

*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 JOSA Y TUIXENT: 090.039.001**





## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>1. PROYECTO</b> .....	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	1
1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS.....	5
1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO.....	6
<b>2. LOCALIZACIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>3. SITUACIÓN GEOLÓGICA</b> .....	<b>8</b>
<b>4. MARCO HIDROGEOLÓGICO</b> .....	<b>9</b>
<b>5. EQUIPO DE PERFORACIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>6. DATOS DE LA PERFORACIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>7. COLUMNA LITOLÓGICA</b> .....	<b>18</b>
<b>8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA</b> .....	<b>20</b>
<b>9. ENTUBACIÓN REALIZADA</b> .....	<b>21</b>
<b>10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS</b> .....	<b>23</b>
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO.....	24
<b>11. HIDROQUÍMICA</b> .....	<b>27</b>
<b>12. CONCLUSIONES</b> .....	<b>30</b>

### INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000</i> .....	<b>7</b>
<i>Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC</i> .....	<b>8</b>
<i>Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre Mapa Geológico 1:50.000 de la Comarca del Alt Urgell</i> .....	<b>9</b>
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo</i> .....	<b>22</b>
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.039.001 Josa i Tuixen</i> .....	<b>29</b>
<i>Figura 6. Diagrama de Stiff. Sondeo 090.039.001 Josa i Tuixen</i> .....	<b>29</b>

## **INDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)...</i>	<b>20</b>
<i>Tabla 2. Entubación realizada.....</i>	<b>21</b>
<i>Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.....</i>	<b>23</b>
<i>Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de inyección.....</i>	<b>24</b>

## **ANEJOS**

**ANEJO Nº 1: PERMISOS**

**ANEJO Nº 2: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**

**ANEJO Nº 3: INFORME GEOLÓGICO**

**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 profundidad prevista: 19
- Sondeos de entre 100-200 m de profundidad prevista: 22
- Sondeos de más de 200 m de profundidad 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 (090.039.001) es disponer de, al menos, un punto de control piezométrico para el acuífero del Jurásico en la masa de agua subterránea Cadi-Port del Compte (039).

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga del acuífero Jurásico, que procede de la escorrentía superficial y de las precipitaciones. Se trata de un acuífero fisurado a kárstico cuya zona de descarga se situaría en las proximidades del Río de La Vansa.

El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar las Calizas del Jurásico que forman el acuífero en esta zona.

## 2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se ubica en el término municipal de Josa y Tuixent y dentro del mismo en las proximidades de la localidad de Tuixent.

Se sitúa en la parcela 78 del polígono 6 perteneciente al ayuntamiento de Josa y Tuixent. Se accede al mismo desde la carretera C-146 que lleva desde dicha localidad hasta el Port del Compte. Se encuentra situado en las proximidades del Vertedero de dicha localidad, en un margen de la carretera (PK 45) y en la entrada a dicho vertedero.

Las coordenadas UTM del punto son:

UTM Huso 31 ED50: X: 380176 Y: 4675503 Z: 1470 m.s.n.m.

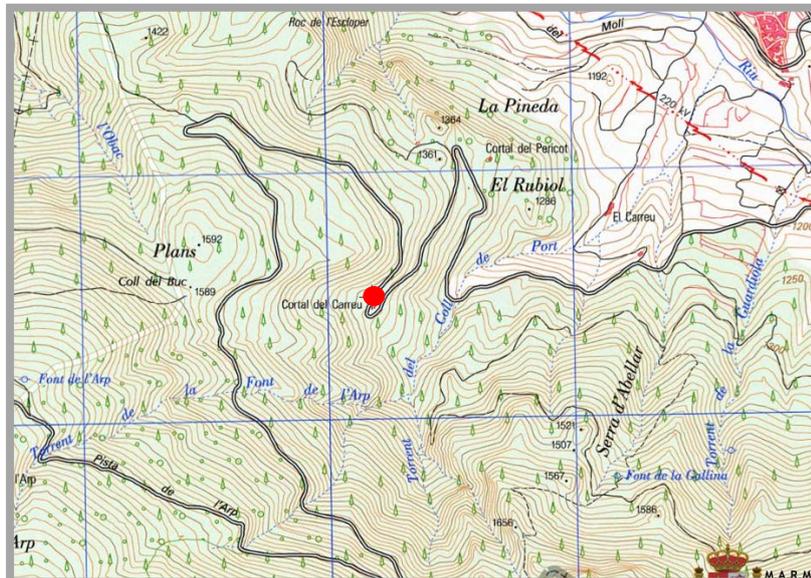
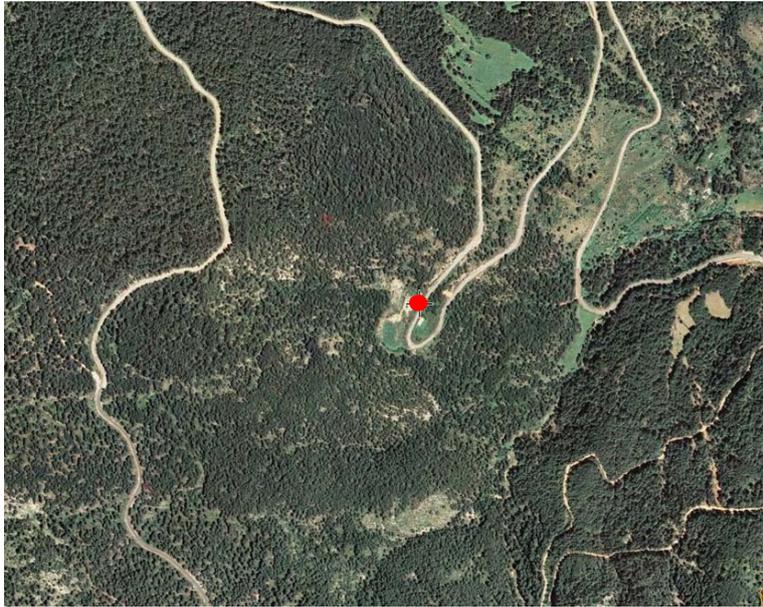


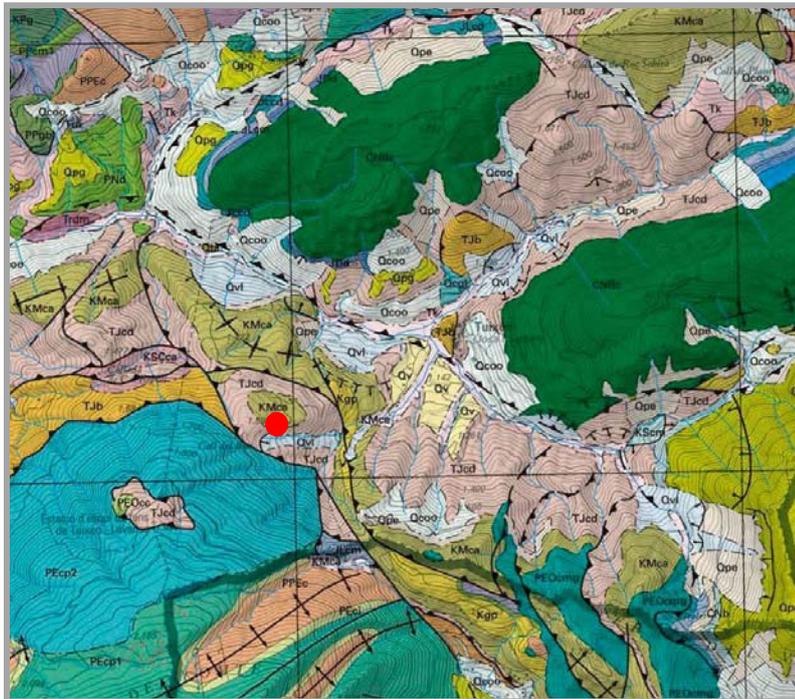
Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000.



*Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.*

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los depósitos coluviales del Cuaternario, para atravesar posteriormente materiales del Cretácico inferior que se encuentran discordantes sobre los materiales del Jurásico, sin embargo estos materiales que presentan según la cartografía buzamientos de entre 25 a 50° hacia el NE, aflorando con una disposición NO-SE se encuentran en el bloque inferior de una falla inversa o cabalgamiento sobre los materiales del Eoceno aflorantes en el Port del Compte, que presentan una orientación diferente, SSO-NNE estando ligeramente replegados. Los materiales sobre los que sitúa el sondeo forma parte del denominado manto de Pedraforca, que es la prolongación más oriental de los materiales que conforma la unidad Surpirenaica centra y se encuentra cabalgando sobre los materiales del autóctono relativo del Port del Compte que forma parte de la siguiente unidad estructural.



**Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre Mapa Geológico 1:50.000 de la Comarca del Alt Urgell.**

## 4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en la prolongación, hacia el Este, del dominio hidrogeológico 3: "Sinclinal de Tremp".

Se caracteriza por englobar la Estructura Alóctona Pirenaica (Unidad Surpirenaica Central) al E del Cinca y hasta el límite de la cuenca del Ebro, donde incluye el manto de Pedraforca.

Se identifica, orográficamente, con las Sierras Interiores y Exteriores Surpirenaicas al E del Cinca: Cotiella, Tubón, Boumort, Montsec, Carrodilla, San Mamet, etc. La elección del río Cinca como límite occidental del dominio obedece una vez más a criterios hidrogeológicos y de gestión. En el límite oriental se emplazan algunas unidades hidrogeológicas intercuenca (La Cerdanya y Cadí-Port del Compte) por lo que el límite del dominio se

extenderá, puntualmente, más allá de la divisoria hidrográfica en virtud de criterios hidrogeológicos. En cuanto a los límites N (divisoria hidrográfica) y S (cabalgamiento Surpirenaico) tienen una importante traducción hidrogeológica por cuanto delimitan áreas de funcionamiento marcadamente distinto. El límite septentrional, del dominio, se define, con carácter general, sobre la divisoria hidrográfica de la Cuenca del Ebro, ubicada sobre materiales hercínicos poco permeables del Pirineo Axial. Este criterio será puntualmente modificado en el caso de la presencia de calizas permeables del Devónico cuando, por su extensión o conexión con otros acuíferos, adquieran una especial relevancia hidrogeológica (Valle de Arán, La Cerdanya).

En cuanto al límite Oriental, en el área de las sierras interiores existen materiales permeables en la divisoria hidrográfica (sierras de Cadí y Moixeró-Sierra Caballera), por lo que los criterios de delimitación serán de carácter hidrogeológico. En las sierras de Moixeró y Caballera, el dominio se extiende más hacia el E de la divisoria de cuenca para albergar todos los afloramientos del carst Devónico, hasta el contacto con los afloramientos Silúricos o Pérmicos del Alto Llobregat.

Por idénticas razones, en la sierra del Cadí el dominio se extiende hasta el Llobregat hacia el E y hasta el cabalgamiento del manto del Cadí hacia el S englobando, así, todos los afloramientos permeables cretácicos y eocenos que afloran por la zona de la divisoria hidrográfica.

Desde el cabalgamiento, anteriormente mencionado, y hacia el S, el límite del dominio se establece sobre las formaciones terciarias, de la cuenca del Ebro, hasta enlazar con el cabalgamiento del manto de las Sierras Marginales Catalanas, de forma que englobe los afloramientos cretácicos de este sector (núcleo del anticlinal de Oliana, etc.).

El límite sur, se define según el cabalgamiento frontal Surpirenaico cuya traza se ha deducido unos km al N del núcleo yesífero del anticlinal de Barbastro-Balaguer. Por último el río Cinca, nivel de base de los acuíferos pirenaicos que atraviesa, se establece como límite occidental del dominio.

La masa de agua subterránea se corresponde con la denominada "Cadi-Port del Compte" (039) y el acuífero a controlar son los materiales carbonatados del Lías. Esta masa de agua se identifica con las Sierras del Cadí y del Port del Compte, que constituyen la divisoria de aguas entre el Segre y el Llobregat. Al O limita con el río Segre. El límite meridional queda definido en la traza del cabalgamiento del manto de Cadí. Cuenta con una superficie de 393 km<sup>2</sup>, situados en la Comunidad Autónoma de Cataluña.

El límite N se define en el contacto con el pérmico-triásico de la zona Axial. Hacia el E, los afloramientos calcáreos se continúan hacia la cuenca del Llobregat. En este sector, el límite se ha establecido según divisoria hidrográfica Ebro-Llobregat. Hacia el S, el límite se define según la traza del cabalgamiento del manto del Cadí. Hacia el O, el río Segre.

El contexto geológico de esta masa de agua está definido mantos de corrimiento del Pirineo Oriental que se han desplazado hacia el S. Los mantos de corrimiento superiores implicados en esta zona (Bóixols y Pedraforca) están constituidos fundamentalmente por materiales mesozoicos. El manto del Cadí, situado por debajo de los mantos superiores, se caracteriza por presentar rocas devónicas y carboníferas seguidas por una serie pérmica con una potente cobertera paleógena.

Estos mantos se han emplazado según una secuencia de bloque inferior (los inferiores son más modernos), de forma que el manto de Pedraforca es anterior al del Cadí, lo que se traduce en una fuerte deformación interna del primero frente a la relativa poca deformación interna de la unidad del Cadí. La

estructura está definida por un apilamiento de varias unidades de cabalgamiento que disponen de series estratigráficas diferenciadas y una deformación interna propia. A grandes rasgos, este apilamiento tiene una forma sinclinal, con una lámina inferior poco deformada constituida por la unidad del Cadí y varias unidades superiores con una fuerte deformación interna: la de Pedraforca y las de Bóixols y Montsec en el sector más occidental. El mayor plegamiento de las unidades superiores se debe a su anterior edad de emplazamiento.

En el manto del Cadí la serie mesozoica es de muy poco espesor y se acuña hacia el E hasta desaparecer. Su límite meridional está constituido por el cabalgamiento de Vallfogona. Su estructura interna está caracterizada por un amplio sinclinal (Sinclinal de Ripoll) de dirección E-O y con ligera vergencia S.

La estructura interna del manto de Pedraforca consiste en un sistema imbricado de cabalgamientos que separan varias láminas cabalgantes constituidas por materiales mesozoicos, paleocenos y eocenos. La serie mesozoica es más completa y potente en las láminas más septentrionales e interiores frente a las láminas meridionales y exteriores, donde reduce mucho su espesor. Dentro de este manto se identifican dos unidades menores: una superior en la que el Cretácico inferior ocupa una amplia extensión y otra inferior en la que superficialmente dominan el Cretácico superior y el Paleoceno.

Los niveles acuíferos identificados en la masa de agua subterránea incluyen:

*Devónico:*

Constituido por las calizas y dolomías del Devónico. Dispone de un pequeño afloramiento de 12 km<sup>2</sup> en la cuenca de La Vansa (Segre). No se

dispone de información sobre las características geométricas y litológicas detalladas sobre el Devónico en esta zona, como tampoco acerca de sus cualidades hidráulicas.

#### *Muschelkalk:*

Formado por las dolomías y calizas del Muschelkalk. En el manto del Cadí, las facies Muschelkalk están erosionadas hacia el S y hacia el E bajo el Cretácico superior. Hacia el O aflora con unos 15 m de potencia. No se dispone de información acerca de sus parámetros hidrogeológicos.

#### *Jurásico*

Está constituido por las calizas y margocalizas del Jurásico, con una potencia variable a causa de la erosión hacia el E bajo el Cretácico superior. Los mayores espesores alcanzan los 200 m. En la zona más oriental, su espesor se reduce a unos 25 m. En las zonas donde la serie es más completa, el Jurásico consta de una parte basal (de unos 110 m) formada por alternancia de calizas y margocalizas, una parte intermedia (unos 50 m) margosa y una parte superior (70 m) de margas y calizas. No se dispone de datos acerca de sus parámetros hidráulicos. En virtud de sus características litológicas se puede concebir como un acuífero multicapa, con tramos margosos intercalados menos permeables.

#### *Cretácico inferior:*

Incluye la serie calcárea del Neocomiense y Barremiense y las calizas con corales y orbitolinas del Aptiense – Albiense. La potencia máxima de toda la serie supera los 1.500 m en el valle del Segre, para desaparecer progresivamente hacia el E. No se dispone de información acerca de sus parámetros hidráulicos.

### *Cretácico superior:*

Se incluyen las calizas del Cenomaniense – Turoniense (Santa Fe) y las calizas del Santoniense-Campaniense (formación Bona). Las primeras sólo aparecen en un pequeño afloramiento junto al embalse de Oliana. Presenta una geometría compleja que describe, a grandes rasgos, una estructura sinforme formada por las láminas cabalgantes del manto de Pedraforca. Su espesor es variable entre 100 y 1.000 m. No se dispone de información acerca de sus parámetros hidráulicos.

### *Eoceno:*

Engloba las calizas de la Fm. Cadí, con una potencia que puede alcanzar los 750 m. Se desconocen sus parámetros hidráulicos. En otros sectores del prepirineo meridional donde se ha investigado con más detalle muestra un marcado carácter cárstico con características muy irregulares. No obstante, su disposición a más cota en las sierras interiores, con mayores pluviometrías y mayores superficies de afloramiento ofrece mejores posibilidades para su karstificación potencial. Este acuífero alberga las importantes surgencias de las fuentes del Cardoner (en la vecina cuenca del Llobregat, más allá del límite oriental de esta masa de agua) y de la Fuente de San Quintín.

### *Cuaternario:*

Los depósitos cuaternarios tienen una exigua representación, formados esencialmente por los aluviales del Segre poco desarrollados, conos de deyección y otros depósitos coluviales. No se dispone de datos acerca de su espesor, pequeño a juzgar por el poco desarrollo de los aluviales en esta zona.

Sin embargo, no se dispone de datos sobre los parámetros hidrodinámicos de los acuíferos en esta masa de agua subterránea. Así mismo se constata que las direcciones de flujo subterráneo están muy condicionadas por controles topográficos y estructurales.

En el sector más occidental, definido por las unidades cabalgantes de la Unidad Prepirenaica Central (Bóixols y Montsec), las direcciones de flujo están impuestas por el río Segre, que drena los acuíferos del Cretácico de esta zona. La presencia de una rampa lateral entre estos mantos de corrimiento y el del Cadí, despegada merced al Trías, constituye una barrera hidrogeológica. Sobre el sistema del manto del Cadí y de Pedraforca se identifican varios sectores con fuertes controles topográficos.

El acuífero Eoceno de la sierra de sierra del Port del Compte, a caballo entre las cuencas del Ebro y del Llobregat dispone de un drenaje periférico hacia los manantiales de San Quintín en la cuenca del Segre y las fuentes de Cardoner, en el Llobregat. En este sector puede haber cierto divorcio entre las divisorias hidrográfico e hidrogeológico, por cuanto el área de alimentación de los manantiales del Cardoner (en virtud de los cálculos a partir de los caudales específicos) es ligeramente superior a la superficie disponible de este acuífero en la cuenca del Llobregat.

En la cuenca del río de La Vansa se emplazan diversos macizos carbonatados en el sector de Tuixent – Gósol, que incluyen Jurásico, Cretácico inferior y Cretácico superior, cuyas drenajes difusos sostienen los caudales de base de este río. En el sector de la sierra del Cadí se localizan varios niveles permeables de poco espesor (Muschelkalk, Cretácico superior y Fm. Cadí) separados por otros poco permeables. En esta sierra funcionan como acuíferos libres, con drenajes periféricos y direcciones de flujo E-O, condicionadas por la estructura, hacia las cuencas del Segre y del Llobregat. Hacia el S se confinan a gran profundidad con el manto del Cadí.

En cuanto a las áreas de recarga, esta incluyen todos los afloramientos permeables, extendidos por los relieves de las sierras del Cadí, Cardener y Serrat Negre. La recarga se verifica por infiltración de las precipitaciones, que

oscilan entre 840 y 1.250 mm de media anual, con una importante retención nival. La superficie total permeable de la unidad es de 236 km<sup>2</sup>. Su reparto por cuencas y acuíferos se refleja en la tabla siguiente:

La descargas se pueden producir mediante un drenaje difuso hacia el río de La Vansa merced a los acuíferos del Jurásico, Cretácico inferior y Cretácico superior, todos ellos conectados en la cuenca media y alta de este río, responsables de sus caudales de estío, del orden de 700 l/s. Debe existir además un flujo difuso no precisado hacia el río Segre, así como hacia los ríos Perlés y Salada.

Entre las descargas puntuales destacan la fuente de Condonyés que drena un acuífero Jurásico y Cretácico inferior, que aporta un caudal relativamente regular con un valor medio del orden de 40 l/s. Así mismo en la cabecera del río Salada se localizan dos manantiales asociados al acuífero Eoceno: la fuente del río Salada y la fuente de San Quintín. El primero con un caudal medio de unos 100 l/s; y el segundo, tiene un caudal medio del orden de 250 l/s.

La hidroquímica las aguas de los manantiales de los que existen muestras son de mineralización media a débil, con valores de conductividad eléctrica entre 200 y 400 µS/cm. Todas las muestras presentan una facies química bastante homogénea de tipo Ca-HCO<sub>3</sub>

En cuanto al estado cualitativo de esta masa de agua subterránea, no se identifican presiones significativas. La mayor parte de su superficie está ocupada por suelos no intervenidos (zonas forestales). No se considera en riesgo.

## 5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La perforación del sondeo y construcción del piezómetro ha sido realizada por la Compañía General de Ingeniería y Sondeos C.G.S., S.A. actuando de subcontratista la empresa Perforaciones Jiennenses Marchal S.L.

Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperusión formado por una sonda FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, sobre camión con tracción total 4 x 4 y un compresor de 25 bares IR (Ingersoll Rand) 1170 25/33.

## 6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

Se inician los trabajos el día 26 de mayo de 2010. A lo largo de esta jornada, se ha llevado a cabo el desplazamiento de parte del material y del compresor, así como los trabajos de adecuación de la zona, con una retroexcavadora que ha desarrollado su labor entre las 16:30 y las 19h.

Al día siguiente (27 de mayo de 2010) se sitúa la máquina en el punto a sondear y se comienza con la perforación del emboquille a las 8:30 h con un diámetro de 324 mm, alcanzándose la profundidad de 9 m. A continuación, se coloca la tubería de emboquille, con tubería ciega en chapa de acero helicoidal de 300 x 5 mm. Una vez colocada la tubería del emboquille, se coloca el martillo de 224 mm y se prosigue con los trabajos de perforación por el interior de la tubería de emboquille. A las 17:15 h se rompe el tubo de barrido del martillo, por lo que se cambia el tallante, labores que concluyen hacia las 18:45 h. Hasta ese momento se han perforado un total de 86 m.

El día 28 de mayo se retoman las labores de perforación a primera hora de la mañana, y se observa que la tubería auxiliar, en un principio localizada

en los primeros 9 m del sondeo se ha hundido algo debido a la litología atravesada (un coluvión cuaternario de gran potencia, 30 metros). Se reinicia la perforación con cuidado y se observa que no sufre más desplazamiento por lo se continua con las labores. En este día se da por finalizada la jornada laboral a las 19:35 h, habiéndose perforado un total de 214 m. Durante la perforación, se ha detectado una serie de aportes de agua al sondeo, a favor de zonas de fractura, siendo la primera de ellas en torno a los 159 m, cuando aparecen litologías más fracturadas en las calizas.

El día 29 se reanudan los trabajos de perforación a las 9 horas, y a las 10:10 h se encuentran perforando el metro 223. A las 12:25 h, la profundidad a la que se encuentran perforando es de 236 m, y a las 13:20 h, es de 242 m. A las 16:30 h, aproximadamente, se alcanza la profundidad de 250 m, Por lo que considerándose que se ha alcanzado el objetivo hidrogeológico y la profundidad definida en proyecto se da por finalizado el sondeo. *(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 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	Calizas grises de facies micríticas a biomicríticas, con restos de fósiles, fragmentos de bivalvos, crinoides y posibles belemnites
0-3 m	Relleno cuaternario constituido por gravas sueltas heterométricas.
3-9 m	Gravas angulosas grises - amarillentas con algo de matriz arcillosa.
9-16 m	Gravas ocres de angulosas a subredondeadas, con matriz limosa y de arena fina.

16-22 m	Gravas de color ocre, de mayor tamaño que el tramo anterior, con algo de gravilla y arena fina.
22-28 m	Gravas con matriz arcillosa de tonalidades rojizas.
28-31 m	Arcillas rojizas con cantos sueltos
31-36 m	Calizas negras recristalizadas con abundantes grietas rellenas de calcita. Existe mezcla en el ripio con el material suprayacente (arcilla). Ripio de aspecto pulvurento.
36-40 m	Lutitas rojiza con restos de caliza gris-negra similar al tramo suprayacente.
40-52 m	Calizas negras recristalizadas con abundante relleno de calcita. Ripio de aspecto pulverulento y de color blanquecino.
52-55 m	Calizas similares al tramo suprayacente, mucho más trituradas y de color marrón.
55-60 m	Lutitas con restos de caliza de tonalidades rojizas. Las calizas tienen un color gris-negro y poseen grietas rellenas de calcita.
60-63 m	Arcilla roja plástica.
63-84 m	Calizas grises-beiges de tipo grainstone con pellets y algún resto fósil (miliólidos?). Están algo recristalizadas y llevan algo de arcilla.
84-87 m	Caliza más recristalizada que el tramo suprayacente, quizás algo dolomitizadas. De tipo grainstone tiene un color ocre-blanquecino.
87-96 m	Calizas rojas recristalizadas. El ripio, en los primeros tres metros presenta abundante material "caído" del tramo suprayacente.
96-121 m	Calizas rojas recristalizadas. El ripio, en los primeros tres metros presenta abundante material "caído" del tramo suprayacente.
121-139 m	Caliza (posible dolomía) de color blanquecina recristalizada. Algún tramo de caliza roja con pirolusita, junto a calizas micríticas laminadas.
139-159 m	Calizas grises claras, ocre y algo blanquecinas bien recristalizadas con pátinas de oxidación y fracturas rellenas de calcita. Cuando se aprecia textura, ésta es de tipo packstone-grainstone con peloides y fósiles
159-173 m	Calizas algo más oscuras que el tramo suprayacente, de grises claras a grises oscuras, con algún tramo anaranjado.
173-184 m	Caliza negra y gris oscura con patinas de oxidación. En profundidad se hace cada vez más oscura. Presenta algún tramo más bioclástico de tipo grainstone pero bastante recristalizado
184-190 m	Calizas bioclásticas algo recristalizadas de color blanquecino. El metro 184 presenta una mayor dureza o compacidad, ya que la muestra sale más machacada.
190-193 m	Calizas bioclásticas de color beige-crema, con algo de bastante arcilla de color marrón ocre.
193-199 m	Calizas bioclásticas de color beige, que podrían englobarse con las anteriores, pero que presentan menor proporción de arcillas.
199-215 m	Calizas bioclásticas recristalizadas en las que se reconocen miliólidos y alveolinas, de color gris blanquecino, con presencia de cantos de coloraciones marrones, rojizas y anaranjadas que podrían ser caídos.
215-221 m	Calizas bioclásticas algo recristalizadas, con alguna pasada arcillosa de color ocre, apenas se distinguen alveolinas, los fósiles son de menor tamaño.
221-231 m	Calizas micríticas con menor proporción de bioclastos, de color beige oscuro. Bastante duras durante la perforación

231-243 m	Calizas bioclásticas micríticas ( <i>grainstone-packstone</i> ) de color gris.
243-250 m	Calizas bioclásticas-micríticas similares a las anteriores, de color beige. Presentan menor proporción de fósiles por lo que podría clasificarse como <i>packstone-wackestone</i>

**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, pueden ser: del metro 0 al 3 se atraviesan materiales detríticos de relleno del talud de la carretera. Entre el metro 3 y el 29, se corta una serie de gravas que corresponden a un coluvión Pliocuaternario. Desde el metro 29 hasta el 61 se corta una serie de margas y lutitas con calizas micríticas a recrystalizadas que se pueden corresponder al Cretácico inferior (Albiense) a la Fm. Lluca de García-Senz (2002). Entre el metro 61 al 159 y se atraviesan calizas peloidales y bioclásticas y dolomías que se pueden corresponder a la parte superior de la serie del Jurásico inferior de edad Hettangiense-Sinemuriense (Aurell y Meléndez, 2004, Pocovi y Meléndez, 1987) similares a las Fms. Cuevas Labradas y Cortes de Tajuña de la Cordillera Ibérica. Entre el metro 173 y hasta el final del sondeo se cortan calizas bioclásticas a recrystalizadas con alveolinas y Nummulites, que se pueden atribuir a la Fm. Cadi del Eoceno (Betzler; 1989, Barnolas, 1992) de edad de Ilerdiense inferior-medio., (*El informe con la descripción detallada y la interpretación de la columna se encuentra en el Anejo N° 3*).

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

En función de las incidencias y de los datos observados en la perforación, se tomo la decisión de no proceder a la realización de la testificación geofísica. Debido tanto a la escasa columna de agua existente en el sondeo que haría que no se obtuvieran datos sobre buena parte de los parámetros hidrogeológicos (resistividades, conductividad, potencial espontaneo, temperatura); así como a las previsibles dificultades que

presentaría para que descendiera la sonda de testificación la presencia de niveles de coluvión y de margas en la parte superior del sondeo.

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan dos tipos de acero en tramos de 6 y 3 m. de longitud. Una primera de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor de la que se colocan 9 metros y otra en chapa de acero, de 180 x 4 mm, de los que se colocan 220 m: 105 m corresponden a tubería ciega y 30 m a filtro de puentecillo (180 mm) que se coloca en cotas donde hay aporte de agua (ver fig.4).

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-9	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-154	180	4	Acero al carbono	Ciego
154-160	180	4	Acero al carbono	Filtro Puentecillo
160-172	180	4	Acero al carbono	Ciego
172-175	180	4	Acero al carbono	Filtro Puentecillo
175-187	180	4	Acero al carbono	Ciego
187-193	180	4	Acero al carbono	Filtro Puentecillo
193-199	180	4	Acero al carbono	Ciego
199-202	180	4	Acero al carbono	Filtro Puentecillo
202-208	180	4	Acero al carbono	Ciego
208-214	180	4	Acero al carbono	Filtro Puentecillo
214-232	180	4	Acero al carbono	Ciego
232-238	180	4	Acero al carbono	Filtro Puentecillo
238-250	180	4	Acero al carbono	Ciego

**Tabla 2.- Entubación realizada.**

La unión entre tramos de tubería es mediante soldadura y la tubería se dispone apoyada sobre el fondo del sondeo.

Se ha realizado una cementación desde el final del emboquille (9 metros) hasta 0,5 metros de la cota del sondeo.

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 1m<sup>2</sup> de base x 0.7 m de altura.

En el croquis de la figura 4 se ilustran las características constructivas y litológicas del sondeo.

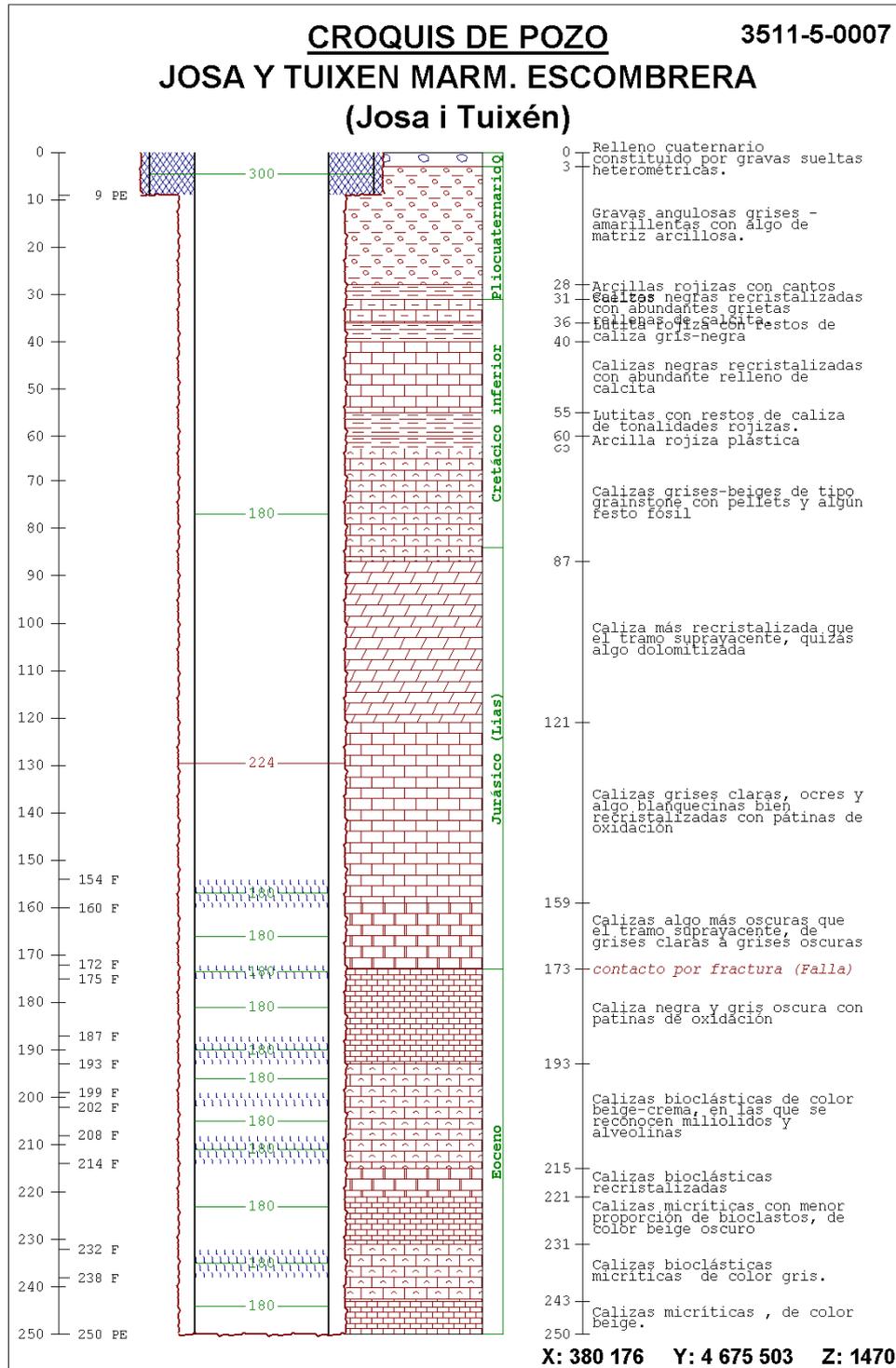


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por Calizas y dolomías de Jurásico y las Calizas bioclásticas del Eoceno inferior.

Se trata de materiales con indicios de procesos de Karstificación observados en afloramientos en el primer caso así como atravesado por varias fracturas y fisuras, por lo que podemos hablar de un acuífero fisurado-kárstico.

El primer indicio de aporte de humedad se detecta a los 150 a 155 m, coincidiendo con una zona de fractura, observándose posibles aportes a partir de 170 a 180 metros, y ya más claramente en el entorno de los 200 a 210 metros.

Los niveles medidos antes y después del ensayo de bombeo se muestran en la siguiente tabla 3 que a continuación se inserta.

Fecha	Nivel (metros)
24/11/2010	223.32
21/10/2010	218.33
28/09/2010	209.36
24/08/2010	218.78
19/07/2010	129.42 (dato anómalo)

**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 23 de Agosto de 2010 se realiza el ensayo de bombeo.

El equipo de bombeo está constituido 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 Grundfoss modelo SP- 45-31 con una potencia de 50 CV.

Se mide el nivel inicial a 212 m y se posiciona la bomba a 226 m de profundidad. Se comienza con un caudal de 0,125 l/sg sin embargo el primer impulso de la bomba hace que el nivel del agua experimente un descenso muy acusado, de forma que baja hasta alcanzar la rejilla, sin haber llegado a salir el agua por la boca del tubo aforador. Por lo que no es posible realizar el aforo.

Por lo que se decide la realización de un ensayo de inyección o "Slug-Test". Esta tiene lugar durante el día 5 de mayo del 2011. Por lo que se decide realizar un ensayo de inyección, prueba que se realiza el 5 de mayo de 2011,. Debido a las características del sondeo y a la profundidad a la que se encuentra el nivel freático, se decide realizar el ensayo con una cuba cuya capacidad total es de 5.000 litros, introduciéndose finalmente cerca de 3.500 litros en el sondeo.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
<b>Inyección</b>		6	-	153,40	-
<b>Recuperación 1</b>	0	135	153,40	167,00 m	13,60 (descenso)

**Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de inyección**

Este sondeo tiene una profundidad de 250 m, y el nivel freático estático, antes del comienzo del ensayo no se ha podido medir porque la sonda se quedaba apoyada o adherida a las paredes del sondeo. Se comienza

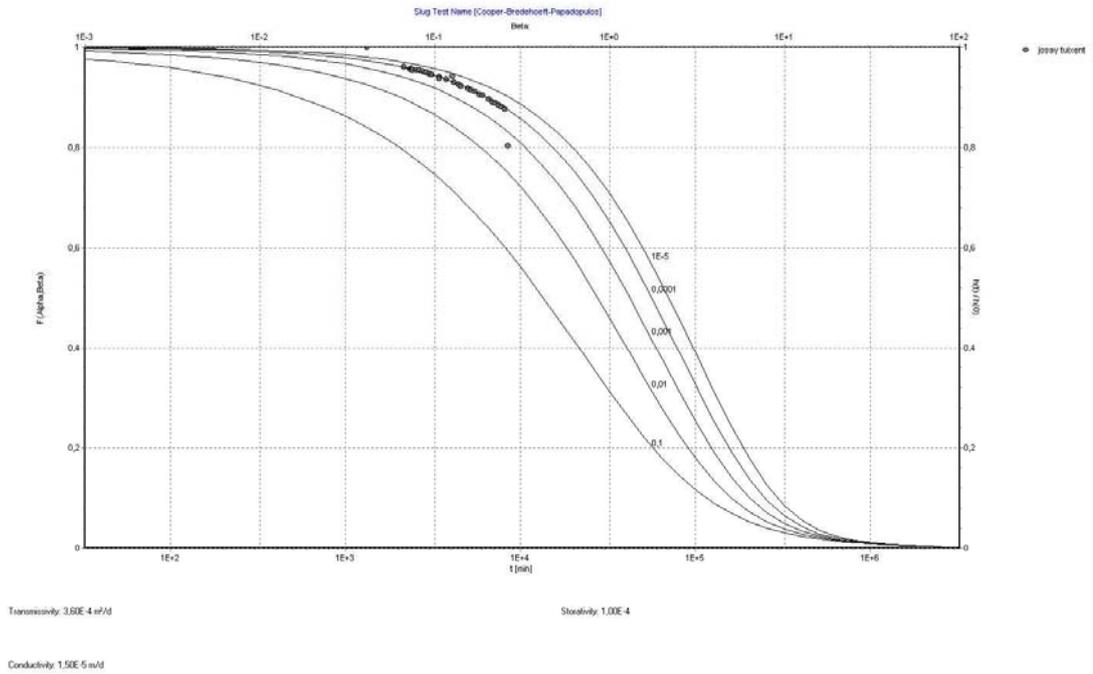
a introducir agua en el sondeo a las 15:38 h, procedente de la cuba de agua, A las 15:41 h, cuando se llevan introducidos unos 3.500 litros, se termina de inyectar agua en el sondeo, y se comienzan a realizar medidas de forma manual con una sonda hidronivel, aunque con ciertas dificultades, pues la sonda hay veces que se queda como apoyada o adherida en algún sitio y no baja con facilidad. Cuando por fin se consigue realizar la primera medida de nivel, a las 16:14 h se comprueba que el nivel se encuentra a 153,40 m, por debajo de la profundidad a la que se colocó el *datalogger*.

Con la cantidad de agua que se ha introducido en el sondeo (3.500 litros), debería haber sido suficiente para elevar el nivel dinámico por encima del datalogger, dicho nivel no ha llegado nunca a estar por encima del dispositivo de medidas, por lo que éste no ha llegado a registrar datos de interés.

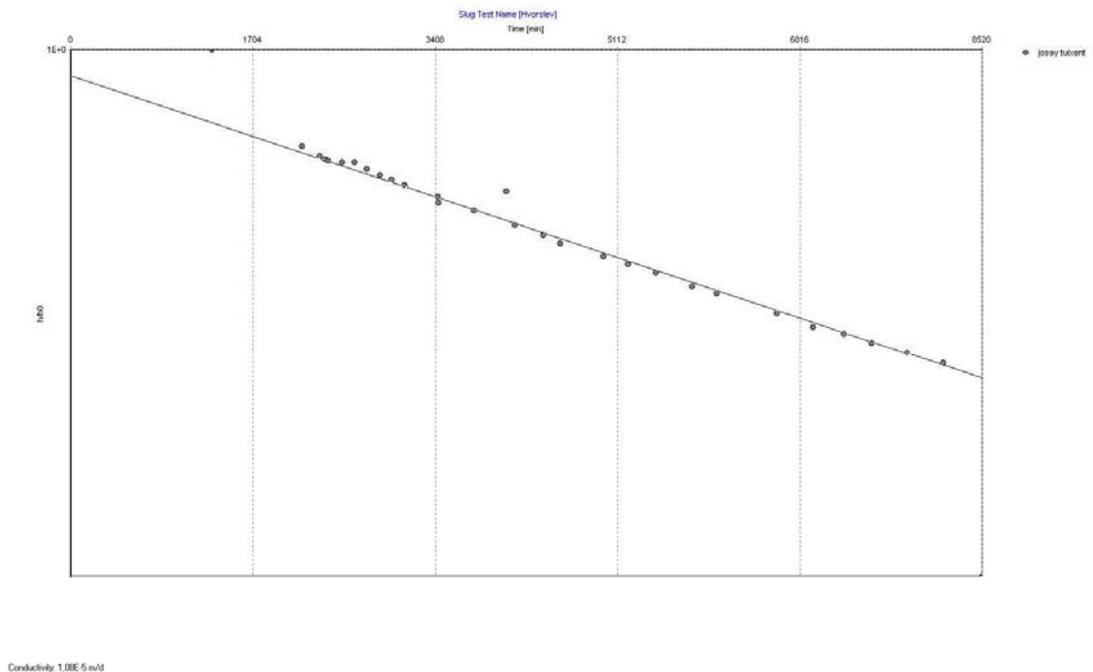
Sin embargo se cuenta con medidas, ya que durante la recuperación del nivel dinámico, se han tomado medidas con una sonda hidronivel manual durante 120 minutos suficiente para intentar interpretar la recuperación.

La interpretación del ensayo de inyección se ha realizado por un lado con el modulo de Slug-test con el software de **Aquifer-Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hidrogeologic* y los métodos de Cooper-Bredehoeft-Papadopulos y de Hvorslev, así mismo se ha testado la medidas de recuperación del ensayo por el método de Theis para comprobar los resultados.

Con el método de Cooper-Bredehoeft-Papadopulos. El ensayo de inyección tiene un ajuste solo parcial considerando solo el descenso y da unos resultados de **T:  $3,6 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/día y una K:  $1,5 \times 10^{-5}$  m/día.**

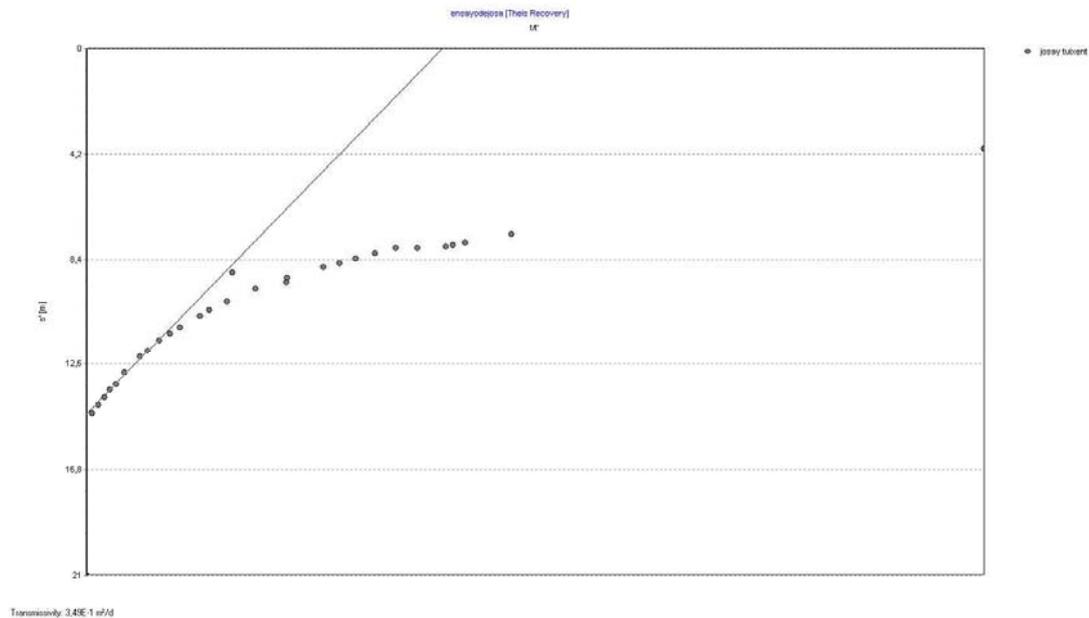


Con el método de Hvorslev solo se puede calcular la conductividad K, con unos resultados de **K:  $1,08 \times 10^{-5}$  m/día** y la siguiente gráfica.



En cuanto a la recuperación, esta se ha interpretado por el método de Theis. Realizándose un ajuste de la curva en su tramo inicial que es el que

presenta una solución mejor dando un valor de **T: 0,34 m<sup>2</sup>/día** con la siguiente grafica.



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

## 11. HIDROQUÍMICA

Se ha tomado una muestra de agua en el *sondeo 090.039.001* situado en el municipio de *Josa i Tuixen (Lleida)* al finalizar la limpieza, para su posterior análisis físico-químico. El muestreo se realizó el día 31 de mayo de 2010. Durante la toma de la muestra se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

DETERMINACIONES <i>IN SITU</i>	Sondeo 090.039.001 Josa i Tuixen (muestra final de limpieza) (31/05/2010)
Temperatura (°C)	n/d
Conductividad (µS/cm)	1154
pH	n/d

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

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.039.001 Josa i Tuixen (muestra final de limpieza) (31/05/2010)
AMONIO (mg/l)	<b>2,93</b>
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	2,58
BICARBONATOS (mg/l)	136,50
BORO (mg/l)	0,16
CALCIO (mg/l)	<b>252,53</b>
CARBONATOS (mg/l)	<5
CLOURUOS (mg/l)	<5
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	<b>1083</b>
FOSFATOS (mg/l)	0,13
HIDROXIDOS (mg/l)	0,00
HIERRO (mg/l)	0,06
MAGNESIO (mg/l)	20,16
MANGANESO (mg/l)	0,09
NITRATOS (mg/l)	<0,5
NITRITOS (mg/l)	0,15
pH (ud pH)	7,30
POTASIO (mg/l)	3,79
SODIO (mg/l)	2,62
SULFATOS (mg/l)	<b>531,57</b>
Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	715
Facies hidroquímica	<b>Sulfatada cálcica</b>

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 SULFATADA CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), con un contenido bajo en cloruros y sodio, como también se observa en el diagrama de Stiff. Esta composición es característica de aguas que circulan por acuíferos carbonatados con influencia de otros materiales más solubles, que puedan aportar sales, principalmente yesos.

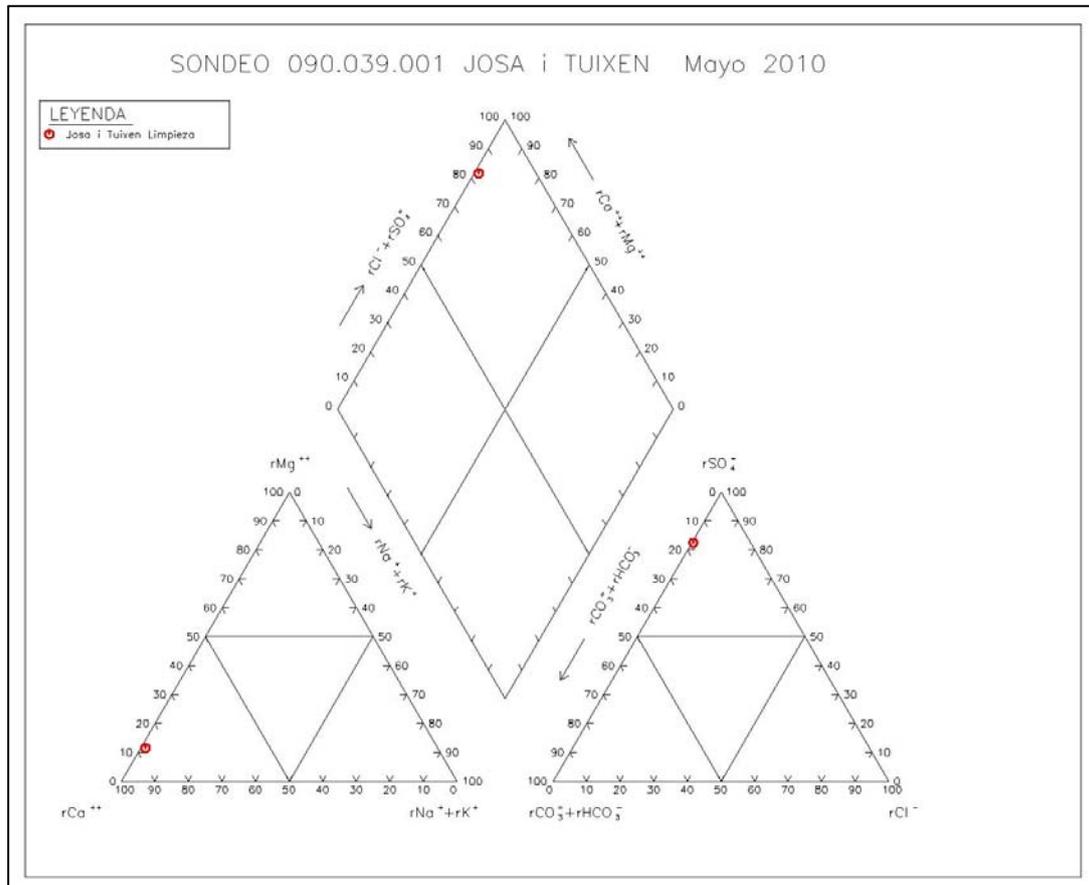


Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.039.001 Josa i Tuixen

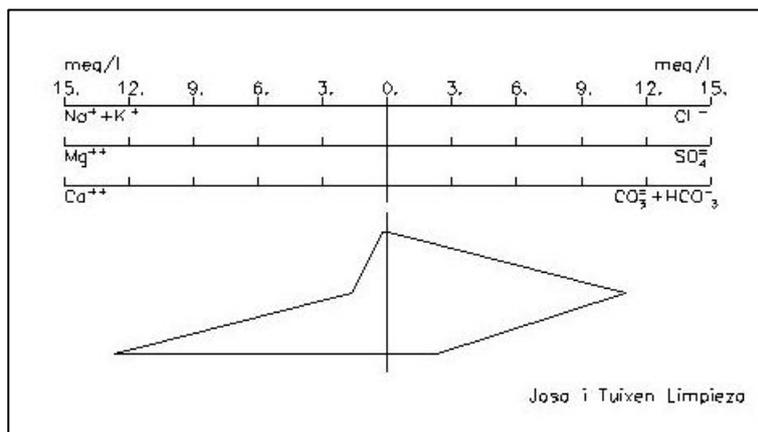


Figura 6. Diagrama de Stiff. Sondeo 090.039.001 Josa i Tuixen

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, particularmente por el contenido en *sulfatos*, que excede ampliamente el límite fijado en el RD 140/2003.

También el contenido en *amonio* (2,93 mg/l) es superior al establecido por el RD 140/2003, debido probablemente a restos de los compuestos utilizados en la perforación. Sin embargo, el contenido en *nitritos* es inferior al máximo permitido para consumo y el de *nitratos* está por debajo del límite de detección analítica.

## 12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Josa y Tuixent con objeto de tener un punto de medida de los niveles piezométricos para la toma de muestras y medida de parámetros físico-químicos y complementar la red operativa de piezometría en la Cuenca del Ebro.

Con este nuevo piezómetro se pretende la caracterización de la masa de agua subterránea Cadi - Port del Compte (039) y determinar la calidad química de las aguas subterráneas. Asimismo, el control mensual de la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del acuífero.

El sondeo se ha realizado por el método de rotopercusión con diámetro de 224 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 250 m.

El acuífero atravesado está constituido por las calizas y dolomías del Jurásico inferior y las calizas bioclásticas del Eoceno.

Durante la perforación se han cortado agua claramente a partir de los 200 metros.

El día 24 de Noviembre de 2010 el nivel estático se situaba a los 223.32 metros.

Los datos interpretados a partir del ensayo de inyección dan unos valores de transmisividad que oscilan entre  $3,6 \times 10^{-4}$  y  $0,34 \text{ m}^2/\text{día}$  y de conductividad de entre  $1,5 \times 10^{-5}$  y  $1,08 \times 10^{-5} \text{ m/día}$ .

El agua extraída durante la limpieza del sondeo es de MINERALIZACIÓN MEDIA-ALTA, MUY DURA, y se clasifica como SULFATADA CÁLCICA con un contenido bajo en cloruros y sodio. Esta composición es característica de aguas que circulan por acuíferos carbonatados con influencia de otros materiales más solubles, que puedan aportar sales, principalmente yesos.

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, es un agua NO apta para el consumo, particularmente por el contenido en *sulfatos*, que excede ampliamente el límite fijado en el RD 140/2003. También el contenido en *amonio* (2,93 mg/l) es superior al establecido por dicho Decreto, debido probablemente a restos de los compuestos utilizados en la perforación. Sin embargo, el contenido en *nitritos* es inferior al máximo permitido para consumo y el de *nitratos* está por debajo del límite de detección analítica. (Las fichas detalladas, de este piezómetro, se encuentran reflejadas en el Anejo N° 7).



# **ANEJOS**



## **ANEJO N° 1: PERMISOS**





AJUNTAMENT  
DE  
25717- JOSA TUIXENT  
(Lleida)  
NIF P2529700C

AYUNTAMIENTO DE JOSA-TUIXENT

Registro { Entrada n.º \_\_\_\_\_  
Salida n.º 149  
Dia 17 Mes JULIO Año 2008

OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA  
DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Paseo de Sagasta, 24-28  
50071 ZARAGOZA



Asunto: envío de documentación

De conformidad con su escrito referente a la solicitud de disponibilidad de terrenos para la construcción de un piezómetro, se adjunta a la presente el certificado del Pleno donde se acuerda dicha autorización.

Atentamente,

Maria Carme Vallés Piera  
Alcaldesa

Tuixent, 17 de julio de 2008



AJUNTAMENT  
DE  
25717- JOSA TUIXENT  
(Lleida)  
NIF P2529700C

Yasmina Costa Escalé, secretaria accidental del Servicio de Asistencia Técnica del Consejo Comarcal del Alt Urgell, a cargo del Ayuntamiento de Josa y Tuixén,

**CERTIFICO**

Que el Pleno de este Ayuntamiento, en la sesión ordinaria celebrada el día 22 de mayo de 2008, adoptó, entre otros, el siguiente acuerdo que transcrito literalmente dice:

**3.- AUTORIZACIÓN A LA CHE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PIEZÓMETRO.**

*Con fecha 31 de agosto de 2008 (R.E núm. 307) se recibió solicitud, por parte de la Confederación Hidrográfica del Ebro, de disponibilidad de terrenos para la construcción y observación de un piezómetro, en el marco del proyecto de Construcción de sondeos para la adecuación de las redes de piezometría y calidad de las aguas subterráneas. Cuenca del Ebro, con el objetivo de adaptar las reses a las directrices marcadas por la Directiva 60/2000/CE.*

*Dado que el Ayuntamiento está interesado en la construcción de un sondeo para el control, tanto cualitativo como cuantitativo, de las aguas subterráneas.*

*Por unanimidad de los miembros se acuerda,*

**Primero.** *Autorizar a la Confederación Hidrográfica del Ebro la ocupación, de manera transitoria mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 150m2 necesarios para la construcción de un piezómetro al municipio de Josa Tuixén, en el punto de las coordenadas UTM aproximadas X: 380176, Y: 4675503 (Polígono 6, parcela 78).*

**Segundo.** *Autorizar la ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable a la fin del mismo, de un espacio de 1m2 en el que se ubicará el sondeo y la arqueta de protección del mismo.*

**Tercero.** *Autorizar el acceso, para funcionario público o persona delegada, al recinto anteriormente indicado, con el objetivo de realizar las medidas o muestras inherentes a la operación de control, así como realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.*

**Cuarto.** *Notificar este acuerdo a la Confederación Hidrográfica del Ebro.*

I para que conste, libro el presente certificado de orden con el visto bueno de la alcaldesa.

Tuixent, 17 de julio de 2008.

La secretaria

Visto bueno  
La alcaldesa

Maria Carme Valls Piera

(Alt Urgell)



AJUNTAMENT  
DE  
25717- JOSA TUIXENT  
(Lleida)  
NIF P2529700C

AYUNTAMIENTO  
DE  
JOSA I TUIXÉN

De conformidad con su escrito referente a la SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCION Y OBSERVACION DE UN PIEZOMETRO, se hace constar que por Acuerdo de Pleno, de fecha 22 de Mayo de 2008, 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 150 m<sup>2</sup> ; necesarios para construir un piezómetro en la localidad de Josa i Tuixén, en el punto de coordenadas UTM aproximadas X:380176, Y: 4675503 (polígono 6, parcela 78)
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m<sup>2</sup>, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Josa i Tuixén, a 17 de Julio de 2007

LA ALCALDESA

Firmado: M<sup>a</sup> Carme Valls Piera

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



**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 JOSA I TUIXENT (090.039.001)**

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 380.178 Y: 4.675.508 Z: 1388 (m s.n.m)

<b>RESUMEN DE UNIDADES</b>			
<b>Perforación</b>		0 – 6 m	324 mm
		250 m	220 mm
<b>Entubación</b>	Ciega	6 m	300 x 5 mm
		220 m	180 x 4 mm
	Filtro Puentecillo	30 m	180 x 4 mm
<b>Limpieza</b>		5 horas	

**26/05/2010**

**EMPLAZAMIENTO**

A lo largo de esta jornada, se ha llevado a cabo el desplazamiento de parte del material y del compresor, así como los trabajos de adecuación de la zona, con una retroexcavadora que ha desarrollado su labor entre las 16:30 y las 19h.

El equipo de perforación está compuesto por una Máquina FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, montada sobre camión 4 x 4; y un compresor IR 1170 25/33.



**Foto 1.** Emplazamiento del sondeo de Josa i Tuixent..

27/05/2010

## PERFORACIÓN

Ubicada la máquina en el punto a sondear, se comienza con la perforación del emboquille a las 8:30 h con un diámetro de 324 mm, alcanzándose la profundidad de 9 m. A continuación, se coloca la tubería de emboquille, con tubería ciega en chapa de acero helicoidal de 300 x 5 mm.



*Foto 2. Perforación en el sondeo de Josa i Tuixent.*

Una vez colocada la tubería del emboquille, se coloca el martillo de 220 mm y se prosigue con los trabajos de perforación por el interior de la tubería de emboquille.

A las 17:15 h se rompe el tubo de barrido del martillo, por lo que se cambia el tallante, labores que concluyen hacia las 18:45 h. Hasta ese momento se han perforado un total de 86 m.



*Foto 3. Trabajos de cambio de tallante.*

28/05/2010

A primera hora de la mañana, se observó que la tubería auxiliar, en un principio localizada en los primeros 9 m del sondeo, se hundió casi un metro y medio de profundidad, en razón de la litología atravesada (coluvión cuaternario de gran potencia, 30 metros).



**Foto 4.** Labores de instalación del otro tramo de tubería auxiliar.

A continuación se resumen los materiales encontrados durante la ejecución del sondeo:

- 0 – 3 m: Relleno cuaternario constituido por gravas sueltas heterométricas.
- 3 – 9 m: Gravas angulosas grises - amarillentas con algo de matriz arcillosa.
- 10 – 15 m: Gravas ocre de angulosas a subredondeadas, con matriz limosa y de arena fina.
- 16 – 21 m: Gravas de color ocre, de mayor tamaño que el tramo anterior, con algo de gravilla y arena fina.
- 22 – 27 m: Gravas con matriz arcillosa de tonalidades rojizas.
- 28 – 30 m: Arcillas rojizas con cantos sueltos.
- 31 - 35 m: Calizas negras recristalizadas con abundantes grietas rellenas de calcita. Existe mezcla en el ripio con el material suprayacente (arcilla). Ripio de aspecto pulvurento.
- 36 – 39 m: Lutita rojiza con restos de caliza gris-negra similar al tramo suprayacente.
- 40 – 51 m: Calizas negras recristalizadas con abundante relleno de calcita. Ripio de aspecto pulvurento y de color blanquecino.

- 52 – 54 m: Calizas similares al tramos suprayacente, mucho más trituradas y de color marrón.
- 55 – 59 m: Lutitas con restos de caliza de tonalidades rojizas. Las calizas tienen un color gris-negro y poseen grietas rellenas de calcita.
- 60 – 62 m: Arcilla roja plástica.
- 63 – 83 m: Calizas grises-beiges de tipo grainstone con pellets y algún resto fósil (miliólidos?). Están algo recristalizadas y llevan algo de arcilla.
- 84 – 86 m: Caliza más recristalizada que el tramo suprayacente, quizás algo dolomitizada. De tipo grainstone tiene un color ocre-blanquecino.
- 87 – 95 m: Calizas rojas recristalizadas. El ripio, en los primeros tres metros presenta abundante material "caído" del tramo suprayacente.
- 96 – 120 m: Caliza (posible dolomía) de color blanquecina recristalizada. Algún tramo de caliza roja con pirolusita, junto a calizas micríticas laminadas.
- 121 -138 m: Calizas rojas, anaranjadas, grises recristalizadas (posible dolomitización). Se aprecian restos fósiles y grietas rellenas de calcita.
- 139 – 158 m: Calizas grises claras, ocre y algo blanquecinas bien recristalizadas con patinas de oxidación y fracturas rellenas de calcita. Cuando se aprecia textura, ésta es de tipo packstone-grainstone con peloides y fósiles.
- 159 – 172 m: Calizas algo más oscuras que el tramo suprayacente, de grises claras a grises oscuras, con algún tramo anaranjado. A 173 m, existen también calizas grainstone blanquecinas con fauna (alveolinas?)
- 173 – 183 m: Caliza negra y gris oscura con patinas de oxidación. En profundidad se hace cada vez más oscura. Presenta algún tramo más bioclástico de tipo grainstone pero bastante recristalizado.
- 184 – 189 m: Calizas bioclásticas algo recristalizadas de color blanquecino. El metro 184 presenta una mayor dureza o compacidad, ya que la muestra sale más machacada.
- 190 – 192 m: Calizas bioclásticas de color beige-crema, con algo a bastante arcilla de color marrón ocre.
- 193 – 198 m: Calizas bioclásticas de color beige, que podrían englobarse con las anteriores, pero que presentan menor proporción de arcillas.
- 199 – 214 m: Calizas bioclásticas recristalizadas en las que se reconocen miliólidos y alveolinas, de color gris blanquecino, con presencia de cantos de coloraciones marrones, rojizas y anaranjadas que podrían ser caídos.

Se da por finalizada la jornada laboral a las 19:35 h, habiéndose perforado un total de 214 m.

Durante la perforación, se ha detectado una serie de aportes de agua al sondeo, a favor de zonas de fractura, siendo la primera de ellas en torno a los 159 m, cuando aparecen litologías más fracturadas en las calizas.



**Foto 5.** Muestras obtenidas durante la realización del sondeo (hasta la profundidad de 199 m).

**29/05/2010**

## PERFORACIÓN

Se reanudan los trabajos de perforación, y a las 10:10 h se encuentran perforando el metro 223. A las 12:25 h, la profundidad a la que se encuentran perforando es de 236 m, y a las 13:20 h, es de 242 m.

A las 16:30 h, aproximadamente, se alcanza la profundidad de 250m, que constituye el final del sondeo.

El resto de la columna litológica atravesada es la siguiente:

- 215 – 220 m: Calizas bioclásticas algo recristalizadas, con alguna pasada arcillosa de color ocre, apenas se distinguen alveolinas, los fósiles son de menor tamaño.
- 221 – 230 m: Calizas micríticas con menor proporción de bioclastos, de color beige oscuro. Bastante duras durante la perforación.
- 231 - 242 m: Calizas bioclásticas micríticas (grainstone-packstone) de color gris.
- 243 – 250 m: Calizas bioclásticas-micríticas similares a las anteriores, de color beige. Presentan menor proporción de fósiles por lo que podría clasificarse como packstone-wackestone.



**Foto 6.** Muestras obtenidas durante la realización del sondeo (desde 200 a 250 m).

## ENTUBACIÓN

En esta ocasión, debido a que durante la perforación apenas se ha encontrado agua, y teniendo en cuenta que para obtener ciertos parámetros es necesaria la presencia de agua, la asistencia técnica y la Dirección de Obra han considerado innecesaria la realización de la testificación geofísica.

Sin embargo, incluso una vez entubado el pozo, mediante el uso del gamma natural se podría realizar su testificación y obtener una columna litológica más detallada y precisa.

Se diseña la columna de entubación entre Javier Ramajo, por parte de la asistencia técnica y Esther Torresquebrada, por parte de la contrata. La columna propuesta es la siguiente:

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
250 - 238	180 x 4	12 m	Ciego	Chapa de acero
238 - 232	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
232 - 214	180 x 4	18 m	Ciego	Chapa de acero
214 - 208	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
208 - 202	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero
202 - 199	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
199 - 193	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero
193 - 187	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
187 - 175	180 x 4	12 m	Ciego	Chapa de acero
175 - 172	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
172 - 160	180 x 4	12 m	Ciego	Chapa de acero
160 - 154	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
154 - 0	180 x 4	154 m	Ciego	Chapa de acero

En total, la entubación final está constituida por 250 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 220 m corresponden a tubería ciega y 30 m corresponden a filtro puentecillo.

La entubación comienza a las 12:00 h, siguiendo el diseño propuesto.



*Foto 7. Trabajos de soldadura durante la entubación.*

**30/05/2010**

#### ENTUBACIÓN Y LIMPIEZA

Se continúa con los trabajos de entubación, y debido a que se experimenta cierta resistencia a introducir toda la tubería, se introduce el varillaje de limpieza y se prueba a introducir los últimos metros.

La limpieza se realiza mediante la inyección de aire comprimido, y tiene una duración final de 5 horas.

Se ha tomado una medida de conductividad, antes de la finalización de la limpieza, de 1.154  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . También se ha tomado una muestra de agua para su posterior análisis en el laboratorio.



**Foto 8.** Limpieza del sondeo.

**31/05/2010**

#### CIERRE Y SELLADO

Se continúa con la extracción del varillaje de limpieza, que finaliza cerca de las 10:45 h, y a continuación se lleva a cabo el cierre provisional del sondeo y la cementación del mismo.

La cementación ha tenido lugar desde la base del emboquille (6 m) hasta la profundidad aproximada de medio metro.



**Foto 9.** Cierre provisional del sondeo.

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

## **ANEJO N° 3: INFORME GEOLÓGICO**



# **INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO P-090.039.001**

**JOSA y TUIXENT (LERIDA)**

**OCTUBRE 2011**



## 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 Josa y Tuixent (Lérida) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de “INTERPRETACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LAS MUESTRAS DE LOS SONDEOS CONSTRUIDOS EN EL PROYECTO PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS”.

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de rotoperCUSión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 5 metros de media. Se realizó un emboquille de 9 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los 241 m restantes se perforaron con el martillo de 224 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 154 m tubería ciega. De 154 m a 160 m filtro de puentecillo. De 160 m a 172 m tubería ciega. De 172 m a 175 m filtro de puentecillo. De 175 m a 187 m tubería ciega. De 187 m a 193 m filtro de puentecillo. De 193 m a 199 m tubería ciega. De 199 m a 202 m filtro de puentecillo. De 202 m a 208 m tubería ciega. De 208 m a 214 m filtro de puentecillo. De 214 m a 232 m tubería ciega. De 232 m a 238 m filtro de puentecillo. De 238 m a 250 tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de unos 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litologías más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiendo sido previamente lavadas las muestras seleccionadas para su observación, con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo y permitir la correcta observación de las facies.

Con estos datos se ha realizado una representación grafica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo se ubica en el término municipal de la localidad de Tuixent (fig. 1), en la parcela 78 del polígono 6 perteneciente al ayuntamiento de Josa y Tuixent. Se accede al mismo desde la carretera C-146 que lleva desde dicha localidad hasta el Port del Compte. Se encuentra situado en las proximidades del Vertedero de dicha localidad, en un margen de la carretera (PK 45) y en la entrada a dicho vertedero.

Las coordenadas exactas del punto son (Fig. 1):

UTM Huso 31 ED50: X: 380176 Y: 4675503 Z: 1470 m.s.n.m.

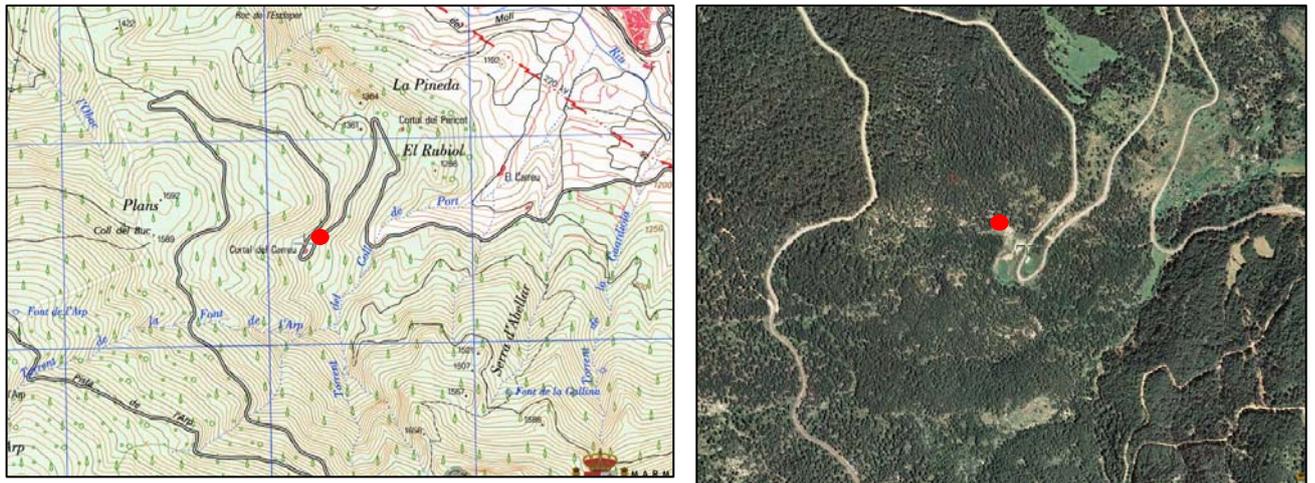


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC).  
Equidistancia de la cuadrícula del mapa topográfico, 1000 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los depósitos coluviales del Cuaternario, para atravesar posteriormente materiales del Cretácico inferior que se encuentran discordantes sobre los materiales del Jurásico, sin embargo estos materiales que presentan según la cartografía buzamientos de entre 25 a 50° hacia el NE, aflorando con una disposición NO-SE se encuentran en el bloque inferior de una falla inversa o cabalgamiento sobre los materiales del Eoceno aflorantes en el Port del Compte, que presentan una orientación diferente, SSO-NNE estando ligeramente replegados. Los materiales sobre los que sitúa el sondeo forma parte del denominado manto de Pedraforca, que es la prolongación más oriental de los materiales que conforma la unidad Surpirenaica centra y se encuentra cabalgando sobre los materiales del autóctono relativo del Port del Compte que forma parte de la siguiente unidad estructural.

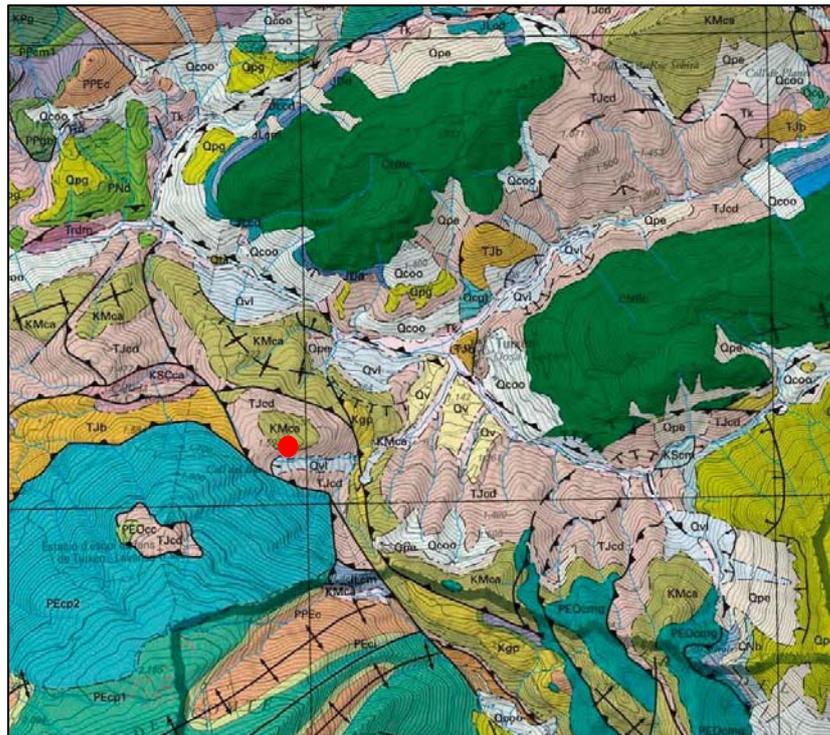


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía MAGNA.

## FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se encuentra situado sobre los materiales detríticos del Cuaternario procedentes del relleno antrópico del talud de la carretera. Por debajo y entre el metro 3 hasta el 29, se corta una serie de gravas heterométricas escasamente redondeadas, algo cementadas que presentan abundante matriz arenosa y podían corresponder a un coluvión Pliocuaternalio y a un sustrato alterado, se trata de depósitos situados en el margen de una cubeta o depresión que conformaría el barranco cercano y que se encuentran en ocasiones algo cementados.

Desde aproximadamente el metro 29 hasta el 61 se corta una serie de margas y lutitas de tonos negros a rojizos con intercalaciones de calizas micríticas a recristalizadas que presentan algo de bitumen. Este tramo se puso a identificar con la unidad KMca de la Cartografía Geológica de Cataluña de la comarca del Alt Urgell. Esta unidad se corresponde con los sedimentos del Cretácico inferior condesados del borde S y Oriental de la Cuenca de Organya que se corresponderían probablemente con los sedimentos más expansivos del Albiense correspondientes a la Fm. Lluca de García-Senz (2002).

Estos sedimentos se apoyan discordantemente, aunque no se aprecie el contacto sobre una serie de calizas dolomitizadas y recristalizadas de tonos beige a rojizos, donde se identifican niveles bioclásticos y peloidales con textura *packstone* a *grainstone*. Estos materiales se cortan aparentemente entre el metro 61 a 159 y se corresponden con la parte superior de la serie carbonatada del Jurásico inferior de edad Hettangiense-Sinemuriense (Aurell y Meléndez, 2004, Pocovi y Meléndez, 1987) que presentan facies similares a las que se interpretan como Fm. Cuevas Labradas y quizás incluso Cortes de Tajuña de la Cordillera Ibérica. Este tramo presenta a su base una zona de fractura entre los metros 159 a 160.

Por debajo se observa una serie de calizas de grises oscuras a beige que en su parte superior están muy recristalizadas con fantasmas de fósiles hasta el metro 173. Desde el metro 173 y hasta el final del sondeo la parte inferior del mismo se observa una serie de calizas bioclásticas con texturas *packstone* a *wackestone* con fósiles de alveolinas y posibles Nummulites, este tramo se puede atribuir a la Unidad o Fm. Cadi del Eoceno (Betzler; 1989, Barnolas, 1992) siendo su edad de Ilerdiense inferior-medio (Barnolas, 1992)

## *COLUMNA LITOLÓGICA.*

### **TRAMO 1**

0-3 m. Relleno cuaternario constituido por gravas sueltas heterométricas.

### **TRAMO 2**

3-29 m .Gravas angulosas a subredondeadas grises – amarillentas matriz arcillosa-limosa. Las gravas son de centimétricas a decimétricas de naturaleza carbonatada. Se detectan durante la perforación el aumento de las intercalaciones de arcillas rojizas plásticas a limosas.

### **TRAMO 3**

29 -61 m. Calizas negras recristalizadas con intercalaciones de niveles de arcillas margosas a rojizas. Las calizas son micríticas a veces algo recristalizadas, a margosas, untuosas con restos de algo de bitumen. Las lutitas son margosas de colores oscuros a rojizo. Se observan también abundantes grietas rellenas de calcita.

### **TRAMO 4**

61-87 m. Calizas peloidales y bioclásticas grises a beiges. Se observan predominantemente ripios de facies *packstone* a *grainstone* con peloides y fósiles, así como otros más recristalizado o incluso dolomitizadas. Se ven restos de arcillas ocre y patinas rojizas.

### **TRAMO 5**

87- 105 m. Calizas rojas a beiges recristalizadas. Se trata de calizas de aspecto muy recristalizado, con texturas en general micríticas y en menor medida con restos de peloides y bioclastos (*wackestone*), así como restos de óxidos de Fe y pirolusita y materiales caídos

### **TRAMO 6**

105-139 m. Calizas blanquecinas a rojas de bioclásticas a micríticas. Se aprecian la presencia de calizas micríticas laminadas y de niveles de calizas bioclásticas o

peloidales los primeros con textura *mudstone* a *wackestone* y los segundos con textura *packstone* a *grainstone*,

### TRAMO 7

139-159 m. Calizas grises claras, ocres blanquecinas a recristalizadas, Se trata de calizas muy recristalizadas donde cuando se aprecia textura ésta es de tipo *packstone-grainstone* con peloides y fósiles. Se Observan patinas de oxidación y fracturas rellenas de calcita.

### TRAMO 8

159-173 m. Calizas grises oscuras a grises negras, muy recristalizadas y dolomitizadas con fantasmas de fósiles. A los 159 metros parece cortarse una zona de fractura y tectonizada.

### TRAMO 9

173-199 m. Calizas grises oscuras a beige con patinas de oxidación. En profundidad se hace cada vez más claras. Se trata de calizas bioclásticas a recristalizadas con texturas de tipo *packstone* a *grainstone* donde se observan fósiles de alveolinas o nummulites.

### TRAMO 10

199-250 m. Calizas bioclásticas a recristalizada de tonos beige a grises. Se trata de calizas recristalizadas a bioclásticas con texturas de *wackestone* a *packstone* a *packstone-grainstone* con restos de miliólidos y alveolinas. Se observan frecuentes patinas rojizas y pasadas de arcillas de tonos ocres lo que puede ser un indicio de karstificación.

## REFERENCIAS

SIGPAC: <http://sigpac.mapa.es/feqa/visor/>

AURELL, A., MELÉNDEZ, G. (2004).

El Jurásico de la Vertiente Sur de los Pirineos. En *Geología de España* J. A. Vera, Editor. 486 pp.



GARCIA SENZ, J (2002). *Cuencas extensivas del Cretácico inferior en los Pirineos centrales, Formación y subsecuente inversión*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona 391 p.

BARNOLAS, A. (1992). Evolución sedimentaria de la Cuenca Surpirenaica Oriental durante el Eoceno. *Acta Geológica Hispánica*, v. 27 (1992). 15 - 31. (*Homenaje a Oriol Riba Arderiu*).

BETZLER, C., (1989). A carbonate complex in an active foreland basin. The Paleogene of the Sierra de Port del Compte and the Sierra del Cadí (southern Pyrenees). *Geodinamica Acta*, 3 (2), :207-220.

MAPA GEOLÓGIC DE CATALUNYA A ESCALA 1:50.000 comarca del Alt Urgell (2004).

MELÉNDEZ, G., POCOVÍ, A. (1987). *Estudio del Jurásico de la cadena Pirenaica en el sector central de la vertiente española*. Informe de Acción Complementaria, Proyecto Síntesis Geológica del Pirineo, I.G.M.E., Madrid, 116 p.





GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA  
REGISTRO ESTRATIGRÁFICO DE SONDEOS



CÓDIGO IPA: 3511-5-0007  
CÓDIGO MMA: 09.321.001

MUNICIPIO: JOSA I TUXEN

HOJA Nº 3511

PROVINCIA: Lerida

FECHA INICIO: 14/12/09  
FECHA FINAL: 17/12/09

COORDENADAS UTM HUSO 30  
875.415  
4.684.507  
1470

PARAJE: JOSA Y TUXEN MARM. ESCOMBRERA

AUTOR FICHA: Javier Ramaio

PRECISIÓN (X,Y): GIS-Oleicola  
PRECISIÓN Z: GPS

VELOCIDAD (m/h)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA					ESTRUCTURAS	COMPONENTES	POROSIDAD			DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	U. LITO	U. CRONO
				L-Mg	L-M	AF-W	AM-P	AG-G			CG-B-GR	PEQUEÑA	MEDIANA					
	324 mm 300 mm	0-3												0-3 m. Relleno cuaternario constituido por gravas sueltas heterométricas.	1			Q
		3-29												3-29 m. Gravas angulosas a subredondeadas grises - amarillentas matriz arcillosa-limosa. Las gravas son de centimétricas a disimétricas de naturaleza carbonatada. Se detectan durante la perforación el aumento de las intercalaciones de arcillas rojizas plásticas a limosas.	2	Coluvió		Pliocuatnario
		29-61												29-61 m. Calizas negras recristalizadas con intercalaciones de niveles de arcillas margosas a rojizas. Las calizas son micríticas a veces algo recristalizadas, a margosas, untosas con restos de algo de bitumen?. Las lutitas son margosas de colores oscuros a rojizo. Se observan también abundantes grietas rellenas de calcita..	3	Fm. Luca		Cretac. nf. Albense
	224 mm 180 mm	61-87												61-87 m. Calizas peloidales y bioclásticas grises a beige. Se observan predominantemente ripios de facies <i>packstone</i> a <i>grainstone</i> con peloides y fósiles, así como otros mas recristalizado o incluso dolomitizados. Se ven restos de arcillas ocre y patinas rojizas.	4			JURASICO Inf. Lias (Sinemuriense-Pliesbachtense)
		87-105												87-105 m. Calizas rojas a beige recristalizadas. se trata de calizas de aspecto muy recristalizado, con texturas en general micríticas y en menor medida con restos de peloides y bioclastos ( <i>wackestone</i> ). así como restos de óxidos de Fe y pirolusita y materiales caídos	5	Fm. Cuevas Labradas		
		105-139												105-139 m. Calizas blanquecinas a rojas de bioclasticas a micríticas. Se aprecian la presencia de calizas micríticas laminadas y de niveles de calizas bioclasticas o peloidales los primeros con textura <i>mudstone</i> a <i>wackestone</i> y los segundos con textura <i>packstone</i> a <i>grainstone</i> ,	6			
		139-159												139-159 m. Calizas grises claras, ocre blanquecinas a recristalizadas, ésta es de tipo <i>packstone-grainstone</i> con peloides y fósiles. presenta patinas de oxidación y fracturas rellenas de calcita.	7			
		159-173												159-173 m. Calizas grises oscuras a grises negras, muy recristalizadas y dolomitizadas con fantasmas de fósiles. A los 159 m se corta una zona de fractura y tectonizada.	8			TERCIARIO (Eoceno)-Ilerdense inf.
		173-199												173-199 m. Calizas grises oscuras a beige con patinas de oxidación. En profundidad se hace cada vez más claras. Se trata de calizas bioclásticas a recristalizadas con texturas de tipo <i>packstone</i> a <i>grainstone</i> donde se observan fósiles de alveolinas o nummolites.	9			
		199-250												199-250 m. Calizas bioclásticas a recristalizada de tonos beige a grises. Se trata de calizas recristalizadas a bioclásticas con texturas de <i>wackestone</i> a <i>packstone</i> a <i>packstone-grainstone</i> con restos de miliólidos y alveolinas. Se observan frecuentes patinas rojizas y pasadas de arcillas de tonos ocre lo que puede ser un indicio de karstificación.	10	Gr. Cadí		



## **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 JOSÁ / TUIXENT (090.039.001)**

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 380.178 Y: 4.675.508 Z: 1388 (m s. n. m.)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad de la bomba	226 m
Horas de bombeo	-
Horas de recuperación	-

## ENSAYO DE BOMBEO

La llegada del personal de aforos, a fecha 23 de agosto de 2010, al sondeo a las 13:00 horas. El equipo material fue emplazado el pasado 18/08/2010. 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 Grundfos modelo SP- 45-31 con una potencia de 50 CV situada a 226 m de profundidad.



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

Al igual que en ocasiones anteriores, el ensayo de bombeo estaba diseñado de forma que se llevase a cabo un ensayo escalonado, con caudales crecientes, una etapa de recuperación y un escalón de larga duración con un caudal de extracción inferido a partir del ensayo escalonado. Sin embargo, no ha sido posible su realización.



**Imagen 2.** Instalación del equipo de bombeo.

El ensayo de bombeo comienza a las 18:00 h, una vez equipado el sondeo, con un caudal de 0,25 l/s. El nivel del agua experimenta un descenso muy acusado, de forma que éste baja hasta alcanzar la rejilla, sin haber llegado a salir el agua por la boca del tubo aforador.

Debido a esta circunstancia, se decide desmontar el equipo de aforo, lo cual les ocupa el resto de la jornada laboral.

Esther Torresquebrada Aguirre.  
Hidrogeóloga.

**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**

**ENSAYO DE INYECCIÓN DEL SONDEO DE JOSÁ I TUIXENT (090.039.001)**

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 380.178 Y: 4.675.508 Z: 1.388 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad del datalogger	140 m
Horas de inyección	0,10 h (6 min.)
Horas de recuperación	2,25 h (135 min.)

## ENSAYO DE INYECCIÓN

Este ensayo de inyección, realizado el 5 de mayo de 2011, se ha llevado a cabo en el sondeo construido en el exterior del recinto del vertedero municipal de Tuixent (Lérida).

Debido a las características del sondeo y a la profundidad a la que se encuentra el nivel freático, se decide realizar el ensayo con una cuba cuya capacidad total es de 5.000 litros, introduciéndose finalmente cerca de 3.500 litros en el sondeo.



*Imagen 1. Depósito utilizado para el ensayo de inyección.*

Este sondeo tiene una profundidad de 250 m, y el nivel freático estático, antes del comienzo del ensayo no se ha podido medir porque la sonda se quedaba apoyada o adherida a las paredes del sondeo.

Para controlar la evolución del nivel freático se ha colocado un dispositivo en el interior del sondeo (datalogger), a 140 metros de profundidad, por indicaciones de la asistencia técnica. Además, se han llevado a cabo una serie de medidas del nivel freático con una sonda hidronivel manual, aunque éstas han sido complicadas de tomar porque la sonda se quedaba.



**Imágenes 2, 3 y 4.** Inyección de agua en el sondeo.

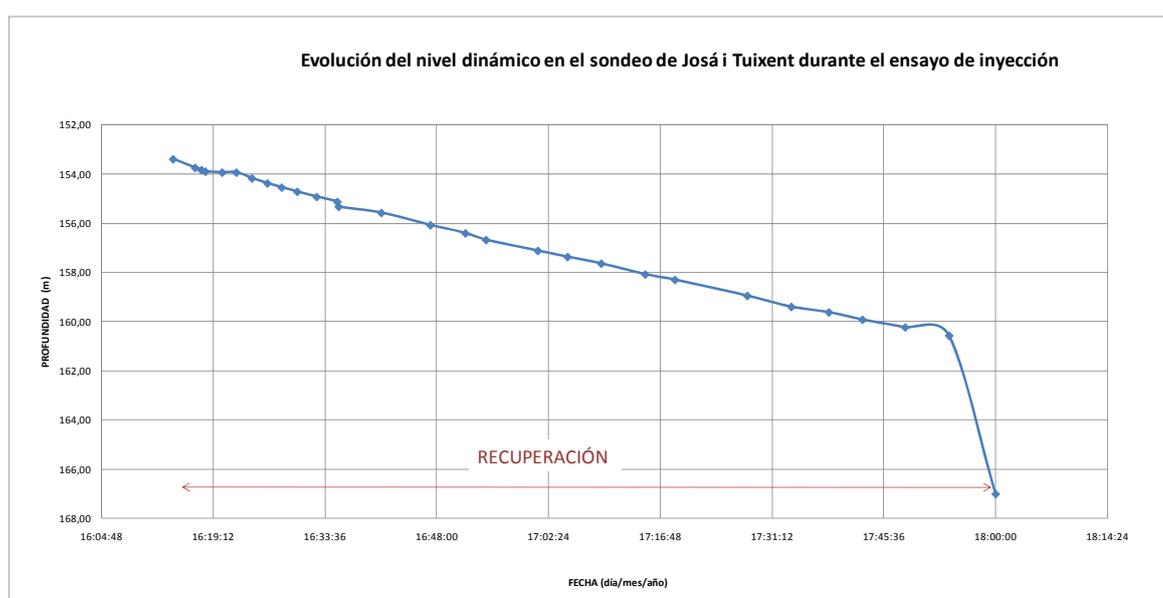
Se comienza a introducir agua en el sondeo a las 15:38 h, procedente de una cuba de agua, contratada para la ocasión, cuya capacidad total de 5.000 litros. A las 15:41 h, cuando se llevan introducidos unos 3.500 litros, se termina de inyectar agua en el sondeo, y se comienzan a realizar medidas de forma manual con una sonda hidronivel, aunque con ciertas dificultades, pues la sonda hay veces que se queda como apoyada o adherida en algún sitio y no baja con facilidad.

Cuando por fin se consigue realizar la primera medida de nivel, a las 16:14 h se comprueba que el nivel se encuentra a 153,40 m, por debajo de la profundidad a la que se colocó el datalogger.

Con la cantidad de agua que se ha introducido en el sondeo (3.500 litros), debería haber sido suficiente para elevar el nivel dinámico por encima del datalogger, dicho nivel no ha llegado nunca a estar por encima del dispositivo de medidas, por lo que éste no ha llegado a registrar datos de interés.

Sin embargo se cuenta con medidas, ya que durante la recuperación del nivel dinámico, se han tomado medidas con una sonda hidronivel manual.

A las 18:00 h, se decide desinstalar el dispositivo del sondeo. A continuación se adjunta una tabla con las medidas obtenidas manualmente durante el ensayo de inyección y una gráfica en la que están representadas.



Hora	Nivel piezométrico (m)
16:14:00	153,40
16:16:50	153,75
16:17:40	153,84
16:18:10	153,90
16:20:20	153,94
16:22:10	153,94
16:24:10	154,18
16:26:10	154,38
16:28:00	154,55
16:30:00	154,72
16:32:30	154,93
16:35:10	155,13
16:35:20	155,33
16:40:50	155,58
16:47:10	156,08
16:51:40	156,41
16:54:20	156,68
17:01:00	157,12
17:04:50	157,37
17:09:10	157,64
17:14:50	158,08
17:18:40	158,30
17:28:00	158,95
17:33:40	159,40
17:38:30	159,62
17:42:50	159,92
17:48:20	160,23
17:54:00	160,57
18:00:00	167,00

Esther Torresquebrada Aguirre  
Hidrogeóloga.

## **ANEJO N° 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000035981**

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 JOSA I TUIXENT	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000033204

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 30/05/2010

Recepción: 29/06/2010

Inicio análisis: 29/06/2010

Fin análisis: 30/06/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	2,93 mg/l	±0,15	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	2,58 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	136,50 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,16 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	252,53 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	< 5 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	1083 µS/cm	±22	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,13 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,01	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,06 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	20,16 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	0,09 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	< 0,5 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
NITRITOS	0,15 mg/l	±0,02	Cromatografía iónica (PIE-CION)
pH	7,30 ud. de pH	±0,37	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,79 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	2,62 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	531,57 mg/l	±31,89	Cromatografía iónica (PIE-CION)

\* Resultados aproximados (no acreditados):

CLORUROS	4,49 mg/l
NITRATOS	0,32 mg/l

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 Espiñero  
Leda. 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	4,49	0,13	0,94
SULFATOS	531,57	11,07	82,37
BICARBONATOS	136,50	2,24	16,65
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,32	0,01	0,04
SODIO	2,62	0,11	0,79
MAGNESIO	20,16	1,66	11,46
CALCIO	252,53	12,60	87,08
POTASIO	3,79	0,10	0,67

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,03 °C
Sólidos disueltos	958,08 mg/l
CO2 libre	10,89 mg/l
Dureza total	71,36 °Francés
Dureza total	713,59 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	601,70 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	111,95 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	111,95 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

### RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	5,00
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,01
$rNa/rK$	1,18
$rNa/rCa$	0,01
$rCa/rMg$	7,60
$rCl/rHCO_3$	0,06
$rSO_4/rCl$	87,38
$rMg/rCa$	0,13
i.c.b.	-0,67
i.d.d.	-0,01

Nº Registro: 33204

**ANEJO N° 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA**

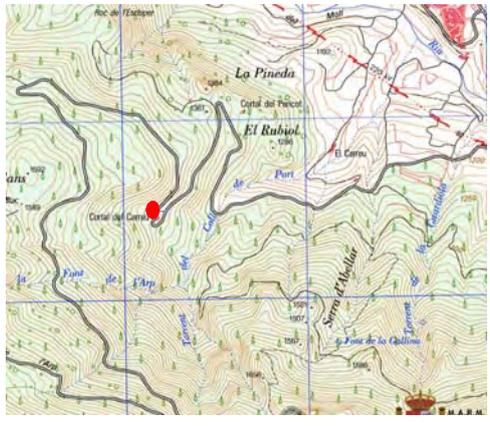


## FICHA DE PIEZÓMETRO

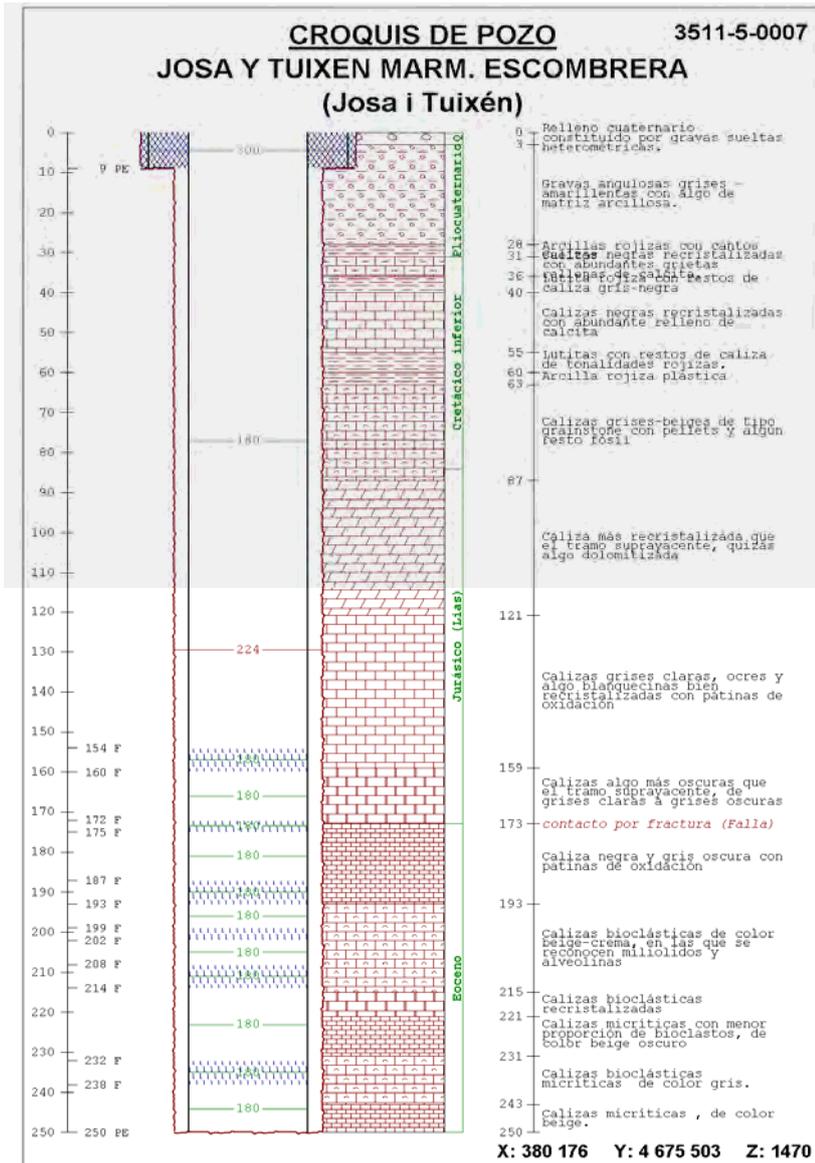
TOPONIMIA		JOSA Y TUIXEN MARM. ESCOMBRERA			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.321.001
CÓDIGO IPA		3511-5-0007	Nº MTN 1:50.000	3511	MUNICIPIO	Josa i Tuixen	PROVINCIA Lerida
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		039   CADÍ-PORT DEL COMTE					
U. HIDROGEOLÓGICA		Sinclinal de Tremp					
ACUÍFERO(S)		03903   Jurásico - Dolomías, calizas y calcarenitas					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	875415	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL
	Y	4684507					
COTA DEL SUELO msnm	Z	1470	DATOS OBTENIDOS DE:		GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0
POLÍGONO		6			PARCELA	78	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Municipal					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO		El sondeo se ubica en la localidad de Tuixent. Se accede al mismo desde la carretera C-146 que lleva desde dicha localidad hasta el Port del Compte. Se encuentra situado en las proximidades del Vertedero de dicha localidad, en un margen de la carretera (PK 45) y en la entrada a dicho vertedero.					

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO											
METODO	PROFUNDIDAD DEL SONDEO						EMPAQUE			No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	9	324	0	9	300	Metálica	154	160	Puentecillo	0	9
9	250	224	0	250	180	Metálica	172	175	Puentecillo		
							187	193	Puentecillo		
							199	202	Puentecillo		
							208	214	Puentecillo		
							232	238	Puentecillo		

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

LOCALIZACIÓN	
MAPA TOPOGRÁFICO 1.25.000 	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:** (3511) GOSOL

**UTMX:** 380176

**UTMY:** 4675503

**COTA:** 1470

**Provincia:** LLEIDA

**Municipio:** JOSA I TUIXEN

**Localidad:** TUIXENT

**Paraje:** JOSA Y TUIXEN MARM. ESCOMBRERA

**Polígono:** 6

**Parcela:** 78

**Dominio Hidrogeológico:** Sinclinal de Tremp

**Unidad:** Cadí - Port del Compte

**Acuífero:**

**Masa Subterránea A:** CADÍ-PORT DEL COMTE

**Masa Subterránea B:**

**Acuífero:** Jurásico

**Redes:**

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

**Río:** LA VANSA

**Cuenca:** EBRO

**Acceso:** El sondeo se ubica en la localidad de Tuixent. Se accede al mismo desde la carretera C-146 que lleva desde dicha localidad hasta el Port del Compte. Se encuentra situado en las proximidades del Vertedero de dicha localidad, en un margen de la carretera (PK 45) y en la entrada a dicho vertedero.

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

CLAVE 09.822-0003/2111



vista general (11/05/2012)

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
18	TCL	CHE (OPH)	29/06/2012		meto ortoimagen de situación facilitada por Javier Ramajo.

## PERFORACIÓN

**Contratista:** CGS (Perforaciones Jiennenses Marchal S.L)

**Año:** 2010

**Tipo perforación:** ROTOPERCUSION CON CIRCULACION DIRECTA **Profundidad total:** 250

**Observaciones:**

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	9	324
9	250	224

## REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	9	300	5	Metálica ciega	CEMENTACION
0	154	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
154	160	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
160	172	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
172	175	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
175	187	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
187	193	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
193	199	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
199	202	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
202	208	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
208	214	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
214	232	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
232	238	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
238	250	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION

## LITOLOGÍA

**Descripción geológica:** El sondeo se ubica sobre los materiales del Cuaternario correspondientes a un coluvión, para luego atravesar el Jurásico Lias y posteriormente un cabalgamiento que da paso a los materiales del Eoceno.

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	3	SUELO	CUATERNARIO INDIFERENCIADO	
<b>Observaciones:</b> Relleno cuaternario constituido por gravas sueltas heterométricas.				
3	9	GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	
<b>Observaciones:</b> Gravas angulosas grises - amarillentas con algo de matriz arcillosa.				
9	16	GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	
<b>Observaciones:</b> Gravas ocre de angulosas a subredondeadas, con matriz limosa y de arena fina.				
16	22	GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	
<b>Observaciones:</b> Gravas de color ocre, de mayor tamaño que el tramo anterior, con algo de gravilla y arena fina.				
22	28	GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	
<b>Observaciones:</b> Gravas con matriz arcillosa de tonalidades rojizas.				
28	31	ARCILLAS	PLIOCUATERNARIO	
<b>Observaciones:</b> Arcillas rojizas con cantos sueltos				
31	36	CALIZAS		
<b>Observaciones:</b> Calizas negras recristalizadas con abundantes grietas rellenas de calcita. Existe mezcla en el ripio con el material suprayacente (arcilla). Ripio de aspecto pulvurento.				
36	40	MARGA ARCILLOSA		
<b>Observaciones:</b> Lutita rojiza con restos de caliza gris-negra similar al tramo suprayacente.				
40	52	CALIZAS		
<b>Observaciones:</b> Calizas negras recristalizadas con abundante relleno de calcita. Ripio de aspecto pulvurento y de color blanquecino.				
52	55	CALIZAS MARGOSAS		
<b>Observaciones:</b> Calizas similares al tramos suprayacente, mucho más trituradas y de color marrón.				
55	60	ARCILLAS		
<b>Observaciones:</b> Lutitas con restos de caliza de tonalidades rojizas. Las calizas tienen un color gris-negro y poseen grietas rellenas de calcita.				
60	63	ARCILLAS		
<b>Observaciones:</b> Arcilla roja plástica.				
63	84	CALIZAS	LIASICO	
<b>Observaciones:</b> Calizas grises-beiges de tipo grainstone con pellets y algún resto fósil (miliólidos?). Están algo recristalizadas y llevan algo de arcilla.				
84	87	CALIZAS	LIASICO	
<b>Observaciones:</b> Caliza más recristalizada que el tramo suprayacente, quizás algo dolomitizada. De tipo grainstone tiene un color ocre-blanquecino.				
87	96	CALIZAS	LIASICO	
<b>Observaciones:</b> Calizas rojas recristalizadas. El ripio, en los primeros tres metros presenta abundante material "caído" del tramo suprayacente.				
96	121	CALIZAS	LIASICO	
<b>Observaciones:</b> Calizas rojas recristalizadas. El ripio, en los primeros tres metros presenta abundante material "caído" del tramo suprayacente.				
121	139	CALIZAS	LIASICO	
<b>Observaciones:</b> Caliza (posible dolomía) de color blanquecina recristalizada. Algún tramo de caliza roja con pirolusita, junto a calizas micríticas laminadas.				
139	159	CALIZAS	LIASICO	
<b>Observaciones:</b> Calizas grises claras, ocre y algo blanquecinas bien recristalizadas con patinas de oxidación y fracturas rellenas de calcita. Cuando se aprecia textura, ésta es de tipo packstone-grainstone con peloides y fósiles				
159	173	CALIZAS	LIASICO	
<b>Observaciones:</b> Calizas algo más oscuras que el tramo suprayacente, de grises claras a grises oscuras, con algún tramo anaranjado.				
173	184	CALIZAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Caliza negra y gris oscura con patinas de oxidación. En profundidad se hace cada vez más oscura. Presenta algún tramo más bioclástico de tipo grainstone pero bastante recristalizado				
184	190	CALIZAS	EOCENO	

**Observaciones:** Calizas bioclásticas algo recristalizadas de color blanquecino. El metro 184 presenta una mayor dureza o compacidad, ya que la muestra sale más machacada.

190	193	CALIZAS	EOCENO
<b>Observaciones:</b> Calizas bioclásticas de color beige-crema, con algo a bastante arcilla de color marrón ocre.			
193	199	CALIZAS	EOCENO
<b>Observaciones:</b> Calizas bioclásticas de color beige, que podrían englobarse con las anteriores, pero que presentan menor proporción de arcillas.			
199	215	CALIZAS	EOCENO
<b>Observaciones:</b> Calizas bioclásticas recristalizadas en las que se reconocen miliólidos y alveolinas, de color gris blanquecino, con presencia de cantos de coloraciones marrones, rojizas y anaranjadas que podrían ser caídos.			
215	221	CALIZAS	EOCENO
<b>Observaciones:</b> Calizas bioclásticas algo recristalizadas, con alguna pasada arcillosa de color ocre, apenas se distinguen alveolinas, los fósiles son de menor tamaño.			
221	231	CALIZAS	EOCENO
<b>Observaciones:</b> Calizas micríticas con menor proporción de bioclastos, de color beige oscuro. Bastante duras durante la perforación			
231	243	CALIZAS	EOCENO
<b>Observaciones:</b> Calizas bioclásticas micríticas (grainstone-packstone) de color gris.			
243	250	CALIZAS	EOCENO
<b>Observaciones:</b> Calizas bioclásticas-micríticas similares a las anteriores, de color beige. Presentan menor proporción de fósiles por lo que podría clasificarse como packstone-wackestone			

## PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
18	227.5	129.42	98.08	216.0494	22.5565

## 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.
30/05/2010	0.1408	11.0744	2.2377	0.0081	0.1139	1.6661	12.595	0.0969	1154		7.2386	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
	5	531.57	136.5	0.5	2.62	20.16	252.53	3.79				

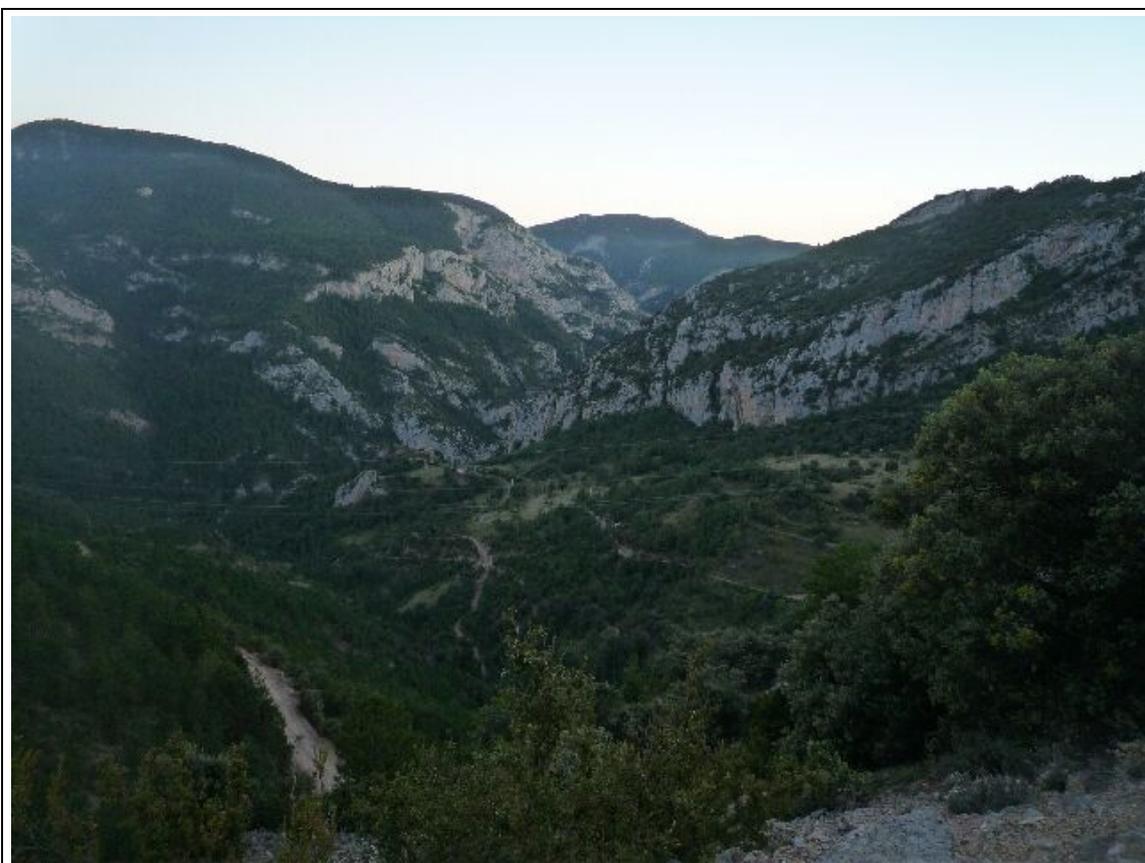
**OTRAS FOTOS**



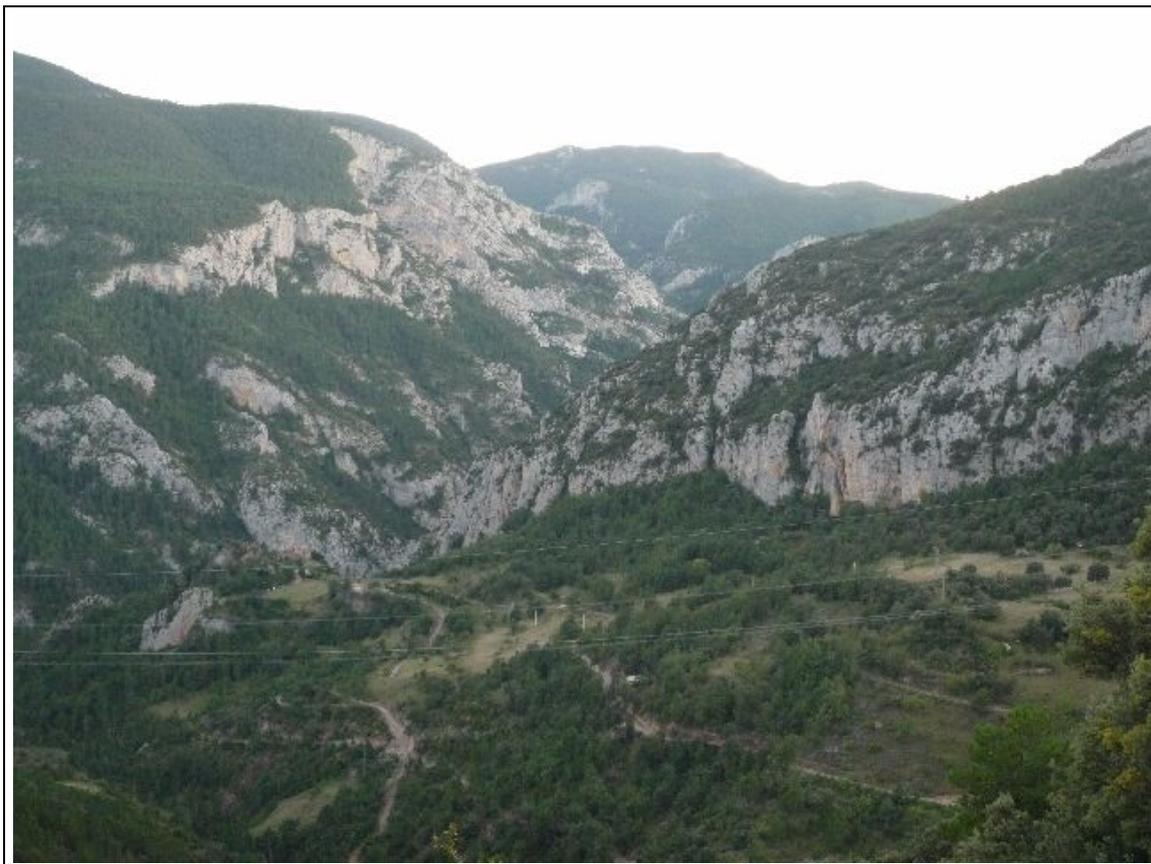
Vista de detalle (01/09/2010)



Vista general y de ubicación (01/09/2010)



Vistas desde pista Montsant (no tomarla si obras) (01/09/2010)



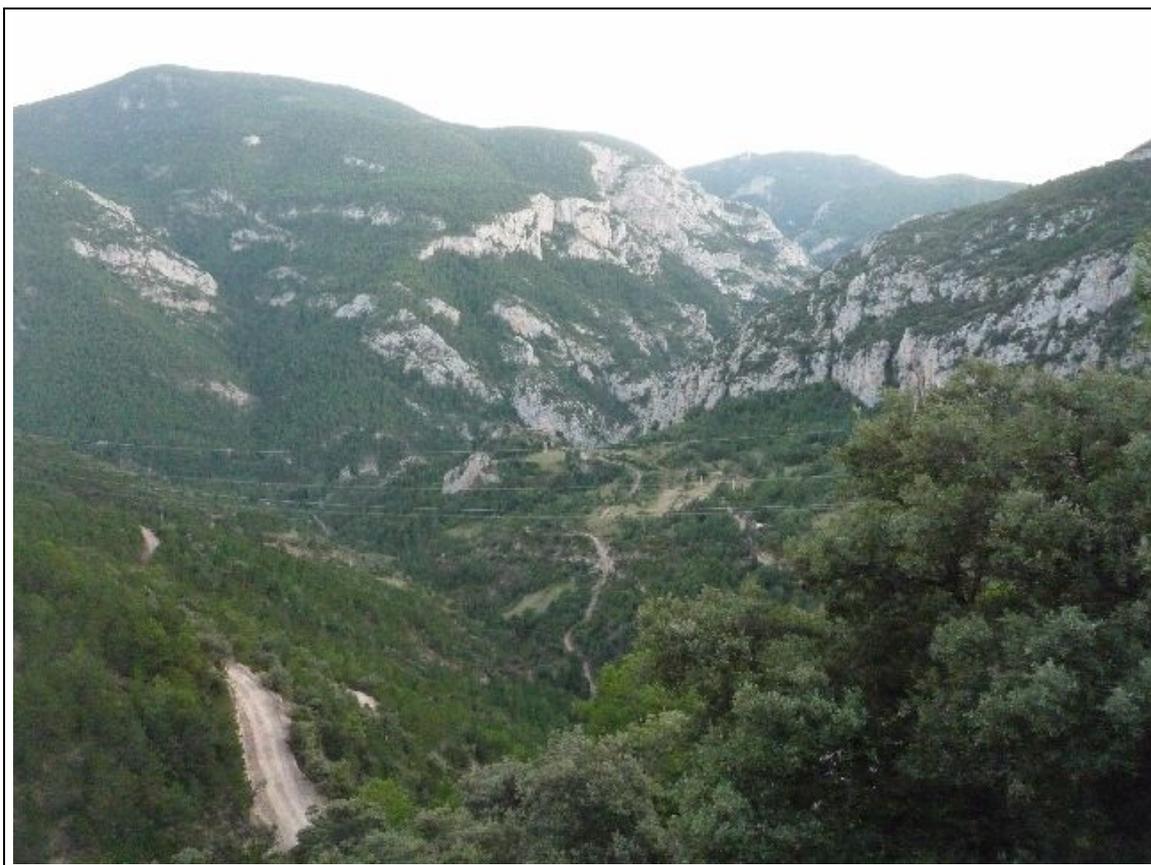
Vistas desde pista Montsant (no tomarla si obras)2 (01/09/2010)



Vistas desde pista Montsant (no tomarla si obras)3 (01/09/2010)



Vista de detalle sonda sucia (01/09/2010)



Vistas desde pista Montsant (no tomarla si obras)4 (01/09/2010)



Referencia JOSA\_Tuixent (31/05/2012)



JOSA y TUIXENT (29/06/2012)



Detalle (11/05/2012)



**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

*Oficina de Planificación Hidrológica*

**INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA**

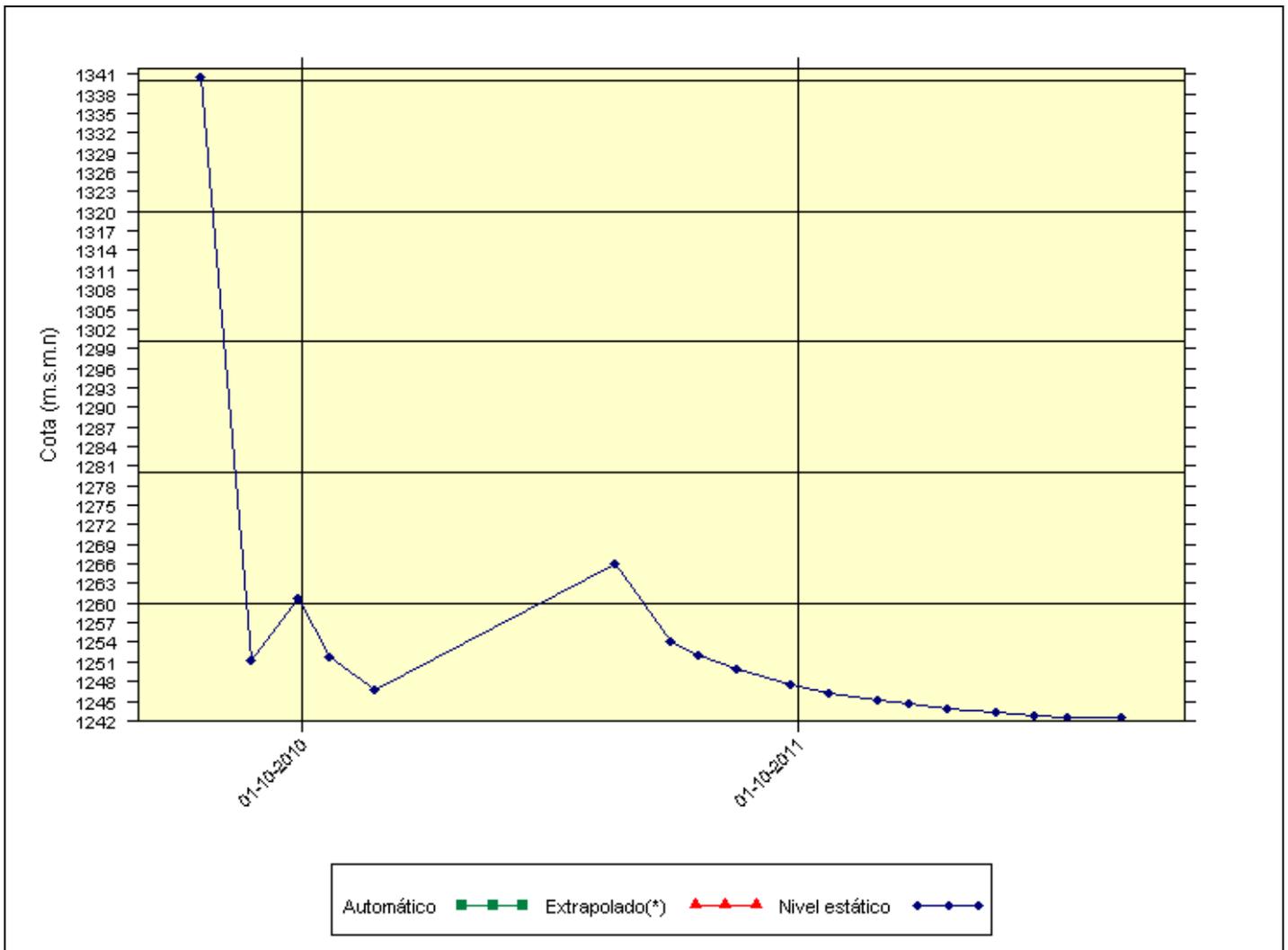
**CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN**

**Contacto:** Ayuntamiento de Josa y tuixent . Tlf: 973370202. Jaume Ferrer Regidor de Medioambiente 607841537.

**Cierre:** Llave MARM

**Referencia:**

**HIDROGRAMA NIVEL 1: por definir**



**ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: por definir**

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
18	227.5	129.42	98.08	216.0494	22.5565

**MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: por definir**

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
25/05/2012	227.5	
16/04/2012	227.37	
23/03/2012	227.2	
24/02/2012	226.75	
19/01/2012	226.15	
21/12/2011	225.45	
28/11/2011	224.85	
24/10/2011	223.75	
26/09/2011	222.58	
17/08/2011	220.2	
20/07/2011	218.05	
29/06/2011	215.84	
19/05/2011	203.99	
24/11/2010	223.32	
21/10/2010	218.33	

**ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 3: "Sinclinal de Tresp" en la masa de agua subterránea Cadi-Port del Compte (090.039). El acuífero atravesado son las Calizas del Jurásico que forman uno de los acuíferos de esta masa, así como las calizas del Eoceno. Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga del acuífero Jurásico, que procede de la escorrentía superficial y de las precipitaciones. Se trata de un acuífero fisurado a kárstico cuya zona de descarga se situaría en las proximidades del Río de La Vansa.

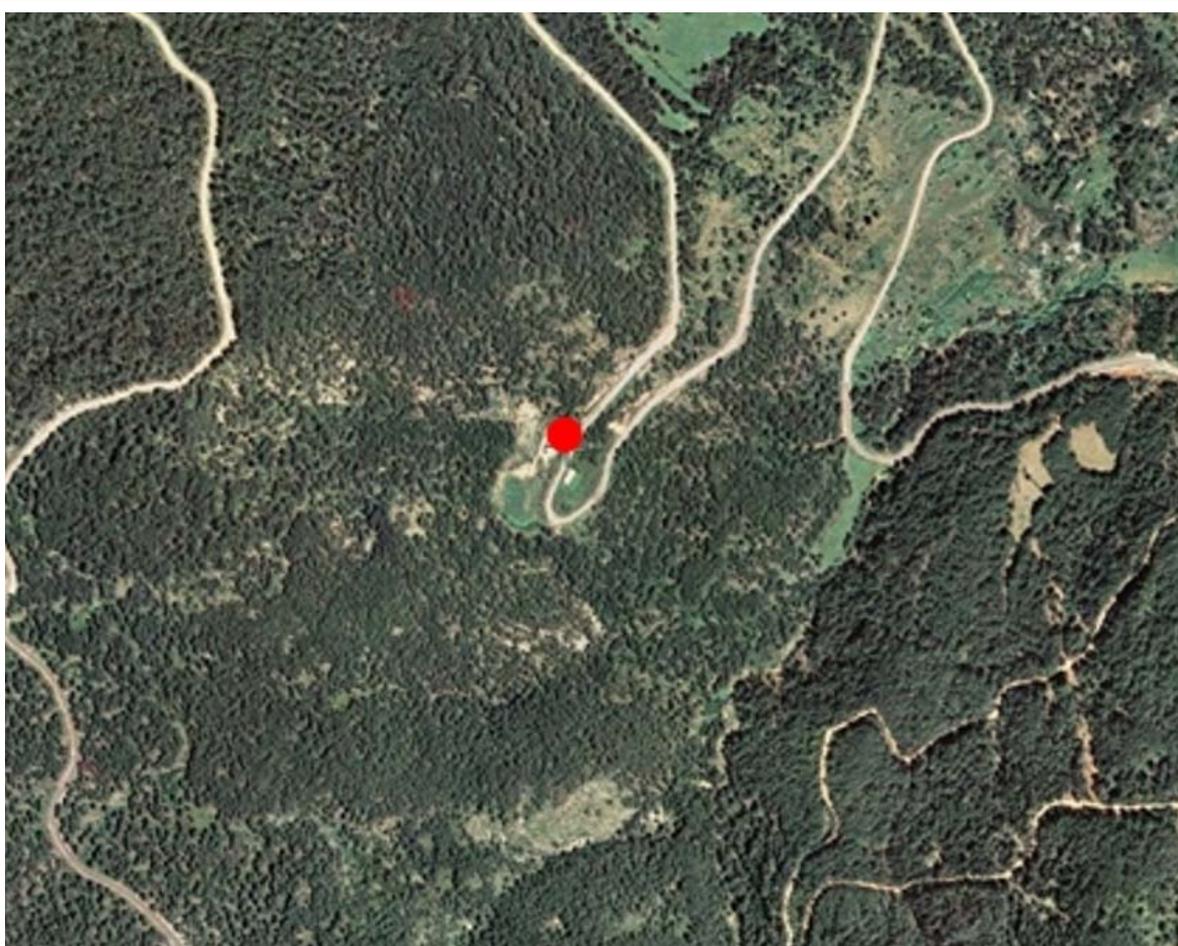
**OTROS DATOS**

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

### DESCRIPCIÓN DEL ACCESO

El sondeo se ubica en la localidad de Tuixent. Se accede al mismo desde la carretera C-146 que lleva desde dicha localidad hasta el Port del Compte. Se encuentra situado en las proximidades del Vertedero de dicha localidad, en un margen de la carretera (PK 45) y en la entrada a dicho vertedero.

### ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO



Coordenadas UTM del punto:  
X: 380176, Y:4675503 (Huso 31)

**FOTOS ADICIONALES**

**PANORÁMICA**



05/2012 vista general

**ACCESO**

**DETALLE**



05/2012 Detalle

**ACCESO**



09/2010 Vista general y de ubicación

**DETALLE REFERENCIA**

**INSTALACIÓN**



05/2012 referenciaJOSA Tuixent