

GEORADAR TRA ARCHEOLOGIA ED INVESTIGAZIONI FORENSI

di Pier Matteo Baone,
Carlotta Ferrara

Come uno dei principali metodi di indagine geofisica non distruttiva possa essere impiegato per scoprire quali misteri, antichi e moderni, si celano nel sottosuolo aiutando, allo stesso modo ma in ambiti diversi, archeologi e forze di polizia.

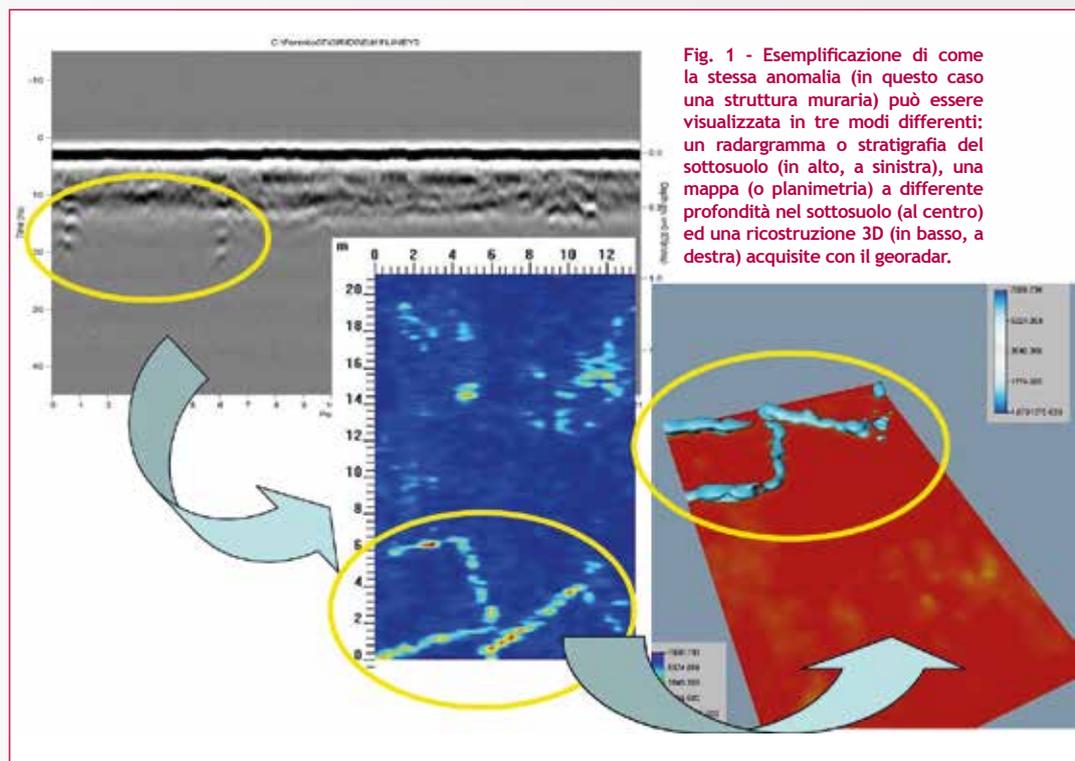


Fig. 1 - Esempificazione di come la stessa anomalia (in questo caso una struttura muraria) può essere visualizzata in tre modi differenti: un radargramma o stratigrafia del sottosuolo (in alto, a sinistra), una mappa (o planimetria) a differente profondità nel sottosuolo (al centro) ed una ricostruzione 3D (in basso, a destra) acquisite con il georadar.

Nel corso degli anni, lo studio delle metodologie di diagnostica e di conservazione nel campo dei beni culturali ha permesso di applicare materie prettamente 'scientifiche' a materie di norma considerate 'umanistiche'. Le sperimentazioni maturate hanno portato alla consapevolezza di quanto siano necessarie le basi scientifiche per la risoluzione di problemi conservativi e per le indagini preventive su materiali di elevato pregio storico-artistico-archeologico.

Il patrimonio culturale, in genere, sia esso artistico o archeologico, è soggetto all'inesorabile legge del degrado che lo avvia costantemente verso un punto di non ritorno, o meglio verso la perdita della 'leggibilità del manufatto' e verso, quindi, la non fruibilità dell'opera stessa. Nello specifico i beni archeologici giacciono nel sottosuolo per molti anni grazie ad un sottile equilibrio che si instaura tra l'opera e il terreno che la preserva.

Le ricognizioni di scavo nascono empiricamente dall'impulso di trovare testimonianze della presenza di persone, città o popoli antichi, e dalla voglia di studiarne il comportamento attraverso la lettura dei resti archeologici. La ricerca su campo è l'espressione dell'archeologia ed è il risultato di un "romantico entusiasmo per un idoleggiato e sempre un po' misterioso passato, al quale accostarsi con l'avventura dell'esplorazione" (Bianchi Bandinelli 1976).

Fin dal Rinascimento non esisteva una metodologia di scavo delineata e organizzata a dare il miglior risultato di catalogazione e di studio; piuttosto i reperti venivano spesso riusati e conservati al di fuori del loro contesto storico. Nei primi decenni del XIX secolo la scienza iniziò ad avere consapevolezza del valore dell'antichità in quanto tale e, proprio per questo valore, mise appunto il metodo di scavo stratigrafico dominato da un principio semplice ed essenziale: nella struttura stratigrafica è racchiusa la quarta dimensione, il tempo. La sovrapposizione degli strati permette di leggere il trascorrere del tempo giacché propone una successione ordinata delle vicende di un sito che ne costituisce la storia. Il pioniere di questo metodo fu Pitt Rivers, un generale che si dedicò alla ricerca archeologica tramite la ricognizione e la documentazione grafica e fotografica, ma la vera codifica dei principi dello scavo arrivò da parte di Edward Harris (Harris 1983). L'indagine stratigrafica ha rappresentato per l'archeologia la conquista più importante in quanto ha reso possibile ricostruire la storia dell'uomo attraverso l'osservazione delle testimonianze nel loro contesto di deposizione (Carandini 1981).

La stratigrafia archeologica sostanzialmente segue il principio scientifico-geologico di formazione delle rocce sedimentarie dove, gli agenti naturali, quali erosione e deposizione, determinano la sovrapposizione di vari elementi su rocce e terreni a ciclo continuo, così come l'uomo ha fatto tramite interventi artificiali sull'ambiente (Goldberg & Macphail 2009).

Ma cosa determina la necessità di iniziare un'indagine archeologica? Per un archeologo è essenziale impostare uno scavo in base alle varie fonti storiche sulla zona da investigare, ossia individuare un presunto luogo tramite lo studio critico e incrociato di tutte le informazioni rilevabili sul luogo stesso, siano esse storiche o legate a rinvenimenti più o meno casuali; ciò, tuttavia, richiede tempo e spesso comporta un margine d'errore piuttosto ampio. Da molti anni ormai, le ricognizioni preliminari allo scavo, sono affiancate dall'uso di tecnologie specifiche quali prospezioni geofisiche ed analisi di fotografie aeree/satellitari per permettere una valutazione preventiva di un sito con maggior precisione (Renfrew & Bahn 2009).

L'interesse principale, nel campo degli studi combinati geofisica/archeologia, si è rivolto, in particolare, alla metodologia geofisica nota come georadar (o, con il termine anglofono, Ground Penetrating/Probing Radar - GPR). Questa tecnologia si è ormai affermata come una delle migliori e più versatili applicazioni geofisiche non solo in campo archeologico, ma anche di diagnostica dei beni culturali (Barone & Ferrara 2014).

La geofisica forense tratta la localizzazione e la mappatura di oggetti, corpi o cavità, di varia natura e dimensioni, obliterati sottoterra o sott'acqua, utilizzando strumenti propri della geofisica, per fini giudiziari. Proprio il georadar risulta peculiare anche nell'ambito delle investigazioni forensi sulla scena del crimine (Barone & Di Maggio 2016).

Generalmente, anomalie delle variazioni dei parametri fisici possono risultare potenzialmente interpretabili come generate da materiali "estranei" sepolti. Con tale tecnica è quindi possibile individuare e delimitare precisamente il luogo di occultamento del target in questione, fino anche a

riconoscere prove di occupazione umana o scavo del suolo, sia recente che a distanza di anni. Inoltre, così come in campo archeologico, ancor di più in questo campo, il georadar ha il potenziale di indagare rapidamente, in modo non invasivo, aree estese dove si è cercato di obliterare nel sottosuolo una sepoltura clandestina o, in generale, un target forense.

Il georadar non è solo efficace per la ricerca e la localizzazione di armi o fusti metallici, sepolture e bunker, elementi particolarmente "visibili" e distinguibili dal contesto più o meno omogeneo di sepoltura od occultamento, ma è anche molto utile per individuare aree con elevati tassi di inquinamento chimico, dove i contaminanti immessi nel terreno ne alterano le proprietà fisiche in funzione della loro concentrazione e distribuzione geometrica. Un discorso simile può essere fatto anche per le sepolture umane in quanto i corpi in decomposizione rilasciano liquami facilmente identificabili dalle tecniche geofisiche in quanto alterano le proprietà chimico-fisiche del terreno circostante (Barone et al. 2016).

Ovviamente, come per il campo archeologico, ma anche ogni altra disciplina nel campo delle geoscienze, le indagini con il georadar devono essere condotte da personale esperto, a conoscenza non solo dei principi fisici ma anche delle nozioni adatte al tipo di indagine da eseguire.

L'approccio geofisico richiede, dunque, specializzazione ed esperienza. Infatti la messa a punto degli strumenti, la conoscenza e la comprensione dei sottosuoli dell'area da indagare, la capacità di elaborazione e di interpretazione dei dati raccolti sono elementi fondamentali per la riuscita della campagna geofisica. I metodi geofisici sono molto sensibili a piccoli cambiamenti nelle proprietà del materiale della terra, mantenendo comunque un'alta risoluzione nel risultato.

I dati sul campo vengono acquisiti attraverso una serie di misure effettuate secondo profili regolari e tra loro paralleli seguendo una maglia molto fitta preventivamente stabilita, legati alle dimensioni del bersaglio da individuare. Una volta completate le misure il geofisico elabora le informazioni tramite appositi software e dall'analisi di queste sarà in grado di produrre una mappa delle anomalie geofisiche rilevate (Barone et al 2015a).

Il corretto uso di tali metodi richiede, però, una chiarezza terminologica che eviti ogni ambiguità nella definizione della tecnica investigativa sia in campo archeologico che forense. Per questo motivo, di seguito, dopo una parte teorica, si illustreranno le potenzialità di tale tecnica riportando alcuni esempi pratici in siti archeologici ed in scene del crimine (Barone et al 2015b).

IL GEORADAR

Il georadar (noto in campo internazionale con il termine anglosassone di Ground Penetrating o Probing Radar - GPR), operativamente, consiste nell'invio nel terreno di impulsi elettromagnetici ad alta frequenza (10-3000 MHz) e nella misura del tempo impiegato dal segnale emesso dall'antenna trasmittente a ritornare a quella ricevente, dopo essere stato riflesso e/o diffratto da eventuali discontinuità presenti nel materiale investigato. Il tempo di andata e ritorno (TWT), espresso in nanosecondi - ns, permette di misurare la distanza in tempi tra le antenne ed il "bersaglio"; tale distanza può essere trasformata in profondità (metri) nel sottosuolo qualora si possa misurare la velocità di propagazione degli impulsi nel mezzo investigato (Annan 2005).

L'attenuazione di questi impulsi nel sottosuolo è correlata a due elementi: la presenza di umidità nel terreno e la frequenza scelta. Per quanto riguarda la presenza di umidità, un livello elevato di acqua nel terreno può rischiare di non

far penetrare (o penetrare solo parzialmente) il segnale elettromagnetico, rendendo il terreno molto conduttivo. La scelta della frequenza da utilizzare dipende dal fatto che il trasmettitore è collegato ad un'antenna (Tx) che produce un impulso elettromagnetico molto breve (dell'ordine di 1 - 10 ns). La durata dell'impulso prescelto è, a sua volta, legata alla frequenza dell'antenna utilizzata ed alla risoluzione verticale richiesta, ovvero la capacità di distinguere fra due strati o oggetti vicini tra di loro. In altre parole, più è alta la frequenza dell'antenna, più corto è l'impulso, il che si traduce in una bassa penetrazione del segnale (poiché l'attenuazione dipende anche dalla frequenza) ma in una più elevata risoluzione verticale (Jol 2009).

La strumentazione GPR si presenta con due possibili configurazioni: la cosiddetta configurazione bistatica, nella quale l'antenna trasmittente è fisicamente separata da quella ricevente; e la configurazione monostatica nella quale l'antenna trasmittente e ricevente coincidono.

La rappresentazione grafica dei dati georadar è un passo fondamentale per la comprensione e l'interpretazione dei risultati. Tali risultati riportano radargrammi (o stratigrafie) del sottosuolo in scala di grigi ed i moderni software permettono una risoluzione visiva ed una definizione molto alte. Inoltre, se le acquisizioni hanno previsto profili paralleli all'interno di un grigliato, si possono ottenere e, quindi, visualizzare mappe (ovvero planimetrie) della zona investigata che rappresentano, a varie profondità, non solo le geometrie degli oggetti sepolti ma anche le dimensioni, utilizzando normalmente un algoritmo di involuppo medio, noto anche come average envelope amplitude (Persico 2014) (Fig. 1).

Per interpretare correttamente un radargramma, è necessario sapere come la sezione è stata acquisita. L'impulso trasmesso dall'antenna radar non si propaga nel terreno o nel materiale in maniera puntuale come un laser, bensì si comporta come un cosiddetto cono di radiazione, "illuminando" il bersaglio sepolto anche prima di trovarsi perpendicolarmente al di sopra del target stesso (come una lampada accesa nel buio di una stanza). Il diametro di questo cono aumenta all'aumentare della profondità d'indagine del segnale georadar. Inoltre, le sue dimensioni dipendono anche dalle condizioni della superficie di acquisizione e dalla frequenza delle antenne impiegate (per esempio, alte frequenze restringono il diametro del cono) (Fig. 2).

La presenza nel sottosuolo di un vuoto o di un qualsiasi oggetto più o meno puntuale produce una caratteristica risposta elettromagnetica: l'iperbole di diffrazione. L'anomalia iperbolica deriva dalla riflessione del punto-sorgente (target sepolto) e si verifica, come abbiamo visto, perché l'energia è emessa sotto forma di cono che 'illumina' una porzione più ampia del target stesso. Di conseguenza, il segnale viene riflesso non solo dal bersaglio direttamente perpendicolare al di sotto delle antenne, ma anche poco prima e poco dopo, grazie anche alla trasmissione di onde oblique. Solo l'apice dell'iperbole corrisponde alla posizione reale della sorgente (Annan 2005) (Fig. 3).

La risoluzione massima orizzontale è circa l'impronta (footprint) del cono di radiazione (o area di illuminazione). Il tempo di andata e ritorno del segnale, e di conseguenza la stima delle profondità, può essere calcolato mediante la cosiddetta calibrazione delle code iperboliche derivanti da una anomalia. Importante sottolineare, però, che è possibile determinare la profondità di un target solo se la velocità di penetrazione del segnale nel materiale o nei materiali è noto.

Con l'eccezione dei materiali conduttori sepolti (ad esempio, il metallo, che ha un'alta conducibilità e permittività magnetica), le onde elettromagnetiche passano attraverso

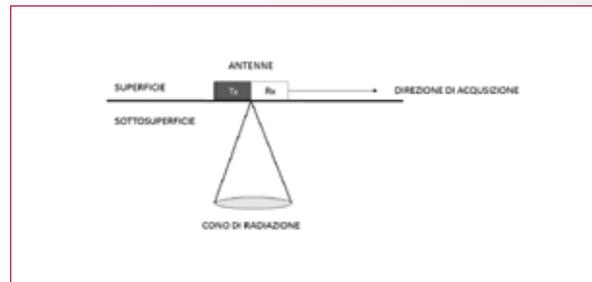


Fig. 2 - L'antenna trasmittente (Tx) emette un segnale che non viaggia verticalmente in profondità come un laser, ma crea un cono di radiazione che 'illumina' il target e si riflette all'antenna ricevente (Rx). A destra, l'analogia con un cono di illuminazione, a solo scopo esemplificativo.

il target sepolto continuando la loro penetrazione e producendo differenti riflessioni a differenti profondità. In alcuni casi, tale effetto permette di stimare non solo la profondità della parte superiore (top) dell'oggetto, ma anche le sue dimensioni verticali (ad esempio, in presenza di un tunnel sotterraneo, è possibile individuare non solo il top del tunnel, ma anche il fondo dello stesso) (Daniels 2004).

QUANDO IL GEORADAR RISOLVE ENIGMI ANTICHI E MODERNI

Il georadar è un metodo che ben si adatta a diversi tipi di indagine in molteplici settori sia per la sua versatilità, sia per la sua maneggevolezza che per la sua rapidità di esecuzione. Tra le varie applicazioni del GPR, si riscontra l'utilizzo in molteplici campi dell'ingegneria civile, della geologia, delle scienze ambientali, forensi, agricole e forestali (Persico 2014).

Lo sviluppo negli ultimi decenni di tale tecnica ne ha permesso un uso proficuo anche in ambito di beni culturali con particolare riguardo all'archeologia - indagini preventive, pianificazioni di scavi, etc. -, ed alla diagnostica di edifici antichi per il miglioramento della loro protezione, conservazione e monitoraggio. Inoltre, il vantaggio di poter ottenere una risposta in termini di immagine del sottosuolo in tempo reale è la chiave vincente in questo determinato ambito.

Per questo sono numerosi i target archeologici sepolti che possono essere individuati dal georadar. I tre più importanti e rilevanti sono sicuramente le strutture murarie, le strade e le sepolture.

Il primo di questi - le strutture murarie - sono evidentemente

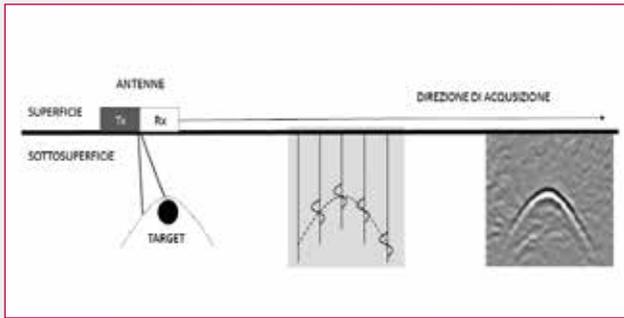


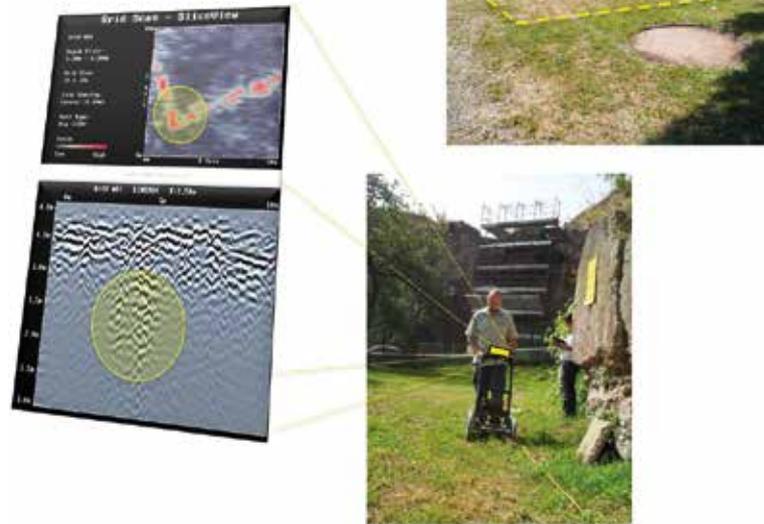
Fig. 3 - L'iperbole di diffrazione, visibile in questa figura, deriva dalla riflessione del target intercettato. È da notare come solo l'apice dell'iperbole individua la corretta posizione dell'oggetto sepolto.

te cruciali se si ricercano insediamenti e si vuole ricostruire la frequentazione di un paesaggio antico. La capacità risolutiva del GPR permette non solo di riportare in pianta con corretta orientazione tali strutture (siano esse parzialmente o interamente conservate), ma anche e soprattutto ricostruire, grazie alle mappe a differenti profondità, una cronologia relativa delle diverse unità murarie che si sono eventualmente succedute in un'area. In figura 4, per esempio, è evidente come tale metodologia geofisica definisca con estrema precisione geometria e localizzazione nello spazio di un muro ad angolo retto di un edificio paleocristiano (V secolo d.C. circa).

La seconda tipologia archeologica sepolta molto diffusa nelle interpretazioni georadar è l'individuazione delle antiche strade sepolte. In particolare, le strade basolate costruite dai Romani avevano una struttura ben precisa e pressoché identica. Elementi fondamentali, però, erano i cosiddetti *umbones* ed il *dorsum* (o *pavimentum*), essi erano costituiti da basoli posti rispettivamente in verticale ed orizzontale. Tale conformazione, una volta obliterata dal tempo e dal suolo, risulta di facile determinazione mediante indagine GPR. Infatti, come si evince in figura 5, il radargramma ci dà una serie di informazioni non solo in merito all'orientamento del profilo perpendicolarmente alla strada sepolta, ma anche, e soprattutto, alle caratteristiche intrinseche del target sepolto stesso che ci permettono di interpretarlo come una strada romana. Difatti, i due eventi iperbolici presenti a destra e a sinistra della riflessione sub-orizzontale sono chiaramente riconducibili agli *umbones* ed al *dorsum* della strada sepolta. Ciò che, poi, rende la prospezione georadar molto peculiare è la possibilità di avere un'ottima risoluzione ed una elevata precisione nel determinare la profondità del bersaglio individuato nel sottosuolo.

Lo studio delle capacità del georadar non solo di individuare ma anche di definire in maniera univoca la presenza di sepolture non ancora riportate alla luce è un altro aspetto da non sottovalutare in ambito archeologico, ma non solo. Come la figura 5, anche la figura 6 mostra come il radargramma mette in evidenza l'esistenza nel sottosuolo di un'anomalia perpendicolare al piano di acquisizione dati, che presenta due elementi caratteristici di ogni sepoltura: il taglio della fossa ed il riempimento. Il taglio è un'operazione che una volta effettuata rimane indelebile nel tempo poiché va ad alterare in maniera decisiva e permanente la stratigrafia e le caratteristiche chimico-fisiche del terreno. Il riempimento, dal canto suo, svolge un ruolo fondamentale, in quanto, porta con sé una serie di informazioni che vanno dalla diversa compattazione del suolo alla presenza di materiali organici e inorganici all'interno.

Fig. 4 - A sinistra è possibile notare come il radargramma e la mappa mettano ben in evidenza la presenza di un muro ad angolo retto alla profondità di circa 1.25m (evidenziato in giallo); in alto, la posizione del muro (giallo tratteggiato) sulla superficie di acquisizione.



È importante sottolineare come la capacità risolutiva di individuare sepolture in ambito archeologico abbia ancora più importanza se viene traslata in un contesto di indagini forensi moderne. Le investigazioni scientifiche sulla scena del crimine, infatti, hanno portato alla ribalta le doti del georadar per la localizzazione e l'individuazione di persone scomparse e sepolte nel terreno e non solo.

Ma come può un esperto geofisico capire, analizzare ed interpretare un'anomalia come una possibile sepoltura clandestina? Se così vogliamo, il georadar, in tempo reale, ottiene una risposta elettromagnetica che si configura come quanto mostrato in figura 6. Ovviamente ogni caso ed ogni

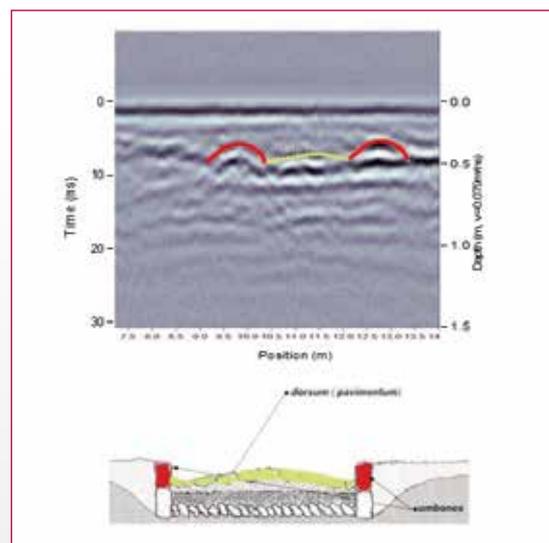


Fig. 5 - Le anomalie visibili sul radargramma (in alto) mostrano, ad una profondità di circa 0.35m, come le due iperboli (in rosso) ed il riflettore orizzontale (in giallo) possano essere facilmente correlate agli *umbones* (in rosso) ed al *dorsum* (in giallo) tipici della struttura della strada basolata romana (in basso).

terreno ha le sue caratteristiche, ma generalmente la presenza di un evento iperbolico, un riflettore orizzontale ed un altro evento iperbolico è indice di uno scasso, un “taglio” effettuato nel terreno e successivamente riempito, segno indelebile e duraturo nel tempo anche a distanza di secoli (l’archeologia ce lo insegna). Tale taglio è ben evidente al georadar grazie alla differenza di proprietà chimico-fisiche e di compattezza tra il materiale circostante, il taglio ed il riempimento (sia esso eseguito con lo stesso tipo di materiale o con uno differente). Questa anomalia, quindi, è l’anomalia per eccellenza, sempre presente in qualsiasi caso di sepolture clandestine, siano esse per seppellire corpi, armi, fusti o qualsiasi altro materiale, ed ogni bravo geofisico dovrebbe saper distinguerla nelle proprie prospezioni. Recentemente, inoltre, tale metodo è stato testato per capire con quanta accuratezza potesse risolvere un oggetto, anche di piccole dimensioni, sepolto nel sottosuolo. La figura 7 mostra i risultati a seguito di un’indagine di investigazione scientifica alla ricerca di una pistola oblitterata clandestinamente a poca profondità nel terreno. Si nota come, nonostante l’oggetto fosse di piccole dimensioni, la risposta finale in termini di radargramma e mappa di profondità, permetta non solo la chiara localizzazione dell’oggetto, ma anche la sua geometria.

In conclusione, sia che il georadar venga utilizzato per scopi ‘culturali’ che per scopi ‘forensi’, sicuramente è importante sottolineare come solo una corretta, esauriente ed esauritiva conoscenza della metodologia porta ad un’interpretazione ragionevole di ciò che si trova nel sottosuolo, svelando misteri ed enigmi, antichi e moderni, in tempo reale ed in maniera assolutamente non invasiva, non distruttiva e soprattutto rapida ed efficiente.

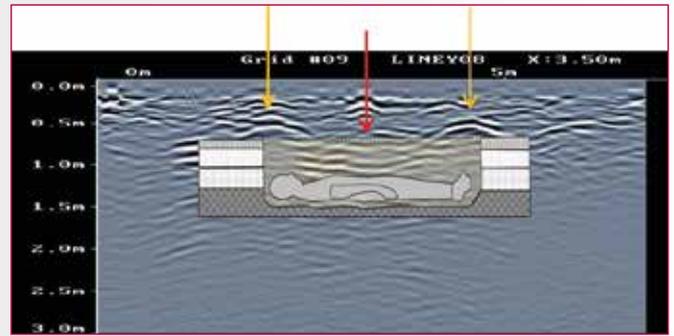


Fig. 6 - Nel radargramma si può vedere come le frecce gialle indichino iperboli legate al taglio effettuato nel suolo per ricavare la sepoltura; mentre la freccia rossa indica il riflettore orizzontale - il riempimento successivo al taglio e ciò che rimane del corpo, con caratteristiche chimico-fisiche diverse dal terreno circostante.

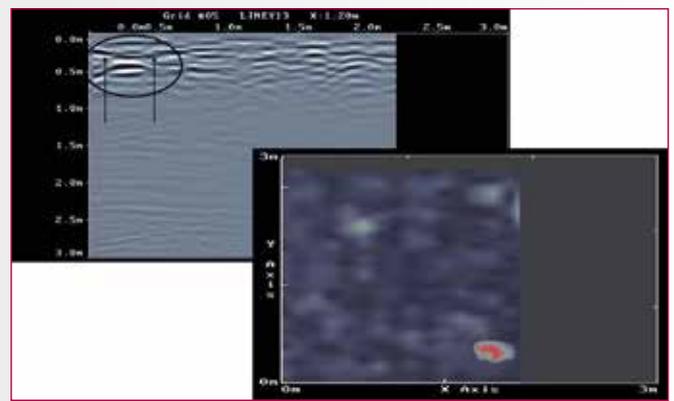


Fig. 7 - Il radargramma (a sinistra) e la mappa di profondità (a destra) mostrano chiaramente come il georadar abbia individuato la presenza di una pistola sepolta a circa 0.40m di profondità nel suolo. In particolare, se il radargramma mostra sia le anomalie esterne legate al taglio nel suolo per effettuare lo scavo (evidenziato dalle frecce), sia il riempimento costituito dal terreno di riporto e dalla pistola, la mappa di profondità, invece, permette una buona approssimazione della forma della pistola stessa.

BIBLIOGRAFIA

- Annan A.P. (2005) Ground-Penetrating Radar. In Butler D.K. (a cura di), *Near-Surface Geophysics, Investigations in Geophysics*, 13, SEG.
- Barone P.M. & Di Maggio R.M. (2016) L'approccio alla scena del crimine tramite la geofisica forense ed i cani da cadavere. Giugno 2016, *Il Penalista*, Giuffrè Editore. ISSN 2464-9635
- Barone P.M., Di Maggio R. & Ferrara C. (2015a) Forensic Geo-Archaeology in Italy: Materials for a Standardisation. *International Journal of Archaeology*, Special Issue: Archaeological Sciences, 3, 1-1, pp. 45-56. DOI: 10.11648/j.ija.s.2015030101.16
- Barone P.M., Di Maggio R. & Ferrara C. (2015b) Not necessarily buried bodies: forensic GPR investigations from criminal to civil justice, in *Proceedings of the 8th International Workshop on Advanced Ground Penetrating Radar (IWAGPR)*, IEEE, Florence 2015, pp. 1-4. DOI: 10.1109/IWAGPR.2015.7292681
- Barone P.M. & Ferrara C. (2015). Geophysics and Cultural Heritage, in Carmine Gambardella (a cura di). *Heritage and Technology. Mind, Knowledge, Experience*, Atti del XIII Forum Internazionale di studi “Le Vie dei Mercanti”, Aversa e Capri, 11 / 13 giugno 2015. Napoli, La scuola di Pitagora. WoS. ISBN: 978-88-6542-416-2
- Bianchi Bandinelli R. (1976) *Introduzione all'archeologia*, Bari: Laterza.
- Carandini A. (1981) *Storie della Terra*, Bari: Laterza.
- Daniels D.J. (2004) *Ground-Penetrating Radar* - 2nd Edition, IEE Radar, Sonar, Navigation and Avionic Series 15.
- Goldberg P. & Macphail R.I. (2009) *Practical and theoretical Geoarchaeology*, Blackwell.
- Harris E. C. (1983) *Principi di stratigrafia archeologica*, Roma: Carocci.
- Jol H. (2009) *Ground Penetrating Radar Theory and Applications*, Elsevier.
- Persico R. (2014) *Introduction to Ground Penetrating Radar: Inverse Scattering and Data Processing*, Wiley-IEEE Press. ISBN: 978-1-118-30500-3.
- Renfrew C. & Bahn P. (2009) *Archeologia. Teoria, Metodi e Pratica*, Bologna: Zanichelli.

ABSTRACT

Destructive tests are no longer a suitable tool for investigations of archeological and cultural heritage monuments. Geophysical surveying like GPR (Ground Penetrating Radar) may represent the only effective and non-destructive technique for recovering and understanding archeological data, pursuing archaeological research and caring for cultural heritage sites. During recent years, the same geophysical approach helps also law enforcement. Progressively it has acquired credibility in the field of non-destructive shallow subsurface forensic investigations. The major benefits of this geophysical technique are the real-time visualization of the data acquired and the quick data acquisition.

PAROLE CHIAVE

GEORADAR; ARCHEOLOGIA; SCIENZE FORENSI; INVESTIGAZIONI

AUTORE

PIER MATTEO BARONE
P.BARONE@AUR.EDU
ARCHAEOLOGY AND CLASSICS PROGRAM, THE AMERICAN UNIVERSITY OF ROME, VIA P. ROSELLI, 4 - 00153
ROMA, ITALIA

CARLOTTA FERRARA
CARLOTTAFERRARA@GMAIL.COM
CREA-RPS, VIA DELLA NAVICELLA, 2 - 00184 ROMA, ITALIA



RESTAURO - MUSEI

SALONE DELL'ECONOMIA, DELLA CONSERVAZIONE, DELLE TECNOLOGIE
E DELLA VALORIZZAZIONE DEI BENI CULTURALI E AMBIENTALI

22 - 24 MARZO 2017
FERRARA FIERE / XXIV EDIZIONE

RESTAURO DI BENI ARTISTICI, STORICI, ARCHEOLOGICI E MONUMENTALI - PRODOTTI, MATERIALI E ATTREZZATURE
PER IL RESTAURO STRUMENTI E SERVIZI DI RILEVAMENTO E DIAGNOSTICA - TECNOLOGIE PER I BENI CULTURALI
SERVIZI PER I BENI CULTURALI - SISTEMI DI ARCHIVIAZIONE E CATALOGAZIONE MUSEI, ARCHIVI E BIBLIOTECHE
TURISMO CULTURALE - ISTITUTI ED ENTI PUBBLICI E PRIVATI, CENTRI DI RICERCA - ENTI DI FORMAZIONE
PROFESSIONALE - ASSOCIAZIONI DI CATEGORIA - EDITORIA

