



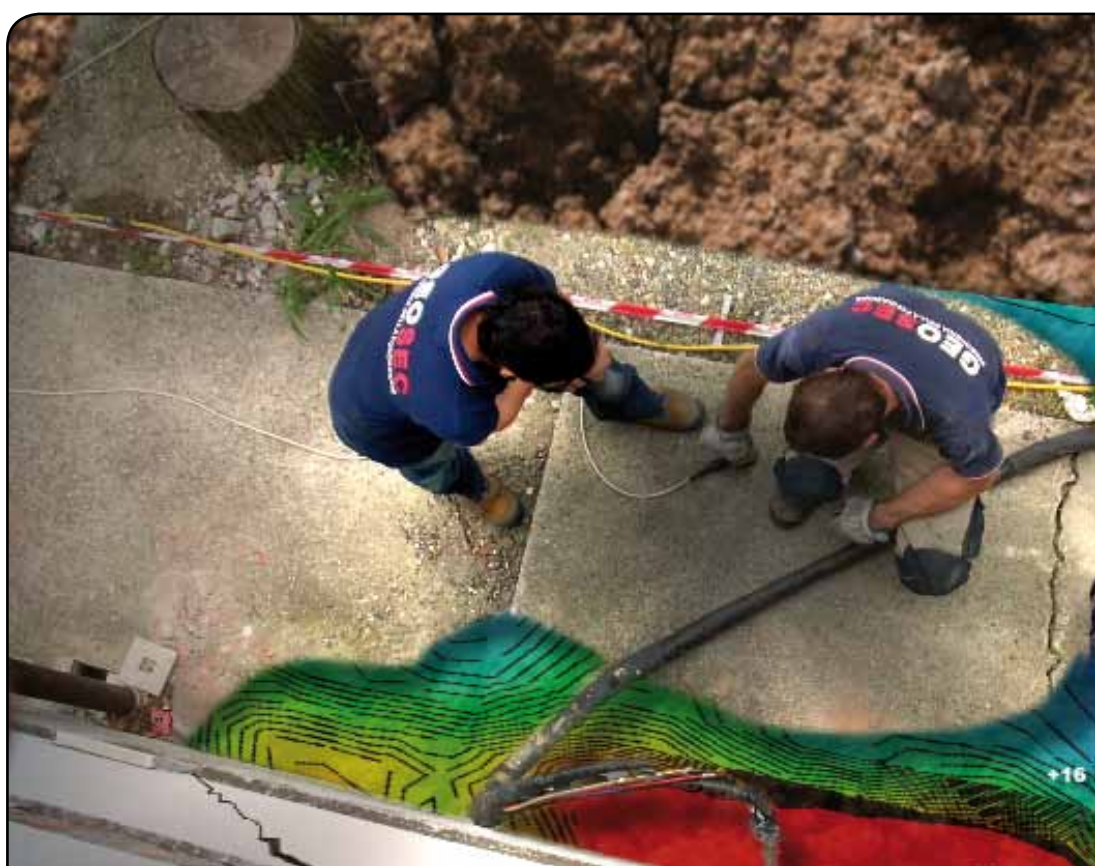
Per **Consolidare** **Stabilizzare** Terreni **Di** Fondazione

See & Shoot HD

Geosec è titolare esclusiva per l'Europa del deposito di brevetto del sistema "See & Shoot HD". Solo sulla base delle analisi effettuate dal nostro geologo a casa vostra verrà iniettata sotto all'edificio la **resina Maxima** che Geosec ha studiato per garantire un **risultato sicuro** unito ad una **grande compatibilità ambientale** con una **operatività delicata**, una **vera iniezione "soft"** per il sistema terreno/fondazione.

E' un intervento rapido e risolutivo, senza scavi, polvere e vibrazioni. In poche ore il team Geosec passa dalla analisi del problema che ha causato crepe, avvallamenti nei pavimenti e cedimenti alla soluzione personalizzata. Geosec **inietta la resina in modo mirato** solo dove le immagini continuamente rilevate dal terreno ne evidenziano la necessità. In tempo reale i tecnici Geosec **controllano**, scansionando **costantemente il terreno**, l'efficacia risolutiva dell'intervento di risanamento senza uso di livelle di sollevamento. Laddove necessario poi si potranno effettuare delle prove penetrometriche in abbinamento a quelle ERT 3D per definire al meglio l'entità della compattazione ottenuta nel terreno.

Nessuno spreco: solo iniezioni mirate di resina espandente ad azione lenta **dove servono e quando servono**. Questa è la filosofia Geosec che si concretizza in **centinaia di clienti soddisfatti ogni anno**.



Descrizione Del Procedimento

Brevetto Europeo Depositato N. EP1914350



E' un metodo di consolidamento dei terreni di fondazione per contrastare i cedimenti differenziali verticali delle costruzioni e disciplinato da Brevetto Europeo Depositato presso gli organismi internazionali competenti (n. Ep1914350). Questo procedimento preliminarmente è in grado di identificare nel terreno sotto alla fondazione la presenza di vuoti, umidità, fluidi anche da perdite fognarie che spesso sono effettiva con-causa dei cedimenti e permette successivamente, mantenendo attivo il controllo strumentale geofisico E.R.T. 4D del terreno per tutta la durata dell'intervento, di eseguire iniezioni mirate di resina a lenta espansione.

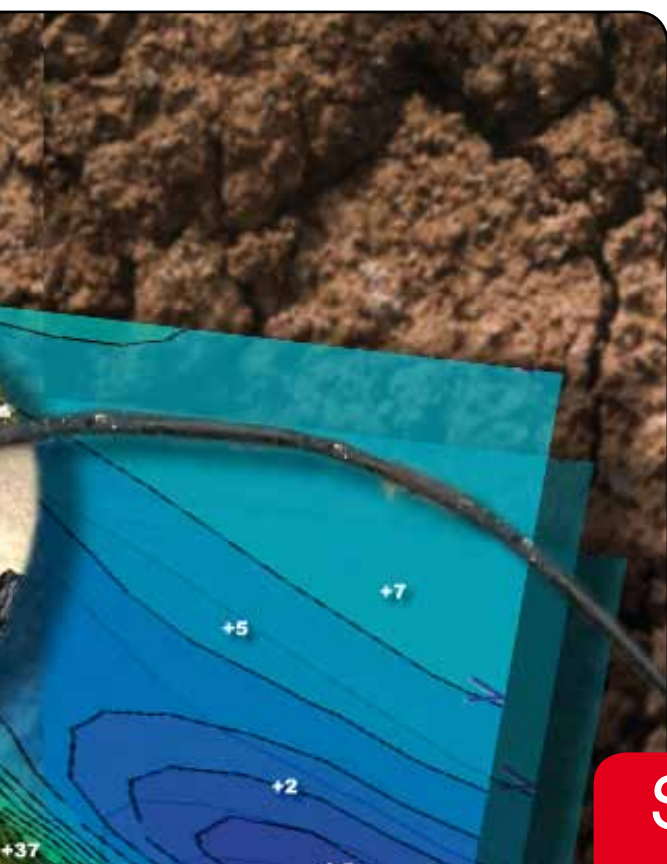
- Si posiziona sul terreno l'impianto di monitoraggio geoelettrico E.R.T. (tomografia della resistività elettrica) i cui sensori sono posti ad interasse e sviluppo variabile in funzione della miglior precisione di misura;

- Si esegue, preliminarmente alle iniezioni, un'indagine geoelettrica tridimensionale del terreno sotto alla fondazione;

- Si procede alla realizzazione, fino alla quota d'interfaccia terreno/fondazione, di una serie di condotti per l'iniezione della resina, del diametro di ca. 20-25 mm e indirizzati verso quei volumi di terreno che dalla tomografia elettrica preliminare sono risultati anomali e quindi interessati dal cedimento;

- Mantenendo l'impianto di monitoraggio geoelettrico sempre in funzione e nella medesima posizione per tutta la durata dei lavori, si eseguono poi in parallelo iniezioni mirate di resina Eco Maxima a lenta espansione secondo quantitativi definiti in funzione degli effetti (variazioni % di resistività - $\Delta\% \rho$) rilevati in corso d'opera nel sottosuolo. Confrontando quindi l'immagine alla tomografia elettrica 3D prima dell'iniezione con quella successiva, sarà possibile riconoscere le differenze di resistività ($\Delta\% \rho$), ovvero gli effetti dovuti alle iniezioni (riempimento di vuoti, allontanamento di acqua, collocamento della resina etc.), risultati che concorrono ad una maggior compattazione e stabilità del terreno consolidato.

- Al termine dell'intervento di consolidamento se necessario si misurerà il valore di resistenza del terreno attraverso prova penetrometrica.





Resine Espandenti ET Tomografia Elettrica

Il procedimento della Geosec S.r.l. si avvale della nota tecnica di indagine E.R.T. dall'acronimo "Electrical Resistivity Tomography" (tomografia della resistività elettrica). ove tra gli obiettivi primari di questa diagnostica vi è la determinazione della resistività elettrica del terreno. Con l'espressione "resistività elettrica" (simbolo ρ), si intende una proprietà fisica che rappresenta l'attitudine di un materiale a opporre resistenza al passaggio di una corrente elettrica indipendentemente dalla geometria del corpo attraversato.

Lo scopo preliminare della Tomografia Elettrica è quindi quello di "creare" un'immagine tridimensionale del sottosuolo dalla quale dedurre, nel modo più preciso possibile, le seguenti informazioni: la geometria della fondazione dell'edificio sul quale si interviene; la presenza di vuoti, cavità e strutture sepolte nel medesimo; la presenza di umidità e acqua nel terreno stesso e l'eventuale presenza di perdite di fluidi da impianti interrati.

La validità scientifica di un simile approccio è del tutto evidente laddove il sistema diagnostico consente la ricostruzione spaziale in due o tre dimensioni della distribuzione della resistività reale all'interno del mezzo investigato. Dal punto di vista del metodo, la tomografia elettrica consiste nella creazione di un campo elettrico nel mezzo da investigare e nella misura della distribuzione del potenziale elettrico che ne consegue, utilizzando un numero elevato di elettrodi.

All'atto pratico questo viene ottenuto disponendo una serie di elettrodi, in numero variabile a seconda delle necessità, organizzati secondo una geometria opportunamente studiata, all'interno o sul contorno del mezzo da investigare (Terreno).

Uno strumento (georesistivimetro) inietta una corrente elettrica continua (energizzazione) in una coppia di elettrodi e misura contemporaneamente potenziali elettrici che ne conseguono su altre coppie elettrodiche. Obiettivo dell'E.R.T. è quello di ricostruire al meglio forma, posizione e resistività (reale) delle diverse zone a partire da più misure di resistività apparente. Alla fase di acquisizione delle misure di resistività apparente segue quella di interpretazione delle stesse: in gergo tecnico si parla di inversione, tecnica che prevede il simultaneo ricorso ad algoritmi di modellazione agli Elementi Finiti (o alle Differenze Finite) e a metodologie di ottimizzazione ai Minimi Quadrati. La procedura (iterativa) di risoluzione consente dunque di arrivare ad una valutazione della distribuzione delle resistività reali nel mezzo investigato che



ca3d:UnBinomioVincente

si traduce in una immagine grafica di intuitiva comprensione (fig. 1).

Più semplicemente possiamo affermare che per ottenere un'immagine come quella in figura 1 è necessario immettere nel terreno una corrente continua. Grazie poi agli elettrodi opportunamente posizionati sul terreno investigato, si ottiene la distribuzione della resistività del mezzo attraversato dalla corrente, che, ovviamente, varia in funzione delle sue caratteristiche fisico chimiche naturali. Ogni risultato ottenuto serve a costruire un modello matematico che permette di restituire un'immagine 3D del terreno in cui viene compiuta l'investigazione, immagine nella quale, grazie ad una scala cromatica predefinita, si possono identificare volumi omogenei che si riconoscono nel medesimo valore di resistività e che corrispondono ad una precisa informazione qualitativa.

Sono infatti stabilite e condivise nella letteratura tecnica delle forbici di valori di resistività che rappresentano qualitativamente la natura del mezzo investigato quali ad esempio: acqua di mare $\rho < 0,2 \Omega \cdot m$; acqua dolce (potabile) $20 < \rho < 100 \Omega \cdot m$; e così via per i vari tipi di litologie (calcari, argille, torbe, limi, sabbie), minerali e metalli, materiali da costruzione (calcestruzzi, laterizi etc.), resine poliuretatiche per iniezione il cui valore di resistività è circa $7 \cdot 10^{10} \Omega \cdot cm$, valore effettivamente elevato rispetto a quelli misurati per i comuni terreni e che permette quindi vantaggiosamente di poterle identificare una volta iniettate.

Ad ogni colore nell'immagine infatti è attribuito, secondo la scala cromatica riportata, un valore di resistività misurato.

Durante la fase di iniezione poi l'unico vero obiettivo della tecnologia E.R.T. è quello di rilevare (attraverso lo studio della variazione percentuale della resistività elettrica) ben altre informazioni quali ad esempio: il posizionamento della resina (ossia se essa si è effettivamente collocata nelle cavità e nei volumi porosi da riempire: come ad es. avviene nei terreni granulari) o piuttosto l'effettivo "allontanamento o riduzione" dell'acqua presente nel terreno in cui si interviene (come ad es. avviene nei terreni "argillosi").

La validità scientifica di un simile approccio anche in questo caso è del tutto evidente.

Come in precedenza, il ricorso ad algoritmi di modellazione numerica dei valori di resistività apparente misurati in corso d'opera durante le iniezioni, permette di ottenere una immagine 3D della distribuzione delle resistività reali in quel momento sotto alla costruzione.

Questo sistema diagnostico permette di poter confrontare, in piena operatività di lavoro, l'immagine precedente ad una iniezione con quella durante e/o al termine della stessa iniezione, consentendo quindi al tecnico di visualizzare in un'unica immagine finale (cfr. fig. 2) le differenze di resistività ottenute grazie alla resina iniettata.

Anche in questo caso, può aiutare a comprendere quanto sin qui esposto, il riferimento alla solita

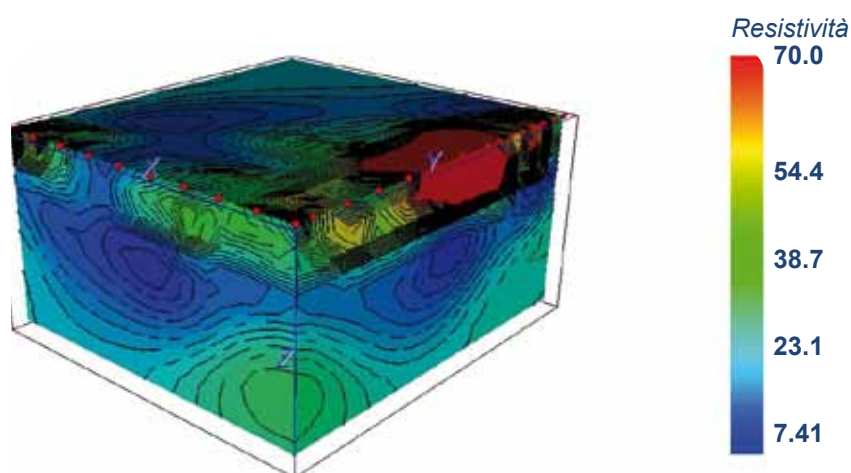


Fig. 1 - rappresentazione della distribuzione di resistività ρ di un terreno

scala cromatica, più semplificata della precedente, ove questa volta in colore rosso sono indicati quei volumi di terreno che hanno visto incrementare la loro resistività. ($\Delta\%$, ossia la variazione % di resistività), Appare quindi intuitivo che laddove ad esempio un terreno con bassa resistività per la marcata presenza d'acqua, ottiene grazie alle iniezioni espandenti un incremento della sua resistività (colore rosso) vorrà significare che esso ha ridotto il suo contenuto d'acqua e si sta man mano drenando o asciugando.

Infine al bisogno ove necessario si potrà integrare l'indagine E.R.T. ad esempio con prove penetrometriche per la determinazione della "resistenza meccanica" del terreno consolidato e per la taratura del modello geoelettrico adottato.

... Dopo

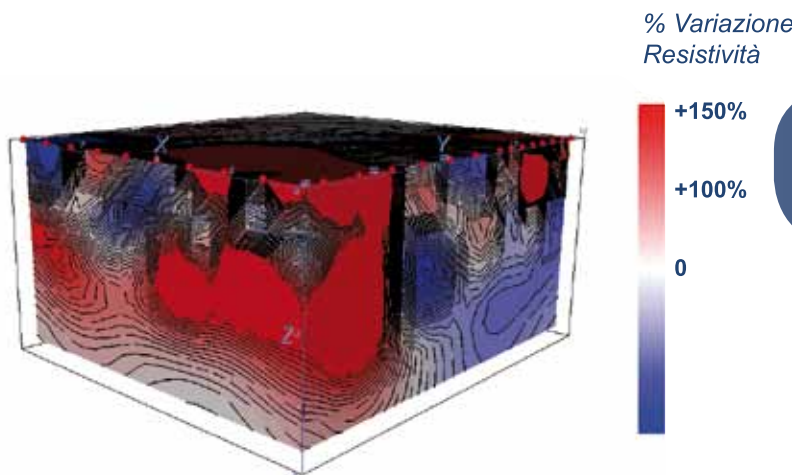
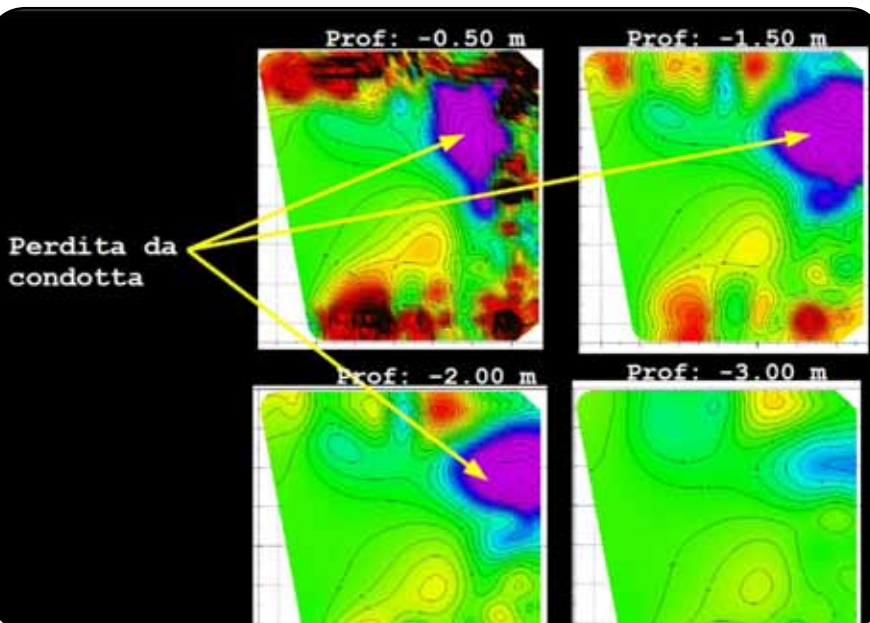


Fig. 2 - rappresentazione della variazione % di resistività ($\Delta\%$)

LePoten



Esempio di buona tomografia elettrica:

Nell'immagine a fianco è rappresentata una sequenza di sezioni 2D in pianta orizzontale a scendere sotto alla quota di fondazione. L'edificio appoggia sul terreno a - 1,5 mt dal piano di campagna e grazie alla nostra tomografia si può notare come in prossimità dell'angolo in alto a destra (macchia di colore viola) risulti una evidente perdita di acque dalla rete di raccolta dell'abitazione.

Il modesto indicatore di resistività del terreno misurato in quella zona ci permette nel dettaglio di capire che la perdita riguarda con molta probabilità la rete di raccolta degli scarichi domestici in quanto trattasi di valore tipico di resistività delle acque che contengono disciolti un significativo residuo di detersivi.



zialità Della Nostra Tomografia

Una delle nostre squadre operative al lavoro: mentre gli addetti alle iniezioni provvedono al consolidamento del terreno di fondazione, il nostro geologo sul posto sovrintende e dirige personalmente ogni operazione.

Grazie al supporto della tomografia elettrica verifica direttamente al computer l'immagine del terreno sotto all'edificio, si accerta che la resina si sia distribuita correttamente, che i vuoti nel terreno siano riempiti, che l'eccesso d'acqua sia stato ridotto e allontanato dal terreno che sostiene la casa, operazioni concrete e mirate per un efficace consolidamento.

Esempio di buona tomografia elettrica:

Nell'immagine a fianco possiamo notare una sezione 2D del terreno in prossimità della fondazione ottenuta grazie ad uno stendimento lineare posto in aderenza al perimetro dell'edificio. In questo modo è stato possibile riconoscere con elevata precisione la geometria effettiva della fondazione e conseguentemente il suo piano di imposta. Analogamente si sono potute rilevare le distribuzioni resistive del terreno di fondazione e nello specifico le concentrazioni d'acqua dovute a perdite effettive della rete idrica di raccolta. In rosso, è evidenziata la fondazione continua a trave rovescia su cui poggia l'edificio ceduto.

