

## **Rilievo LiDAR terrestre: Scala di Furno (Lecce)**

Domenica Costantino, Maria Giuseppa Angelini, Giovanni Caprino

DIASS - Politecnico di Bari, Facoltà di Ingegneria, v.le del Turismo, 8 – 74100 Taranto.  
e-mail: d.costantino@poliba.it; tel. +39 99 4733215; fax +39 99 47733304

### **Riassunto**

Nell'ambito del progetto LEADER+ Puglia 2000/2006, programma di iniziativa comunitaria finalizzato alla promozione dello sviluppo integrato, endogeno e sostenibile delle aree rurali e la valorizzazione di specifiche esperienze con i territori esterni, si è condotto un rilievo LiDAR terrestre di un insediamento protostorico risalente al periodo compreso tra l'Età del Bronzo e l'Età del Ferro (XVIII-VIII sec. a.C.). La possibilità di valorizzare e al tempo stesso di rendere fruibile tale insediamento di facile deperibilità (in sito sabbioso) ha richiesto un rilievo di elevato dettaglio finalizzato alla realizzazione di una copia dello scavo archeologico da posizionare in situ. Vista la complessità, per alcune aree, come quella della fornace, si è resa necessaria l'integrazione dei dati LiDAR con quelli provenienti da tecnica fotogrammetrica. Il rilievo integrato ha permesso di restituire un modello 3D numerico finalizzato alla successiva realizzazione di una copia in scala 1:1.

### **Abstract**

Under the LEADER + project Puglia 2000/2006, the Community Initiative Program aimed at promoting the integrated, endogenous and sustainable development of rural areas and enhancement of specific experiences with the external territories, has conducted a survey of terrestrial LiDAR of a protohistoric settlement dating to the period from the Bronze Age to the Iron age (XVIII-VIII century BC.). The possibility of enhancing and, at the same time, to make enjoyable this settlement of perishable items (sandy site) required a highly detailed survey aimed at the realization of a copy of the archaeological dig to be placed in situ. Given the complexity, for some areas, such as the furnace, it was necessary the integration of LIDAR data with those from photogrammetric technique. The integrated survey allowed to get a 3D numerical model intended at the realization of a copy in 1:1 scale.

### **Introduzione**

L' integrazione del rilievo LiDAR terrestre con le informazioni metriche acquisite con tecnica fotogrammetrica tradizionale è particolarmente necessario qualora si operi su siti archeologici molto complessi. Sia la tecnica laser scanner terrestre che quella fotogrammetrica consentono, infatti, una rappresentazione complessiva e al tempo stesso di dettaglio di un intero sito.

Obiettivo generale di ogni progetto di scavo è quello di acquisire, elaborare ed archiviare i dati relativi al patrimonio storico-archeologico, al fine di predisporre gli strumenti dinamici per la tutela e la valorizzazione di tale patrimonio.

In particolare, nell'ambito del progetto LEADER+ Puglia 2000/2006 si è condotto un rilievo LiDAR terrestre di un insediamento protostorico risalente al periodo compreso tra l'Età del Bronzo e l'Età del Ferro (XVIII-VIII sec. a.C.) in località Scala di Furno. L'area archeologica è ubicata sul litorale salentino tra le località Torre Lapillo e Porto Cesareo (figura 1). Essa è stata oggetto di intense campagne di scavo effettuate a partire dal 1968 fino al 1977. L'area si configurava come punto di transito nei traffici micenei verso lo Scoglio del Tonno di Taranto, punto di approdo stabile nei rapporti egei sull'arco ionico tra il XV e il XI sec. a.C. e costituiva un'area sacra frequentata da greci, iapigi e messapi dall'VIII al VI sec. a.C. (diradata è invece la frequentazione in epoca

romana). Dal punto di vista insediativo, la parte meridionale dell'abitato protostorico è caratterizzata dalla presenza di un "quartiere delle ceramiche" risalente alla fase del Bronzo medio-recente (XVII-XIV sec. a.C.), delimitata da un cordolo di argilla all'interno del quale sono state rinvenute fornaci di diversa tipologia e dimensione.



Figura 1 – Inquadramento dell'area archeologica

Le campagne di scavo hanno messo in luce: (1) un muro del Bronzo Tardo sul lato ovest (XIII-XI sec. a. C.); (2) un muro dell'età del Bronzo ed un muro "temenos" dell'area sacra; (3-4) le fornaci (XVI-XIV sec. a. C.); (5) i resti di un sacello; (6) un'ara messapica del VI sec. a. C. ed un'eschara (figura 2).



Figura 2 – Sito archeologico "Scala di Furno"



*Figura 3 – Particolare delle fornaci*

### **Il rilievo LiDAR**

Il rilievo ha interessato un'area di circa 100 mq (figura 4). L'acquisizione dei dati laser è stata estesa all'intera area al fine di fornire un dettagliato modello digitale del terreno sul quale pianificare i successivi lavori di scavo.



*Figura 4 – Dettaglio dell'area archeologica rilevata*

Per l'acquisizione è stato utilizzato un laser HDS4500 Leica. Data la complessità di alcuni elementi di particolare rilevanza (fornaci) e per limitare quanto più possibile le zone d'ombra, si sono eseguite 10 scansioni con passo di 2 mm, utilizzando 8 target piani. L'elaborazione è stata eseguita con il software Cyclone per la fase di pre-processing (filtratura e noise reduction) e di registrazione delle point cloud.

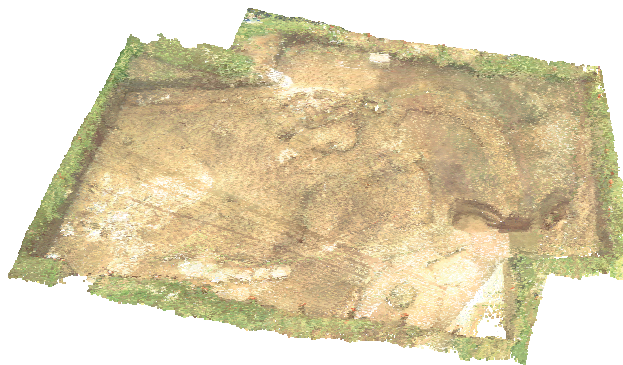


*Figura 5 – Point Cloud complessiva registrata in Cyclone*

Il modello numerico complessivo (figura 5) è stato, quindi, esportato in formato ASCII per essere successivamente elaborato con il software Geomagic. È stato, pertanto, generato un modello a superfici (figura 6) e su di esso sono state eseguite le tipiche procedure di Cleaning, Reducing Noise, Filling holes, Repairing normals and intersections.

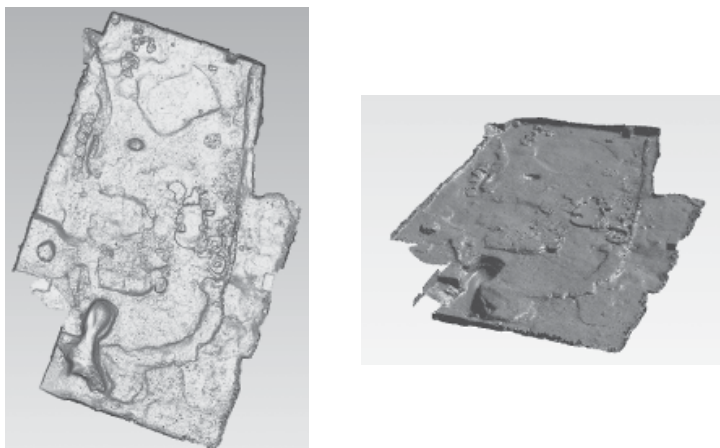


Figura 6 – Mesh generata in Geomagic

### Il rilievo fotogrammetrico

La copertura fotogrammetrica dell'area di scavo è stata condotta con una camera digitale Nikon D1 calibrata. Le foto metriche sono state importate ed elaborate nel software Photomodeler Scanner che ha consentito di generare una nuvola di punti più densa per le aree di dettaglio (figura 7).

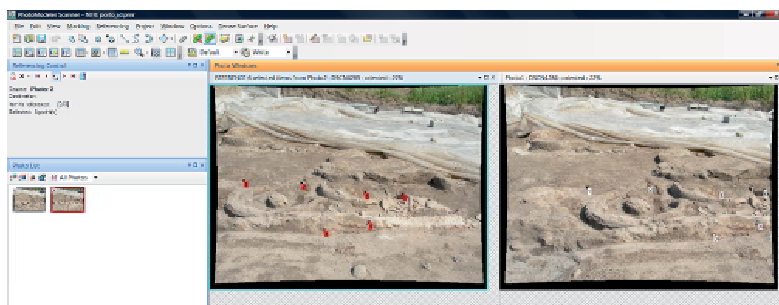


Figura 7 – Particolare della fornace in Geomagic

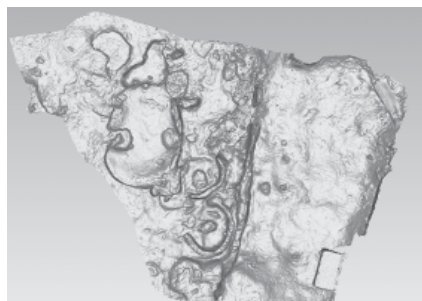


Figura 8 – Particolare del modello 3D finale

Queste son state integrate a quelle da laser scanner per la generazione di un modello 3D definitivo maggiormente dettagliato (figura 8).

Il modello numerico è stato destinato alla produzione di un prototipo (in formato 1:1) ottenuto attraverso un processo sottrattivo a partire da blocchi di polistirolo (4x1 m) (figura 9) mediante macchina fresatrice a controllo numerico a cinque assi.



*Figura 9 – Fasi di lavorazione della fresa*

La macchina realizza dapprima una sgrossatura del blocco, rendendolo volumetricamente simile alla porzione di oggetto reale, e, successivamente, modificandone opportunamente gli utensili, restituisce un modello sempre più dettagliato. Alla fine di detto processo, sul blocco modellato viene stesa la vetroresina; il processo di “lisciamiento” prodotto dalla vetroresina richiede un’ulteriore fresatura al fine di non perdere il dettaglio precedentemente raggiunto. Il prototipo diviene così calpestabile e collocabile all’esterno. L’operazione della lavorazione finale dei blocchi (precedentemente verniciati con un fondo sul quale è spruzzata della sabbia che farà da base alla resa al vero della copia dello scavo archeologico) è la “resa al vero” la quale si avvale della documentazione fotografica acquisita durante i sopralluoghi (figura 10). Questo intervento è eseguito da scenografi di provata esperienza.



*Figura 10 – Resa al vero dei blocchi calpestabili*

È la società TryeCo di Ferrara, coadiuvata dalla Soprintendenza dei Beni Archeologici della Puglia, che si è occupata della realizzazione del prototipo.



*Figura 11 – Realizzazione dei particolari*



*Figura 12 – Prototipo completo*

### **Conclusioni**

L'applicazione del laser scanner allo scavo archeologico si è rilevata necessaria per la produzione del prototipo finalizzato al suo inserimento in sito previsto dal progetto LEADER+ Puglia 2000/2006, che consentirà, una volta ricoperto lo scavo originale, la fruibilità dell'area e la visione storico-realistica del parco. L'integrazione delle tecniche 3D (laser scanner e fotogrammetriche) ha consentito di rappresentare metricamente i particolari di maggior complessità presenti nel sito difficilmente rilevabili attraverso altre tecniche. La realizzazione del prototipo ha richiesto un notevole impegno ed una continua collaborazione tra gli attori nelle diverse fasi di realizzazione.

### **Bibliografia**

- Capra A., Costantino D., Rossi G., Angelini M. G., Leserri M., (2005), Survey and 3d modelling of Castel del Monte, *CIPA 2005 XX International Symposium "International Cooperation to save the world's cultural heritage"*: 183-188
- Costantino D., Capra A., Angelini M. G., (2005), Virtual reconstruction of damaged decorative elements, *Workshop Italy-Canada 2005 "3D Digital Imaging and Modeling: Applications of Heritage, Industry, Medicine and Land"*
- Costantino D., Rossi G., Angelini M. G., Leserri M., (2006), 3D Modelling for the Urban Area "Porta Napoli", *CIPA/VAST/EG/EuroMed2006 "The e-volution of Information Technology in Cultural Heritage. Where Hi-Tech Touches the Past: Risk and Challenges for the 21st Century"*, ISBN 10-9638046-75-9, vol. *Project Papers*: 79-85
- D. Costantino, M. G. Angelini, G. Caprino, (2008), Rilievo integrato per i beni culturali: Masseria Cesaria (Italy), *12ª Conferenza ASITA*: I, 871-876
- D. Costantino, M. G. Angelini, G. Caprino, (2007), Rilievo integrato per ricostruzione 3d e analisi speditiva degli affreschi - Cristo la Selva, *11ª Conferenza ASITA*: I, 809-816