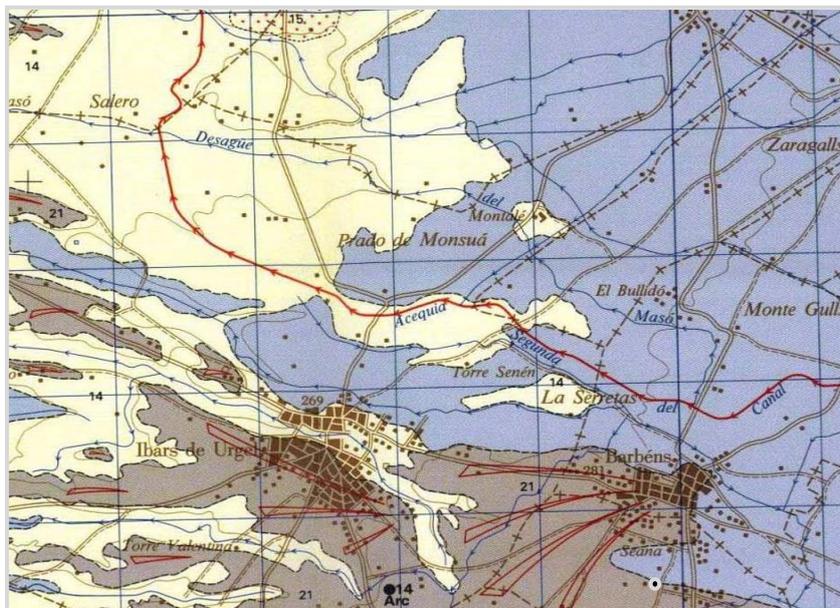


Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (360) Bellvis.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 6: "Depresión del Ebro". Este dominio tiene forma triangular y pertenece a la Cuenca Terciaria del Ebro limitada al N por los Pirineos, al SO por la Cordillera Ibérica y al SE por la Cordillera Costero - Catalana.

Geológicamente se corresponde con el relleno paleógeno y neógeno de la cuenca sobre un sustrato mesozoico o paleozoico de carácter autóctono.

Con carácter general, la extensión de este dominio se establece por exclusión, toda vez que ya se han definido todos los demás dominios de la cuenca. Los límites N y SO coinciden con los frentes de cabalgamiento pirenaico e ibérico respectivamente; ambos tienden a converger hacia el O de la cuenca; el primero en su continuación por el frente de cabalgamiento del dominio Vasco-Cantábrico; el segundo en el frente de cabalgamiento de la sierra de La Demanda.

En el extremo occidental, entre ambos, se sitúa el corredor terciario de La Bureba, que conecta la depresión del Ebro con la del Duero y en el que se emplazan algunos afloramientos cretácicos (manantial de San Indalecio en Belorado) que podrían corresponder al yacente autóctono de la cuenca. En el tercio oriental del límite meridional, se adopta el río Ebro como límite del dominio ya que existen evidencias de afloramientos (Puigmoreno) y subafloramientos (sondeos de Caspe, etc) ibéricos algo al S del Ebro.

El límite oriental coincide, de forma aproximada, con el de límite hidrográfico de la cuenca y con la prolongación de diversas estructuras cabalgantes por la Cordillera Costero Catalana. Engloba a los acuíferos aluviales del río Ebro y sus principales afluentes. Este dominio se caracteriza

por la presencia de importantes acuíferos aluviales que descansan sobre materiales poco permeables del Terciario.

Dentro de estos acuíferos aluviales se encuentran los que conforman el denominado acuífero del Aluvial de Urgell o Masa de Agua del Aluvial de Urgell (063). Este acuífero se corresponde con la Llanura de Urgell, ubicada en la margen izquierda del Segre. Desde el punto de vista geológico, está definida por los depósitos aluviales de los ríos Corb y Ondara.

Estos materiales cuaternarios se disponen sobre un sustrato de edad Terciaria (Oligoceno) constituido por litologías detríticas correspondientes a las facies distales de abanicos aluviales: arcillas, margas y arenas correspondientes a la Fm. Areniscas de Urgell y situados por encima de la Fm. Calizas de Tárrega, presentando una disposición estructural caracterizada por un ligero buzamiento hacia el NO.

Los límites de este acuífero se definen por la extensión lateral de los depósitos aluviales de los ríos Corb y Cervera en la llanura de Urgell. Se ubican entre los aluviales del Segre al O y el Canal Principal al E.

En esta masa de agua se reconoce un solo acuífero formado por las llanuras de inundación y terrazas bajas de los ríos Corb y Ondara. Litológicamente se compone de una alternancia de gravas, arenas, limos y capas arcillosas, con una potencia total que oscila entre 15 m en la zona proximal, 10 m en la zona central y 5 m en la zona distal. La litología más abundante son las gravas, con una matriz arenoso-limosa. La distribución espacial de las diferentes granulometrías es la típica de los abanicos aluviales.

El acuífero definido es de carácter libre, con permeabilidad por porosidad primaria intergranular. En la zona proximal de los abanicos, ambos

aluviales aparecen separados para, en la zona distal, tender a unirse y constituir un solo acuífero.

Los estudios piezométricos, realizados en el área, muestran una dirección de flujo general de SE a NO, con gradientes algo mayores en las zonas proximales de los abanicos. El espesor de la zona saturada para las zonas de regadío oscila entre 2 y 6 m durante el verano y 10 m durante el invierno.

El área de recarga la constituye toda la extensión del acuífero aluvial. Esta recarga está ligada, fundamentalmente, a los retornos de regadío del Canal de Urgell y a la transferencia de los conos de deyección laterales cuando entran en contacto con el acuífero, en el Plá d'Urgell.

La descarga natural se realiza hacia los ríos Corb y Ondara y, de forma esporádica, por bombeos. En el tramo alto y medio el aluvial recibe la recarga de las infiltraciones del Canal y las acequias y de los retornos de riego, por lo que su nivel piezométrico se sitúa por encima de la cota del cauce. Sin embargo durante los periodos de crecida de los ríos y en las avenidas, estos se infiltran en sus respectivos abanicos aluviales que transfieren sus recursos al aluvial de Urgell.

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La perforación del sondeo y construcción del piezómetro ha sido realizada por la empresa Hijos de Manuel Ruiz de Pablo S.C. como subcontratista de la Compañía General de Ingeniería y Sondeos C.G.S., S.A.

Se ha contado con un equipo de perforación a Percusión compuesto por una Máquina SCHOTT –DUBON con una potencia de 200 CV y 2.400 revoluciones por minuto, que cuenta con un motor Pegaso.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inicia el 20 de Mayo de 2010 a las 18:30 horas y se termina el 19 de Junio de 2010 a las 12:30 horas.

Conforme se van perforando los primeros centímetros, se va hincando una tubería auxiliar de 450 mm de acero, para evitar el derrumbe del terreno en la boca del sondeo. Esta tubería se introduce hasta una profundidad, aproximada, de 1,5 m. Una vez colocada se continúa perforando, por su interior, con el trépano de 390 mm hasta alcanzar los 5 m y siendo necesario introducir tubería auxiliar de 400 x 5 mm, para impedir que se colapsen las paredes del sondeo.

Al día siguiente (21 de mayo) se sigue la perforación hasta los 19 m de profundidad, dándose por finalizado el sondeo a las 12 h, aproximadamente, y procediendo a diseñar la columna de entubación y la extracción de la tubería auxiliar. *(Ver Anejo N° 2, Informes diarios de perforación.)*

7. COLUMNA LITOLÓGICA

Durante la realización de la perforación, se efectúa una primera descripción litológica de los materiales cortados mediante observación del ripio extraído de la de perforación a intervalos de metro. Cada 5 metros de avance se realiza una toma de muestra representativa y se guarda en recipiente, bien identificado, para su posterior envío a la litoteca que el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) dispone en el Km. 192 de la Ctra de Badajoz-Granada en la localidad de Peñarroya (Córdoba).

0-4 m	Relleno antrópico formado por gravas carbonatadas y cascotes.
4-5 m	Mezcla de relleno y gravas.
5-6 m	Gravas de cantos calcáreos de color negro.
6-11 m	Gravas calcáreas, de color predominantemente gris con matriz arcillosa abundante
11-13 m	Arcillas muy abundantes con cantos de gravas
13-16 m	Arcillas muy arenosas con cantos de gravas.
16-19 m	Arcillas con algunos cantos de gravas, algo limosa, de tonalidades marrones y abigarradas (rojizas, verdosas y grises)

Tabla 1.- Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo).

La edad asignada a las litologías atravesadas, según su contexto geológico y las facies observadas es: en el intervalo entre los metros 0 y 16 cuaternario a Pliocuaternalio y en el intervalo entre los metros 16 y 19 m. Terciario

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

No se ha realizado testificación geofísica al ser un sondeo que, además de cortar materiales cuaternarios y alcanzar una profundidad muy pequeña, ha sido entubado, conforme se avanzaba, para evitar el colapso de las paredes.

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan dos tipos de tubería: tubería de acero en tramos de 6 m de longitud, 350 mm de diámetro y 5 mm de espesor y tubería metálica, en chapa de acero, de 180 x 4 mm de la que se colocan 20 m: 14 m corresponden a tubería ciega y 6 m corresponden a filtro de puentecillo.

En las cotas donde se produce aporte de agua se coloca tubería de filtro de puentecillo de 180 mm de diámetro.

La colocación de los tramos filtrantes está condicionada por los aportes detectados durante la perforación.

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-3	350	5	Acero al carbono	Ciega
0-9	180	4	Chapa de acero	Ciega
9-15	180	14	Chapa de acero	Filtro
15-20	180	14	Chapa de acero	Ciega

Tabla 2.- Entubación realizada.

La unión entre tramos de tubería es mediante soldadura y la tubería se dispone apoyada sobre el fondo del sondeo y con tapa de fondo que impide que el aporte de sedimentos al interior de la misma.

Asimismo y para impedir que el aporte de finos produzca la obturación de la tubería de filtro de puentecillo, se realiza un empaque, de grava silíceo, redondeada y calibrada de 4 a 6 mm y de la que se colocan 6 toneladas, entre la tubería definitiva (180 mm) y la pared del sondeo (390 mm). También se procede a la cementación de los primeros 3 m del sondeo y al aislamiento, mediante la adición de bentonita (mikolit), que se introduce hasta una cota, algo por encima, de los 6 metros.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica que se protege mediante un dado de hormigón de 1m² de base x 0.7m de altura.

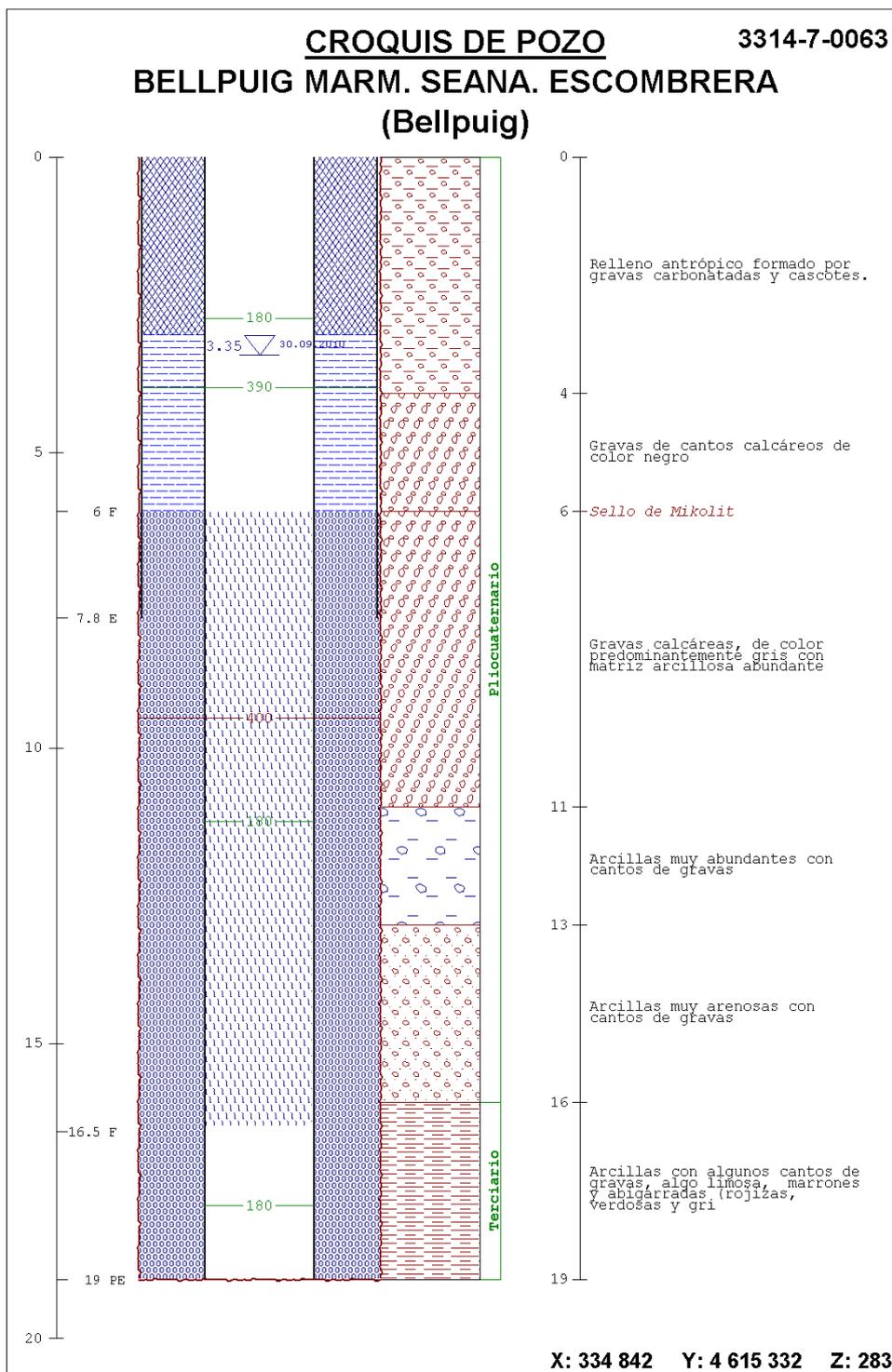


Figura 4.- Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por gravas calcáreas, con matriz arenosa a lutítica de edad Pliocuaternario, y cortadas entre el metro 4 hasta, aproximadamente, el metro 13.

Durante la perforación se detecta agua a partir de los 4,5 m y a los 6 m de profundidad. Este primer aporte desaparece al atravesar el siguiente tramo de gravas, entre los 5,5 m y antes de los 6 m aportándose, nuevamente agua, a partir de los 6 m y manteniéndose durante toda la perforación.

Después de la entubación (21 de Mayo de 2010) se mide el nivel piezométrico que se localiza a los 5 m de profundidad.

Con posterioridad y en distintas fechas, se realizan nuevas medidas del nivel piezométrico obteniéndose los datos que se incluyen a continuación.

Fecha	Nivel (metros)
24/11/2010	3,50
20/10/2010	3,22
30/09/2010	3,35
24/08/2010	3,24
02/07/2010	3,12

Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.

10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO

Durante los días 11 y 12 de agosto de 2010 se realiza el ensayo de bombeo.

El equipo de bombeo esta formado por un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm. de diámetro. Se utiliza una bomba Satur modelo S6S 45-19 con una potencia de 50 CV.

Se posiciona la bomba, a las 9:30 h, a 15 m y se mide el nivel a los 3,60 m. El primer escalón comienza con un caudal de 1 l/sg y acaba a las 10:30 h, teniendo una duración de 60 minutos. Al término del cual, el nivel se había estabilizado a los 5,05 m, aclarando el agua a lo largo del escalón. Posteriormente se decide doblar el caudal a 2 l/sg y se comprueba que el nivel desciende rápidamente a rejilla (15,00 m), con lo que el descenso observado es de 9,95 m por lo que se decide parar y esperar la recuperación que dura unos 80 minutos y en la que el pozo recupera su nivel inicial de 3,60 m. Debido a los problemas de regulación del aforador, se decide cambiarlo por otro y reiniciar el ensayo. Posteriormente, a las 12 h se reinicia con un caudal de 0,25 l/sg observándose un descenso de 0,13 m desde los 3,60 m a los 3,73 m por lo que se decide aumentar el caudal a 0,5 l/sg. Este caudal se mantiene durante 30 minutos estabilizándose, el nivel, en 4 m. Posteriormente se incrementa el caudal hasta 1 l/sg descendiendo el nivel hasta los 4,95 m y estabilizándose en una hora. Por último se decide aumentar el caudal a 1,5 l/sg para comprobar si aguanta y, después de transcurridos 90 minutos, se comprueba que se estabiliza entorno a los 6,03 m. Se decide incrementar el caudal a 2 l/sg y se comprueba que el nivel baja a la rejilla pasados 20 minutos, descendiendo 8,97 m por lo que se decide parar y esperar a la

recuperación del nivel y continuar, con el escalón continuo, con un caudal de 1,5 l/sg. En este caso la recuperación ha durado 10 minutos en los que el nivel ha ascendido hasta los 3,62 m.

Se comienza el escalón continuo a las 16h y se finaliza, bruscamente, antes de las 23:00 h, por lo que tiene una duración total de 420 minutos (7h.).

Durante el desarrollo del mismo se observa una tendencia a la estabilización a la profundidad de 6,03 m sin embargo y, sin motivo aparente, se produce un rápido descenso del nivel a la rejilla de la bomba, situada a 15,00 m de profundidad, cuando se llevaban algo más de 6 horas de bombeo. La explicación probable a este hecho, hay que buscarla en el bombeo de algún pozo cercano, sin embargo, al día siguiente, al comentar el suceso con el alcalde pedáneo, éste nos comenta que el bombeo de los pozos de la zona se lleva a cabo durante el día y cesa por la noche. Se mide la recuperación durante 7 horas hasta alcanzar un nivel similar al del comienzo en 3,62 m y dándose por finalizado el ensayo.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
Escalón 1	1	60	3,60	5,05	1,45
Escalón 2	2	10	5,05	15,00 (r)	9,95
Recuperación 1	-	80	15,00 (r)	3,60	11,4 (ascenso)
Escalón 3	0,25	30	3,60	3,73	0,13
Escalón 4	0,50	30	3,73	4,00	0,27
Escalón 5	1	60	4,00	4,95	0,95
Escalón 6	1,50	90	4,95	6,03	1,08
Escalón 7	2	20	6,03	15,00 (r)	8,97
Recuperación 2	-	10	15,00 (r)	3,62	11,38 (ascenso)
Escalón 8	1,5	420	3,62	15,00 (r)	11,38

Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.

Simultáneamente a la realización del ensayo de bombeo, se toman medidas, en cada escalón, de conductividad (CE), temperatura (T^a) y pH.

- Escalón 1 (Q= 1 l/s)
 - Inicio del Escalón 1:
CE= 1.119 $\mu\text{S/cm}$
 $T^a = 19,4 \text{ }^\circ\text{C}$
pH= 6,81.
 - Final del Escalón 1:
CE= 941 $\mu\text{S/cm}$;
 $T^a = 20,7 \text{ }^\circ\text{C}$
pH= 6,69.

- Escalón 2 (Q= 2 l/s)
 - Final del Escalón 2:
CE= 1.411 $\mu\text{S/cm}$
 $T^a = 19,2 \text{ }^\circ\text{C}$
pH= 6,72.

- Escalón 3 (Q= 0,25 l/s)
 - Inicio del Escalón 3:
CE= 967 $\mu\text{S/cm}$
 $T^a = 23,9 \text{ }^\circ\text{C}$
pH= 6,73.

- Escalón 4 (Q= 0,5 l/s)
 - Final del Escalón 4:
CE= 963 $\mu\text{S/cm}$
 $T^a = 26,2 \text{ }^\circ\text{C}$
pH= 6,59.

- Escalón 6 (Q= 1,5 l/s)
 - Medio del Escalón 6:

CE= 828 $\mu\text{S}/\text{cm}$

T^a = 20,3 °C

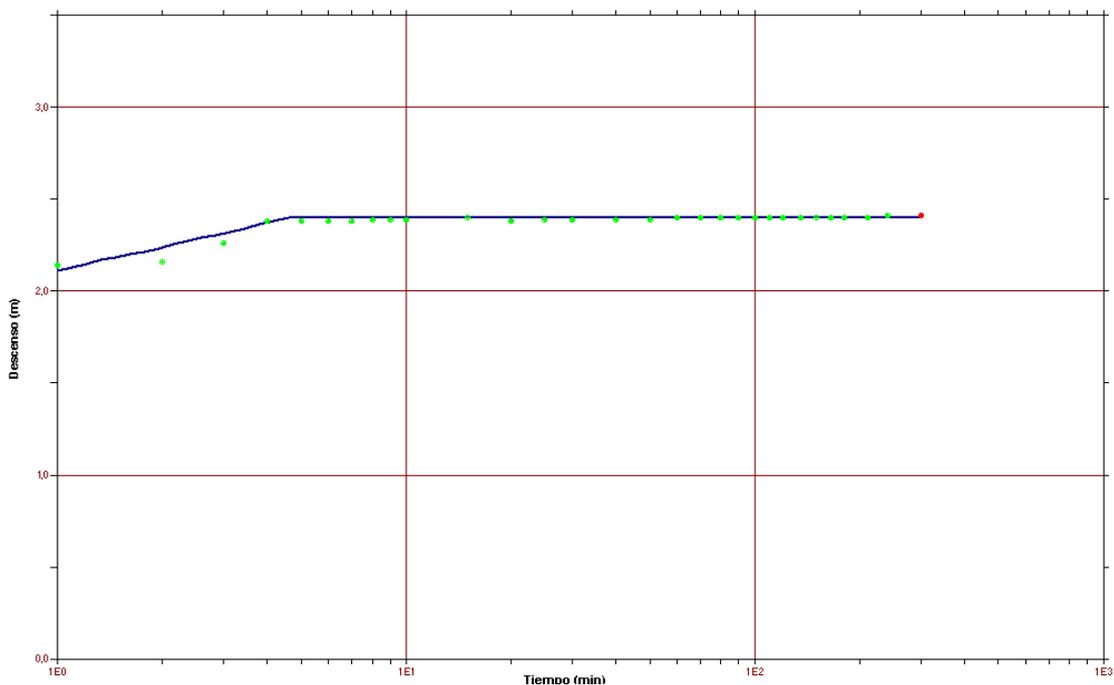
pH= 6,68.

- Escalón 7 (Q= 2 l/s)
 - Inicio del Escalón 7:
CE= 866 $\mu\text{S}/\text{cm}$
T^a = 19,8 °C
pH= 6,67.

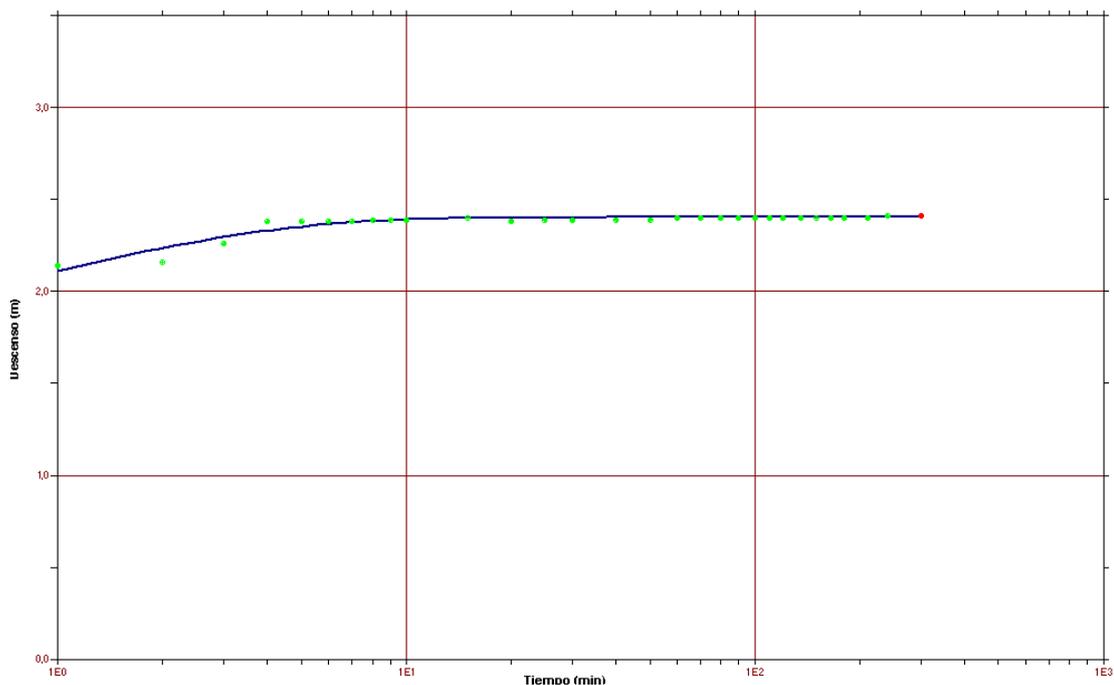
- Escalón 8 (Q= 1,5 l/s)
 - Inicio del Escalón 8:
CE= 868 $\mu\text{S}/\text{cm}$
T^a = 20,7 °C
pH= 7,17.

Los resultados de este ensayo de bombeo se han analizado e interpretado con el programa **Pibe 2.0 puesto a punto por** la diputación de Alicante y con el software de **Aquifer-Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hydrogeologic* . Se ha supuesto que se trata de un acuífero con un comportamiento de tipo libre que puede variar a confinado por lo que se ha aplicado la modificación de Neuman de la ecuación de Theis y la simplificación de esta última por Cooper-Jacob, así como la solución de Hantusch. Todos estos métodos se han aplicado únicamente al tramo inicial del ensayo continuo los primeros 300 minutos donde los datos no tienen influencia de los bombeos cercanos detectados. Los resultados de estos análisis son los siguientes:

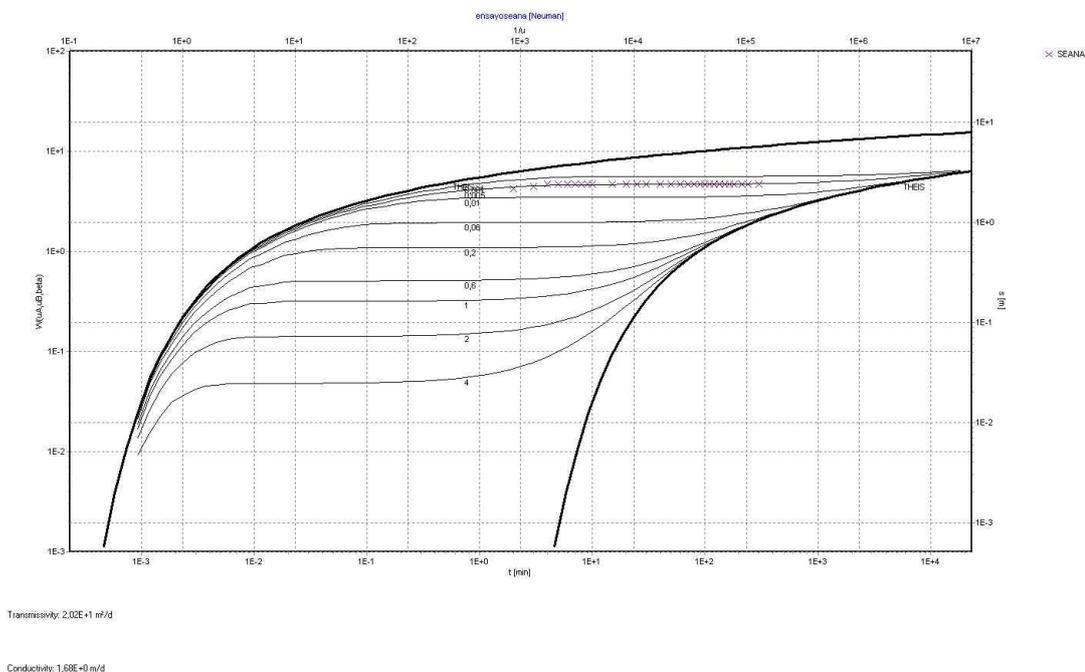
Con el **Pibe 2.0**, y aplicando la modificación de Neuman de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de Transmisividad de **66,5 m²/día**, un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de $91,09 \times 10^{-6}$; Log (Sy/S): 7.8413 y β 3.5478. Con el siguiente Grafico de evolución



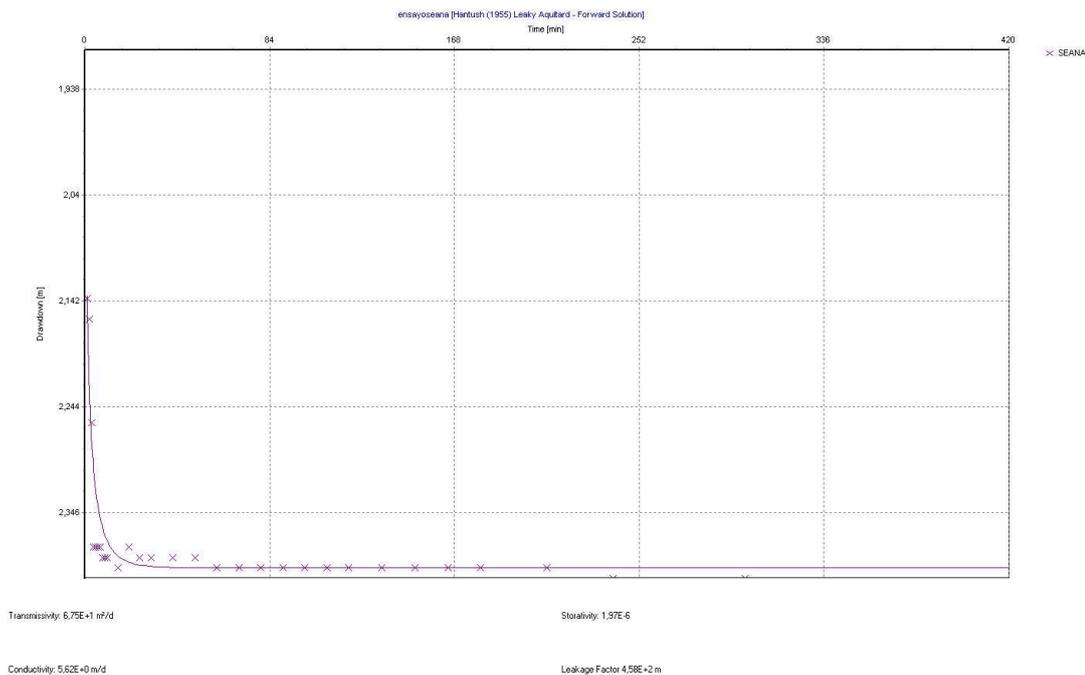
Con el **Pibe 2.0**, y aplicando la ecuación de Hantusch se obtienen unos valores de Transmisividad de **42,15 m²/día**, un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 0,031; y una relación r/B: 0.0082. Con el siguiente Grafico de evolución



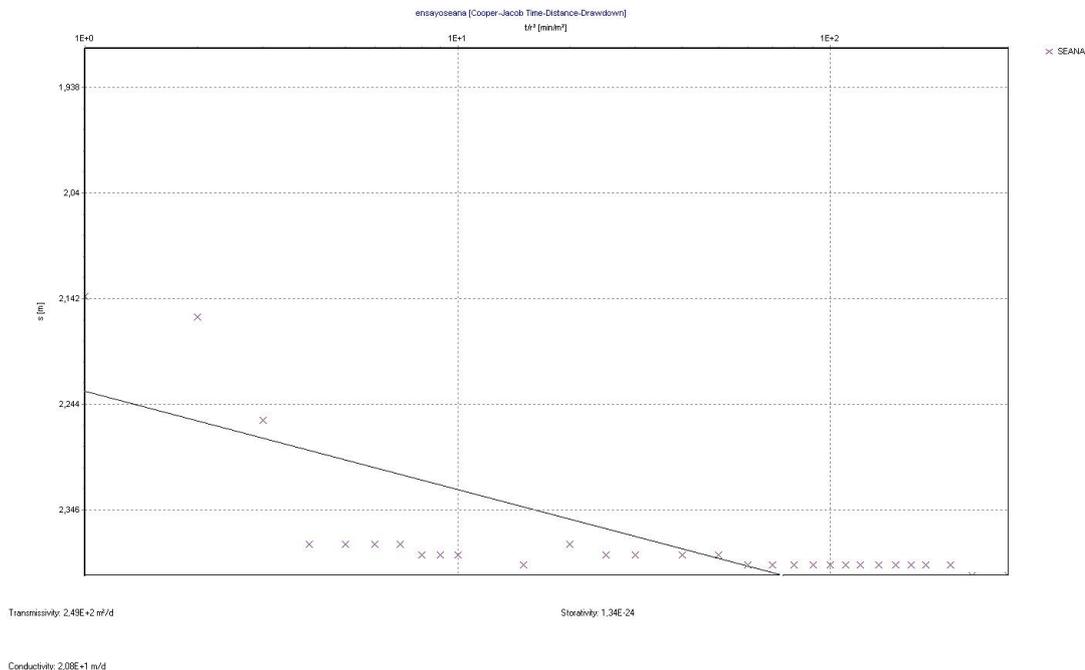
Con el **Aquifer-Test v.3.5** y usando la solución de Neuman se obtiene una transmisividad de **T: 20,2 m²/día**. Cuya grafica es la siguiente.



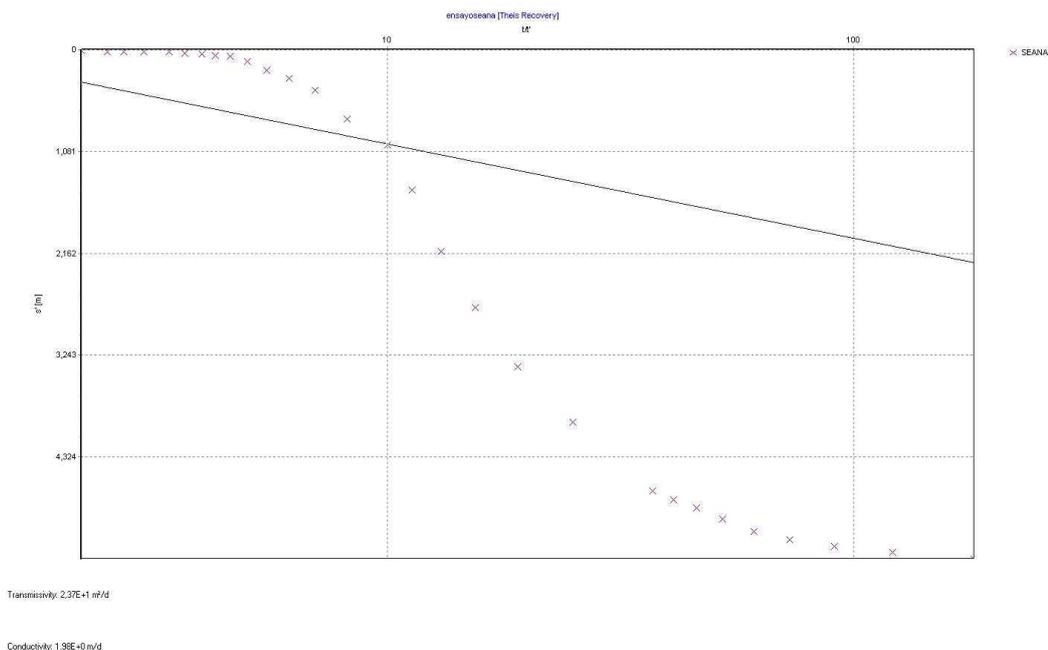
Empleado la Solución de Hantush se obtiene una transmisividad de T: **67,5 m²/día**. Cuya grafica es la siguiente.



Usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 24,9**, con la siguiente grafica.



Se han contrastado estos datos con la recuperación interpretada por theis con ayuda del programa Aquifer-Test que da unos valores de transmisividad de **T: 23,7 m²/día**.



Tiempo de bombeo (minutos)			
Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	3,62	0	NE
1	5,76	2,14	1,5
2	5,78	2,16	1,5
3	5,88	2,26	1,5
4	6,00	2,38	1,5
5	6,00	2,38	1,5
6	6,00	2,38	1,5
7	6,00	2,38	1,5
8	6,01	2,39	1,5
9	6,01	2,39	1,5
10	6,01	2,39	1,5
15	6,02	2,40	1,5
20	6,00	2,38	1,5
25	6,01	2,39	1,5
30	6,01	2,39	1,5
40	6,01	2,39	1,5
50	6,01	2,39	1,5
60	6,02	2,40	1,5
70	6,02	2,40	1,5
80	6,02	2,40	1,5
90	6,02	2,40	1,5
100	6,02	2,40	1,5
110	6,02	2,40	1,5
120	6,02	2,40	1,5
135	6,02	2,40	1,5
150	6,02	2,40	1,5
165	6,02	2,40	1,5
180	6,02	2,40	1,5
210	6,02	2,40	1,5
240	6,03	2,41	1,5
300	6,03	2,41	1,5
360	15	11,38	1,5

Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.

(Los partes, gráficos e interpretación ampliada del ensayo de bombeo se encuentran en el Anejo N° 5)

11. HIDROQUÍMICA

Además de los datos tomados *in situ* de conductividad eléctrica, pH y temperatura durante el ensayo de bombeo, recogidos en el capítulo 10, se tomó una muestra de agua en el *sondeo 090.063.001*, situado en el municipio de *Bellpuig (Lleida)* al finalizar la limpieza, para su posterior análisis físico-químico. El muestreo se realizó el día 22 de abril de 2010. Durante la toma de la muestra se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

DETERMINACIONES <i>IN SITU</i>	Sondeo 090.063.001 Bellpuig (muestra final de la limpieza) (22/04/2010)
Temperatura (°C)	n/d
Conductividad (µS/cm)	1128
pH	n/d

Los parámetros analizados en el laboratorio y los resultados obtenidos se resumen a continuación:

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.063.001 Bellpuig (muestra final de la limpieza) (22/04/2010)
AMONIO (mg/l)	0,52
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	5,06
BICARBONATOS (mg/l)	304,14
BORO (mg/l)	0,08
CALCIO (mg/l)	151,60
CARBONATOS (mg/l)	<5
CLORUROS (mg/l)	33,53
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	968
FOSFATOS (mg/l)	0,58
HIDROXIDOS (mg/l)	0,00
HIERRO (mg/l)	<0,05
MAGNESIO (mg/l)	29,76
MANGANESO (mg/l)	<0,02
NITRATOS (mg/l)	57,08
NITRITOS (mg/l)	2,52
pH (ud pH)	7,30

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.063.001 Bellpuig (muestra final de la limpieza) (22/04/2010)
POTASIO (mg/l)	5,13
SODIO (mg/l)	35,08
SULFATOS (mg/l)	228,40
Dureza (mg/l CaCO ₃)	503
Facies hidroquímica	Bicarbonatado-sulfatada cálcica

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN MEDIA-ALTA, por su dureza se considera un agua MUY DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADO-SULFATADA CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), con un contenido en *sodio y magnesio* destacable, como también se observa en el diagrama de Stiff. Todo ello es consecuencia de la disolución de los materiales del acuífero aluvial y de las sales presentes en el sustrato terciario, aunque también en este caso hay fuentes externas de contaminación que influyen en la composición del agua, como se comenta más adelante.

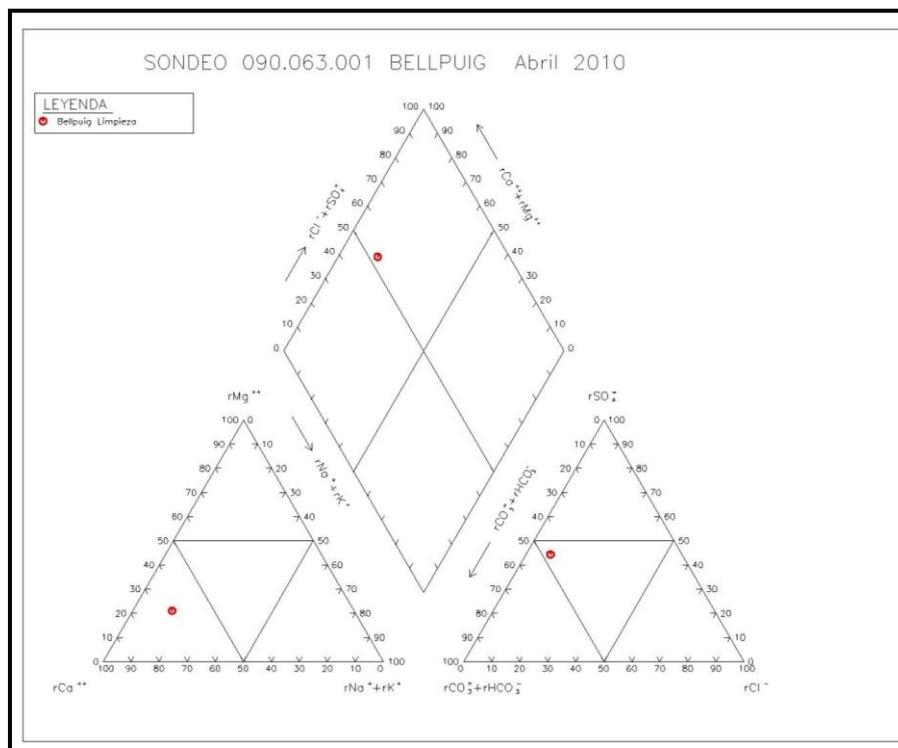


Figura 5.- Diagrama de Piper. Sondeo 090.063.001–Bellpuig.

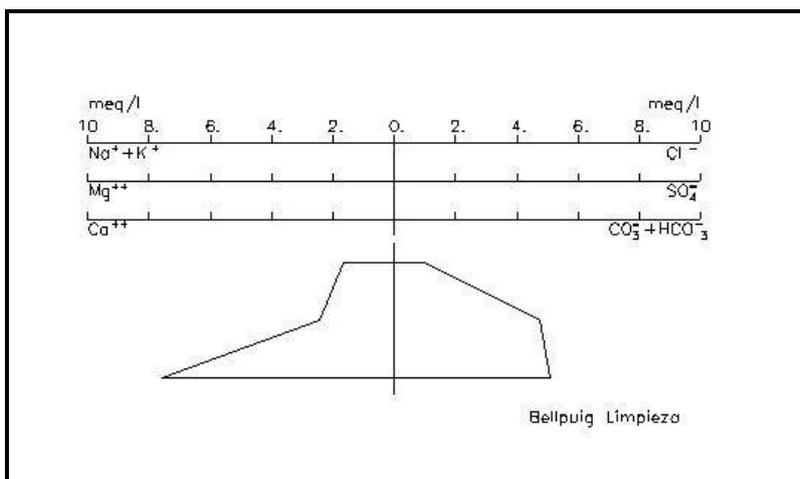


Figura 6.- Diagrama de Stiff. Sondeo 090.063.001–Bellpuig.

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en el R.D. 140/2003 *por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*, y en el Real Decreto 1514/2009 *por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro*.

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, es un agua NO apta para el consumo, fundamentalmente por el contenido en *las especies nitrogenadas* consideradas, que exceden los límites fijados en el RD 140/2003. A pesar de que el contenido en *sulfatos* es alto, no supera dicho límite.

Concretamente, el contenido en *nitratos* (57,08 mg/l) es mayor que el permitido, tanto por el R. D. 140/2003 como por el R D 1514/2009, excediendo la norma de calidad establecida en los mismos (50 mg/l). También el contenido en *nitritos* y *amonio* es significativo (2,52 y 0,52 mg/l, respectivamente). La presencia de estos indicadores de contaminación se debe principalmente a las actividades antrópicas (por lo general de origen agrario) desarrolladas sobre el acuífero.

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Bellpuig con objeto de tener un punto de medida de los niveles piezométricos, se utilizaban para la toma de muestras y medida de parámetros físico-químicos.

Con este nuevo piezómetro se pretende complementar la red operativa existente, la caracterización del acuífero, determinar la calidad química del recurso y adicionalmente medir, con periodicidad mensual, la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua en el mismo.

El sondeo se ha realizado por el método de Percusión con diámetro de 390 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 19 m.

El acuífero atravesado está constituido por gravas calcáreas, con matriz arenosa a lutítica de edad Pliocuaternario, cortándose el agua entre 4,5 y 6 metros de profundidad

Actualmente (24/11/2010) el nivel estático se sitúa alrededor de los 3,5 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir de los ensayos de bombeo, suponiendo que se trata de un acuífero semiconfinado o libre dan unos valores de transmisividad que oscilan entre 42,15 y 67,5 m²/día para semiconfinado y de 20,2 a 66, 15 m²/día para la interpretación como libre.

El agua extraída tras la limpieza del sondeo es de MINERALIZACIÓN MEDIA-ALTA, MUY DURA y BICARBONATADO-SULFATADA CÁLCICA, con un contenido en *sodio y magnesio* destacable. Todo ello es consecuencia de la

disolución de los materiales del acuífero aluvial y de las sales presentes en el sustrato terciario.

Es un agua NO apta para el consumo, fundamentalmente por el contenido en *las especies nitrogenadas* consideradas, que exceden los límites fijados en el RD 140/2003. A pesar de que el contenido en *sulfatos* es alto, no supera dicho límite. Concretamente, el contenido en *nitratos* es alto (57,08 mg/l) y el de *nitritos* y *amonio* es significativo (2,52 y 0,52 mg/l, respectivamente). La presencia de estos indicadores de contaminación se debe principalmente a las actividades antrópicas (por lo general de origen agrario) desarrolladas sobre el acuífero.

ANEJOS

ANEJO N° 1: PERMISOS



Ajuntament de Bellpuig



Jefe de la oficina de Planificación Hidrológica
de la Confederación Hidrográfica del Ebro.
Paseo de Sagasta, 24-28
50071 Zaragoza.

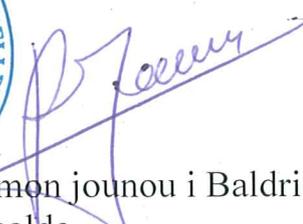


Señor,

De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN I OBSERVACION DE UN PIEZÓMETRO** se hace constar que por acuerdo de la Junta de Gobierno Local, de fecha 19 de julio de 2007, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

- 1.- La ocupación de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m²., necesarios para construir un piezómetro en la localidad de Bellpuig, en el punto de coordenadas UTM X:334837, Y: 4615323 (polígono 15, parcela 76).
- 2.- La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al termino del mismo, de un espacio de 1 m²., en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
- 3.- El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.




Ramon Jounou i Baldrich
Alcalde

Bellpuig, 20 de julio de 2007.



Ajuntament de Bellpuig



Cap de l'oficina de Planificació Hidrològica
De la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre.
Paseo de Sagasta, 24-28
50071 Zaragoza.

Senyor,

De conformitat amb l'escrit referent a la **SOL·LICITUD DE DISPONIBILITAT DE TERRENYS PER LA CONSTRUCCIÓ O OBSERVACIÓ D'UN PIEZÒMETRE**, es fa constar que per acord de Junta de Govern Local de data 19 de juliol de 2007, s'autoritza a la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre a:

- 1.- La ocupació, de manera transitòria mentre duri l'execució de l'obra, d'una extensió aproximada de 100 m²., necessaris per la construcció d'un piezòmetre A LA POBLACIÓ DE Bellpuig, en el punt de coordenades UTM :334837, Y: 4615323 (polígon 15, parcel·la 76).
- 2.- La ocupació durant el període de trenta anys, prorrogable al termini del mateix, d'un espai de 1 m²., en que estarà situat el sondeig i l'arqueta de protecció del mateix.
- 3.- L'accés, per funcionari públic o persona delegada, fins al recinte anterior, amb l'objecte de realitzar les mesures o mostres inherents a l'operació de control, així com a realitzar els treballs de reparació o manteniment que siguin necessaris.




Ramon Jounou i Baldrich
Alcalde

Bellpuig, 20 de juliol de 2007.



Ajuntament de Bellpuig

Enric Escolà i Valls, Secretari-Interventor de l'Ajuntament de Bellpuig

CERTIFICO: Que la Junta de Govern Local d'aquest Ajuntament en sessió de 19 de juliol de 2007, i entre d'altres, ha aprovat el següent acord:

"PROPOSTA D'ACORD D'AUTORITZACIÓ D'OCUPACIÓ D'UNS TERRENYS.

Vista la petició de l'oficina de planificació hidrològica de la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre, per tal de disposar d'un terreny d'1 m², per la instal·lació d'un piezòmetre a la finca de propietat municipal, situada al polígon 15, parcel·la 76 d'aquest terme municipal. Atès que aquell piezòmetre s'hi servirà per analitzar les característiques les aigües subterrànies d'aquella part de terme municipal, determinar la qualitat química del recurs i mesurar mensualment la profunditat de les aigües del sondeig, quines dades és facilitaràn a l'Ajuntament.

Atès que l'anterior es considera d'un evident interès públic per al municipi, es proposa a la Junta de Govern local, que en ús de les competències delegades per Decret de l'alcaldia de 19/06/07, aprovi els següents acords:

1. Autoritzar de forma transitòria mentre duri l'execució de les obres, l'ocupació d'un terreny d'uns 100 m², que són necessaris per a la construcció del piezòmetre en el punt de coordenades UTM X: 334837, Y: 4615323 (polígon 15, parcel·la 76).
 2. L'ocupació durant un termini de 30 anys, prorrogables a l'acabament del mateix, d'un espai d'1 m², en el qual estarà situat el sondeig i l'arqueta de protecció del mateix.
 3. Autoritzar l'accés, per funcionari públic o persona delegada, fins al recinte anterior, amb l'objecte de realitzar les mesures o mostres inherents a l'operació de control, així com realitzar els treballs de manteniment que siguin necessaris
 4. Autoritzar, indistinta i tan àmpliament com en dret sigui necessari, l'alcalde o Regidor en qui delegui per a la signatura de tots els documents precisos per a l'execució d'aquest acord i en particular de la contractació citada.
 5. D'aquest acord se'n donarà compte al Ple de l'Ajuntament, per la seva ratificació en la primera sessió que se celebri.
- Aquest acord ha estat aprovat per unanimitat dels assistents

I perquè consti als efectes oportuns expedixo la present, amb el vist-i-plau del Sr. Alcalde.

Bellpuig, 20 de juliol de 2007.

Vist i Plau
Alcalde

Ramon Juncu Baldrich



El Secretari

Enric Escolà i Valls

**ANEJO N° 2: INFORMES DIARIOS DE
PERFORACIÓN**

**OBRA: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA
LA ADECUACIÓN DE LA RED DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE
LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.
CLAVE 09.822-0003/2111**

CONSTRUCCIÓN DEL SONDEO BELLPUIG (090.063.001)

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 334.839 Y: 4.615.342 Z: 283 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES			
Perforación		0 – 19 m	390 mm
Entubación	Ciega	7,80 m	400 x 5 mm
		11 m	180 x 4 mm
	Filtro Puentecillo	8,50 m	180 x 4 mm
Limpieza		2 horas	

20/05/2010

EMPLAZAMIENTO Y PERFORACIÓN

La llegada del equipo de perforación tiene lugar a la parcela municipal en la que se ubica el punto a sondear a las 17:45 h.

El equipo de perforación está compuesto por una Máquina SCHOTT –DUBON con una potencia de 200 CV y 2.400 revoluciones por minuto, que cuenta con un motor Pegaso.

Es necesaria la utilización de un tractor para acondicionar la zona de trabajo, ya que la parcela presenta cierta pendiente y es preciso colocar una barrera de tierra para evitar el avance de los lodos.



Imagen 1. Trabajos de adecuación de la parcela.



Imagen 2. Aspecto general de la parcela.

Se comienza la perforación y se va hincando una tubería de acero, que hace de entibación auxiliar, con el fin de evitar el hundimiento del terreno en la boca del sondeo. Esta tubería tiene una profundidad aproximada de metro y medio.



Imagen 3. Inicio de los trabajos de perforación.

Una vez hincada en su totalidad, se continúa perforando por su interior con el mismo trépano (de 390 mm).

Se da por finalizada la jornada a las 21:45 h, tras haber perforado 5 metros en los que se ha colocado una tubería auxiliar de 400 x 6 mm, cuya profundidad coincide con la de la perforación, para evitar el derrumbe de los materiales atravesados.

Se detecta agua a los 4,5 metros aproximadamente.



Imagen 4. Perforación por el interior de la tubería auxiliar.

21/05/2010

PERFORACIÓN

La jornada da comienzo a las 8:30 h, y se continúa con la perforación del sondeo.



Imagen 5. Detalle de la soldadura de la tubería auxiliar.

A las 12:00 h, aproximadamente se da por finalizada la jornada, alcanzándose la profundidad de 9 m.

Nos dirigimos hacia el sondeo de Lérida, que resultó fallido, para realizar una cementación en cabeza y de esta forma realizar un sellado seguro del mismo.

24/05/2010

PERFORACIÓN

Se produce la llegada de los sondistas a las 12:30 h, y se continúa con las labores de perforación.

A las 16:30 h, aproximadamente, se llevan perforados 17 m. Al alcanzar la profundidad de 18 m, se detecta la presencia de unas arcillas que podrían ser terciarias y constituirían el final del sondeo. Se avisa a la asistencia técnica, y a las 17:00, se da por finalizada la perforación, habiéndose alcanzado la profundidad de 19 m.

La columna litológica obtenida durante la perforación de este sondeo es la siguiente:

- 0 – 4 m: Relleno antrópico formado por gravas carbonatadas y cascotes.
- 4 – 5 m: Mezcla de relleno y gravas.
- 5 – 6 m: Gravas de cantos calcáreos de color negro.
- 6 – 11 m: Gravas calcáreas, de color predominantemente gris con matriz arcillosa abundante.
- 11 – 13 m: Arcillas muy abundantes con cantos de gravas.
- 13 – 16 m: Arcillas muy arenosas con cantos de gravas.
- 16 – 19 m: Arcillas con algunos cantos de gravas, algo limosa, de tonalidades marrones y abigarradas (rojizas, verdosas y grises).

Durante la perforación se ha detectado dos niveles de agua, uno a 4,5 m y otro a los 6 m de profundidad. Es de remarcar, que el nivel de agua encontrado a los 4,5 m desaparece en el tramo constituido por las gravas de cantos calcáreos negros. A la base de éste, y como consecuencia del contacto con las gravas subyacentes con abundante matriz arcillosa, se produce un nuevo aporte de agua en el sondeo a los 6m de profundidad.

ENTUBACIÓN

A partir de la columna litológica se diseña la columna de entubación, quedando de la siguiente manera:

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
19	180 x 4	2,5 m	Ciego	Chapa de acero
16,5	180 x 4	10,5 m	Filtro Puenteillo	Chapa de acero
6	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero

En total, la entubación final está constituida por 19 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 8,5 m corresponden a tubería ciega y 10,5 m corresponden a filtro puentecillo. La tubería se ha dispuesto apoyada y con una tapa de fondo, y sobresale con respecto al sondeo medio metro.

La entubación comienza a las 18:00 h, siguiendo el diseño propuesto. Una vez entubado el pozo se da por finalizada la jornada laboral.



Imagen 6. Trabajos de soldadura durante la entubación del sondeo.

25/05/2010

ENTUBACIÓN

El día 25/05/2010 a las 8h, se produce la llegada de grava, por lo que procede al engravillado del sondeo.

Antes de comenzar con las labores de engravillado, se lleva a cabo la medida del nivel del agua, encontrándose ésta a 3,60 m con respecto a la cota del terreno.

Se dispone el empaque de gravas hasta la profundidad de 5 m. Se trata de una grava silíceica, redondeada y calibrada.



Imagen 7. Colocación de la gravilla.

Una vez instalada la gravilla se procede a retirar la tubería auxiliar, hacia las 9:25 h para poder instalar la tubería de emboquille, prevista en un principio en un diámetro de 350 x 5 mm. Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos de los sondistas durante casi cuatro horas, la tubería auxiliar, no pudo ser extraída. En un principio la retirada estaba prevista con bragas metálicas, tal y como se ilustra en las siguientes imágenes:



Imágenes 8 y 9. Tareas de retirada de la tubería de auxiliar.

Los trabajos de retirada de este elemento se complementan con el trépano, para intentar desenganchar la tubería, lo que llega a provocar la deformación de la parte superior de la misma, momento en el que se decide informar a la Asistencia Técnica.



Imagen 10. Deformación de la tubería durante los trabajos de extracción de la misma.

Finalmente y con el permiso de la Dirección de Obra, se consiente sustituir la tubería de emboquille por la tubería auxiliar, encontrándose ésta finalmente a una profundidad de 7,80 m y poseyendo un diámetro de 400 x 6 mm.

A continuación, se introducen seis sacos de compactonit o mikolit (75 Kg.), que actuaran como sello, en la base de este emboquille, llegando hasta los 3 m de profundidad, para así evitar igualmente que el cemento que se instalará posteriormente acabe lavándose por las llegadas de agua.



Imagen 11. Colocación del compactonit.

Mientras se deja que la arcilla bentonítica adquiera sus características sellantes, se realiza la limpieza del sondeo.

LIMPIEZA

Se comienza con la fase de limpieza a las 13:15 h, mediante el método de valvuleo, y tiene una duración total de 2 h.



Imagen 12. Realización de limpieza mediante valvuleo.

Se han tomado varias medidas de conductividad, una al comienzo de la limpieza de $1661 \mu\text{S/cm}$, y otra antes de la finalización de la limpieza, de $1128 \mu\text{S/cm}$. También se ha tomado una muestra de agua para su posterior análisis en el laboratorio.

CIERRE Y SELLADO

Se lleva a cabo el cierre provisional del sondeo y la cementación del emboquille, desde la parte superior de la capa sellante formada por la arcilla bentonítica hasta aproximadamente la profundidad de 1m, mediante el empleo de hormigón.



Imagen 13. Realización del cementado del sondeo.

Tras la finalización del sondeo, a última hora de la tarde se lleva a cabo el traslado de la máquina de perforación al siguiente punto: La Seu d'Urgell.

Esther Torresquebrada Aguirre.
Elena Rodríguez.
Elena Malo Moreno.
Hidrogeólogas.

ANEJO N° 5: ENSAYO DE BOMBEO

OBRA: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LA RED DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. CLAVE 09.822-0003/2111

AFORO DEL SONDEO BELLPUIG (090.063.001)

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 334.839 Y: 4.615.342 Z: 283 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad de la bomba	15 m
Horas de bombeo	12 h.
Horas de recuperación	9,5 h

ENSAYO DE BOMBEO

Llegada del equipo de aforos, a fecha 10 de agosto de 2010, al sondeo a las 19:30 horas, pero se decide instalar y comenzar el ensayo de bombeo al día siguiente. La maquinaria está formada por un equipo de aforo, con un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Satur modelo S6S 45-19 con una potencia de 50 CV situada a 15 m de profundidad.



Imagen 1. Situación del equipo de aforo en el sondeo.



Imagen 2. Colocación de la bomba.

El ensayo de bombeo comienza a las 9:30 h del 11 de agosto, una vez equipado el sondeo. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

	BELLPUIG				
	Q (l/s)	t (min)	N inicial	N final	s (m)
Escalón 1	1	60	3,60	5,05	1,45
Escalón 2	2	10	5,05	15,00 (r)	9,95
Recuperación 1	-	80	15,00 (r)	3,60	11,4 (*)
Escalón 3	0,25	30	3,60	3,73	0,13
Escalón 4	0,50	30	3,73	4,00	0,27
Escalón 5	1	60	4,00	4,95	0,95
Escalón 6	1,50	90	4,95	6,03	1,08
Escalón 7	2	20	6,03	15,00 (r)	8,97
Recuperación 2	-	10	15,00 (r)	3,62	11,38 (*)
Escalón 8	1,5	420	3,62	15,00 (r)	11,38
Recuperación 3	-	480	15,00 (r)	3,61	11,39 (*)

(*) El nivel asciende.

- **Escalón 1**

El Escalón 1 comienza a las 9:30 h y acaba a las 10:30 h, teniendo una duración de 60 minutos y con un caudal de 0,1 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 1,45 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 3,60 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 5,05 m.



Imagen 3. Caudal extraído durante el primer escalón.

Durante el desarrollo de este escalón se ha observado un descenso inicial del nivel y a continuación una recuperación paulatina del mismo, hasta estabilizarse en 5,05 m. El agua ha aclarado a lo largo del desarrollo de este escalón.

- **Escalón 2**

Da comienzo a las 10:30 h, y acaba apenas 10 minutos después, ya que el nivel desciende rápidamente a rejilla (15,00 m), con lo que el descenso observado es de 9,95 m. Se ha extraído un caudal de 2 l/s.

El agua ha salido sucia durante el desarrollo de este escalón.



Imagen 4. Caudal extraído durante el segundo escalón.

Inmediatamente después, a las 10:40 h comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración de 80 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar el nivel inicial del pozo, a 3,60 m de profundidad.

Se ha decidido cambiar el tubo aforador, a uno de dos pulgadas, para poder extraer caudales de menor entidad y controlarlos adecuadamente, ya que tanto la bomba como el tubo aforador están sobredimensionados para las características que presenta el pozo. Se ha consultado con la asistencia técnica, y ésta ha dado su conformidad.

• **Escalón 3**

El Escalón 3 comienza a las 12:00 h y acaba a las 12:30 h, teniendo una duración de 30 minutos, tras comprobar que el nivel ha estabilizado. Se extrae un caudal de 0,25 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 0,13m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 3,60 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 3,73 m.

Al principio el agua sale turbia, pero aclara con rapidez.



Imagen 5. Caudal extraído durante el tercer escalón.

• **Escalón 4**

Este escalón comienza a las 12:30 h, y finaliza a las 13:00 h, con una duración de 30 minutos. En éste se ha bombeado un caudal de 0,50 l/s, y se ha observado la estabilización del nivel a 4,00 m de profundidad, con lo que el descenso experimentado ha sido de 0,27 m.



Imagen 6. Caudal extraído durante el cuarto escalón.

- **Escalón 5**

Este escalón comienza a las 13:00 h, y finaliza a las 14:00 h, con una duración de 60 minutos. Se ha bombeado un caudal de 1 l/s, y se ha producido la estabilización del nivel a 4,95 m de profundidad, con lo que el descenso experimentado ha sido de 0,95 m.



Imagen 7. Caudal extraído durante el quinto escalón.

- **Escalón 6**

El Escalón 6 comienza a las 14:00 h, y finaliza a las 15:30 h, con una duración de 90 minutos, durante los cuales se ha producido la estabilización del nivel a 6,03 m, de manera que el descenso experimentado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 1,08 m. El agua salía clara desde el inicio del escalón.

El caudal extraído durante este escalón ha sido de 1,5 l/s.



Imagen 8. Caudal extraído durante el sexto escalón.

- **Escalón 7**

Este escalón comienza a las 15:30 h, y finaliza 20 minutos más tarde cuando el nivel desciende hasta la rejilla (15,00 m), por lo que el descenso observado durante este escalón ha sido de 8,97 m. Se ha extraído un caudal de 2 l/s, que al igual que en el escalón 2, ha provocado un descenso acusado en el nivel del pozo.



Imagen 9. Caudal extraído durante el séptimo escalón.

Inmediatamente después, a las 15:50 h comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración de 10 minutos escasos, donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 3,62 m de profundidad.

- **Escalón 8**

Este escalón da comienzo a las 16:00 h, y finaliza abruptamente antes de las 23:00 h, por lo que se le da una duración de 420 minutos (7 h.).

Se plantea como un escalón de larga duración con un caudal crítico de extracción inferido a partir de la realización de los escalones previos. El caudal extraído es de 1,50 l/s. Durante el desarrollo del mismo se ha observado una tendencia a la estabilización a la profundidad de 6,03 m. Sin embargo, sin motivo aparente se ha producido un rápido descenso del nivel a la rejilla de la bomba, situada a 15,00 m de profundidad, ante el estopor de todo el equipo, cuando se llevaban algo más de 6 horas de bombeo.

La posible explicación habría que buscarla en el bombeo de algún pozo cercano, sin embargo, al día siguiente, al comentar el suceso con el alcalde pedáneo, éste nos comenta que el bombeo de los pozos de la zona se lleva a cado durante el día y cesa por la noche.



Imagen 10. Caudal extraído durante el octavo escalón (escalón de larga duración).

A las 23:00 h comienza la recuperación (Recuperación 3) con una duración estimada de 480 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 3,61 m de profundidad.

Simultáneamente al ensayo de bombeo se toman medidas de CE, T^a y pH en cada escalón:

- **Escalón 1 (Q= 1 l/s)**

Inicio del Escalón 1: CE= 1.119 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 19,4 °C; pH= 6,81.

Final del Escalón 1: CE= 941 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 20,7 °C; pH= 6,69.

- **Escalón 2 (Q= 2 l/s)**

Final del Escalón 2: CE= 1.411 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 19,2 °C; pH= 6,72.

- **Escalón 3 (Q= 0,25 l/s)**

Inicio del Escalón 3: CE= 967 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 23,9 °C; pH= 6,73.

- **Escalón 4 (Q= 0,5 l/s)**

Final del Escalón 4: CE= 963 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 26,2 °C; pH= 6,59.

- **Escalón 6 (Q= 1,5 l/s)**

Medio del Escalón 6: CE= 828 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 20,3 °C; pH= 6,68.

- **Escalón 7 (Q= 2 l/s)**

Inicio del Escalón 7: CE= 866 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 19,8 °C; pH= 6,67.

- **Escalón 8 (Q= 1,5 l/s)**

Inicio del Escalón 8: CE= 868 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 20,7 °C; pH= 7,17.

También se ha tomado una muestra de agua para su posterior ensayo en el laboratorio.

Esther Torresquebrada Aguirre
Hidrogeóloga.

Γ 7
 C.G.S. Compañía General de Sondeos, S.A.
 C/ ANABEL SEGURA, 11 Edificio A, 4º of. b
 28108 ALCOBENDAS
 MADRID
 L J

Fecha: 12 DE AGOSTO DE 2010

Sondeo: 090.063.001	Termino municipal: BELLPUIG	Provincia: LERIDA
---------------------	-----------------------------	-------------------

Comienzo: Dia 11/08/10 Hora 9:30 NE. 3,60	Terminacion: Dia 12/08/10 Hora 7:00 ND. 15,00
---	---

Grupo generador	Grupo motobomba	Perforacion 19 m.	
Marca: MECC-ALTE KVA.: 250 Motor: FIAT-AIFO Potencia: 400 CV	Marca: SATUR Tension: 760 Tipo: S6S 45-19 Potencia: 50 CV	180 Ø 19 m	Profundidad rejilla: 15 m. Q. medidas con: TUBO PITOT Niveles medidos con: SONDA Ø Tuberia: 70 mm.

RECUPERACION					
Tiempo minutos	Recuperacion metros	Tiempo minutos	Recuperacion metros	Tiempo minutos	Recuperacion metros
1/2		6		20	
1		7		25	
2		8		30	
3		9		40	
4		10		50	
5		15		60	

Observaciones:

1º Escalon				2º Escalon				1ª Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	3,60	NE	0m	ND	5,05	ND	0m		15,00	
1m	1	4,90	SUCIA	1m	2	7,74	CLARA	1m		6,25	
2m	1	5,14	SUCIA	2m	2	9,63	SUCIA	2m		4,32	
3m	1	5,16	SUCIA	3m	2	10,72	SUCIA	3m		3,76	
4m	1	5,17	SUCIA	4m	2	11,70	SUCIA	4m		3,66	
5m	1	5,18	SUCIA	5m	2	12,00	SUCIA	5m		3,64	
6m	1	5,28	COLOR	6m	2	15,00	SUCIA	6m		3,63	
7m	1	5,36	COLOR	7m	2	15,00	SUCIA	7m		3,63	
8m	1	5,58	COLOR	8m	2	15,00	SUCIA	8m		3,63	
9m	1	5,79	COLOR	9m	2	15,00	SUCIA	9m		3,62	
10m	1	5,86	COLOR	10m	2	15,00	COLOR	10m		3,62	
15m	1	5,10	CLARA					15m		3,62	
20m	1	5,10	CLARA					20m		3,62	
25m	1	5,05	CLARA					25m		3,61	
30m	1	5,05	CLARA					30m		3,61	
40m	1	5,05	CLARA					35m		3,61	
50m	1	5,05	CLARA					40m		3,61	
60m	1	5,05	CLARA					45m		3,61	
								50m		3,60	
								55m		3,60	
								60m		3,60	
								70m		3,60	
								80m		3,60	

3º Escalon				4º Escalon				5º Escalon			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	ND	3,60	ND	0m	ND	3,73	ND	0m	ND	4,00	ND
1m	0,25	3,74	SUCIA	1m	0,5	3,96	CLARA	1m	1	4,63	CLARA
2m	0,25	3,74	SUCIA	2m	0,5	3,97	CLARA	2m	1	4,73	CLARA
3m	0,25	3,72	COLOR	3m	0,5	3,97	CLARA	3m	1	4,80	CLARA
4m	0,25	3,72	COLOR	4m	0,5	3,98	CLARA	4m	1	4,85	CLARA
5m	0,25	3,72	COLOR	5m	0,5	3,98	CLARA	5m	1	4,90	CLARA
6m	0,25	3,72	COLOR	6m	0,5	3,98	CLARA	6m	1	4,90	CLARA
7m	0,25	3,73	COLOR	7m	0,5	3,98	CLARA	7m	1	4,90	CLARA
8m	0,25	3,73	CLARA	8m	0,5	3,98	CLARA	8m	1	4,90	CLARA
9m	0,25	3,73	CLARA	9m	0,5	3,98	CLARA	9m	1	4,90	CLARA
10m	0,25	3,73	CLARA	10m	0,5	3,98	CLARA	10m	1	4,90	CLARA
15m	0,25	3,73	CLARA	15m	0,5	3,98	CLARA	15m	1	4,93	CLARA
20m	0,25	3,73	CLARA	20m	0,5	3,98	CLARA	20m	1	4,94	CLARA
25m	0,25	3,73	CLARA	25m	0,5	3,99	CLARA	25m	1	4,94	CLARA
30m	0,25	3,73	CLARA	30m	0,5	4,00	CLARA	30m	1	4,94	CLARA
								40m	1	4,95	CLARA
								50m	1	4,95	CLARA
								60m	1	4,95	CLARA

6º Escalon				7º Escalon				2ª Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	ND	4,95	ND	0m	ND	6,03	ND	0m		15,00	
1m	1,5	5,39	CLARA	1m	2	6,37	CLARA	1m		10,10	
2m	1,5	5,44	CLARA	2m	2	6,75	CLARA	2m		7,80	
3m	1,5	5,49	CLARA	3m	2	7,33	COLOR	3m		5,40	
4m	1,5	5,60	CLARA	4m	2	7,85	COLOR	4m		4,04	
5m	1,5	5,68	CLARA	5m	2	8,35	COLOR	5m		3,72	
6m	1,5	5,80	CLARA	6m	2	8,86	COLOR	6m		3,66	
7m	1,5	5,87	CLARA	7m	2	9,29	COLOR	7m		3,64	
8m	1,5	5,89	CLARA	8m	2	9,68	COLOR	8m		3,62	
9m	1,5	5,91	CLARA	9m	2	10,07	CLARA	9m		3,62	
10m	1,5	5,91	CLARA	10m	2	10,42	CLARA	10m		3,62	
15m	1,5	5,97	CLARA	15m	2	12,00	CLARA				
20m	1,5	6,00	CLARA	20m	2	15,00	COLOR				
25m	1,5	6,00	CLARA								
30m	1,5	6,00	CLARA								
40m	1,5	5,99	CLARA								
50m	1,5	5,99	CLARA								
60m	1,5	6,00	CLARA								
70m	1,5	6,00	CLARA								
80m	1,5	6,03	CLARA								
90m	1,5	6,03	CLARA								

8º Escalon				3ª Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	3,62	NE	0m		15,00	
1m	1,5	5,76	SUCIA	1m			
2m	1,5	5,78	SUCIA	2m		11,84	
3m	1,5	5,88	COLOR	3m		11,62	
4m	1,5	6,00	COLOR	4m		11,44	
5m	1,5	6,00	COLOR	5m		11,23	
6m	1,5	6,00	COLOR	6m		11,00	
7m	1,5	6,00	CLARA	7m		10,68	
8m	1,5	6,01	CLARA	8m		10,40	
9m	1,5	6,01	CLARA	9m		10,20	
10m	1,5	6,01	CLARA	10m		10,00	
15m	1,5	6,02	CLARA	15m		8,61	
20m	1,5	6,00	CLARA	20m		7,67	
25m	1,5	6,01	CLARA	25m		6,77	
30m	1,5	6,01	CLARA	30m		6,00	
40m	1,5	6,01	CLARA	35m		5,22	
50m	1,5	6,01	CLARA	40m		4,68	
60m	1,5	6,02	CLARA	50m		4,38	
70m	1,5	6,02	CLARA	60m		4,06	
80m	1,5	6,02	CLARA	70m		3,93	
90m	1,5	6,02	CLARA	80m		3,84	
100m	1,5	6,02	CLARA	90m		3,75	
110m	1,5	6,02	CLARA	100m		3,69	
120m	1,5	6,02	CLARA	110m		3,68	
135m	1,5	6,02	CLARA	120m		3,67	
150m	1,5	6,02	CLARA	135m		3,66	
165m	1,5	6,02	CLARA	150m		3,64	
180m	1,5	6,02	CLARA	180m		3,64	
210m	1,5	6,02	CLARA	210m		3,64	
240m	1,5	6,03	CLARA	240m		3,64	
5h	1,5	6,03	CLARA	5h		3,63	
6h	1,5	15,00	REJILLA	6h		3,62	
7h	1,5	15,00	REJILLA	7h		3,61	
				8h		3,61	

ANEJO N° 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000035980

Solicitado por:

COMPañIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.
C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)

Denominación de la muestra:

SONDEO BELLPUIG

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000033203

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 25/05/2010

Recepción: 29/06/2010

Inicio análisis: 29/06/2010

Fin análisis: 30/06/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	0,52 mg/l	±0,05	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	15,06 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	304,14 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,08 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	151,60 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenolfaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	33,53 mg/l	±2,01	Cromatografía iónica (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	968 µS/cm	±19	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,58 mg P-PO4 ³⁻ /l	±0,06	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	29,76 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	57,08 mg/l	±6,85	Cromatografía iónica (PIE-CION)
NITRITOS	2,52 mg/l	±0,30	Cromatografía iónica (PIE-CION)
pH	7,30 ud. de pH	±0,37	Electrometría (PIE-PII)
*POTASIO	5,13 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	35,08 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	228,40 mg/l	±13,70	Cromatografía iónica (PIE-CION)

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

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

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

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

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR SGS conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2008.

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión Ambiental CERTIFICADO POR SGS, conforme con los requisitos de la norma ISO 14001:2004.

5 de julio de 2010

Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	33,53	0,95	8,15
SULFATOS	228,40	4,76	40,97
BICARBONATOS	304,14	4,98	42,95
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	57,08	0,92	7,93
SODIO	35,08	1,53	13,07
MAGNESIO	29,76	2,45	20,98
CALCIO	151,60	7,57	64,82
POTASIO	5,13	0,13	1,12

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,03 °C
Sólidos disueltos	863,53 mg/l
CO2 libre	24,25 mg/l
Dureza total	50,11 °Francés
Dureza total	501,10 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	251,79 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	249,44 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	249,44 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	1,14
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,17
rNa/rK	11,63
rNa/rCa	0,20
rCa/rMg	3,09
$rCl/rHCO_3$	0,19
rSO_4/rCl	5,03
rMg/rCa	0,32
i.c.b.	-0,75
i.d.d.	-0,07

Nº Registro: 33203

ANEJO N° 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		BELLPUIG MARM. SEANA. ESCOMBRERA.		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.414.001	
CÓDIGO IPA		331470063	Nº MTN 1:50.000 3314	MUNICIPIO Bellpuig		PROVINCIA Llerida	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		063 ALUVIAL DE URGELL					
U. HIROGEOLOGÍCA		Depresión del Ebro					
ACUÍFERO(S)		06301 Aluviales del Corb y Ondara - Llanura de inundación y terrazas bajas					
COORDENADAS UTM HUSO 30		X	834351	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS
		Y	4621228				BROCAL
COTA DEL SUELO msnm		Z	293	DATOS OBTENIDOS DE:		GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m
							0
POLÍGONO		15		PARCELA		76	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Municipal					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO		El Sondeo se sitúa a unos 700 metros al sur de la localidad de Seana. Se accede al mismo tomando la primera calle a la izquierda una vez llegado al cruce de entrada a Seana desde la carretera que viene desde Bellpuig. Posteriormente tomar el primer camino a la izquierda que va paralelo a la carretera y se encuentra en una parcela situada en el primer cruce y que se encuentra arbolada como zona verde.					

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		Percusión		PROFUNDIDAD DEL SONDEO				20		EMPAQUE		SI	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	7,8	400	0	7,8	400	Metálica	6	16,5	Puentecillo	0	6		
7,8	20	390	0	19	180	Metálica							

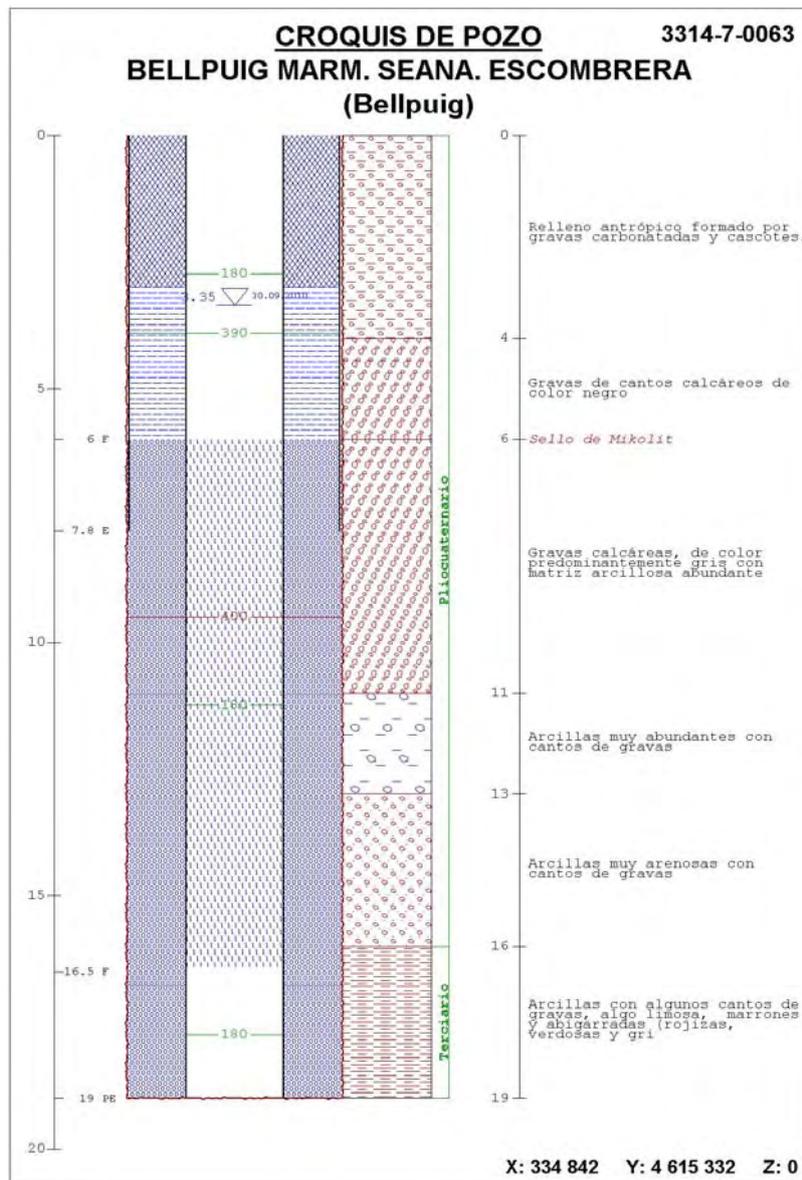
HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO	CHE (OPH)		

LOCALIZACIÓN

MAPA TOPOGRÁFICO 1.50.000	FOTO AÉREA
	

CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE





CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Tipo: SONDEO

Fuente de información: CHE (OPH)

Mapa 1:50.000: (3314) AGRAMUNT

UTMX: 334842

UTMY: 4615332

COTA: 283

Provincia: LLEIDA

Municipio: BELLPUIG

Localidad: SEANA

Paraje: BELLPUIG MARM. SEANA. ESCOMBRERA.

Polígono: 15

Parcela: 76

Dominio Hidrogeológico: Depresión del Ebro

Unidad: Aluvial de Urgell

Acuífero:

Masa Subterránea A: ALUVIAL DE URGELL

Masa Subterránea B:

Acuífero: Aluviales del Corb y Ondara

Redes:

PG	PL	PH	CG	CL	CH	CE	L	T	LH	I	OT
<input type="checkbox"/>											

Río: CORP

Cuenca: EBRO

Acceso: El sondeo se sitúa a unos 700 metros al sur de la localidad de Seana. Se accede al mismo tomando la primera calle a la izquierda, una vez llegado al cruce de entrada a Seana desde la carretera que viene de Bellpuig. Posteriormente tomar el primer camino a la izquierda que va paralelo a la carretera y se encuentra en una parcela situada junto al primer cruce y que se encuentra arbolada como zona verde.

Observaciones: SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

CLAVE 09.822-0003/2111



Visión general Bellpuig (14/05/2012)

Nº	RealizacionFicha	Fuente de informacion	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	TCL	CHE (OPH)	27/02/2007		FUTURO SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111
22	TCL	CHE (OPH)	29/06/2012		meto ortoimagen de situación facilitada por Javier Ramajo.

PERFORACIÓN

Contratista: CGS (Hijos de Manuel Ruiz de Pablo S.C)

Año: 2010

Tipo perforación: PERCUSION

Profundidad total: 19

Observaciones:

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	7.8	400
7.8	19	390

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	7.8	400	5	Metálica ciega	CEMENTACION
0	6	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
6	16.5	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
16.5	19	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA

LITOLOGÍA

Descripción geológica: El sondeo se sitúa sobre los materiales aluviales de edad pliocuaternario del llano de Urgell.

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	4	SUELO	CUATERNARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Relleno antrópico formado por gravas carbonatadas y cascotes.				
4	5	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUIFERO
Observaciones: Mezcla de relleno y gravas.				
5	6	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUIFERO
Observaciones: Gravas de cantos calcáreos de color negro.				
6	11	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUIFERO
Observaciones: Gravas calcáreas, de color predominantemente gris con matriz arcillosa abundante.				
11	13	ARCILLAS Y GRAVAS	CUATERNARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Arcillas muy abundantes con cantos de gravas				
13	16	ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	CUATERNARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Arcillas muy arenosas con cantos de gravas.				
16	19	ARCILLAS	TERCIARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Arcillas con algunos cantos de gravas, algo limosa, de tonalidades marrones y abigarradas (rojizas, verdosas y grises).				

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m ² /d)	S	Fuente Información
11/08/2010	0	15	11.39	0.3			
Observaciones: Recuperación							
11/08/2010	1.5	3.62	-11.38	0.3			
Observaciones: Escalón continuo							
11/08/2010	0	15	11.38	0			
Observaciones: Recuperación 2							
11/08/2010	1.5	4.95	-1.08	0.1			
Observaciones: Escalón 6							
11/08/2010	1	4	-0.95	0			
Observaciones: Escalón 5							
11/08/2010	0.5	3.73	-0.27	0			
Observaciones: Escalón 4							
11/08/2010	0.25	3.6	-0.13	0			
Observaciones: Escalón 3							
11/08/2010	0	15	11.4	0.1			
Observaciones: Recuperación 1							
11/08/2010	2	5.05	-9.95	0			
Observaciones: Escalón 2							
11/08/2010	1	3.6	-1.45	0			
Observaciones: Escalón 1							

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
19	3.75	3.01	0.74	3.3589	0.2102

HIDROQUÍMICA

Fecha muestreo	Cl meq/l mg/l	SO4 meq/l mg/l	HCO3 meq/l mg/l	NO3 meq/l me/l	Na meq/l mg/l	Mg meq/l mg/l	Ca meq/l mg/l	K meq/l mg/l	Cond20 campo lab.	Ph campo lab.	Error %	Fuente info.
11/08/2010									868	7.2		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS

11/08/2010	866	6.7	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
11/08/2010	828	6.7	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
11/08/2010	963	6.6	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
11/08/2010	967	6.7	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
11/08/2010	1411	6.7	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
11/08/2010	941	6.7	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
11/08/2010	1119	6.8	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS

25/05/2010									1128		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
25/05/2010	0.9445	4.7583	4.9859	0.9206	1.5252	2.4595	7.5611	0.1312	1661	0.5809	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
	33.53	228.4	304.14	57.08	35.08	29.76	151.6	5.13			

OTRAS FOTOS



Vista detalle acceso camino (01/09/2010)



Vista de detalle (01/09/2010)



Acceso Vista general camino acceso (01/09/2010)



Vista general y ubicación (01/09/2010)



Detalle (01/09/2010)



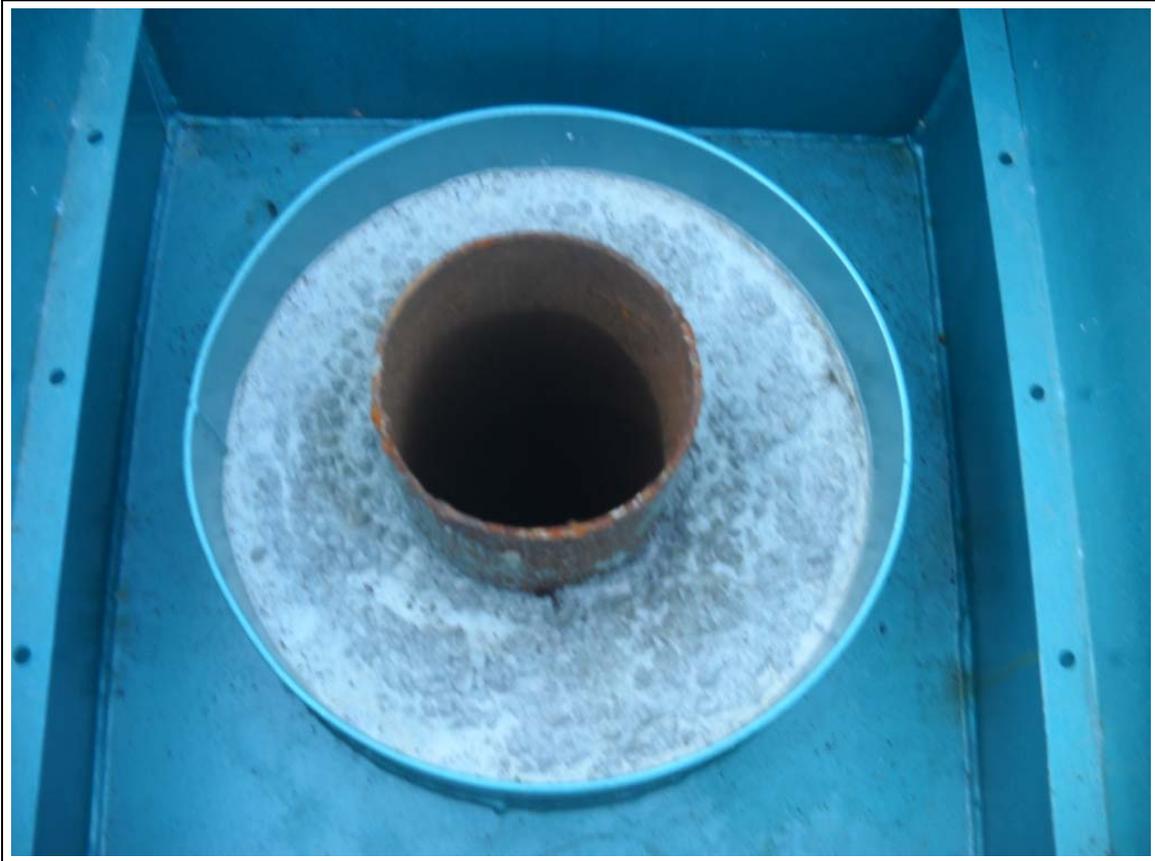
referencia Bellpuig (31/05/2012)



Vista general_1 (14/05/2012)



Detalle Dado (14/05/2012)



Instalación (14/05/2012)



BELLPUIG_SEANA (29/06/2012)

MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: por definir

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
24/05/2012	3.25	
19/04/2012	3.48	
28/03/2012	3.5	
23/02/2012	3.75	
24/01/2012	3.6	
22/12/2011	3.5	
25/11/2011	3.45	
25/10/2011	3.55	
22/09/2011	3.15	
16/08/2011	3.3	
19/07/2011	3.24	
27/06/2011	3.01	
17/05/2011	3.01	
24/11/2010	3.5	mediciones realizadas durante la inspección y vigilancia de las obras
20/10/2010	3.22	mediciones realizadas durante la inspección y vigilancia de las obras

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 4: "Depresión del Ebro", en la masa de agua 090.063 denominada "Aluvial de Urgell". El acuífero atravesado son las gravas, arenas, limos y capas arcillosas, de edad Pliocuaternario, hasta alcanzar los materiales terciarios (Oligoceno) del sustrato. Este está formado por facies dístales de abanicos aluviales constituidas por arcillas, margas y arenas de la Fm. Areniscas de Urgell. Se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, al norte del acuífero y dentro del área de recarga con una importante influencia de los retornos, de riego, procedentes del canal de Urgell.

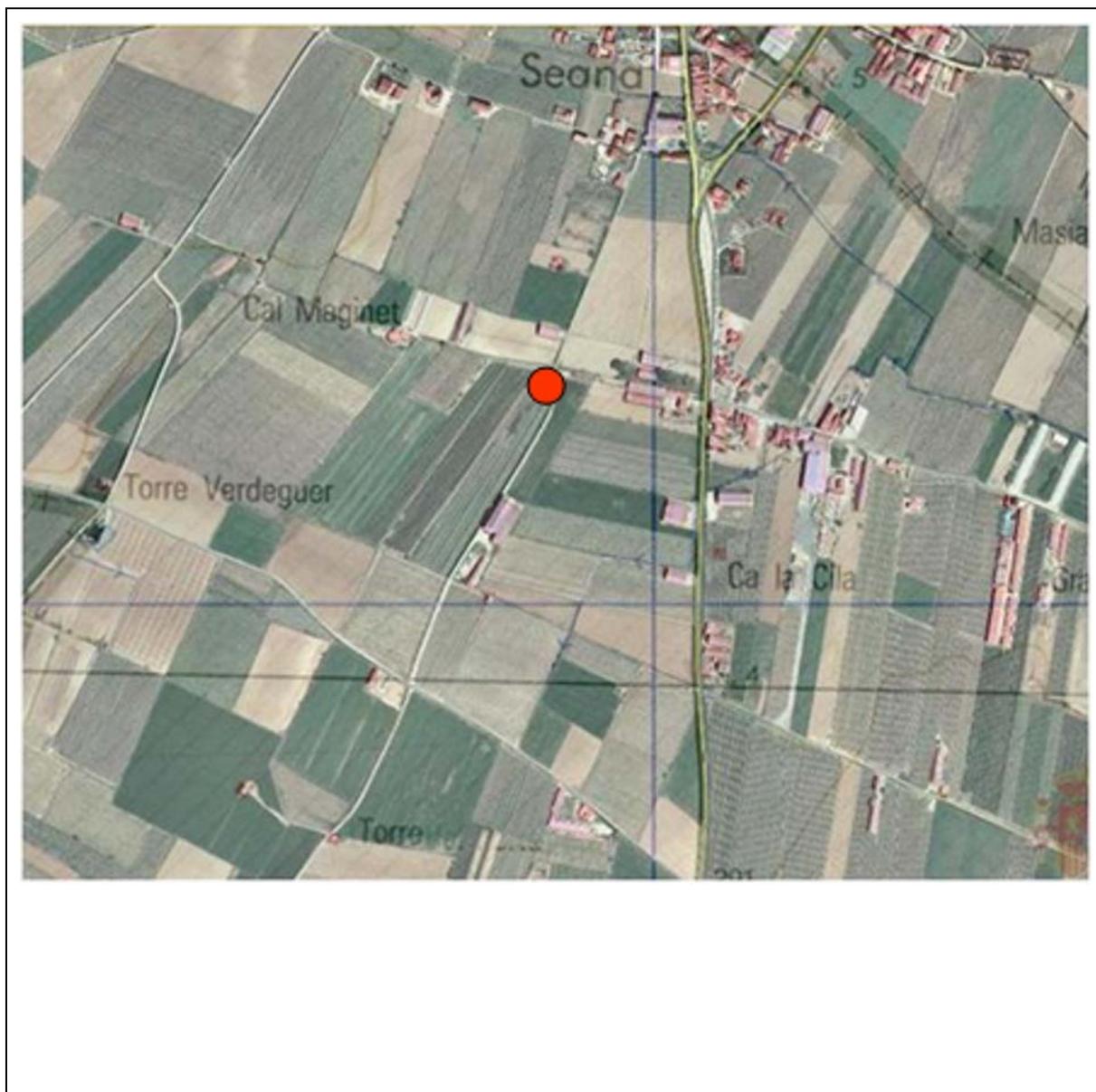
OTROS DATOS

SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111

DESCRIPCIÓN DEL ACCESO

El sondeo se sitúa a unos 700 metros al sur de la localidad de Seana. Se accede al mismo tomando la primera calle a la izquierda, una vez llegado al cruce de entrada a Seana desde la carretera que viene de Bellpuig. Posteriormente tomar el primer camino a la izquierda que va paralelo a la carretera y se encuentra en una parcela situada junto al primer cruce y que se encuentra arbolada como zona verde.

ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO



Coordenadas UTM del punto:
X: 334842, Y:4615332 (Huso 31)

FOTOS ADICIONALES

PANORÁMICA



05/2012 Visión general Bellpuig
ACCESO

DETALLE



05/2012 Detalle Dado
ACCESO



09/2010 Acceso Vista general camino acceso
DETALLE REFERENCIA



09/2010 Vista detalle acceso camino
INSTALACIÓN



05/2012 referencia Bellpuig



05/2012 Instalación

