

Campos de aplicación y ejemplos

Introducción al método de la tomografía eléctrica

Este artículo no pretende ser una publicación técnica convencional sino un intento de divulgar en términos exclusivamente prácticos el método geofísico de la **Tomografía eléctrica**. Nos mueve a ello el convencimiento de las enormes posibilidades de este método que le llevará a una posición preponderante en el campo de la Geofísica aplicada en un futuro inmediato.

En su sentido más amplio la *Tomografía* es una técnica geofísica para el estudio del subsuelo que consiste en determinar la distribución de un parámetro físico característico del mismo dentro de un ámbito espacial limitado, a partir de un número muy elevado de medidas realizadas desde la superficie del terreno o desde sondeos.

La *Tomografía eléctrica* tiene por objetivo específico determinar la distribución real de la resistividad del subsuelo en el ámbito comprendido entre dos sondeos o bien hasta un cierto rango de profundidad a lo largo de un perfil de medida, a partir de los valores de resistividad aparente obtenidos mediante medidas realizadas por métodos convencionales de corriente continua. En esta presentación nos limitaremos a los estudios realizados sobre *perfiles* desde la superficie del terreno.

Un factor clave de esta técnica es el número y distribución de las medidas de campo ya que de él depende tanto su resolución como la profundidad de investigación. Como regla general, un estudio mediante *Tomografía eléctrica* requiere la obtención de un *número muy elevado de datos*, con un pequeño espaciado entre medidas para conseguir la necesaria resolución late-

ral y también que las medidas se realicen involucrando de forma progresiva varios rangos de profundidad.

El *resultado final* de este tipo de estudio es una *sección distancia-profundidad* con la distribución de la resistividad real del subsuelo, fácilmente comprensible en términos geológicos o geotécnicos como demuestran los diversos ejemplos que se presentan.

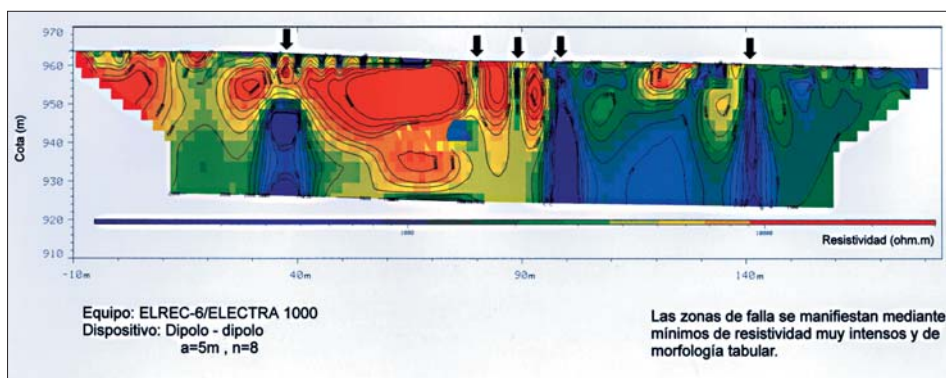
En este sentido conviene aclarar que la *Tomografía eléctrica* no es en modo alguno comparable a las Calicatas Eléctricas

Ángel GRANDA SANZ. Ing. de Minas. INTERNATIONAL GEOPHYSICAL TECHNOLOGY, S.L. (IGT).
José Carlos CAMBERO. Ing. de Minas. INTERNATIONAL GEOPHYSICAL TECHNOLOGY, S.L. (IGT).

Palabras clave: DISCONTINUIDADES, INVERSIÓN, RESOLUCIÓN, SECCIÓN DE RESISTIVIDAD REAL, TOMOGRAFÍA.

convencionales ya que estas últimas únicamente proporcionan información de tipo cualitativo, aunque las medidas de campo se efectúen de forma similar en ciertos aspectos. Sin embargo la Tomografía eléctrica exige el empleo de una instrumentación específica capaz de realizar un gran número de medidas de forma rápida y fiable.

Las medidas de resistividad aparente del terreno para un estudio mediante Tomografía eléctrica se efectúan mediante técnicas de corriente continua con posibilidad de empleo de una gran variedad de disposi-



Ejemplo 1.- Identificación de las zonas de falla en medio metamórfico. Viaducto de Piedrafita (Lugo).

tivos en lo que a la distribución de los electrodos se refiere. Entre los más habitualmente utilizados cabe citar los dispositivos polo-dipolo, dipolo-dipolo, Schlumberger, etc.

Combinando adecuadamente resolución lateral y profundidad de investigación, la *Tomografía eléctrica* es, sin duda, una de las herramientas de carácter no destructivo más eficaz para el estudio y caracterización de posibles *discontinuidades del subsuelo* en el rango desde algunos metros hasta centenares de metros de profundidad.

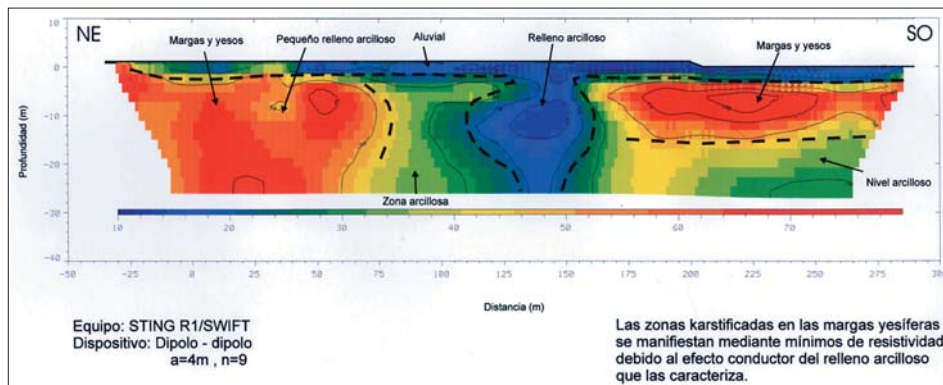
Ámbitos de aplicación

Por su capacidad resolutoria al investigar hasta profundidades que pueden llegar a centenares de metros, la *Tomografía eléctrica* es aplicable a cualquier estudio del subsuelo donde interese identificar todo tipo de accidentes o discontinuidades que representen un contraste suficiente en la distribución de resistividad del medio rocoso. Entre los objetivos más habituales a resolver mediante esta técnica cabe mencionar los siguientes:

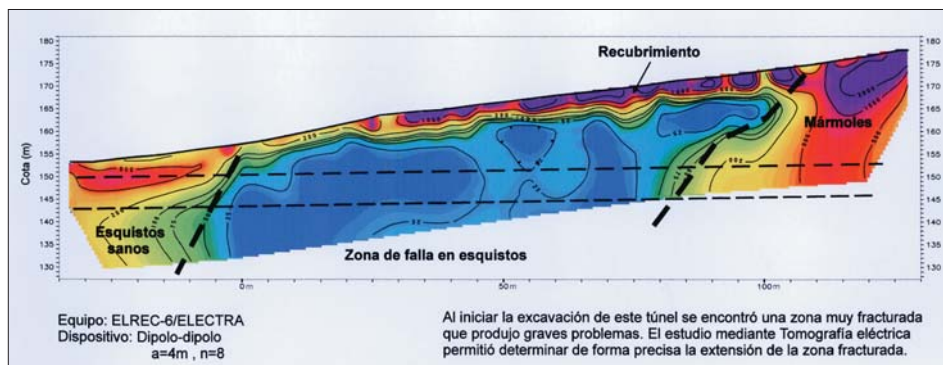
- Detección y *caracterización de fallas* determinando su zona de influencia, rumbo, buzamiento y extensión en profundidad.
- Detección de *contactos entre unidades litológicas* de diferente naturaleza, determinando la morfología y localización precisa de tales discontinuidades.
- Detección y caracterización de *accidentes kársticos*, tales como cavidades, rellenos arcillosos, etc,

Mediante los ejemplos que se presentan a continuación se pretende ofrecer una visión general de la capacidad resolutoria y de las posibilidades de aplicación de la *Tomografía eléctrica* en diversos medios geológicos y con diversa problemática muy común en el ámbito de la Geotecnia, de la Hidrogeología o de la prospección de áridos, entre otros casos.

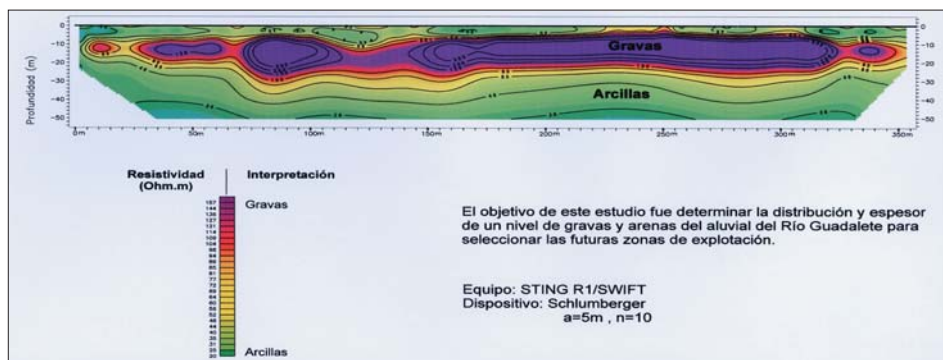
Respecto a otros métodos geofísicos, como por ejemplo el método *Sísmico de Refracción*, de aplicación frecuente en ciertos campos de las ciencias de la Tierra tal como la Geotecnia, la *Tomografía eléctrica* no puede considerarse excluyente aunque tiene algunas particularidades que la hacen aplicable en ciertas zonas y para la



Ejemplo 2.- Detección de zonas karstificadas en margas yesíferas bajo un recubrimiento aluvial. La Gavia (Madrid).



Ejemplo 3.- Estudio de la zona de emboquille del túnel de Capistano (Málaga).



Ejemplo 4.- Prospección de áridos en una formación aluvial. Jerez de la Frontera (Cádiz).

resolución de ciertos problemas que el método Sísmico de Refracción no puede resolver.

Por ejemplo, cuando se trata de la detección y caracterización precisa de discontinuidades no horizontales de los macizos rocosos o bien en el estudio de zonas situadas bajo niveles rocosos con mayor grado de consolidación e integridad que los materiales subyacentes. Esta capacidad hace

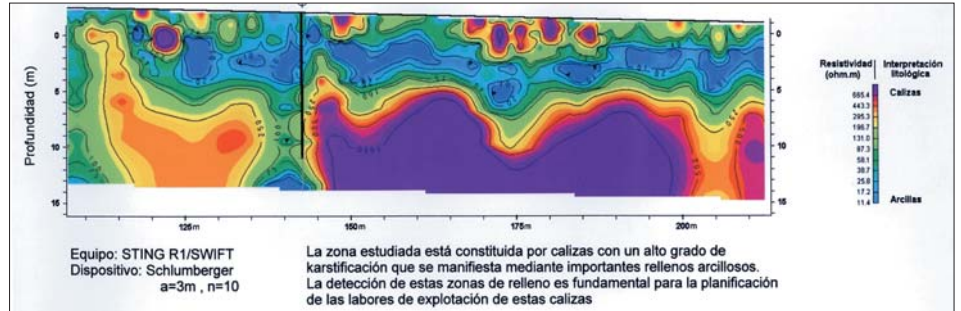
que la Tomografía eléctrica sea particularmente atractiva en estudios Geotécnicos donde es frecuente el empleo de técnicas geofísicas convencionales.

Consideraciones respecto a su empleo

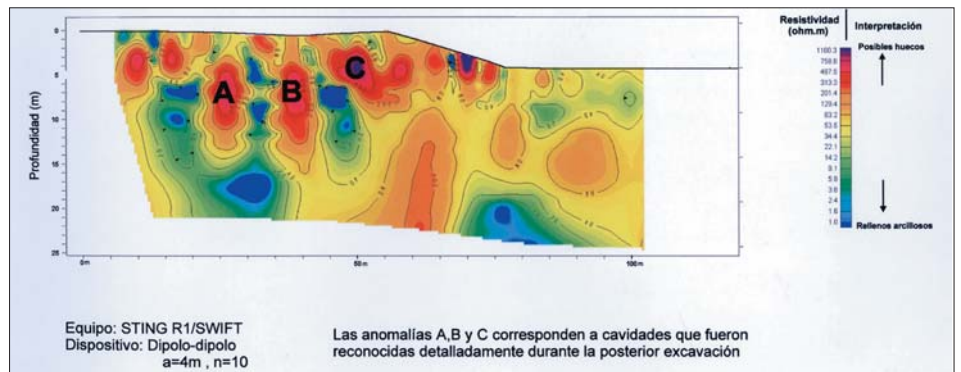
Como cualquier otro método geofísico la *Tomografía eléctrica* puede ser muy efectiva o puede resultar inútil dependiendo de varios factores que conviene tener presentes. Los más relevantes en nuestra opinión son los siguientes:

- Correcta *planificación* de su aplicación basándose en una buena definición del problema a resolver.
- Empleo de la *instrumentación* adecuada para obtener y procesar de forma económica el gran volumen de datos que las medidas tomográficas requieren.
- Ejecución de estos estudios por parte de *personal experto* tanto en las medidas de campo como en su posterior procesamiento e interpretación. El riesgo de los procesos semiautomáticos en la aplicación de los métodos geofísicos es que pueden llevar a resultados aberrantes desde el punto de vista geológico aunque sean matemáticamente co-rectos.

La participación de los técnicos cualificados en la planificación y ejecución de este tipo de estudios geofísicos es ineludible para llegar a la obtención de los resultados capaces de resolver los problemas con el grado de precisión que la comunidad técnica demanda y que el método de la *Tomografía eléctrica* puede dar.



Ejemplo 5.- Estudio de una formación de calizas karstificadas. Niebla (Huelva).



Ejemplo 6.- Detección de cavidades kársticas en una formación yesífera. La Loteta (Zaragoza).

Referencias

- J.C. SANTAMARINA AND G.J. RIX. 1998. *Near Surface Geophysical Inversion Surface Waves and Geotomography*. Georgia Institute of Technology. Atlanta. GA.

- STEWART, R.R. 1996. *Exploration Geophysics Tomography: Fundamentals*. Course Note Series. Volumen 3. Society of Exploration Geophysicists. Tulsa OK.