

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

## **NOTA TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE DOS SONDEOS DE EXPLOTACIÓN EN EL ACUÍFERO CALIZO DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE MELILLA**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. CONTEXTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO .....</b>	<b>3</b>
<b>4. COLUMNA LITOLÓGICA Y CONSIDERACIONES HIDROGEOLÓGICAS .....</b>	<b>7</b>
<b>5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CAPTACIONES .....</b>	<b>7</b>
<b>6. ENSAYOS DE BOMBEO.....</b>	<b>7</b>
<b>7. INTERPRETACIÓN DE LAS PRUEBAS Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS ...</b>	<b>9</b>
<b>8. VALORACIÓN ECONÓMICA ORIENTATIVA DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>9</b>
<b>9. REFERENCIAS .....</b>	<b>9</b>

## NOTA TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE DOS SONDEOS DE EXPLOTACIÓN EN EL ACUÍFERO CALIZO DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE MELILLA

### **1. INTRODUCCIÓN**

Esta nota se emite en el marco de las actividades previstas en el Convenio específico de colaboración entre la Ciudad Autónoma de Melilla y el Instituto Geológico y Minero de España para los años 2015-2020, dentro de la actividad nº 15 (Plan de uso sostenible de las masas de agua subterránea).

El objetivo es incrementar los recursos disponibles y la capacidad de bombeo temporal, desde el acuífero detrítico y calizo terciario situado al Norte del río del Oro.

### **2. EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS**

Los emplazamientos de las obras se concretarán, tras realizar la campaña de 8 aforos previstos en diferentes sondeos, ya existentes, tras evaluar las características de transmisividad, coeficiente de almacenamiento y rendimiento de sondeos en los diferentes sectores de la masa de agua del acuífero Calizo.

### **3. CONTEXTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO**

Geológicamente, Melilla se encuentra dentro de la cuenca neógena de Melilla (o Melilla-Nador), que es una de las cuencas post-orogénicas del noreste de la región del Rif. Los afloramientos de estos materiales del Mioceno Superior fosilizan los principales eventos orogénicos alpinos y son fácilmente identificables a lo largo del Corredor Rifeño. Precisamente, en esta zona del noreste del Rif donde se ubica geográficamente Melilla, aflora un complejo carbonático marino somero, de edad Messiniense, que se dispone sobre la vertiente sur de un alto estructural (cabo de las Tres Forcas) compuesto por rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias estructuralmente basculadas (figura 1).

La Demarcación presenta un clima mediterráneo con temperaturas cálidas (189 de media anual) y escasas precipitaciones, estas se reducen a poco más de trescientos milímetros anuales, pero presentan una gran irregularidad interanual. La precipitación media anual en Melilla, según el estudio detallado de la Agencia Nacional de Meteorología, es de 370 l/m<sup>2</sup>.

Se distinguen tres acuíferos definidos como masas de agua en la Demarcación: Acuífero Calizo, Acuífero Aluvial del río del Oro y Acuífero Volcánico (figura 2).

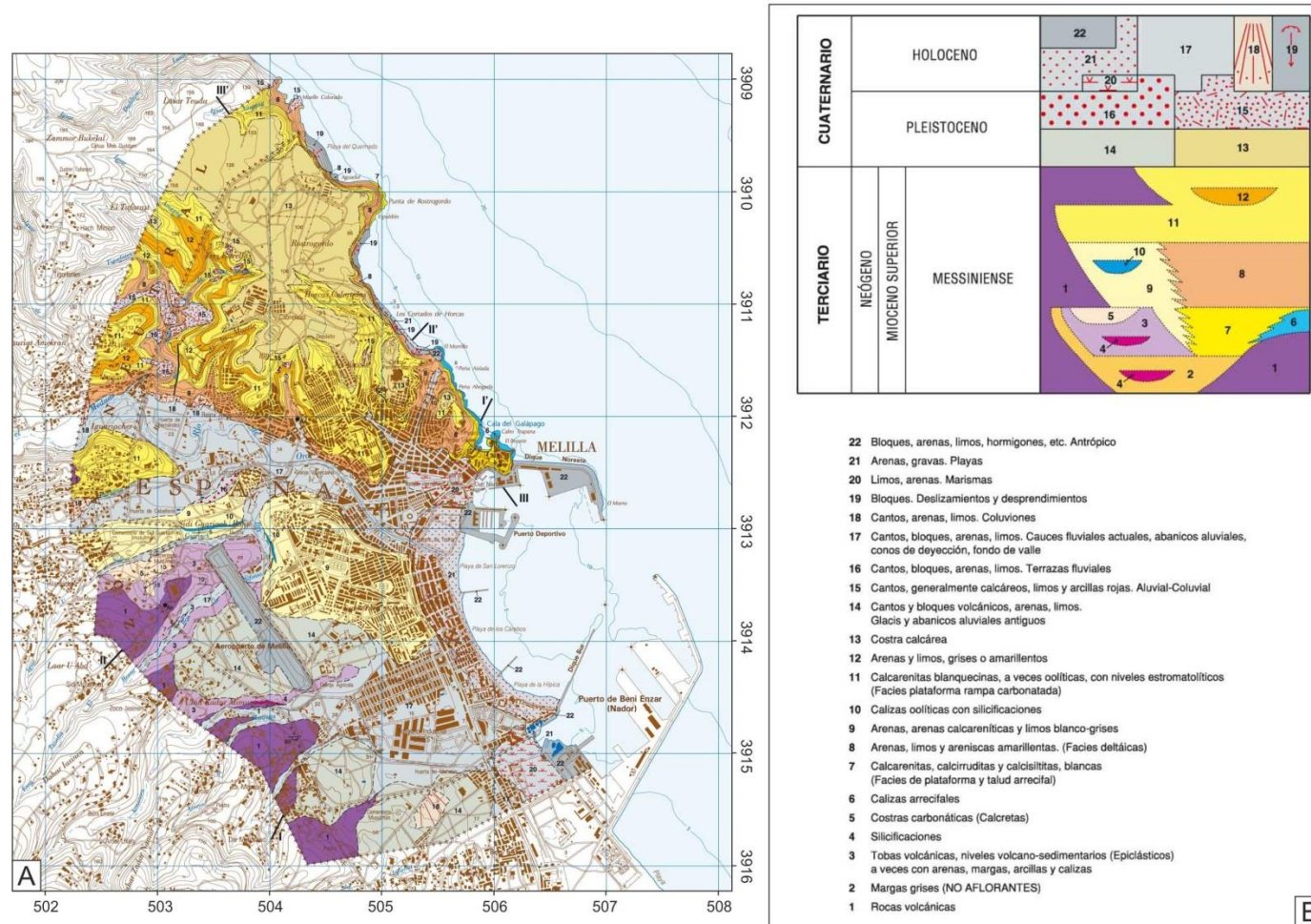


Figura 1. Detalle del mapa geológico MAGNA de escala 1/25.000 de la Hoja de Melilla (A) y leyenda (B) de las distintas litologías (Pineda Velasco et al., 2013).



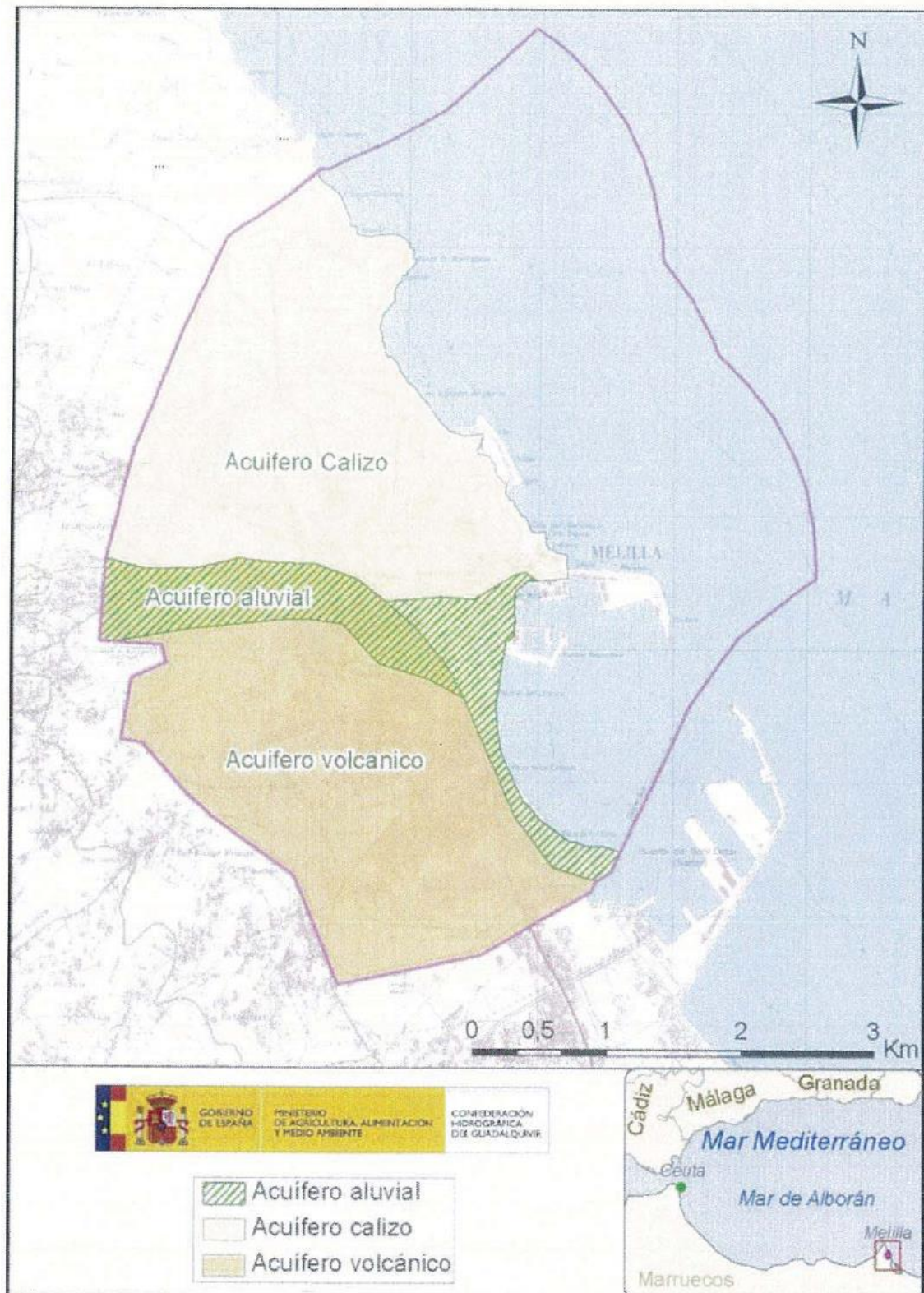


Figura 2. Masas de agua subterránea

### Acuífero calizo

El acuífero calizo se encuentra al Norte de la Demarcación, limitado por la frontera al Oeste, con el mar Mediterráneo al Este y al sur por el cauce del río de Oro.

Fundamentalmente está formado por conglomerados, calcarenitas, calizas de algas, brechas, arenas y limos del Mioceno superior del Messiniense. Se extiende al norte del aluvial del río de Oro; si bien existen afloramientos al sur, en la margen derecha del cauce.

Este acuífero se alimenta por la infiltración superficial, a través de los cauces que lo atraviesan, principalmente el río Nano y por el Oeste a través de las capas permeables que comunican con el Acuífero Norte de Tigorfaten, que se encuentra en territorio extra comunitario dentro de la Demarcación Hidrográfica.

A techo se sitúan caliches y costras carbonáticas del Holoceno. El Mioceno de Melilla ha sido ampliamente descrito por Gómez-Gras y Parcerisa (Gómez-Gras y Parcerisa, 2004). Los autores aportan un análisis sobre el Mioceno en el que distinguen una **Unidad carbonática inferior**, una **Unidad detrítica intermedia** y una **Unidad carbonática superior**. La inferior está conformada por calizas arrecifales, y calcarenitas de plataforma; la intermedia por areniscas y la superior por calcarenitas.

La serie terciaria (Fig. 1 y 3), neógena y marina, está bien expuesta, si bien no completa, en la mitad septentrional del territorio. Los estratos superiores de la **Unidad Carbonática Inferior** visibles de la serie, están constituidos por facies arrecifales y de talud arrecifal (colonias de corales tipo porites (Unidad Cartográfica 6)) con potencias variables de hasta 20 metros sobre las que se disponen calizas de moluscos y algas rojas, calcarenitas y calciruditas blancas (Unidad Cartográfica 7) con buzamientos de 10-20º y potencia aproximada de 25 metros. Sobre ellas se disponen facies deltaicas (Unidad detrítica Intermedia) formadas por areniscas, arenas y limos de color amarillo (Unidad Cartográfica 8) con potencias en torno a los 30 metros. Finalmente, sobre ellas, se depositaron facies de plataforma carbonatada (Unidad Carbonática Superior) con una potencia aproximada de 50 metros y constituidas por arenas, calcarenitas y limos blancos-grises (Unidad Cartográfica 9), calizas oolíticas con silicificaciones (10), calizas oolíticas y calcarenitas blanquecinas con niveles estromatolíticos (Unidad Cartográfica 11) y finalmente arenas y limos grises o amarillentos (Unidad Cartográfica 12).

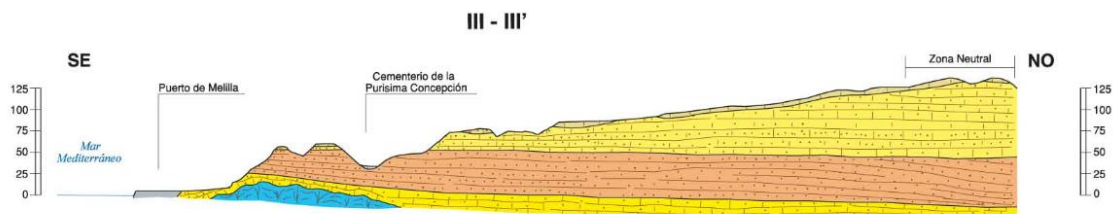


Figura 3. Corte geológico de la hoja MAGNA de Melilla (Pineda Velasco et al., 2013) que muestra la secuencia sedimentaria neógena. La leyenda de las distintas litologías es la misma que la de la figura 3.



Calcarenitas de la Unidad Detrítica Inferior junto a la desaladora



Aspecto del Acuífero Calizo desde la desaladora

#### 4. COLUMNA LITOLÓGICA Y CONSIDERACIONES HIDROGEOLÓGICAS

Se prevé atravesar, dependiendo de los puntos finalmente seleccionados para realizar la perforación, la serie terciaria, fundamentalmente la denominada Unidad Carbonática Inferior de unos 100 m de potencia a atravesar (calcarenitas y calciruditas blanco-amarillentas).

Los metros iniciales, posiblemente atravesarán 15-20 m de la serie terciaria de arenas, limos y areniscas pardas.

La profundidad de nivel freático se espera a unos 9 metros de profundidad.

#### 5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CAPTACIONES

Sistema de perforación: Rotopercusión (posiblemente una perforadora INGERSOLL RAND T-4 W).

Profundidad: 140 m, dependiendo de la columna a atravesar en cada sondeo.

Herramienta de corte: Martillo en fondo.

Diámetro de perforación: 381 mm.

Entubación: Los sondeos serán entubados con 320 mm de tubería metálica con 6 mm de espesor de chapa, hasta el final de la obra y la tubería ranurada a partir del nivel freático.

Acondicionamiento y desarrollo: En los primeros diez metros del sondeo se deberá cementar el espacio interanular comprendido entre la tubería y la pared de la obra. Igualmente sería aconsejable el desarrollo de la obra mediante acidificación y el sellado de la base del sondeo, si aparecieran las margas.

#### 6. ENSAYOS DE BOMBEO

Tras la realización de las dos obras se propone la realización de ensayos de bombeo, instalando la rejilla de la bomba a 10m de la base de la obra.

##### Descripción de las pruebas

Se colocará una tubería de impulsión de 100-125 mm de diámetro interior y una tubería piezométrica de 3/4" de diámetro para guía de la sonda.

Se utilizará una sonda eléctrica graduada y tubo de pitot para medición de caudales.



- Desarrollo y limpieza del sondeo.  
Se desarrollará inicialmente durante 5 horas a caudal reducido de 3 l/s hasta aclarar el agua y eliminar arrastres.
- 1ª prueba de bombeo.  
Tipo de bombeo: escalonado.  
Tiempo de duración: Se realizará durante dos horas un bombeo a 2 l/s, tomando medida del nivel dinámico hasta llegar a la estabilización del nivel, así como la evolución de la conductividad.
- 2ª prueba de bombeo  
Tipo de bombeo: escalonado.  
Tiempo de duración: Se realizará durante dos horas un bombeo a 4 l/s, tomando medida del nivel dinámico hasta llegar a la estabilización del nivel, así como la evolución de la conductividad.
- 3ª prueba de bombeo  
Tipo de bombeo: escalonado.  
Tiempo de duración: Se realizará durante dos horas un bombeo a 6 l/s, tomando medida del nivel dinámico hasta llegar a la estabilización del nivel, así como la evolución de la conductividad.
- 4ª prueba de bombeo  
Tipo de bombeo: escalonado.  
Tiempo de duración: Se realizará durante dos horas un bombeo a 8 l/s, tomando medida del nivel dinámico hasta llegar a la estabilización del nivel, así como la evolución de la conductividad.
- 5ª prueba de bombeo  
Tipo de bombeo: escalonado.  
Tiempo de duración: Se realizará durante dos horas un bombeo a 10 l/s, tomando medida del nivel dinámico hasta llegar a la estabilización del nivel, así como la evolución de la conductividad.
- 6ª prueba de bombeo  
Tipo de bombeo: escalonado.  
Tiempo de duración: Se realizará durante dos horas un bombeo a 12 l/s, tomando medida del nivel dinámico hasta llegar a la estabilización del nivel, así como la evolución de la conductividad.
- 7ª prueba de bombeo  
Tipo de bombeo: continuo.



Tiempo de duración: Se realizará durante dos horas un bombeo de 14 l/s, tomando medida de nivel dinámico hasta llegar a la estabilización del nivel, así como la evolución de la conductividad.

Tiempo de recuperación: 10 horas.

- 8ª prueba de bombeo  
Tipo de bombeo: continuo.  
Tiempo de duración: Se realizará durante 24 horas.  
Caudal: El máximo obtenido para el caso de estabilización de niveles dinámicos en los bombeos escalonados.

Tiempo de recuperación: 10 horas.

- 9ª prueba de bombeo  
Tipo de bombeo: continuo.  
Tiempo de duración: Se realizará durante 12 horas.  
Caudal: El máximo obtenido para el caso de estabilización de nivel en el bombeo continuo (8ª prueba), incrementado en un 50%.

Tiempo de recuperación: 4 horas.

## 7. INTERPRETACIÓN DE LAS PRUEBAS Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Se procederá al cálculo de la transmisividad, aplicando la ecuación de Jacob y se hará un cálculo del caudal disponible.

Tras el bombeo escalonado (prueba 7ª) y el continuo (prueba 8ª), se propone la toma de 2 muestras de agua para calidad.

## 8. VALORACIÓN ECONÓMICA ORIENTATIVA DE LA PROPUESTA

- Ensayos de bombeo.....40.000 €
- Perforaciones (86.600 €) desglosado en:
  - 240 m a rotoperusión en 220 mm.....12.000 €
  - 10 m de tubería de 400 mm y cementación.....13.000 €
  - Perforación a rotoperusión con ensanche a 381 mm (240 m).....25.000 €
  - Tubería de acero de 320x6 mm (240 m).....24.000 €
  - Engravillado (opcional).....2.600 €
  - Desplazamiento.....10.000 €

## 9. REFERENCIAS

Gómez-Gras, D. y Parcerisa, D. (2004). Sedimentología del Mioceno de la Ciudad Autónoma de Melilla. Revista de la Sociedad Geológica de España, 17 (3-4), 169-185.

Pineda Velasco, et al., 2013. Mapa geológico de Melilla e Islas Chafarinas a escala 1:25.000. Madrid: IGME. Instituto Geológico y Minero de España, MAGNA, hoja 1111).