

# I vantaggi e le innovazioni metodologiche del *remote* e del *proximal sensing* nel campo dell'Archeologia Preventiva

## Sperimentazioni e risultati nell'ambito della verifica Preventiva dell' Interesse Archeologico.

di Giancarlo Pastura

Fig.1 - Le indagini non invasive eseguite da Italferr sul territorio nazionale.



Sin dalle prime applicazioni, gli archeologi hanno colto il potenziale di utilizzo dei metodi geofisici per individuare strutture archeologiche sepolte sotto la superficie del suolo, aspetto fondamentale nelle procedure di archeologia preventiva. Fino a poco tempo fa, il vero ostacolo era rappresentato dagli elevati costi e dalle barriere tecniche rappresentate dal l'implementazione e dalla raccolta di dati su larga scala. I recenti progressi nella tecnologia di imaging termico, imaging in profondità, droni e intelligenza artificiale hanno ridotto i costi e migliorato la qualità e il volume dei dati raccolti ed elaborati

Entrate nella normativa e nelle procedure con ritardo rispetto ad altri Paesi europei, le tecniche di *remote sensing* sono una componente sempre più presente nelle esperienze italiane di Archeologia Preventiva che, salvo poche eccezioni, ne dimostrano efficacia e innegabili benefici nell'ottica della programmazione e della progettazione consapevole. Benché ormai da tempo sono noti limiti e potenzialità dei singoli metodi di indagine, grazie anche ad una sempre maggiore sperimentazione degli stessi in ambito accademico, ultimi anni si è continuato a dibattere sul ruolo effettivo che le tecniche diagnostiche possono ricoprire all'interno dei processi di valutazione archeologica preventiva, specie quando connessi allo sviluppo

infrastrutturale del Paese.

La recente introduzione delle Linee Guida per la procedura di verifica dell'interesse archeologico (DPCM del 14.02.2022, pubblicato sulla G.U. del 14.04.22), a cui hanno fatto seguito le circolari n.53/2022 e n.1/2023, oggi assorbite nell'Allegato I.8 del D.Lgs 36/2023, sono state occasione per la struttura Archeologia di Italferr (Società del Polo Infrastrutture Ferrovie dello Stato) per introdurre un protocollo operativo che privilegia l'utilizzo estensivo di indagini geofisiche con l'obiettivo di indirizzare, sulla base degli esiti delle analisi indirette, i saggi di scavo in maniera più puntuale e di individuare ulteriori sistemi di indagine speditivi ed affidabili in grado di calibrare il rischio archeologico.

Tale necessità è stata ulteriormente accentuata dal programma di investimenti relativo alle opere infrastrutturali inserite nel Piano di Ripresa e Resilienza volte a incrementare ed estendere la rete ferroviaria nazionale ad Alta Velocità/Alta Capacità nonché a potenziare le tratte regionali, dove l'utilizzo di metodologie d'indagine speditive per l'individuazione dei depositi archeologici, è risultata fondamentale per garantire tempi certi di realizzazione.

Tale modo di procedere definisce in maniera puntuale le aree

da sottoporre a verifica archeologica, riducendo al minimo il numero di saggi e comprimendo notevolmente le tempistiche di esecuzione, troppo spesso vincolate ad aspetti di difficile gestione, quali ad esempio l'acquisizione delle aree, l'occupazione temporanea del terreno, la presenza di colture in atto, l'opposizione dei privati, ecc.

L'applicazione costante di questo protocollo operativo (fig.1 - Le indagini non invasive eseguite da Italferr sul territorio nazionale) ha consentito di affinare l'utilizzo delle singole metodologie, di valutarne limiti e criticità e di sperimentare ulteriori metodi efficienti e vantaggiosi nell'ambito della verifica preventiva dell'interesse archeologico.

In primo luogo, infatti, si è proceduto nell'efficientare l'utilizzo delle metodologie di *remote sensing* più tradizionali, predisponendo degli standard molto rigidi per la progettazione delle indagini, dove la scelta del tipo di metodologia da impiegare dipende in primo luogo dalla composizione geolitologica dei terreni nei quali risulta inserito l'elemento archeologico, dalle condizioni logistiche dell'area oggetto dell'intervento di prospezione, nonché dagli eventuali disturbi causati dalle infrastrutture dei centri abitati e industriali, dalle linee elettriche e ferroviarie. Inoltre sono stati stabiliti degli standard per l'interpretazione e la restituzione dei dati predisponendo una piattaforma in ambiente GIS in cui le mappe generate attraverso le varie tecniche geofisiche vengono processate attraverso un'analisi visiva e una successiva restituzione delle tracce tramite disegno vettoriale su feature

poligonali. Ad ogni feature sono assegnati una serie di attributi relativi principalmente al tipo di traccia, al sensore da cui è estrapolata, all'interpretazione e al grado di rischio. Questo viene compilato in una scala di valori basso – medio – alto a seconda della ripetitività della traccia nelle diverse sensoristiche, dalla sua attendibilità e dal suo inserimento nel contesto (fig.2 - Collegamento Aeroporto di Olbia. Carta integrata del rischio archeologico).

La prima applicazione di questa modalità operativa si è avuta nel progetto "Andora- Finale Ligure" per dove sono state eseguite numerose indagini con metodo geoelettrico che hanno consentito di individuare una serie di anomalie che hanno trovato puntuale riscontro nella conseguente verifica archeologica. Vista l'affidabilità dei risultati, in un contesto archeologico particolarmente complesso individuato all'interno dello stesso progetto, sono state eseguite ulteriori indagini che, in questo caso, hanno avuto un riscontro

parziale e hanno consentito di acquisire ulteriori informazioni per una corretta progettazione delle indagini geofisiche, specie in presenza di contesti che necessitano di una caratterizzazione puntuale del record sepolto. Allo stesso tempo altri progetti, anche piuttosto complessi in termini di estensione e morfologia, hanno messo in evidenza una serie di criticità in relazione agli obiettivi dichiarati in termini di speditezza e accuratezza; la scarsa predisposizione di alcune aree all'indagine, la necessità di acquisire le autorizzazioni da parte dei privati proprietari delle aree, i costi elevati e le tempistiche necessarie per la registrazione dei dati si sono rivelati incompatibili con gli iter autorizzatori dei progetti, soprattutto quelli inseriti nel PNRR.

Un esempio in questo senso è stata la progettazione del nuovo collegamento ferroviario con l'Aeroporto di Olbia "Costa Smeralda", che ha dato occasione per l'avvio di una sinergia tra la Soprintendenza Archeologia

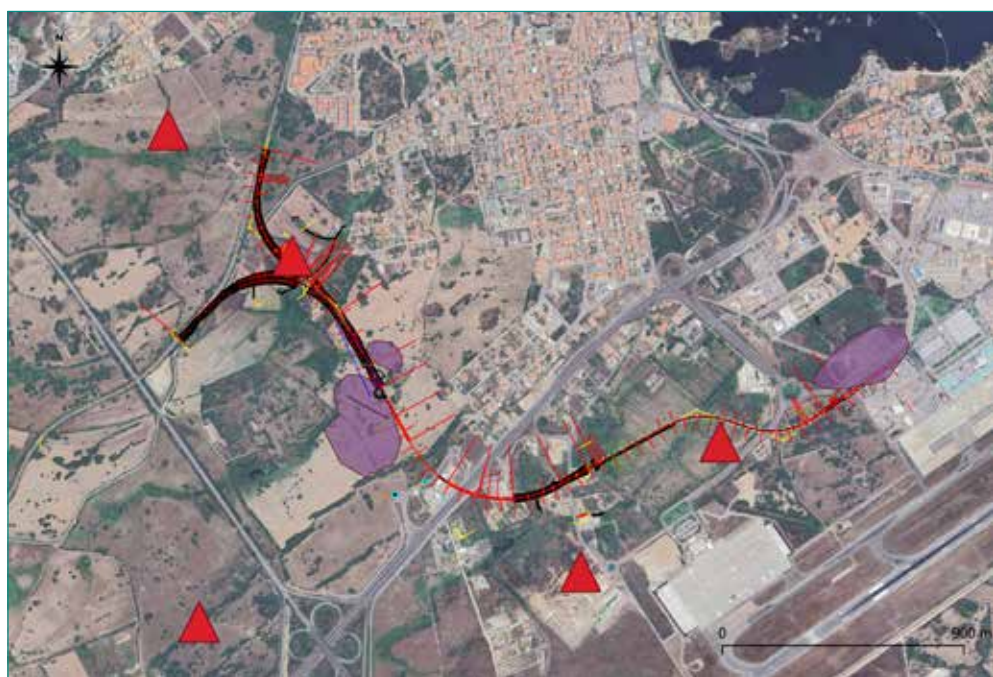


Fig.2 - Collegamento Aeroporto di Olbia. Carta integrata del rischio archeologico.

Belle Arti e Paesaggio di Sassari e Nuoro e la struttura Archeologia di Italferr (Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane) per la sperimentazione di nuove procedure operative.

Infatti, rapportate l'estensione dell'opera e le tempistiche per la sua realizzazione alle esigenze di conoscenza e tutela, si è preferito adottare un approccio innovativo e di maggior efficacia sia per i riscontri, sia per i tempi, anziché percorrere le vie più tradizionali. Pertanto, si è optato per l'utilizzo contemporaneo di diverse metodologie di indagine strumentale indiretta, eseguiti per mezzo di drone, quali il rilievo Lidar, l'acquisizione di immagini RGB e le analisi Multispettrali e Termiche.

I risultati di questa sperimentazione sono stati molto incoraggianti tanto che è stata ripetuta anche nelle indagini archeologiche preventive connesse al progetto "Nuovo collegamento Palermo – Catania Lotto 3-Lercara Dir.- Caltanissetta Xirbi" dove, vista la complessità delle opere e la pluristratificazione archeologica, si è scelto di aggiungere anche la magnetometria da drone e quella terrestre, quest'ultima utilizzata come elemento di validazione. Questo termine di paragone si è rivelato particolarmente interessante perché se da un lato è emersa una ancora evidente differenza qualitativa nella restituzione dei dati, dall'altro il magnetometro da drone è stato in grado di cogliere le anomalie archeologiche più interferenti con il progetto. In linea generale si può affermare che sono stati raggiunti traguardi di altissima qualità, soprattutto nel determinare il miglior equilibrio possibile tra velocità, costi, precisione tecnica e buoni esiti, tutti obiettivi di innegabile importanza nella

pratica dell'archeologia preventiva. La qualità delle restituzioni dimostra che le più evolute tecnologie e strumentazioni sono ora in grado di fornire una caratterizzazione dettagliata del record nascosto, anche a scala paesaggistica, se consideriamo l'estensione dell'opera.

Tuttavia la verifica archeologica ha evidenziato alcune criticità sulle anomalie generate da alcune sensoristiche e ha consentito di valutare soluzioni e nuove strategie da mettere in atto. Resta infatti ovvio che le tecniche di telerilevamento e di remote sensing hanno dei limiti sia in termini operativi, poiché l'applicazione delle varie tecniche è condizionata dall'uso del suolo e talvolta dalla geologia, sia in termini interpretativi, principalmente per il fatto che non restituiscono informazioni dirette sulla cronologia delle evidenze rilevate. L'integrazione di più sensori è risultata fondamentale per superare tali limiti di ricerca ed è proprio questo l'aspetto su cui è possibile lavorare, tenendo conto che le procedure di archeologia preventiva non sono programmabili nella loro 'stagionalità'.

Questo intervento, infatti, non intende dimostrare la possibilità di risolvere le procedure di archeologia preventiva soltanto attraverso la diagnostica non invasiva, ma ribadisce il ruolo dell'"archeologia preventiva senza scavo", oramai perfettamente in grado di restituire il potenziale archeologico di un'area e di indirizzare le indagini dirette, con l'obiettivo di individuare in maniera speditiva, con costi ridotti e con ampia possibilità di applicazione, eventuali criticità per la realizzazione di un'opera per tempi utili ad una riprogettazione.

## BIBLIOGRAFIA

Campana S. (2018), Mapping the Archaeological Continuum. Filling 'Empty' Mediterranean Landscapes – SpringerBrief in Archaeology.  
Campana S. (2017), Drones in Archaeology. State-of-the-art and Future Perspectives, in Archaeological Prospection - Wiley Online Library  
Frandi F.; Ludovici D. (2020), Archeologia preventiva e progettazione ferroviaria: la genesi dell'attuale Procedura di Verifica Preventiva e l'esperienza di 25 anni di best practice, in Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, 153-LXXIV, n. 2-3, 63-67.

## PAROLE CHIAVE

REMOTE SENSING; PROXIMAL SENSING; ARCHEOLOGIA PREVENTIVA; PROGETTAZIONE; INDAGINI PREVENTIVE

## ABSTRACT

In recent years the role of preventive archaeological investigations - and consequently that of archaeologists - in territorial and urban transformation became more and more important; On the other hand, the time allocated to archaeological investigation is often severely compressed: so, it is essential to exercise targeted and effective action and, even more so, to have in-depth knowledge of the context on which the project impacts. The National Geoportal for Archaeology is a useful tool, making archaeological data available for consultation and free reuse. Its usefulness is growing every day, thanks to recent provisions that provide for the use of the GNA as a standard for the delivery of minimum data for all archaeological investigations.

## AUTORE

GIANCARLO PASTURA  
G.PASTURA@ITALFERR.IT  
ITALFERR SPA (POLO INFRASTRUTTURE FERROVIE DELLO STATO)



# TECHNOLOGYforALL



# OnTheRoad

## Seconda Tappa: Foligno



COMUNE DI FOLIGNO

### 25 - 26 OTTOBRE

A.D. 1308  
**unipg**

DIPARTIMENTO  
DI INGEGNERIA  
CIVILE E AMBIENTALE



Foligno città romana sulla prima Via Flaminia  
Palazzo Trinci, Piazza della Repubblica

