

Ahora son problemas menores de rápida y eficaz intervención, controlada y garantizada

Grietas y fisuras en los muros, asentamientos de la estructura debidos a lavado del terreno o presencia de terrenos expansivos

Desde hace algunos años, en nuestro país, es posible consolidar los terrenos de cimentación asentados mediante la utilización de inyecciones de resinas expansivas especiales. En la mayoría de los casos esta técnica representa una alternativa concreta a las soluciones convencionales, pudiendo evitar excavaciones, vibraciones y polvo molestos, pudiendo ser ejecutada en espacios estrechos sin utilizar maquinarias voluminosas. La técnica es rápida, eficaz y económica en comparación con las tradicionales (micropilotaje, etc.)

Palabras clave: ASENTAMIENTO, CIMIENTO, INYECCIÓN, RESINA EXPANSIVA, RESISTIVIDAD, TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA.



Dpto. Técnico de
GEO CONSOLIDACIONES, S.L. (Grupo GEOSEC)

La intervención de inyección está sustentada por la monitorización 3D del terreno mediante tomografía eléctrica complementada por ensayos penetrométricos consiguiendo que la técnica resulte más precisa y eficaz. Gracias a este sistema diagnóstico es posible revelar la forma geométrica de la cimentación del edificio asentado, verificar la clasificación del terreno bajo la casa, la presencia posible de vacíos y/o cavidades, humedad y/o presencia de líquidos que en la mayoría de los casos son la causa del asentamiento de la estructura y del terreno subyacente.

Manteniendo activos todos los instrumentos diagnósticos y la monitorización del terreno durante las inyecciones de resinas expansivas será posible verificar, durante los trabajos, si se han colmatado las cavidades, saturado la porosidad o si se ha reducido el contenido de agua en el terreno (tomografía eléctrica) y revelar, después de las inyecciones, una mejora de la resistencia mecánica obtenida (penetrometría). (Ver **Figs. 1 y 2**).

¿ Cómo funciona la tomografía eléctrica 3D?

E.R.T. significa *Electrical Resistivity Tomography* (tomografía de la resistividad eléctrica) y el objetivo diagnóstico principal es determinar la resistividad eléctrica del terreno bajo el edificio (**Fig. 3**)

Con la expresión: *resistividad eléctrica* (símbolo físico: ρ) se entiende una propiedad física

que representa la capacidad de un medio a oponer resistencia al paso de una corriente eléctrica independientemente de la forma geométrica del cuerpo atravesado. En la práctica la imagen de la tomografía 3D se obtiene mediante la disposición de una serie de electrodos, en número variable y según necesidad, organizados con una geometría oportunamente estudiada, en el interior, o en la superficie del terreno a analizar y en el perímetro de la cimentación asentada.

Un instrumento (georesistímetro) emite una corriente eléctrica continua en una pareja de electrodos y mide contemporáneamente potenciales eléctricos que se reciben de otra pareja de electrodos dispuestos a cierta distancia de los primeros (**Fig. 4**).

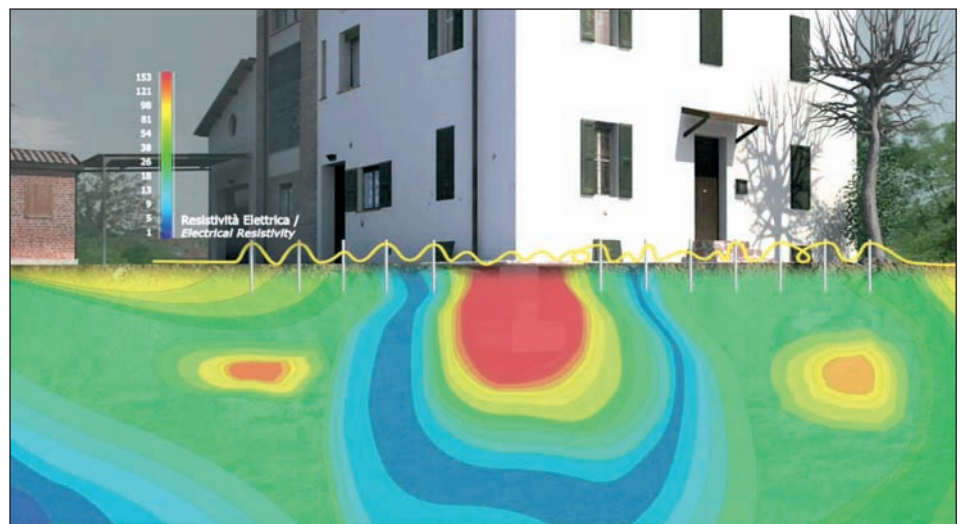
El objetivo de la E.R.T. es el de reconstruir la distribución de la resistividad (real) de las diversas zonas a partir de la mayor cantidad posible



■ [Fig. 1] .- Perforación de inyección (Ø 2mm).



■ [Fig. 2] .- Tubo de inyección.

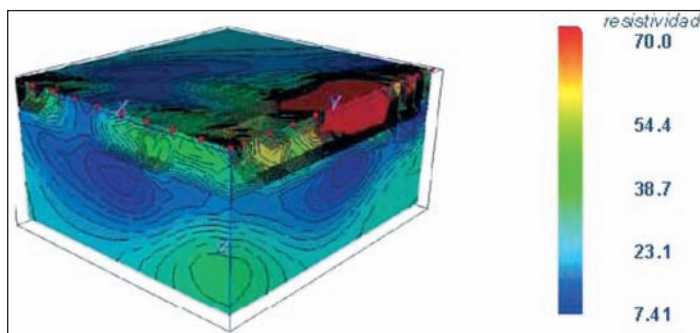


■ [Figura 3].- Imagen de la tomografía eléctrica de la resistividad (valor absoluto).

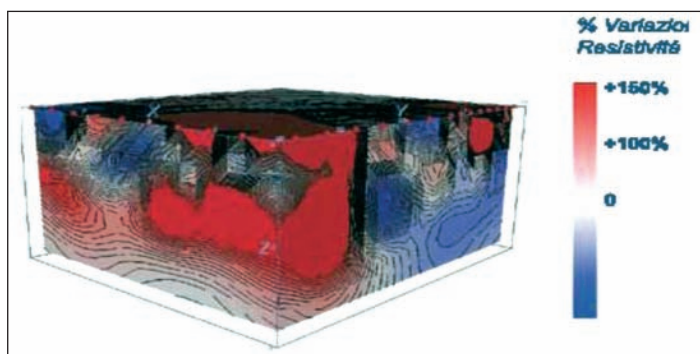
Estabilización



[Figura 4].- A la derecha un geólogo mide la resistividad eléctrica del terreno utilizando un georesistivímetro, mientras que a la izquierda un equipo operativo ejecuta la inyección de resina bajo la casa.



[Figura 5].- Imagen de la distribución de la resistividad eléctrica de un terreno, previa a la inyección de resinas expansivas.



[Figura 6].- imagen de la tomografía eléctrica que muestra las variaciones % de resistividad obtenida después de las inyecciones en el terreno.



[Figura 7].- Muestra de terreno consolidado con resina expansiva.

de medidas de resistividad aparente. A la fase de obtención de medidas de resistividad aparente le sigue la de interpretación de las mismas: en jerga técnica se habla de inversión, técnica que prevé algoritmos de modelización con elementos finitos y una metodología de optimización mediante mínimos cuadrados.

Un ejemplo de imagen de la tomografía eléctrica es la de la **Figura 5**, gracias a una escala cromática predefinida se pueden identificar e individuar los volúmenes de resistividad homogéneos que corresponden a una precisa información cualitativa del terreno.

La literatura científica del sector nos facilita una tabla de valores para la interpretación de las imágenes de tomografía eléctrica (**Cuadro I**).

litotipo	Resistividad (Ω m)
Agua dulce	10-100
Agua de mar	0.2-0.3
Arenas sueltas secas	~1000
Arenas sueltas saturadas en agua dulce	80-150
Limos saturados en agua dulce	15-50
Arcillas saturadas en agua dulce	5-20
Gravas secas	>1000
Gravas saturadas en agua dulce	150-300

[CUADRO I] .- Tabla de valores de la resistividad según el litotipo .

Manteniendo en función este sistema diagnóstico durante las inyecciones es posible confrontar, en plena operatividad y transcurso del trabajo, la imagen previa a una inyección con una obtenida durante y después de la ejecución de la inyección, evidenciando el resultado de la interacción de la resina con el terreno, permitiendo al geólogo visualizar una única imagen final (**Fig. 6**) que representa las modificaciones del terreno (colmatación de vacíos, alejamiento del agua intersticial) conseguidas después de las inyecciones y visualizar las diferencias % de resistividad obtenidas gracias a la resina inyectada. Una prueba penetrométrica final permitirá verificar el aumento de resistencia mecánica obtenida después de las inyecciones en el terreno.

También en este caso, con el fin de ayudar a aclarar los conceptos hasta aquí expuestos, con una escala cromática, más simplificada

que la precedente, se identifican en color rojo los volúmenes de terreno que han incrementado su resistividad. ($\Delta\%$, variación % de resistividad). Vemos de un modo intuitivo donde, por ejemplo en un terreno con baja resistividad por la marcada presencia de agua, gracias a las inyecciones expansivas incrementa su resistividad (en color rojo) implicando que se ha llevado a cabo una reducción de contenido de agua en el terreno consolidado (**Fig. 7**).

GEO CONSOLIDACIONES, S.L.

Avda. San Pablo, 31 - nave, 23
28823 Cosala (Madrid)

☎: 916 717 917 • Fax: 916 737 334

E-mail: administracion@geosec.es

Web: www.geosec.es