

TOMOGRAFÍAS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

Metodología

Las tomografías de resistividad eléctrica permiten determinar variaciones laterales y en profundidad, por lo que constituye un estudio de gran detalle. Los modelos obtenidos son en dos dimensiones a modo de perfil o sección de resistividades. Complementariamente, es posible medir la cargabilidad del subsuelo en el espacio del tiempo (Polarización inducida) que se utiliza para identificar la presencia de sulfuros, por ejemplo. El trabajo de campo consiste en obtener valores de resistividad aparente a partir de hacer circular una corriente I por el circuito de emisión (C_i) y medir la diferencia de potencial ΔV que se genera entre los electrodos de recepción (P_i). Aumentando la separación entre los dipolos se consigue mayor penetración en el terreno (Fig 1) y mediante el traslado horizontal del arreglo se exploran las variaciones horizontales.

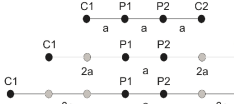
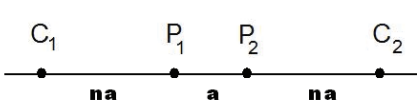


Fig 1. Disposición de los electrodos C_i y P_i para el dispositivo Wenner-Schlumberger. La distancia entre electrodos de potencial es fija, denominada a y se aumenta la separación entre dipolos de corriente en una proporción n .

La medición se realiza con dispositivos o arreglos de electrodos (Wenner Schlumberger, dipolo-dipolo, polo-dipolo, gradiente) de diferente separación electródica. La elección del arreglo más apropiado se realiza teniendo en cuenta la sensibilidad y la penetración vertical de acuerdo a los requerimientos específicos. Los datos de resistividad aparente obtenidos se ordenan en forma de pseudo sección (Fig.2), que luego es necesario invertir para obtener un modelo de resistividades “verdaderas”, cuya respuesta se ajuste adecuadamente a las mediciones.

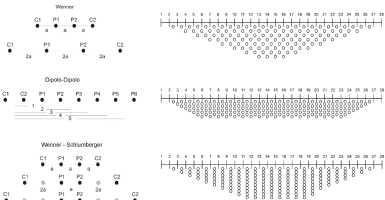


Fig 2. Pseudosección según el dispositivo utilizado. Los círculos indican las posiciones estimadas de las mediciones de resistividad aparente, los números indican los electrodos sobre la superficie.

El modelo de resistividades se obtiene de manera iterativa, y por medio de algoritmos matemáticos se calcula su respuesta eléctrica, la cual es comparada con los datos medidos. La diferencia entre la sección calculada y las mediciones viene dada por un error medio cuadrático, que indica la bondad del ajuste.

El resultado se muestra como un perfil 2D de resistividad que puede correlacionarse con información existente como la descripción litológica de perforaciones, perfiles de pozos u otros métodos geofísicos.

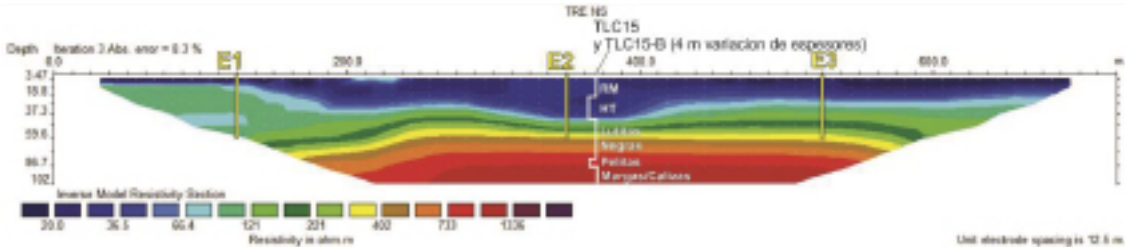


Fig 3. ERT correlacionada con información litológica de la perforación de referencia.

VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS

PERFILES GEORREFERENCIADOS

Si se realizan varias ERT en un área de interés es posible superponer los resultados al mapa de ubicación para visualizar posibles correlaciones con afloramientos o rasgos superficiales.

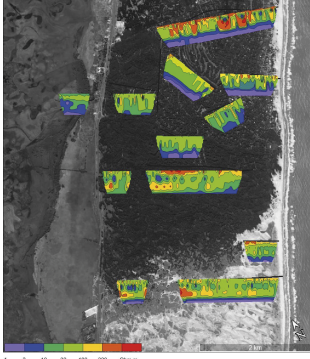


Fig 4. Los perfiles 2D muestran el espesor del acuífero que conforman los médanos costeros y el hidroapoyo, constituido por arcillas.

PERFILES TOPOGRÁFICOS

A cada ERT es posible incorporar la topografía o desniveles de cada electrodo durante el proceso de inversión de los datos (Fig 6). Estos desniveles pueden medirse con diferentes técnicas de nivelación, en particular se utilizan equipos GNSS en modo RTK para hacer un levantamiento de detalle rápido y preciso.

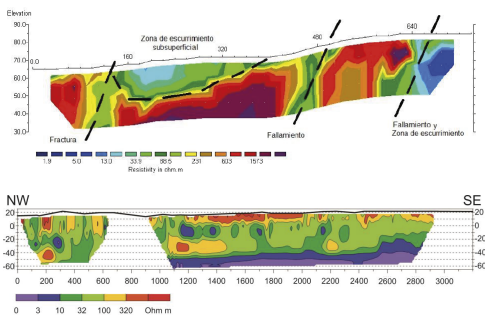


Fig 6. Ejemplo de incorporación de la topografía a los modelos 2D.

MODELOS 3D

Los resultados pueden invertirse de manera conjunta para elaborar modelos 3D de resistividad (Fig 9). Estos modelos pueden presentarse de manera diversa de acuerdo a los objetivos planteados. Es posible generar diferentes cortes verticales, horizontales (mapas de distribución) o incluso animaciones en formato video para visualizar mejor los cambios de resistividad.

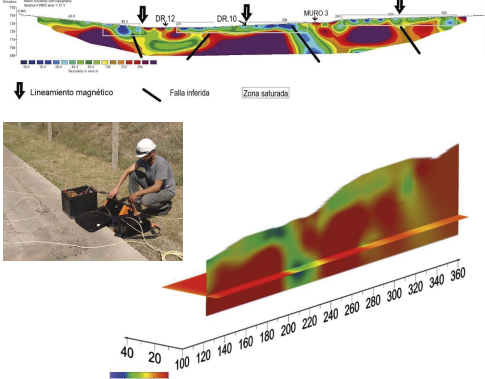


Fig 9. Modelo 3D de resistividad para estudiar correlación entre perfiles.

TOMOGRAFÍA MARINA

Mediante el diseño de un cable específico submarino, se registra de manera continua los cambios de resistividad en el fondo marino, y se correlaciona con datos de nivel, curvas equipotenciales y mediciones de conductividad eléctrica del agua para identificar áreas de descarga de agua dulce en el mar.

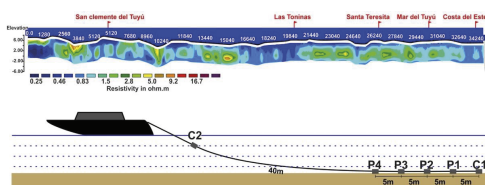


Fig 11. Perfil marino de más de 30 km para determinar zonas preferenciales de descarga de agua dulce en el mar.

MAPAS DE ISOLÍNEAS

Las resistividades de cada perfil pueden integrarse e interpolarse para generar diferentes mapas característicos de una zona o electrocapa objetivo. Estas características pueden ser geométricas como profundidad del techo, piso o espesor (Fig. 5), o geoeléctricas como resistencia transversal, conductancia longitudinal, resistividad o cargabilidad.

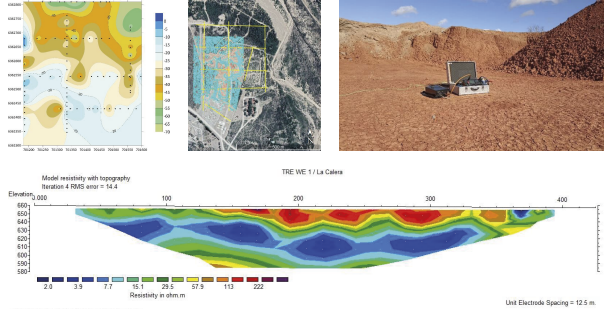


Fig 5. Ejemplo de mapeo de una capa de interés en una cantera de áridos para extender la zona de explotación de arcillas.

MODELOS GEOFÍSICOS INTEGRADOS

En caso de contar información geofísica complementaria es posible reinterpretarla e incluso volver a procesarla de manera conjunta con las ERT para lograr modelos geofísicos integrales (Fig 7).

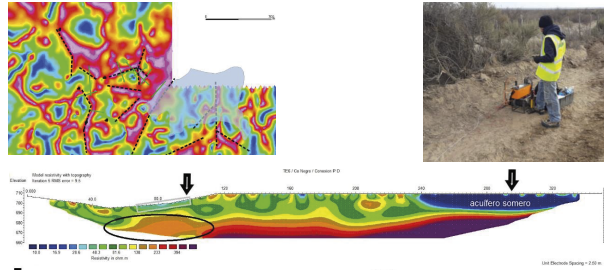


Fig 7. Reprocesamiento de magnetometría en medio fisurado, e integración de resultados para identificar zonas de fractura.

Por ejemplo, los estudios de refracciones sísmicas pueden correlacionarse con las ERT para identificar cambios litológicos e hidroquímicos (Fig 8), e integrar las secciones de resistividad y cargabilidad (IP).

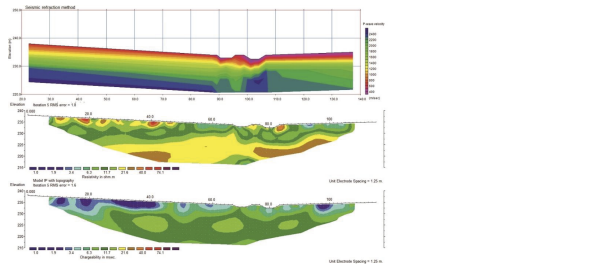


Fig 8. Tomografía sísmica (V_p), perfiles de resistividad y cargabilidad para determinar extensión de afectación de hidrocarburos.

CORRELACIÓN CON PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Diferentes parámetros hidráulicos pueden correlacionarse con la resistividad para obtener perfiles de variación 2D. A través de una adecuada gestión del dato, y una combinación de arreglos de alta resolución y análisis de sensibilidad, es posible ajustar leyes de conversión (Fig 10).

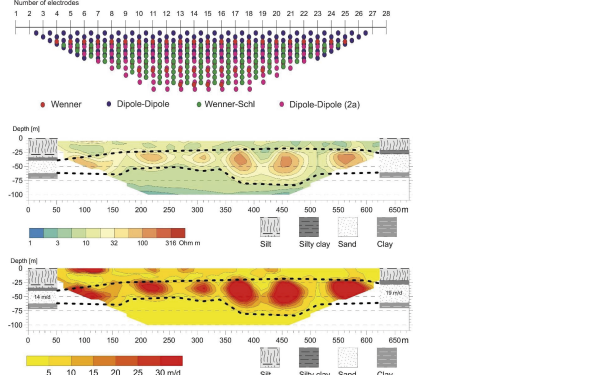


Fig 10. Perfil 2D de conductividad hidráulica para un acuífero semiconfinado.