

MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA DE CONOCIMIENTO SOBRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
COMO APOYO A LA GESTIÓN HIDROLÓGICA DE LA CIUDAD DE MELILLA (2018-2020) FASE 2^a.

**CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO DE SONDEOS EN LA
CIUDAD AUTÓNOMA DE MELILLA MEDIANTE
DIAGRAFÍAS CON LA UNIDAD MÓVIL DEL IGME**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. SELECCIÓN PREVIA DE SONDEOS DONDE EFECTUAR UN RECONOCIMIENTO PRELIMIAR.....	3
3. TESTIFICACIÓN DE SONDEOS MEDIANTE SONDA DE TESTIFICACIÓN PROGRAMADA DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y TEMPERATURA.....	7
3.1. <u>Colón (S/2)</u>	7
3.2. <u>Aeropuerto 1 (S/3)</u>	8
3.3. <u>Altos del Real sin instalar</u>	9
3.4. <u>Hardú sin instalar</u>	10
3.5. <u>Iguariacher (CHG)</u>	11
3.6. <u>Barranco de las Adelfas (CHG)</u>	11
3.7. <u>Planta de bombeo II CHG</u>	12
3.8. <u>Sidi Guiach (S/2)</u>	13
3.9. <u>Barrio Chino I (S/4)</u>	14
3.10. <u>Repoplación seco</u>	15
3.11. <u>Pozo Maestranza</u>	16
3.12. <u>Barranco de Azuggag (CHG)</u>	17
3.13. <u>Planta de bombeo I (CHG)</u>	17

Avance sobre la Campaña de reconocimiento de sondeos en la Ciudad Autónoma de Melilla mediante diagrafías con la Unidad Móvil del IGME (Fase 1ª)

1. INTRODUCCIÓN

Esta campaña de reconocimiento forma parte de las actividades previstas en el Convenio Específico de Colaboración entre el Instituto Geológico y Minero de España y la Consejería de Medio Ambiente de la Ciudad Autónoma de Melilla para 2015-2020. En concreto forma parte de la actividad nº 7 de reconocimiento de sondeos previos y de sondeos de investigación con equipo de testificación geofísica.

Para la realización de las actividades incluidas en este informe se ha utilizado el equipamiento de la Unidad móvil para estudios hidrogeológicos y medioambientales disponible en la Unidad Territorial del IGME en Granada, cofinanciada con Fondos Feder (referencia proyecto IGME 10-1E-1284).

Como parte de la Unidad Móvil de estudios hidrogeológicos y medioambientales existente en la Unidad Territorial del IGME de Granada, se dispone de un equipo de testificación geofísica de sondeos compuesta por un vehículo ligero con cabina sencilla con caja carrozada de dimensiones suficientes para el transporte del material a utilizar y con altura apta para permitir el trabajo en su interior. El equipo de testificación geofísica incluido en la Unidad Móvil permite medir las propiedades físicas de formaciones profundas a través de sondeos.

La implementación de los nuevos datos derivados de las sondas de testificación geofísica en un modelo geológico 3D permitirá obtener una imagen más precisa de la estructura geológica, la distribución de las principales unidades litoestratigráficas, y mejorar interpretaciones previas de los cortes geológicos bidimensionales. Además permite determinar el flujo del agua en los sondeos a reconocer, la radiación gamma de los materiales perforados, la elaboración de perfiles de conductividad, temperatura del agua, resistividad y testificación óptica y acústica.

El equipo de testificación geofísica consta de las siguientes sondas y elementos:

- Winch portacable monitorizado con 1000 m con conductor simple de 0.125'' con cabezal de cable GO4, para conectar las distintas sondas e introducirlas en los sondeos.
- Sonda de inspección preliminar, que nos permite reconocer la medida de la profundidad de los sondeos y el reconocimiento de la no obstrucción de estos para su testificación posterior con el resto de sondas.

- Sonda de medición de flujo (Flowmeter) QL40-SFM con hélices de 50, 75 y 100 mm, que mide el flujo de agua dentro del sondeo.
- Sonda de medición de radiación Gamma Natural QL40-GRA con sensor de cristal de NaI, que mide la radiación natural de las rocas.
- Sonda de conductividad y temperatura del fluido QL40-FTC con un rango de medida de la temperatura de -20 a 80 °C y rango de medida de conductividad de 5 a 2.5 x 105 µS/cm.
- Sonda de imagen acústica en sondeo QL40 ABI, con la que se puede obtener una imagen acústica orientada 360° (amplitud & tiempo de tránsito), azimuth e inclinación del sondeo, la orientación relativa y el campo magnético.
- Sonda de imagen óptica en sondeos QL40 OBI, con la que se puede obtener una imagen óptica RGB orientada de 360º, azimuth e inclinación del sondeo, la orientación relativa y el campo magnético.
- Sonda de resistividad normal y de polarización inducida QL40 ELOG/IP, con la que se puede obtener la cargabilidad Ma en [ms] con electrodos a 16" y 64", un registro de la onda completa, Normal 8", 16", 32" y 64", Resistividad en [Ohm-m], SP en [mV] y SPR en [Ohm]. Con cable aislante QL4 IS 4.
- Sistema de adquisición matricial con accesorios para conexión del Winch portacable y el software en el portátil.
- Licencia del software WellCAD para el procesamiento de los resultados obtenidos con las diferentes sondas y módulo de procesado de imágenes.

2. SELECCIÓN PREVIA DE SONDEOS DONDE EFECTUAR UN RECONOCIMIENTO PRELIMINAR

Tomando como base el inventario de puntos de agua realizado para este trabajo, se ha propuesto la selección de 13 sondeos, que formarán parte de la primera fase de reconocimiento de sondeos mediante diagrafías con la Unidad Movil. A priori, de acuerdo con la información disponible, estos 13 sondeos no se encuentran con instalaciones de bombeo en su interior, y se podrán realizar las testificaciones propuestas.

La testificación propuesta para esta primera fase de testificación, para cada uno de los sondeos seleccionados para su reconocimiento está compuesta por:

- Medida de la profundidad de los sondeos y reconocimiento de la no obstrucción de estos para su testificación, mediante sonda de inspección preliminar.

- Testificación de los sondeos con la sonda de conductividad y temperatura del agua, mediante una sonda de testificación programada.

A continuación se muestra la localización de los 13 sondeos seleccionados sobre la base de un mapa topográfico 1:25.000 y una tabla con sus coordenadas en el sistema de proyección ETRS89.



Figura 1. Mapa de localización (base topográfico 1:25000) de puntos de testificación propuestos inicialmente.

N IGME	Toponimia	X	Y	Z
215330004	Pozo Maestranza	505084	3903863	20
215330047	Sidi Guariach (S/2)	503384	3904939	30
215330055	Colón (S/2)	504496	3906597	68
215330059	Barranco de las Adelfas (CHG)	503500	3907228	79
215330060	Aeropuerto I (S/3)	503807	3903701	56
215330068	Barranco de Azuggag (CHG)	503245	3907083	61
215330069	Iguariacher (CHG)	502813	3905811	31
215330070	Planta de bombeo I (CHG)	502997	3905793	26
215330043	Altos del real sin instalar	504839	3903321	21
215330076	Planta de bombeo II	503019	3905881	24
215330078	Repoplación seco	503470	3907629	108
215330088	Barrio Chino I (S/4)	504147	3903377	37
215330091	Hardú sin instalar	504690	3903484	34

Tabla 1: Localización de los 13 sondeos seleccionados con sus coordenadas en el sistema de proyección ETRS89.

En la tabla siguiente se describen los 13 sondeos seleccionados para su testificación y los datos que se han obtenido:

NOMBRE	SONDA INSPECCIÓN PRELIMINAR	SONDA DE CONDUCTIVIDAD Y TEMPERATURA	PROFUNDIDAD SONDEO (m)	OBSERVACIONES
Colón (S/2)	SI	SI	142	
Aeropuerto I (S/3)	SI	NO	245	La medida de Prof. no es absolutamente fiable. No se detecta nivel.
Altos del Real sin instalar	SI	NO	67	No se detecta nivel
Hardú sin instalar	SI	SI	147	
Iguariacher CHG	SI	NO	10	No se detecta nivel
Barranco de las Adelfas CHG	SI	NO	55	No se detecta nivel
Planta de bombeo II (CHG)	SI	SI	116	
Sidi Guariach (S/2)	SI	SI	142	Desde el emboquille en el búnker
Barrio Chino I (S/4)	SI	SI	160	
Repoplación seco	SI	NO	44	No se detecta nivel
Pozo Maestranza	SI	SI	125	
Barranco de Azuggag	NO	NO		Instalado con tubería de impulsión
Planta de bombeo I (CHG)	NO	NO		Instalado con tubería de impulsión

Tabla 2: Datos obtenidos de los 13 sondeos testificados.

De los 13 sondeos seleccionados para su testificación se ha realizado la medida de la profundidad de los sondeos y reconocimiento de la no obstrucción de estos para su testificación, mediante sonda de inspección preliminar en 11 de ellos, por encontrarse el sondeo de Rostrogordo de CHG y el correspondiente a los Huertos CHG instalados con tubería de impulsión.

3. TESTIFICACIÓN DE SONDEOS MEDIANTE SONDA DE TESTIFICACIÓN PROGRAMADA DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y TEMPERATURA

De estos 11 sondeos, en los que se ha podido realizar la inspección preliminar del sondeo, se ha procedido a la testificación de los sondeos con la sonda de conductividad y temperatura del agua, mediante una sonda de testificación programada, de los que se ha podido realizar en 6 de ellos. En el resto no se ha podido realizar por detectarse nivel piezométrico.

A continuación se muestra la localización de los 13 sondeos seleccionados inicialmente con las correspondientes testificaciones de los sondeos en los cuales se han podido realizar:

3.1. Colón (S/2)

En el sondeo denominado Colón (S/2) se han podido realizar ambas testificaciones, tanto con la sonda de inspección preliminar, como con la sonda de conductividad y temperatura. De la primera de ellas se ha podido obtener que el sondeo se encuentra libre para el paso de otras sondas de testificación y que la profundidad de este es de 142 metros. De la testificación con la sonda de conductividad y temperatura podemos observar en la figura anterior como el nivel piezométrico se localiza a 59,56 metros, punto en el cual la conductividad eléctrica del agua del acuífero en el sondeo se mantiene constante, en torno a los $2200 \mu\text{S}/\text{cm}$ en los 60 metros de columna de agua testificados. La temperatura del agua a partir del metro 59,56 se mantiene constante en el entorno de los $23,2^\circ\text{C}$, aunque a partir del metro 95 esta sufre un incremento lineal hasta los $24,7^\circ\text{C}$ en su punto más profundo de la testificación.

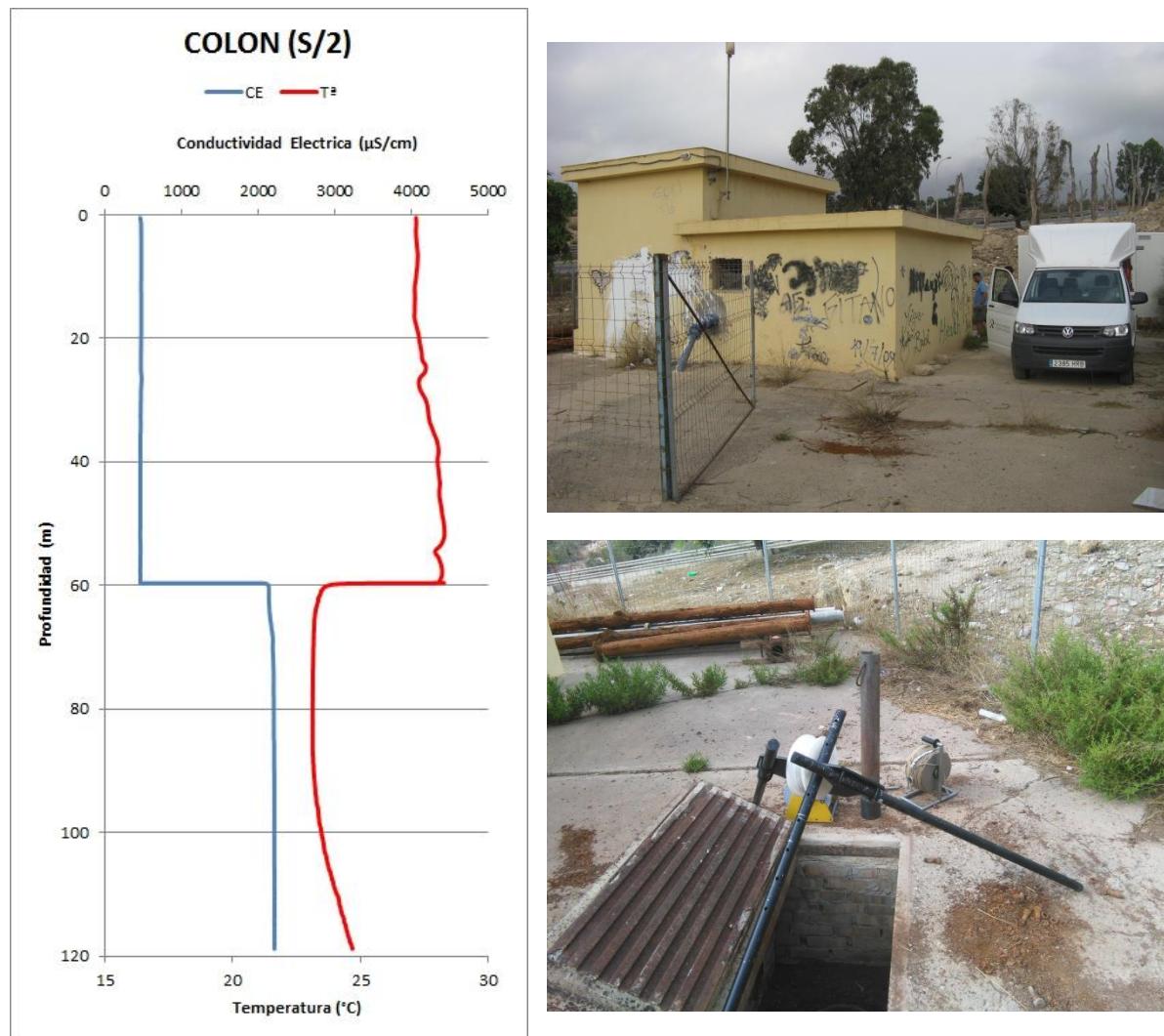


Figura 2: Imágenes del sondeo Colón (S/2) y digrafías de conductividad y temperatura.

3.2. Aeropuerto 1 (S/3)



Figura 3: Imágenes del sondeo Aeropuerto 1 (S/3).

En el sondeo denominado Aeropuerto 1 (S/3) se ha podido realizar la testificación con la sonda de inspección preliminar, aunque esta medida no resulta de una fiabilidad total, por no haberse realizado la testificación en profundidad con una limpieza absoluta. De esta testificación se ha podido obtener que el sondeo pudiera no encontrarse totalmente libre para el paso de otras sondas de testificación y que la profundidad de este es de 245 metros, aunque dicho dato hay que tomarlo con cautela. Por ello no se ha procedido a la testificación con la sonda de conductividad y temperatura.

3.3. Altos del Real sin instalar

En el sondeo denominado Altos del Real sin instalar se ha podido realizar la testificación con la sonda de inspección preliminar, de ella se ha podido obtener que el sondeo se encuentra libre para el paso de otras sondas de testificación y que la profundidad de este es de 67 metros. Con posterioridad se ha procedido a la testificación mediante sonda de conductividad y temperatura, aunque de esta no se ha obtenido resultado ninguno por no alcanzarse el nivel piezométrico en este sondeo.



Figura 4: Imágenes del sondeo Altos del Real sin instalar.

3.4. Hardú sin instalar

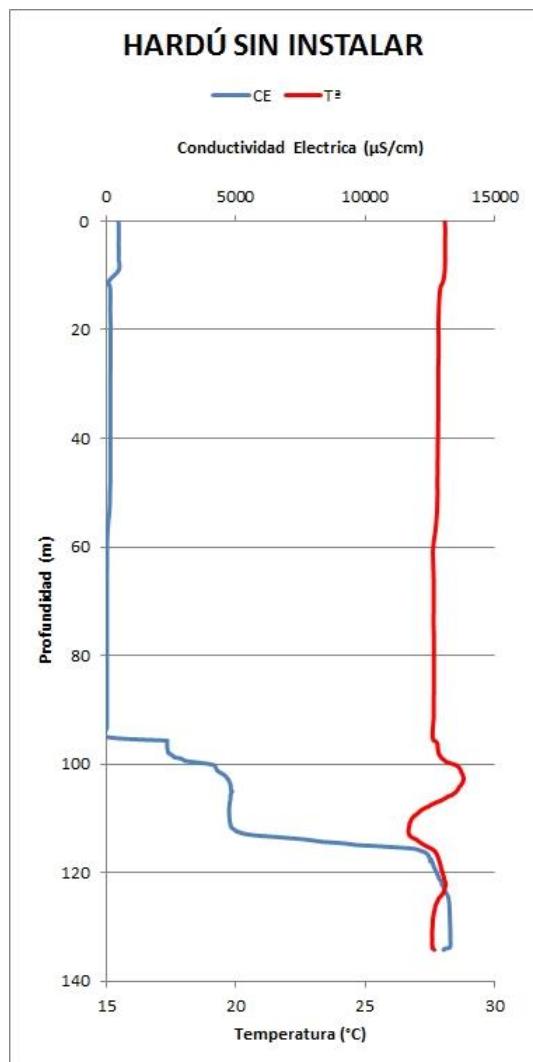


Figura 5: Imágenes del sondeo Hardú sin instalar y dígrafías de conductividad y temperatura.

En el sondeo denominado Hardú sin instalar se han podido realizar ambas testificaciones, tanto con la sonda de inspección preliminar, como con la sonda de conductividad y temperatura. De la primera de ellas se ha podido obtener que el sondeo se encuentra libre para el paso de otras sondas de testificación y que la profundidad de este es de 147 metros. De la testificación con la sonda de conductividad y temperatura podemos observar en la figura anterior como el nivel piezométrico se localiza a 95,69 metros, punto en el cual la conductividad eléctrica del agua del acuífero en el sondeo se sitúa en torno a los 2350 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta el entorno de los 97,60 metros, en donde sufre un incremento progresivo hasta unos 4800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de media, hasta el entorno de los 111,5 metros donde vuelve a sufrir un incremento progresivo de la conductividad eléctrica hasta los 13200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, hasta el metro 134 hasta el cual fue testificado. En relación con la temperatura del agua en la columna del agua del sondeo podemos observar como al entrar en contacto con el agua en el metro

95,69 esta toma un valor de 27,8 °C hasta el entorno de los 97,60 metros en donde sufre un aumento progresivo hasta los 28,8 °C, con su máximo entre los metros 102 y 103. Tras el metro 103 la temperatura sufre un descenso progresivo hasta los 26,7 °C en el metro 112,5. A partir de esta profundidad vuelve a sufrir un incremento positivo de la temperatura hasta los 28,1 °C a los 122 metros de profundidad. A partir de esta profundidad y hasta el final de la testificación a los 134 metros, se produce una disminución de la temperatura hasta los 27,7°C, manteniéndose prácticamente constante.

3.5. Iguariacher (CHG)



Figura 6: Imágenes del sondeo Iguariacher (CHG).

En el sondeo denominado Iguariacher (CHG) se ha realizado la testificación con la sonda de inspección preliminar, de ella se ha podido obtener que el sondeo tan sólo dispone de 10 metros libres. En estos 10 metros no se ha detectado nivel piezométrico.

3.6. Barranco de las Adelfas (CHG)



Figura 7: Imágenes del sondeo Barranco de Las Adelfas (CHG).

En el sondeo denominado Barranco de las Adelfas (CHG) se ha podido realizar la testificación con la sonda de inspección preliminar, de ella se ha podido obtener que el sondeo se encuentra libre para el paso de otras sondas de testificación y que la profundidad de este es de 55 metros. Con posterioridad se ha procedido a la testificación mediante sonda de conductividad y temperatura, aunque de esta no se ha obtenido resultado ninguno por no alcanzarse el nivel piezométrico en este sondeo.

3.7. Planta de bombeo II CHG

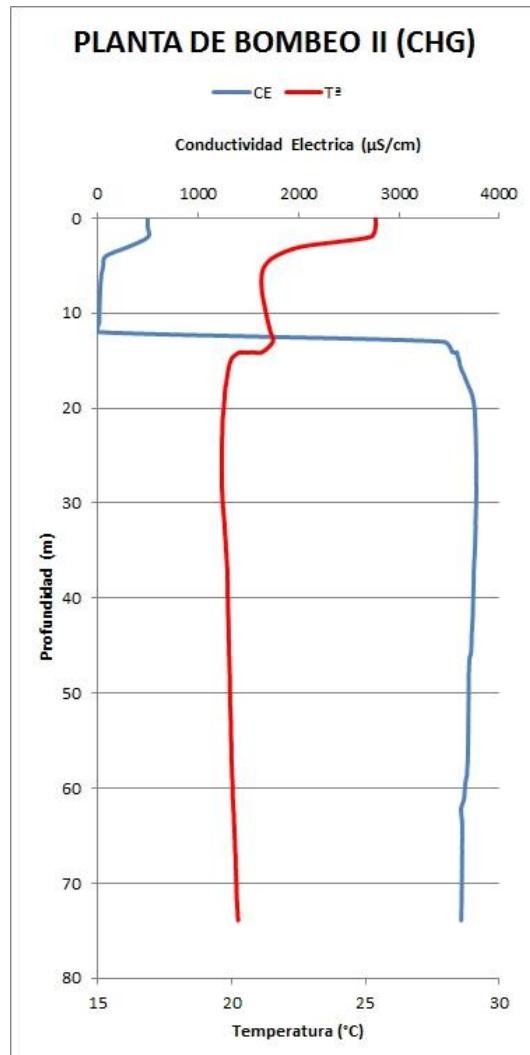


Figura 8: Imágenes del sondeo Planta de Bombeo II (CHG) y digrafías de conductividad y temperatura.

En el sondeo denominado Planta de bombeo II (CHG) se han podido realizar ambas testificaciones, tanto con la sonda de inspección preliminar, como con la sonda de conductividad y temperatura. De la primera de ellas se ha podido obtener que el sondeo, se

encuentra libre para el paso de otras sondas de testificación y que la profundidad de este es de 116 metros. De la testificación con la sonda de conductividad y temperatura podemos observar en la figura anterior como el nivel piezométrico se localiza a 14,10 metros, punto en el cual la conductividad eléctrica del agua del acuífero en el sondeo se mantiene prácticamente constante en torno a los 3700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los 60 metros de columna de agua testificados, aunque con un leve descenso progresivo hasta el entorno de los 3600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La temperatura del agua al principio sufre una progresiva adaptación a la temperatura ambiente, por encontrarse cerca de la superficie del terreno, aunque posteriormente se mantiene prácticamente constante en el entorno de los 19,7 °C, también se puede observar un ligero incremento lineal hasta los 20,2 °C en su punto más profundo de la testificación (74 metros).

3.8. Sidi Guariach (S/2)

En el sondeo denominado Sidi Guariach (S/2) se ha podido realizar ambas testificaciones, tanto con la sonda de inspección preliminar, como con la sonda de conductividad y temperatura. Aunque para la testificación con sonda de inspección preliminar se ha tenido que realizar con una de menor diámetro por encontrarse el sondeo sellado con una chapa metálica y tan sólo disponer de una ranura en su parte superior central. Todas las profundidades que se muestran a continuación son referidas a la boca del sondeo, localizado dentro del bunker, por debajo de la superficie del suelo. De la primera de ellas se ha podido obtener que el sondeo se encuentra libre para el paso de otras sondas de testificación y que la profundidad de este es de 142 metros. De la testificación con la sonda de conductividad y temperatura podemos observar en la figura anterior como el nivel piezométrico se localiza a 101,04 metros, punto en el cual la conductividad eléctrica del agua del acuífero en el sondeo se sitúa en torno a los 2620 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aunque sufriendo un progresivo aumento hasta el entorno de los 3100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el metro 117,5. A partir de esta profundidad, el agua sufre un brusco aumento de la conductividad hasta los 3660 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta el metro 130 hasta el cual fue testificado. En relación con la temperatura en la columna del agua del sondeo podemos observar como antes de entrar en contacto con el agua el termómetro ya mide la temperatura de esta, con un valor medio de 27,9 °C que se mantiene constante hasta los 130 metros testificados.

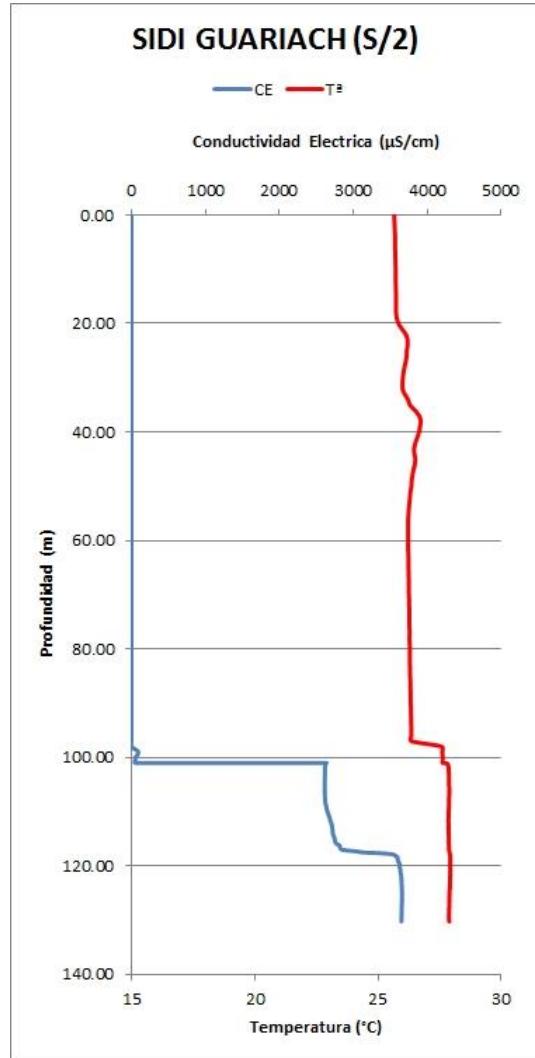


Figura 9: Imágenes del sondeo Sidi Guariach (S/2) y digraffías de conductividad y temperatura.

3.9. Barrio Chino I (S/4)

En el sondeo denominado Barrio Chino I (S/4) se han podido realizar ambas testificaciones, tanto con la sonda de inspección preliminar, como con la sonda de conductividad y temperatura. De la primera de ellas se ha podido obtener que el sondeo se encuentra libre para el paso de otras sondas de testificación y que la profundidad de este es de 160 metros. De la testificación con la sonda de conductividad y temperatura podemos observar en la figura anterior como el nivel piezométrico se localiza a 89,78 metros, punto en el cual la conductividad eléctrica del agua del acuífero en el sondeo se mantiene prácticamente constante en torno a los $2720 \mu\text{S}/\text{cm}$ hasta el entorno del metro 143 en donde se produce un brusco incremento de la conductividad eléctrica, superando los $7310 \mu\text{S}/\text{cm}$ hasta los 146,70 metros que fueron testificados. La temperatura del agua al entrar en contacto con esta a los 89,78 metros muestra valores en torno a los $29 ^{\circ}\text{C}$ que va aumentando

progresivamente hasta los 31,7 °C en el metro 143. A partir de este metro sufre un brusco aumento hasta los 32,6 °C.

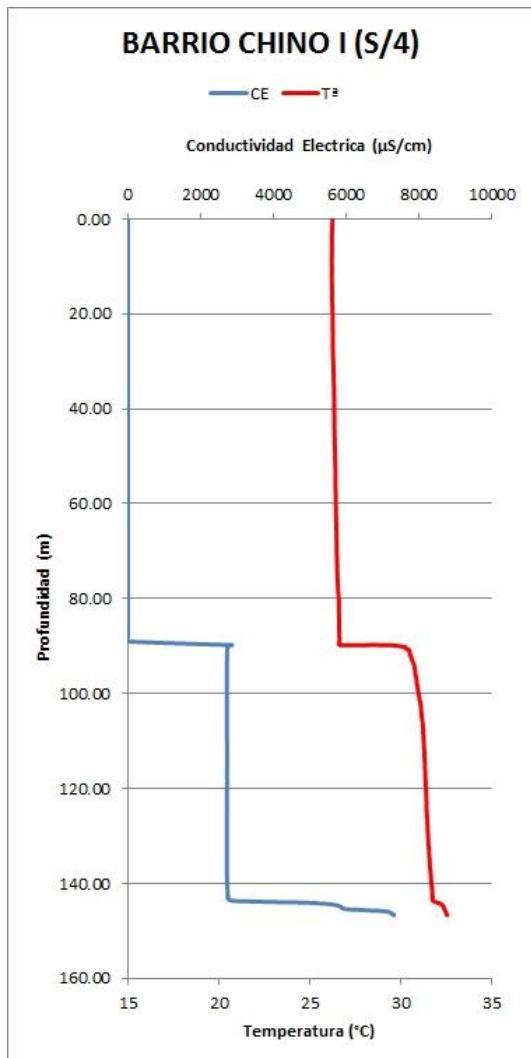


Figura 9: Imágenes del sondeo Barrio Chino I (S/4) y digrafías de conductividad y temperatura.

3.10. Re población seco

En el sondeo denominado Repoblación seco se ha podido realizar la testificación con la sonda de inspección preliminar, de ella se ha podido obtener que el sondeo se encuentra libre para el paso de otras sondas de testificación y que la profundidad de este es de 44 metros. Con posterioridad se ha procedido a la testificación mediante sonda de conductividad y temperatura, aunque de esta no se ha obtenido resultado ninguno por no alcanzarse el nivel piezométrico en este sondeo.



Figura 10: Imágenes del sondeo Repoblación seco.

3.11. Pozo Maestranza

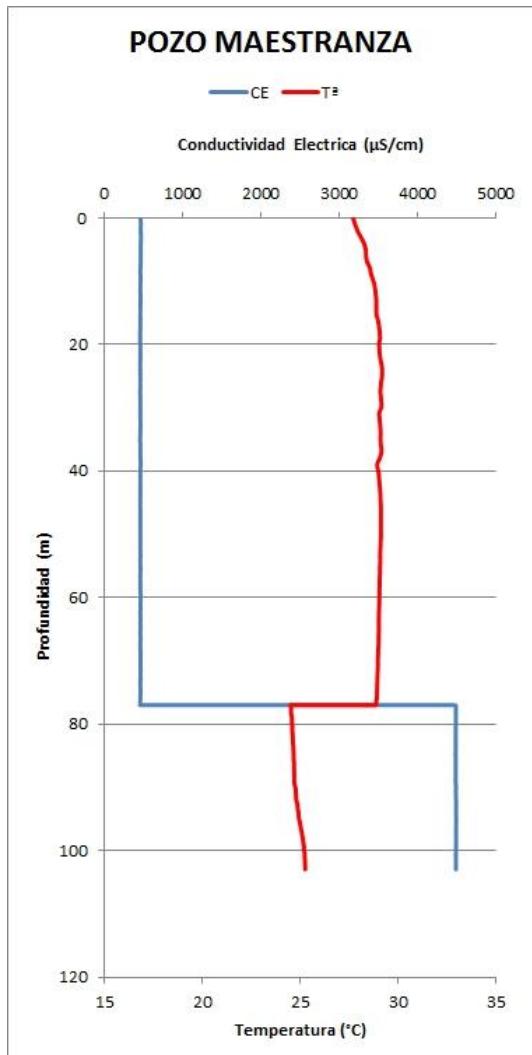


Figura 11: Imágenes del sondeo Pozo Maestranza y digrafías de conductividad y temperatura.

En el sondeo denominado Pozo Maestranza se han podido realizar ambas testificaciones, tanto con la sonda de inspección preliminar, como con la sonda de conductividad y temperatura. De la primera de ellas se ha podido obtener que el sondeo se encuentra libre para el paso de otras sondas de testificación y que la profundidad de este es de 125 metros. De la testificación con la sonda de conductividad y temperatura podemos observar en la figura anterior como el nivel piezométrico se localiza a 76,69 metros, punto en el cual la conductividad eléctrica del agua del acuífero en el sondeo se mantiene constante, por encima de los $4480 \mu\text{S}/\text{cm}$ hasta los 103 metros de profundidad testificados. La temperatura del agua a partir del metro 76,69 se mantiene constante en el entorno de los $24,5^\circ\text{C}$, aunque con un incremento lineal hasta los $25,2^\circ\text{C}$ en su punto más profundo de la testificación.

3.12. Barranco de Azuggag (CHG)



Figura 12: Imágenes del sondeo Barranco de Azuggag (CHG).

En el sondeo denominado Barranco de Azuggag (CHG) no se han podido realizar ninguna de las testificaciones, ni con la sonda de inspección preliminar ni con la sonda de conductividad y temperatura. Este sondeo se encuentra instalado con bomba y tuberías de impulsión, por lo que no es posible su testificación.

3.13. Planta de bombeo I (CHG)

En el sondeo denominado Planta de bombeo I (CHG) no se han podido realizar ninguna de las testificaciones, ni con la sonda de inspección preliminar ni con la sonda de conductividad

y temperatura. Este sondeo se encuentra instalado con bomba y tuberías de impulsión, por lo que no es posible su testificación.



Figura 13: Imágenes del sondeo Planta de Bombeo I (CHG).