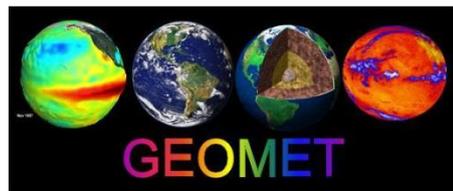




Universidad de Granada



## **Máster en Geofísica y Meteorología**

Trabajo de Fin de Máster

2015

### **ESTUDIO SOBRE EL ORIGEN DEL AGUA DE LA MARISMA DE PUNTA ENTINAS (CAMPO DE DALÍAS, ALMERÍA) MEDIANTE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA (ERT)**

*M<sup>a</sup> Esther Martín Funes*

#### **Resumen**

El objetivo de este trabajo ha consistido en estudiar la procedencia de las aguas superficiales de la marisma de Punta Entinas (Almería). Para ello se han realizado cuatro perfiles de tomografía eléctrica durante los días 5 y 6 de junio del 2015. Esto ha supuesto la primera investigación geofísica y una de las pocas científicas enfocadas en este sistema endorreico. Pese a que la adquisición y el procesado han supuesto una reducción considerable de datos, los modelos 2D de resistividad se han interpretado en base a la geología de la zona. Los resultados, con cierto grado de incertidumbre, parecen indicar que existe una conexión hidrogeológica con el Mar Mediterráneo.

#### **INTRODUCCIÓN**

La Reserva Natural de Punta Entinas-Sabinar se encuentra en el litoral del sureste de la Península Ibérica, en la provincia de Almería (Andalucía, España). Se trata de un valioso ecosistema de clima subárido mediterráneo en el que destacan los sistemas de dunas estabilizadas por matorral mediterráneo y humedales. En ella se localiza la zona de estudio, los Charcones de Punta Entinas (Figura 1).

La geología local está constituida por calcarenitas del Plioceno inferior, un manto eólico de dunas del Cuaternario y, gravas y arenas recientes de playa.



Figura 1. Localización de la zona de estudio (rectángulo rojo) en el Campo de Dalías (Almería). Modificado de Google Maps, 2015.

El acuífero de Balerma-Las Marinas podría estar suministrando aportes de aguas subterráneas a la marisma.

## METODOLOGÍA

La tomografía eléctrica (ERT) es un método de resistividad multielectródico no destructivo que se basa en obtener modelos 2D de variación de la resistividad del subsuelo. Esta magnitud depende fundamentalmente de la porosidad de los materiales, el grado de saturación en agua y la concentración de iones disueltos en ésta. El método utiliza un dispositivo compuesto de 4 electrodos; dos que inyectan una cantidad conocida de corriente (C1 y C2) y dos que miden la diferencia de potencial que se genera (P1 y P2) (Figura 2). Los electrodos están separados entre sí ciertas distancias predeterminadas. En este caso se ha optado por un dispositivo dipolo-dipolo para adquisición de las medidas en 4 perfiles (Figura 3).

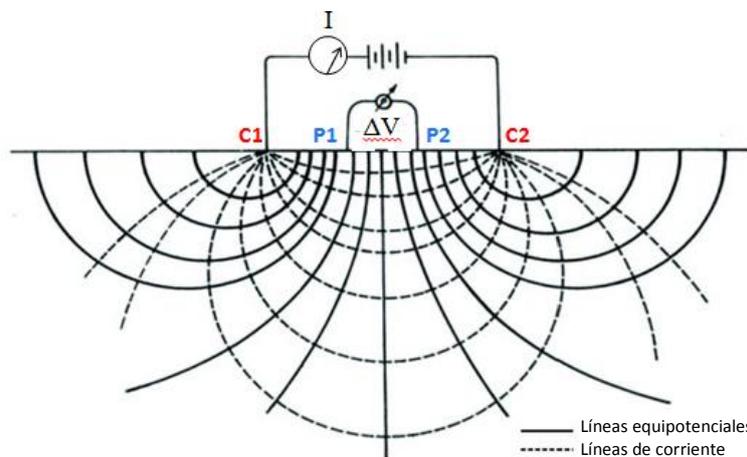


Figura 2. Dispositivo tetra-electródico para medición de resistividades,  $I$  es la medida de la intensidad de corriente que se inyecta al terreno e  $\Delta V$  la diferencia de potencial originada; las diferencias entre los electrodos permiten calcular la constante geométrica  $K$  del dispositivo.

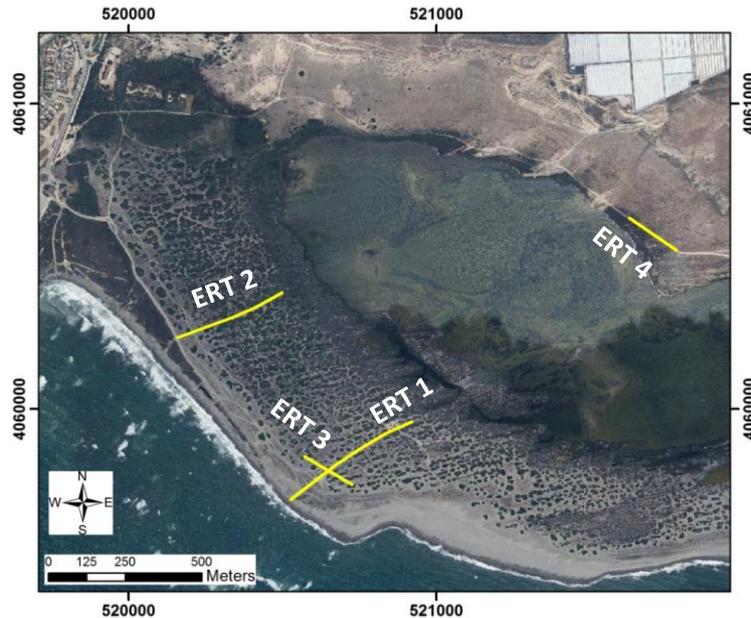


Figura 3. Localización de los cuatro perfiles de tomografía eléctrica.

## RESULTADOS

Los perfiles ERT 1, 2, 3 y 4 han tenido una longitud de 470, 375, 185 y 185 m respectivamente. En conjunto se ha tomado un total de 1512 medidas, de las cuales hubo que descartar una media del 49% por ser valores con signo negativo (Tabla 1).

	ERT 1		ERT 2		ERT 3		ERT 4		Total	Media
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abl.	%		
Datos de $\rho_a$ iniciales	632	100	480	100	200	100	200	100	1512	100%
Datos de $\rho_a$ positivos	325	51	250	52	83	42	109	55	767	51%
Datos de $\rho_a$ en la última iteración	123	19	85	18	41	21	51	26	300	20%

Tabla 1. Valores de resistividad aparente durante el procesado.

En los tres primeros perfiles se identificaron dos capas subhorizontales. Una primera capa superior de entre 4 y 8 m de espesor con una resistividad de entre  $10^1$  y  $10^3 \Omega \cdot m$  que se asocia con las arenas eólicas del Cuaternario y su amplio grado de saturación en agua salada intersticial. En el perfil ERT 4 esta capa está ausente. En esta capa son muy frecuentes las anomalías de altas resistividades ocasionadas por caliches.

En el perfil ERT 1 existe una zona superficial en el extremo suroeste muy conductora de  $10^0$ - $10^{-2} \Omega \cdot m$  (Figuras 4 y 5). Se trata de gravas y arenas de playa saturadas con el agua del mar, las cuales tienen una porosidad muy alta.

Se ha reconocido una segunda capa inferior de al menos unos 15 m de potencia, con un rango de resistividades de  $10^1$ - $10^5 \Omega \cdot m$  (Figuras 4 y 5). Se interpreta

como las calcarenitas del Plioceno Inferior que presentarían importantes variaciones en su porosidad. Por la predominancia de resistividades en torno a  $10^1-10^3 \Omega \cdot m$  se considera que están saturadas en agua salada.

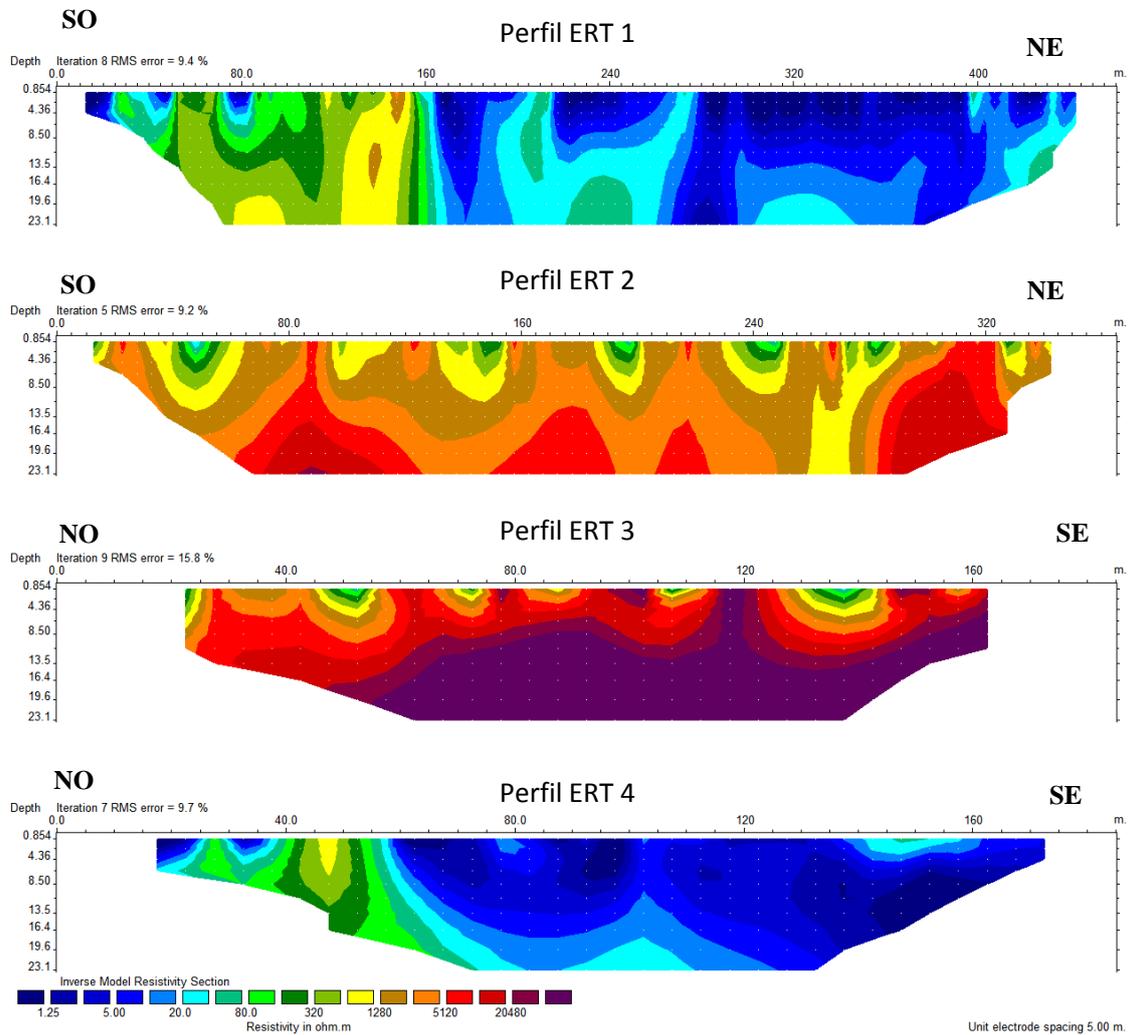


Figura 4. Modelos 2D de resistividad real. Ejes horizontal y vertical en metros.

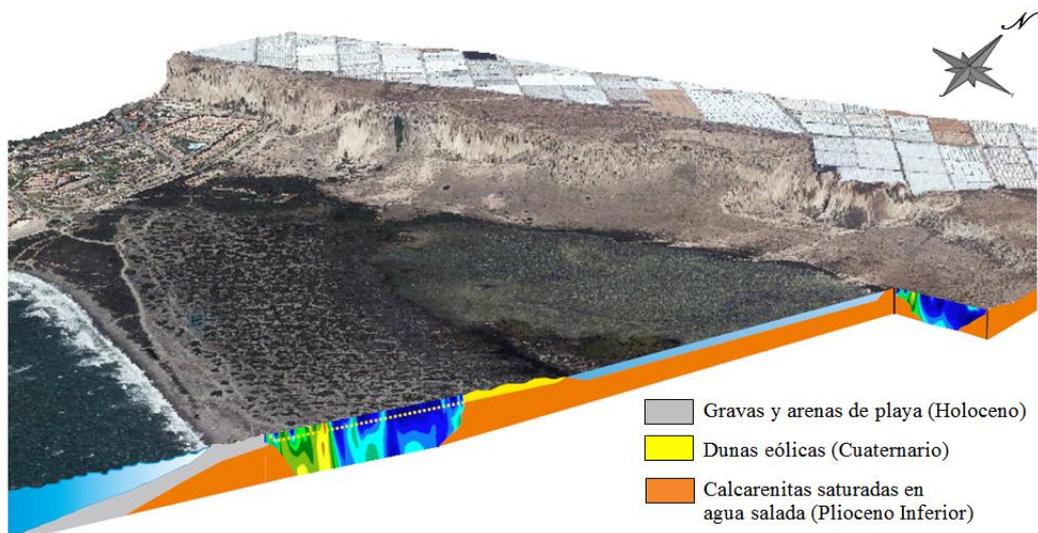


Figura 5. Representación espacial de los perfiles ERT 1 y 4.

## CONCLUSIONES

En los perfiles ERT 1, 2 y 3 situados en el cordón litoral entre la marisma y el mar se ha identificado una capa superficial de unos 5 m de espesor caracterizada por una baja resistividad que se deduce propia de materiales muy porosos y saturados en agua intersticial de elevada salinidad. Ha sido interpretado como el depósito cuaternario de un manto eólico de arenas. En el perfil ERT 4 no se ha encontrado este nivel.

En todos los modelos 2D se detecta una segunda capa inferior cuya resistividad podría corresponder con la formación de calcarenitas del Plioceno Inferior saturadas en agua salada. Esto apuntaría a que las aguas superficiales del Charcón de Punta Entinas tienen un origen marino. Este hecho se corrobora con las dos mediciones de conductividad eléctrica realizadas en muestras de agua de la marisma que dan valores ligeramente superiores al agua del mar (55700 y 54120  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Este TFM ha supuesto la primera investigación geofísica encaminada a tratar de descubrir el origen del agua superficial de las marismas de Punta Entinas. Aunque nuestras conclusiones, con reservas, apuntan a una conexión subterránea con el agua del mar, continúa habiendo dudas al respecto. La ausencia de pozos que accedieran de manera directa a las aguas subterráneas, la escasez de estudios previos y la baja calidad de muchos de los datos obtenidos en esta campaña tras el procesado sigue dejando sin resolver con certeza la procedencia de las aguas superficiales de la laguna. Para esclarecer esta cuestión sería recomendable que en el futuro se realizaran más perfiles de tomografía eléctrica. Además, se aconseja el uso de otras técnicas geofísicas, estudios hidrogeoquímicos, sondeos mecánicos e incluso la instalación de piezómetros y pluviómetros para estudios a más largo plazo.

Este espacio protegido es un refugio para la vida salvaje como aves migratorias, plantas autóctonas, además una de las pocas reserva de dunas eólicas en la provincia de Almería. Estos humedales salinos son delicados ecosistemas muy susceptibles a alteraciones medioambientales y es por ello necesario su conocimiento para que puedan ser conservados. Este estudio de tomografía eléctrica ha cumplido el objetivo de arrojar luz, desde el punto de vista geofísico, acerca de la poca conocida hidrología subterránea de la Reserva Natural de Punta Entinas.