

SONDEO BATÁN 2, HORCAJO DE SANTIAGO, CUENCA, DIPUTACIÓN DE CUENCA



Reconocimiento con Cámara de Video y testificación geofísica del sondeo BATÁN 2, situado en HORCAJO DE SANTIAGO, CUENCA. Realizado por Sondeos Martínez para DIPUTACIÓN DE CUENCA.

16/07/2015

ÍNDICE

<u>SONDEO BATÁN 2, HORCAJO DE SANTIAGO, CUENCA, DIPUTACIÓN DE CUENCA</u>		<u>1</u>
1	<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>3</u>
1.1	ANTECEDENTES	3
1.2	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	4
2	<u>OBJETIVOS</u>	<u>5</u>
3	<u>EQUIPO Y METODOLOGÍA DE LA INSPECCIÓN</u>	<u>6</u>
3.1	EQUIPO DE TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	6
3.2	CÁMARA DE TV	7
3.3	PARÁMETROS REGISTRADOS Y PROGRAMA DE TRABAJO	8
4	<u>RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO</u>	<u>11</u>
4.1	REGISTRO VIDEOGRÁFICO	11
4.2	REGISTRO DE TEMPERATURA Y CONDUCTIVIDAD	12
4.3	REGISTRO DE RADIACIÓN GAMMA NATURAL	13
4.4	REGISTRO DE VERTICALIDAD	14
4.5	REGISTRO DE DIÁMETROS	15
5	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>16</u>
6	<u>ANEJOS</u>	<u>18</u>

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

A petición de DIPUTACIÓN DE CUENCA, se realizó, el 16/07/2015, el reconocimiento geofísico e informe del sondeo BATÁN 2, situado en el término municipal de HORCAJO DE SANTIAGO, CUENCA, con el fin de comprobar el estado del sondeo recién perforado.

Según la propiedad:

El sondeo se construyó en el año 1980. Se perforaron alrededor de 143 metros, probablemente mediante el sistema de percusión con cable.

Estuvo funcionando con relativa normalidad, con ciertos problemas para instalar la bomba por debajo de 50 m. Sufrían enganchones y, a veces, se rozaban los cables.

La última vez que se extrajo la bomba salió un tramo de tubería de acondicionamiento rodeando la tubería de impulsión. Este tramo tiene unos 300 mm de diámetro, se encuentra muy envejecido y presenta un cono reductor en uno de sus extremos.

Se pretende determinar las características constructivas del sondeo así como su estado de conservación.

La finalidad del mismo es conocer las características del sondeo y su entorno geológico, para ello se realizó un registro videográfico y toma de datos de diferente índole (diámetros, inclinación, gamma natural, temperatura y conductividad, etc) que caracterizan la explotación.

Fotografía del tramo de tubería extraído junto con la bomba:



1.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

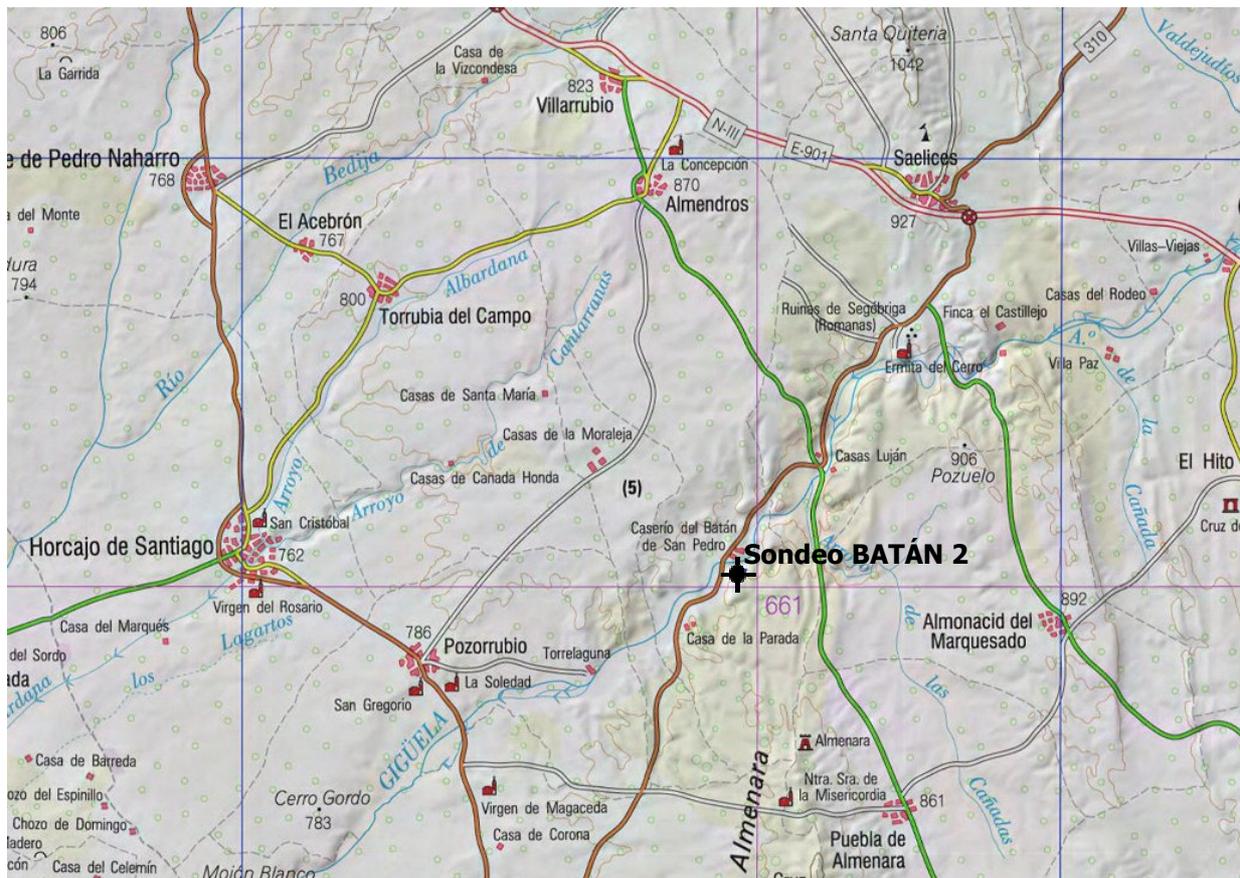
El sondeo se encuentra en el término municipal de HORCAJO DE SANTIAGO, CUENCA y, según los datos obtenidos en campo mediante un equipo GPS de la marca Garmin, sus coordenadas U.T.M. referenciadas al DATUM ETRS89 son las siguientes:

Huso: 30 S

X UTM: 512.090 m

Y UTM: 4.409.640 m

Altitud: 790 m



2 OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- Conocer las características actuales del sondeo y su estado de conservación.
- Verificar las características litológicas de los terrenos atravesados durante la perforación.
- Determinar la temperatura y conductividad del agua a lo largo del sondeo.
- Conocer los diferentes diámetros de entubación.
- Determinar el grado de desviación de la verticalidad.



Fotografía del brocal del sondeo.

3 EQUIPO Y METODOLOGÍA DE LA INSPECCIÓN

3.1 EQUIPO DE TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

El estudio se ha llevado a cabo con un equipo de testificación geofísica fabricado por Mount-Sopris. Los datos son visualizados en tiempo real en un PC provisto del software de comunicación y adquisición MSLog, Matrix Logger. Posteriormente estos datos son exportados a otro software, WellCAD 4.1., en el que son tratados, corregidos y presentados.

Todos los equipos van montados sobre una furgoneta marca Renault, modelo Mascott. El vehículo cuenta con una zona de control del equipo de testificación, una zona de trabajo y una zona de conducción. Dispone de un generador que proporciona energía eléctrica al conjunto del equipo con una autonomía de 15 horas.

Además de las sondas, el equipo de testificación cuenta con un cabrestante con 1500 metros de cable equipado con un medidor de tensión con el fin de saber cuando la sonda ha llegado al fondo del sondeo y evitar posibles roturas por atasco. También se controla la velocidad de ascenso o descenso para realizar una correcta medición.

A continuación se describen las sondas que componen el equipo, sus características y los parámetros que registran:

- Sonda calíper modelo 2CAA-1000. Registra el diámetro del sondeo con un error inferior a +/- 5 mm. Su rango de medidas va de 40 a 650 mm. Esta sonda se calibra periódicamente para evitar posibles errores debido al desgaste y a la precipitación de elementos extraños en la misma.
- Sonda eléctrica y Calidad del agua modelo 2PEA-1000/F. Registra el potencial espontáneo (desde -1.5V a +1.5V), la resistencia puntual (0 a 5000 ohms), la resistividad normal de 8", 16", 32" y de 64" en un rango entre 0 y 2500 $\Omega \cdot m$ y la radiación gamma natural mediante un detector de cristal de Ioduro de Sodio con impurezas de Talio. Registra la conductividad en un rango entre 100 y 10000 $\mu S/cm$. y con un error de +/- 1%. Además determina la temperatura en un rango entre -20°C y 70°C y con un error de 0,5 % y una resolución de 0,05 %. Resistividad del fluido de 0 a 100 ohm-metros con un error del 1 %.
- Sonda inclinómetro modelo 2DVA-1000. Registra la desviación e inclinación del sondeo así como el azimut de la misma.
- Sonda Flowmeter modelo FLP-2492. Registra los diferentes flujos verticales en el interior del sondeo. Caracterización hidráulica de acuíferos.
- Sonda Toma Muestras. Capaz de extraer 2 litros de fluido de la profundidad deseada.

Tabla resumen de las características de las sondas del equipo de testificación.

Sonda	Parámetro	Unidades	Error	Velocidad	Rango	Corriente	Dirección de medida
2CAA-1000 Cáliper	Diámetro del sondeo	Milímetros (mm)	+/- 5 mm	7 m/min	40 a 650 mm	60 a 65 V 30 a 60 mA 85 mA MAX abr/cerr	Ascendente
	Potencial espontáneo SP	miliVoltios (mV)	1 %	3.5 m/min	-1,5 V a +1,5 V		
	Resistencia monoelectrónica SPR	Ohmios (Ω)	1 %	3.5 m/min	1 a 5.000 Ω		
	Resistividad 8",16",32" y 64"	Ohmios x metro (Ω·m)	1 %	3.5 m/min	1 a 2.500 Ω·m		
2PEA-1000/F	Gamma natural	CPS	-	3.5 m/min	Energías mayores de 60keV	52 a 88 V 35 a 100 mA	Descendente
	Resistencia del fluido	Ohmios x metro (Ω·m)	1 %	3.5 m/min	0 a 100 Ω·m		
	Temperatura	Grados Centígrados (C°)	0,5 %	3.5 m/min	-20° a 70° C		
	Conductividad	Microsiemens / centímetro (μS/cm)	1 %	3.5 m/min	100 a 10000 μS/cm		
2DVA-1000	Inclinación y desviación	Grados sexagesimales Azimut	+/- 0,5°	5-6 m/min	0 a 89,9 °	52-88 V 150 mA	Descendente
FLP-2492	Flujo vertical	Metros por segundo (m/s)	< 0,3 m/min	2-4-6-12 m/min	2-70 m/min	+30 V 100 mA	Ascendente y descendente
TMM-1000	Toma muestras	Litros (l)	-	-	-	90 V 12 mA 24 mA abr/cerr	Descendente

3.2 CÁMARA DE TV

El equipo cuenta con una cámara de TV de alta resolución, sumergible hasta 1500 m., marca C.C.V. modelo BT9600. Dispone de iluminación fría antideslucos y un objetivo que la dota de visión axial y lateral.

También se dispone de una cámara extrafina de 45 mm, con las mismas características y funciones, Marca CCV modelo WC1750.

Todas las funciones de enfoque, giros y elección de visual (axial o lateral) se controlan desde superficie.

3.3 PARÁMETROS REGISTRADOS Y PROGRAMA DE TRABAJO

El estudio realizado consta de dos etapas, el trabajo en campo y el trabajo en gabinete.

Trabajo de Campo.- Tras estudiar los objetivos a alcanzar, conocer las características del emplazamiento y la explotación, y seleccionar las sondas a emplear en el reconocimiento; se realizaron los trabajos de campo. Los parámetros registrados en el reconocimiento del sondeo han sido los siguientes:

Registro Videográfico. Con este registro obtenemos una idea clara y sencilla de las características constructivas y del estado de conservación del sondeo. Podemos distinguir tramos filtrantes de tramos ciegos, detectar roturas en la entubación o localizar objetos caídos al sondeo, testificación directa de litología. Control de calidad.

Testificación de diámetros (caliper). El control de diámetros puede proporcionar información sobre presencia de cavidades, desplomes, etc.; lo que nos servirá para planificar adecuadamente una correcta entubación. Si el sondeo está entubado, la sonda caliper permite situar la cota de reducciones, posibles abolladuras o implosiones de la entubación.

Temperatura y conductividad del agua. El registro termométrico se realiza en sentido descendente, para obtener las medidas antes de que el movimiento de la sonda mezcle el agua y haga variar la temperatura. Las diferencias de las variaciones de la temperatura del agua a lo largo del sondeo pueden aportar datos interesantes sobre las características, procedencias e interacciones entre los distintos acuíferos perforados.

Se realiza simultáneamente el registro de conductividad eléctrica, que nos será muy útil para la detección de contaminación o identificación de acuíferos salobres. Esta conductividad se corrige a condiciones estándar (25° C).

Sonda eléctrica. La testificación eléctrica tiene como principal objetivo la identificación y definición de las cotas de las formaciones acuíferas, litologías y contactos. Esta testificación comprende la medición de resistividades de distintas penetraciones (corta 8" y 16" y larga 32" y 64"), resistencia puntual y potencial espontáneo.

Radiación gamma natural. El registro de rayos gamma natural (desintegración de los átomos de K, U y Th) permite distinguir materiales de alta emisión radiactiva, como las arcillas, feldspatos o micas, con alto contenido en potasio, de otros menos emisivos, como las calizas o arenas. Esta información nos ayudará a conocer los materiales atravesados durante la perforación

del sondeo. En cualquier caso, hay que tener en cuenta el efecto en la medida de varios factores como el diámetro del sondeo, densidad del lodo,...

Testificación de la desviación e inclinación. La desviación de la perforación suele deberse a causas de tipo técnico o de índole geológico. Esta inclinación puede producir dificultades para entubar y un envejecimiento prematuro de la construcción. Además un grupo de impulsión que trabaje relativamente separado de la vertical puede ver reducida su vida útil. La sonda nos muestra valores de inclinación y azimut, con lo que podemos obtener una visión de la verticalidad del sondeo y la dirección de la desviación.

El programa de trabajo se resume en la siguiente tabla:

Tipo de sonda	Parámetro	Sentido	Día Hora	Velocidad (m/min)
TV	Registro Videográfico	Descendente	16/07/2015 11.30	Variable
ELX	Temperatura, conductividad, gamma	Descendente	16/07/2015 14.00	7
CAL	Diámetro	Ascendente	16/07/2015 13.00	7
INC	Verticalidad	Descendente	16/07/2015 13.30	7

Trabajo de Gabinete.- Se aplica el tratamiento correspondiente a los resultados obtenidos en el trabajo de campo. Éste consiste en la eliminación de errores, suavizado de curvas, cálculo y estandarización de valores, etc. Con todo esto y la información recopilada se realiza el presente informe.

El video bruto obtenido en campo es editado y transformado para que pueda ser visionado en cualquier reproductor de DVD. Además se realiza este informe escrito que muestra las conclusiones obtenidas.

Tanto la campaña en campo como el trabajo de gabinete es llevado a cabo en todo momento bajo los procedimientos de la norma ISO 9001 / ISO 14001. Estas tareas las realizan dos técnicos del departamento de Testificación Geofísica de la empresa.

4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO

Todos los registros se realizaron tomando como punto de referencia el brocal del sondeo que, en este caso, se encuentra en el interior de una arqueta de 2,5 x 2,5 m y 2 m de profundidad. Tiene 400 mm de diámetro.

4.1 REGISTRO VIDEOGRÁFICO

El reconocimiento se realizó el día 16/07/2015 con los siguientes resultados:

El registro comienza con el enrasado de la cámara en el brocal del sondeo.

La tubería de acondicionamiento es de acero al carbono tipo soldadura longitudinal.

Se aprecian signos de envejecimiento, como oxidación y cascarilla.

Algunas soldaduras transversales muestran también signos de envejecimiento.

A partir de 9 m se aprecia algo de humedad.

Algunos restos de incrustación se desprenden, como se aprecia a 36,13 m, donde una cuerda se apoya en uno de estos restos.

A partir de 40 m la incrustación va en aumento, apreciándose mayor rugosidad y menor diámetro.

El nivel estático del agua se encuentra a 49,53 m. El agua se encuentra bastante limpia, aunque se irá ensuciando a lo largo del reconocimiento debido a las partículas que se desprenden al paso de la cámara.

A 55,55 m se localiza una reducción de tipo telescópica, muy descentrada.

El extremo superior de la tubería de menor diámetro se encuentra roto longitudinalmente hasta 57 m.

A 58,09 m se localiza una rotura en una soldadura transversal.

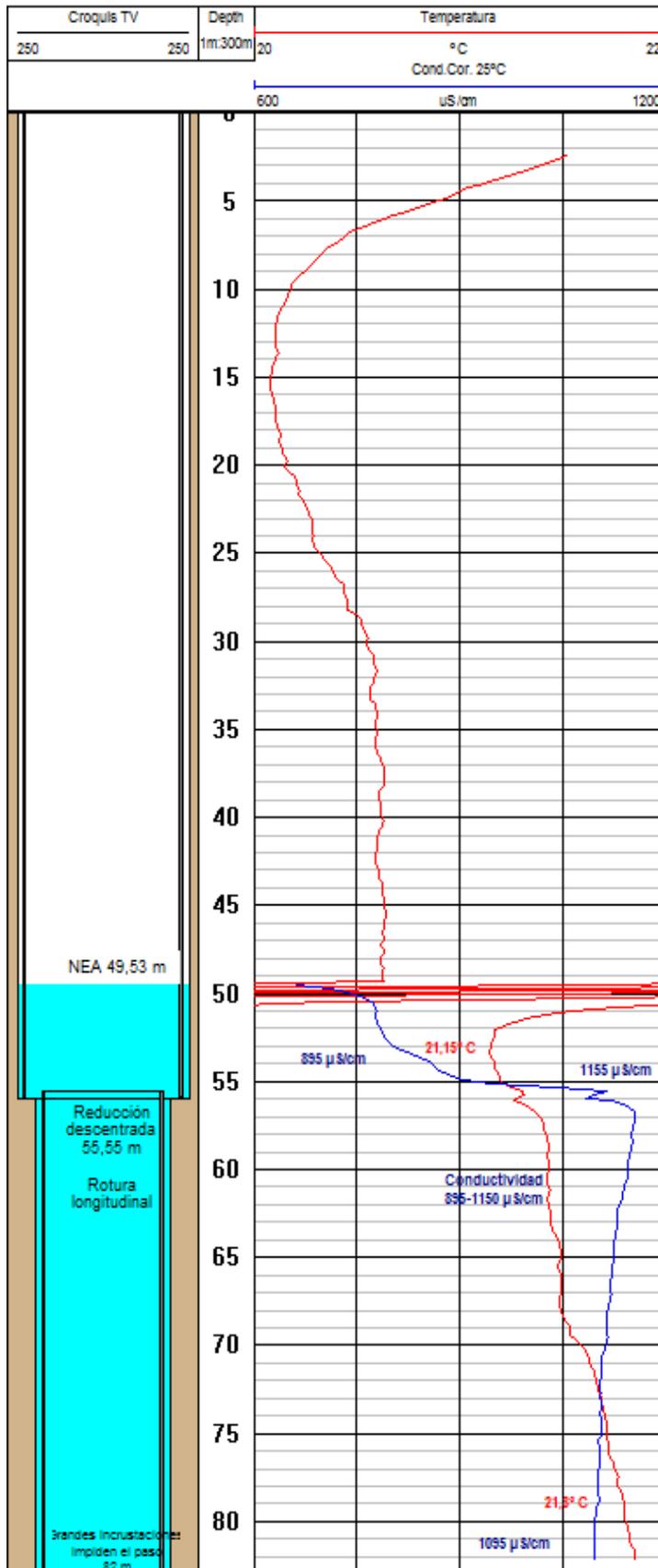
Se aprecian nuevas roturas longitudinales, de 63,1 a 63,95 m y de 68,15 a 69,97 m.

Las incrustaciones van en aumento, reduciendo el diámetro apreciablemente.

Algunas incrustaciones puntuales dificultan el paso de la cámara, imposibilitándolo a partir de 81,6 m.

4.2 REGISTRO DE TEMPERATURA Y CONDUCTIVIDAD

Figura nº 1. Diagrama de temperatura y conductividad.



El registro de temperatura y conductividad se realizó el día 16/07/2015 según el programa de trabajo.

La temperatura del agua en el nivel estático se estabiliza en 21,15° C.

A continuación va en aumento, más lentamente hasta 68 m y más rápidamente hasta 82,5 m.

En este punto alcanza 21,8° C.

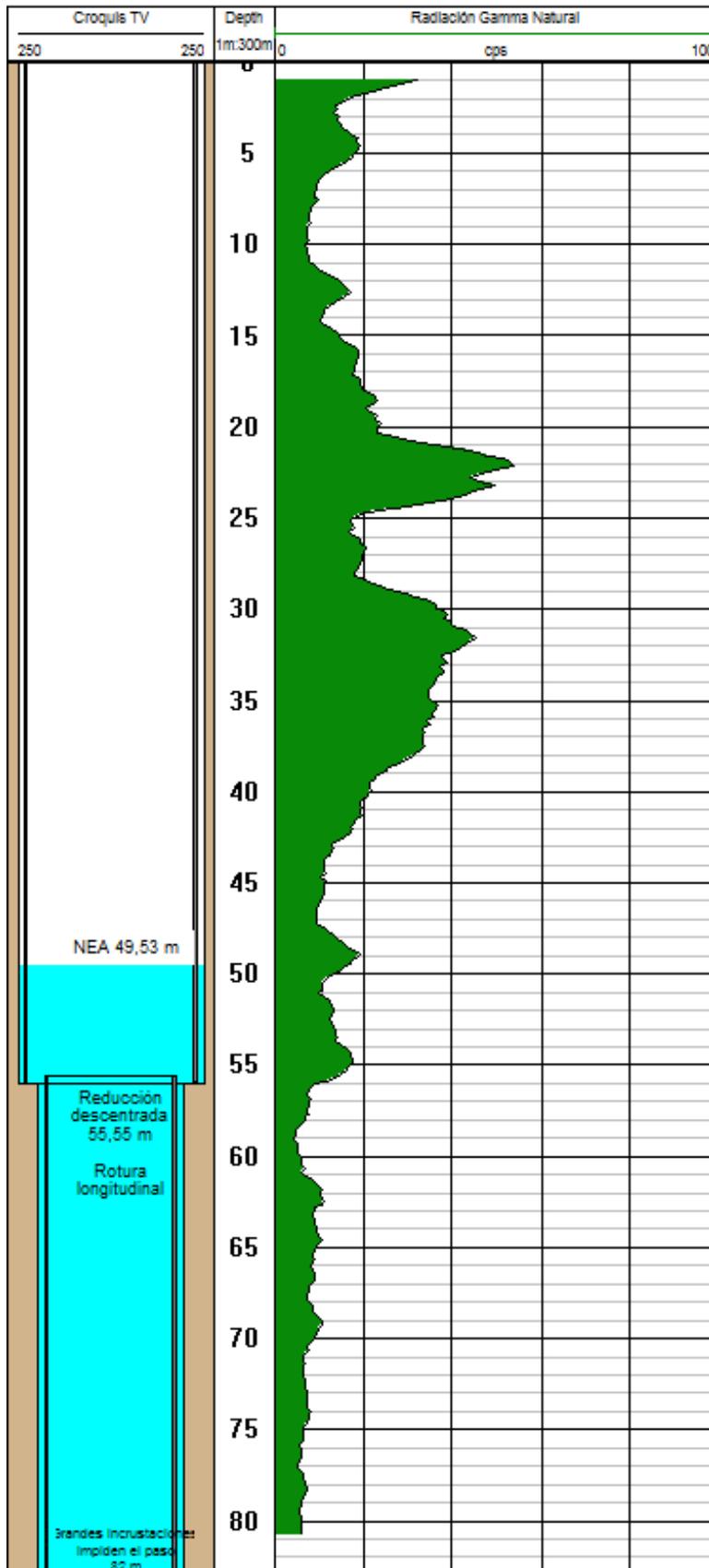
La conductividad en el nivel estático del agua es de 895 µS/cm.

A 55 m asciende rápidamente hasta alcanzar 1155 µS/cm.

A continuación desciende ligeramente hasta un valor de 1095 µS/cm a 82,5 m.

4.3 REGISTRO DE RADIACIÓN GAMMA NATURAL

Figura nº 2. Diagrama de radiación gamma natural



Este registro se realizó el día 16/07/2015.

De él se extrae la siguiente información, una vez realizada las correcciones pertinentes para eliminar la atenuación producida por el fluido.

El registro obtenido es relativamente constante y los valores medidos en general bajos o medios, siendo compatible con un entorno calcáreo.

Si asumimos este entorno calcáreo, una columna litológica compatible con el registro realizado sería:

De 0 a 20 m, calizas margosas.

De 20 a 25 m, margas.

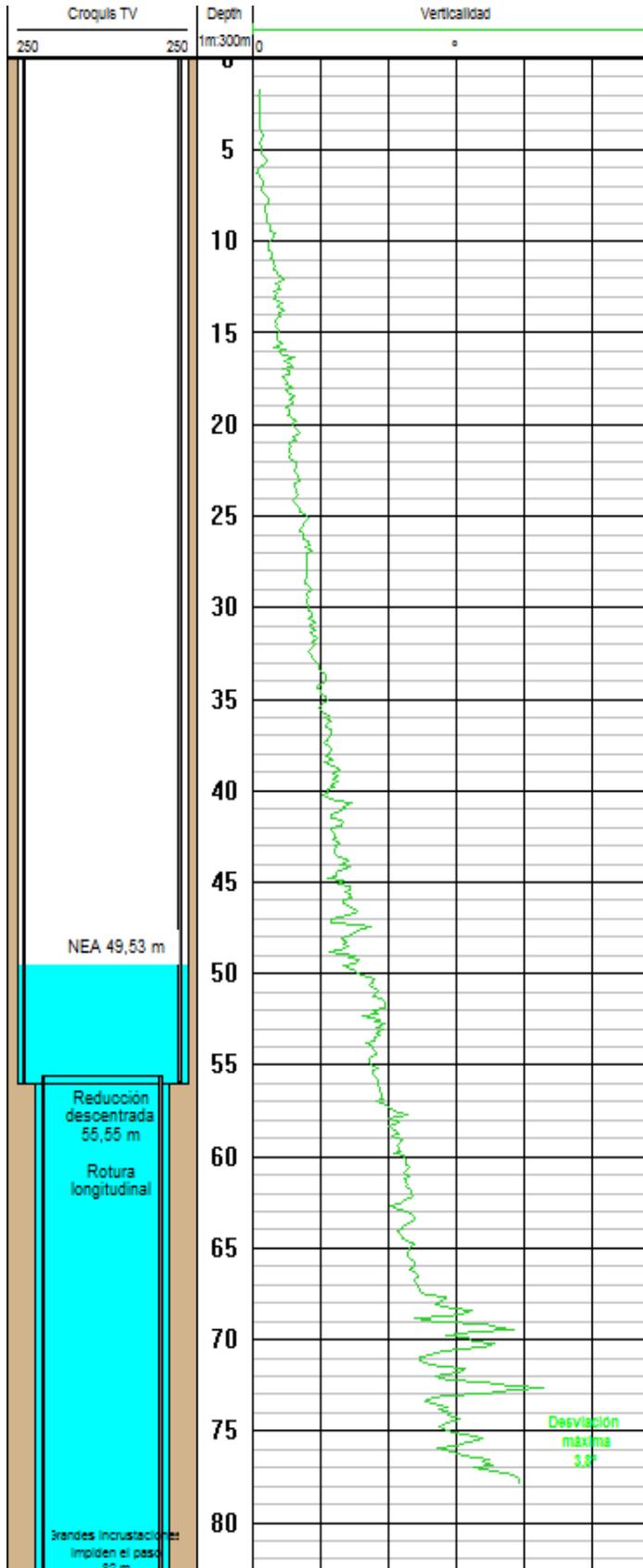
De 25 a 29 m, calizas margosas.

De 29 a 39 m, margas.

De 39 a 82 m, calizas.

4.4 REGISTRO DE VERTICALIDAD

Figura nº 3. Diagrama de verticalidad



Este registro se llevó a cabo el día 16/07/2015, según el programa de trabajo.

A partir de 8 m de profundidad, el sondeo comienza a desviarse de la vertical.

La desviación del sondeo alcanza 1º a 33 m, 2º a 57 m, 3º a 70 m.

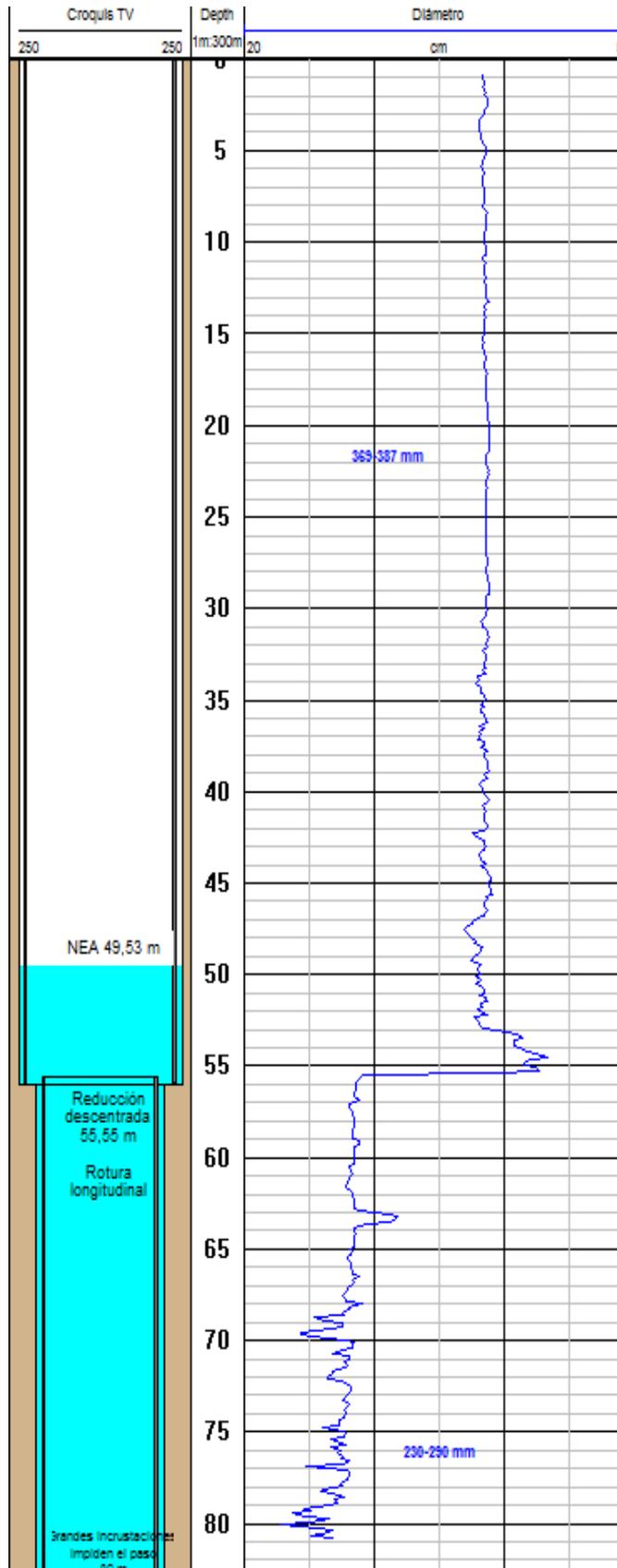
Se registra la máxima desviación a la máxima profundidad reconocida, 3,8º a 78 m.

El perfil del sondeo adjunto en el anejo IV muestra la forma del sondeo suponiendo una dirección de desviación constante. De este modo el sondeo se desviaría una media de 1,35º y el extremo final del sondeo se alejaría 1,83 metros de la vertical.

La dirección de la desviación no ha podido ser medida puesto que el sondeo se encuentra acondicionado con tubería metálica y la brújula no funciona correctamente en estas condiciones.

4.5 REGISTRO DE DIÁMETROS

Figura nº 4. Diagrama de diámetros.



Este registro se llevó a cabo el 16/07/2015, según el programa de trabajo. En el registro se observan los siguientes datos:

Este reconocimiento se realiza en sentido ascendente, abriéndose las patas de la sonda en el fondo del sondeo hasta que contactan con la tubería.

Entre 0 y 55,55 m, se registran valores que varían entre 369 y 387 mm, correspondientes a la tubería de acondicionamiento de 400 mm de diámetro con numerosas incrustaciones.

Entre 55,55 y 81 m, se registran valores comprendidos entre 230 y 290 mm, correspondientes a la tubería de acondicionamiento de 300 mm con numerosas y muy importantes incrustaciones.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Profundidad: el registro videográfico ha podido realizarse hasta 81,60 m, donde las grandes incrustaciones impiden el paso de la cámara. La sonda de verticalidad se detuvo a 78 m y la sonda de temperatura y conductividad pudo bajar hasta 82,75 m.

Tubería de acondicionamiento: La tubería de acondicionamiento se encuentra muy deteriorada, con importantes roturas y signos de envejecimiento.

El tramo de tubería de acondicionamiento que se sacó del sondeo al extraer la bomba probablemente formara parte del tramo de tubería de 300 mm del sondeo, estando situado entre 52,5 y 55,5 m.

El ramo extraído cuenta con el cono centrador de la reducción, por lo que es coherente con que la reducción actualmente situada en el sondeo a 55,55 m se encuentre muy descentrada.

Actualmente los diámetros en la parte que ha podido ser reconocida del sondeo son:

- Entre 0 y 55,55 m, se registran valores que varían entre 369 y 387 mm, correspondientes a la tubería de acondicionamiento de 400 mm de diámetro con numerosas incrustaciones.
- Entre 55,55 y 81 m, se registran valores comprendidos entre 230 y 290 mm, correspondientes a la tubería de acondicionamiento de 300 mm con numerosas y muy importantes incrustaciones.

Verticalidad: Según el registro realizado el sondeo se encuentra desviado de la vertical una media de **1,35°**. La máxima inclinación registrada es de 3,8° a 78 m. En el anejo IV se puede observar el perfil del sondeo suponiendo un azimuth constante. Según este croquis la desviación horizontal del sondeo es de 1,83 m.

Calidad y Nivel Estático del Agua: Se localiza a **49,53 m** de profundidad. El agua se muestra limpia hasta que las partículas desprendidas la enturbian.

La temperatura del agua en el nivel estático se estabiliza en 21,15° C. A continuación va en aumento, más lentamente hasta 68 m y más rápidamente hasta 82,5 m. En este punto alcanza 21,8° C.

La conductividad en el nivel estático del agua es de 895 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A 55 m asciende rápidamente hasta alcanzar 1155 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A continuación desciende ligeramente hasta un valor de 1095 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 82,5 m.

El continuo ascenso de la temperatura con un ratio cercano al gradiente geotérmico indica que probablemente no hayamos atravesado el principal aporte de agua al sondeo.

Si bien podría haber un pequeño aporte de agua entre 65 y 70 m.

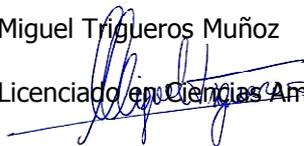
Litología: El registro gamma natural es compatible con un entorno calcáreo.

Concretamente, la zona saturada presenta radiaciones compatibles con calizas.

A la vista del estado de conservación de la tubería de acondicionamiento, teniendo en cuenta la edad del sondeo y la incertidumbre sobre la situación del resto del mismo hasta los 143 m previstos se juzga muy difícil la opción de reparación del sondeo.

Por tanto se recomienda evaluar la viabilidad de construir un nuevo sondeo para sustituir éste.

Miguel Trigueros Muñoz
Licenciado en Ciencias Ambientales



Jose Vicente Piera Mateo
Licenciado en Ciencias Ambientales



6 ANEJOS

Anejo I: Disco DVD con una copia del reconocimiento videográfico

Anejo II: Fotografías del reconocimiento

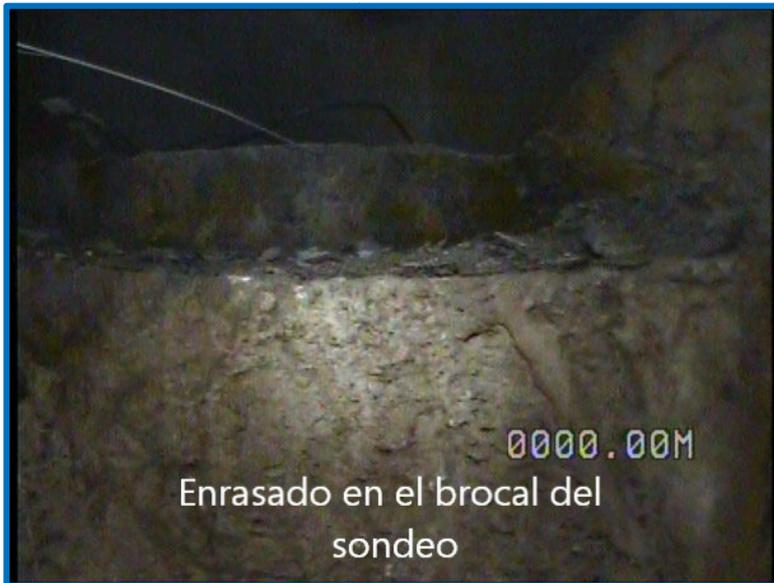
Anejo III: Diagrafías normalizadas

Anejo IV: Perfil del sondeo

Anejo V: Resumen de trabajos realizados

Anejo I: Disco DVD con una copia del reconocimiento videográfico

Anejo II: Fotografías del reconocimiento



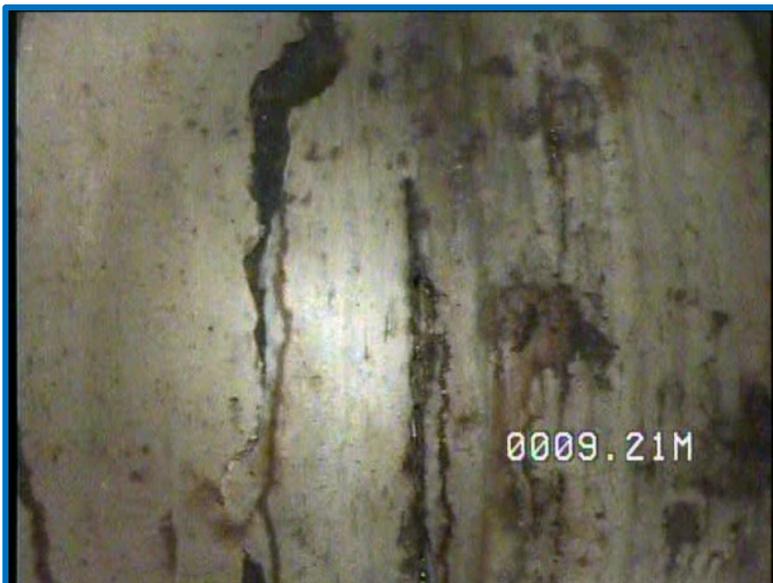
Enrasado en el brocal, 0 m



Tubería de acondicionamiento de hacer al carbono, tipo soldadura longitudinal , 1,3 m



Detalle de una soldadura transversal entre tramos de tubería, signos de envejecimiento, 1,75 m



Posible ranuras, signos de humedad y envejecimiento, 9,21 m



Restos de cuerda caídos, apoyados en lajas de incrustación, 36,13 m



Cascarilla e incrustación tapizando la tubería de acondicionamiento, van en aumento, 40,82 m



Nivel estático del agua, visto desde 48,95 m



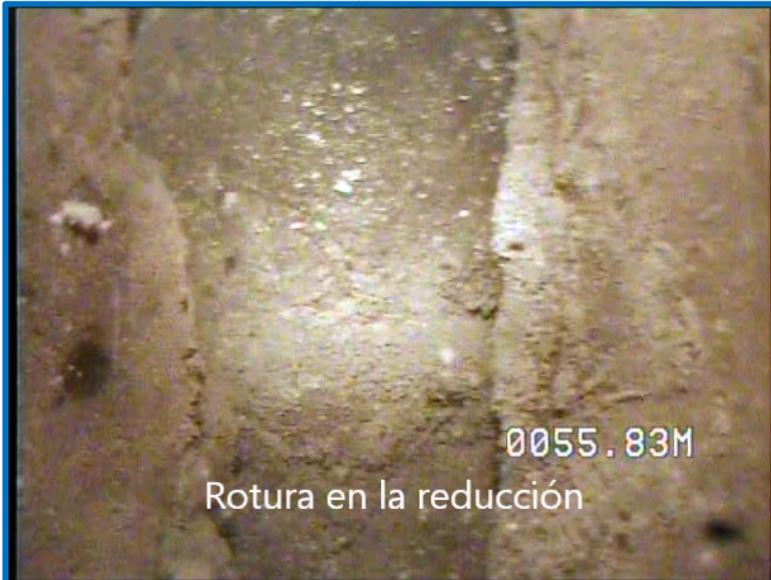
Nivel estático del agua, situado a 49,53 m



Reducción de diámetro, tipo telescópica, descentrada, vista desde 55 m



Extremo superior de la reducción de diámetro, situado a 55,55 m



Rotura longitudinal desde el extremo superior de la reducción hasta 57 m



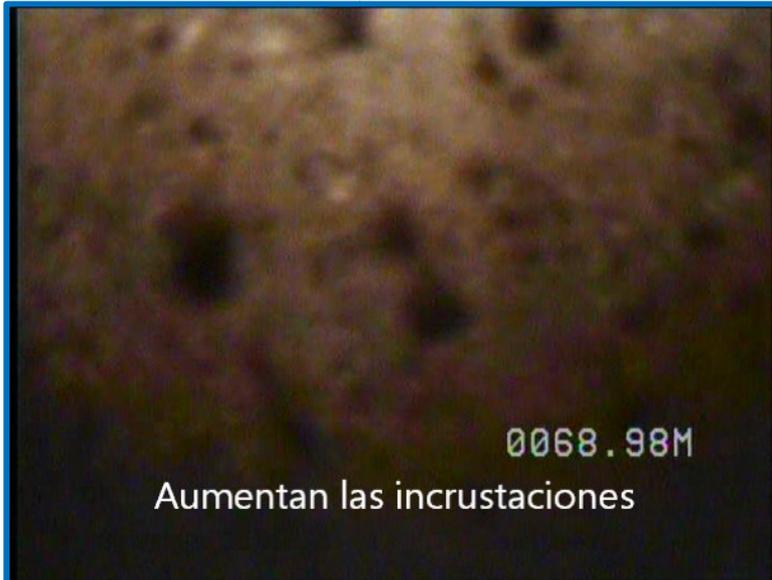
Rotura en soldadura transversal, 58 m



Aparente orejeta tapada, 62,25 m



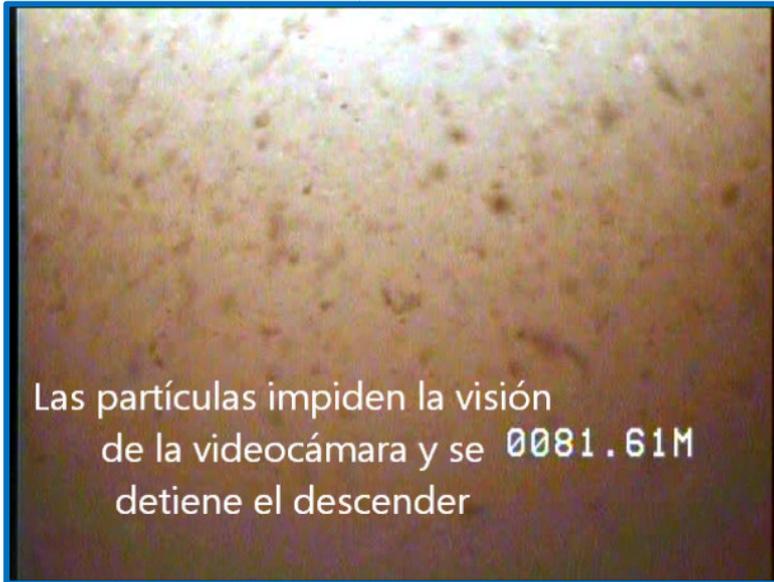
Nueva rotura longitudinal, desde 63,10 a 63,95 m



Las incrustaciones y partículas en suspensión que se desprenden al paso de la cámara dificultan la visión.

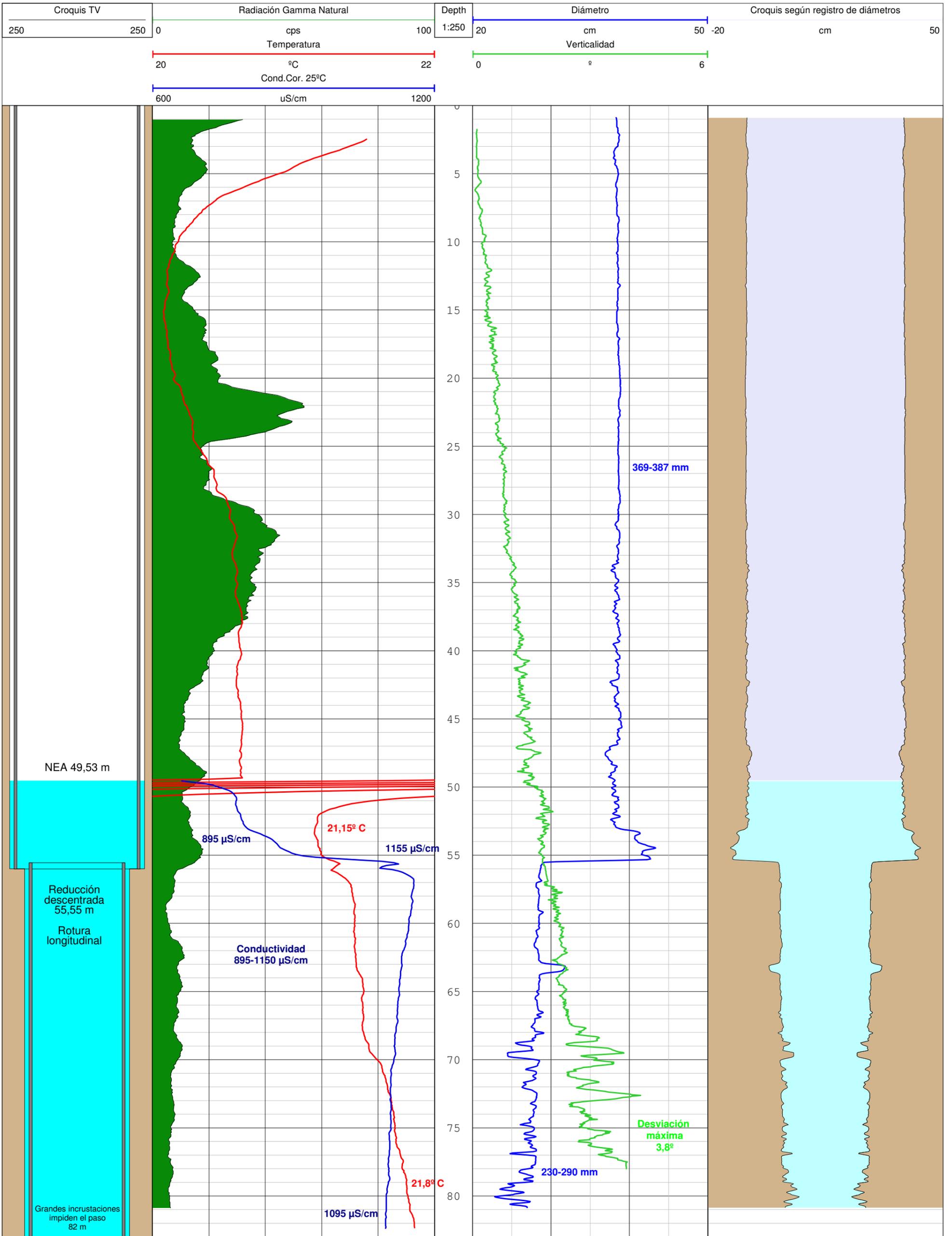


Importante aumento de la incrustación que, puntualmente, reduce significativamente el diámetro, a partir de 75 m

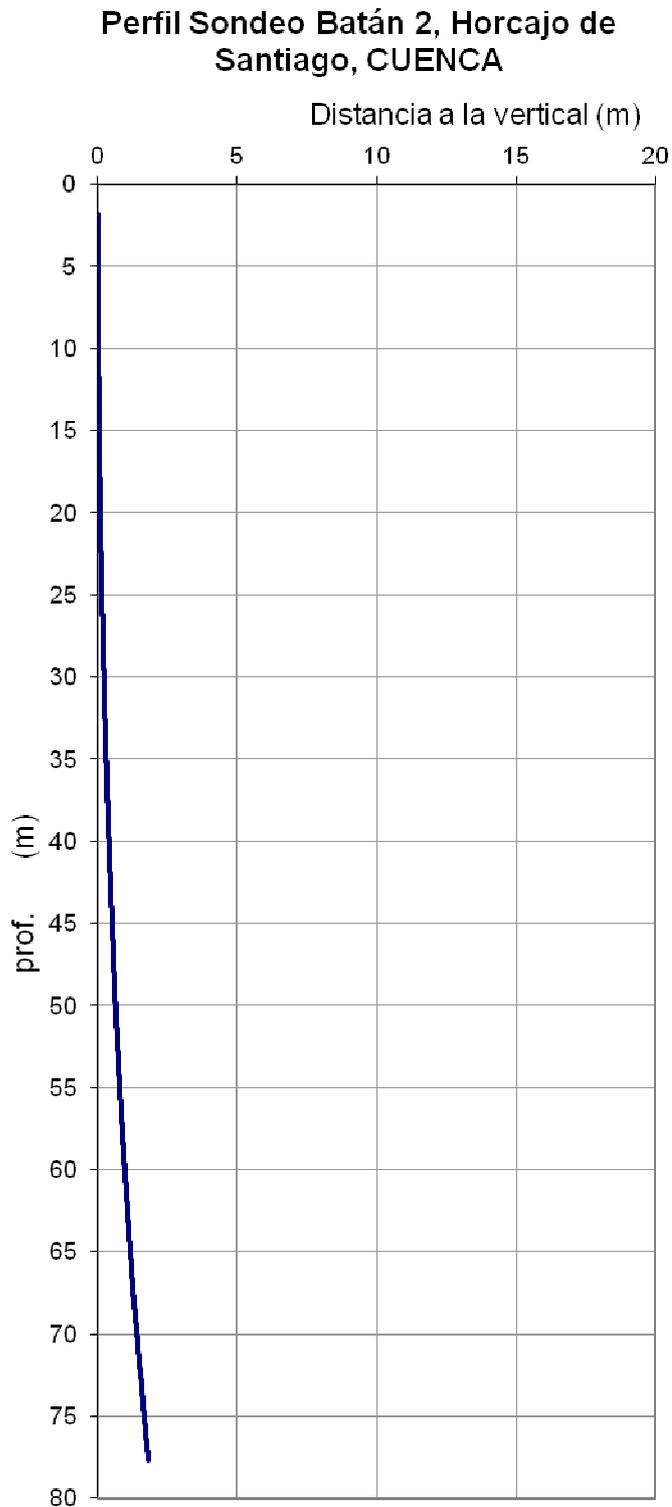


Los problemas de visión y las grandes incrustaciones que dificultan la visión y el paso de la cámara obligan a dar por finalizado el reconocimiento a 81,6 m

Anejo III. Diagrafías del reconocimiento



Anejo IV: Perfil del sondeo



Sondeo BATÁN 2
desviación horizontal (m)
1,83
profundidad real (m)
77,71
desviación media °
1,35

Anejo V: Resumen de trabajos realizados

Registro videográfico	81 m
Sonda temperatura y conductividad	82 m
Sonda gamma natural	82 m
Sonda de verticalidad	78 m
Sonda de diámetros	81 m