

# L'utilizzo del Laser Scanner 3D in Archeologia

## Il Parco Archeologico di Agrigento

Per anni, il rilievo dei siti e dei monumenti archeologici è rimasto ancorato ai sistemi tradizionali, che non hanno visto novità "sconvolgenti", o tali da potere contribuire in maniera veramente innovativa all'azione di conoscenza e di conservazione richiesta al rilievo. Il Laser Scanner e le sue applicazioni ci pare, oggi, che possano dare un grande contributo a quelle esigenze. L'ente Parco, intravedendo tale possibilità, ha voluto immediatamente approfondirne l'uso nell'ambito di alcune operazioni in corso di realizzazione, finalizzate al restauro di alcuni monumenti e allo scavo archeologico, intravedendo proprio nell'uso di tale strumento, il FUTURO tanto atteso.

Oggi che l'informatica ha interessato tutti gli aspetti del rilievo, dalla presa della misura alla elaborazione delle immagini, la ricerca nel nostro settore non può che interessarsi ai nuovi indirizzi cercando di superare gli eventuali inconvenienti che strumentazioni sofisticate possono presentare in parallelo agli indubbi vantaggi che essi ci offrono.

L'esecuzione del rilievo di un monumento archeologico comporta la necessità di intervenire con una strumentazione ed una metodologia che non compromettano lo stato di conservazione e soprattutto permettano la documentazione dello scavo archeologico, dove l'asportazione del materiale in situ, via via che procedono i lavori, scopre nuove conformazioni cancellando irrimediabilmente parte del precedentemente evidenziato: il rilievo rimane spesso quale unica testimonianza di ciò che non esiste più.

Il laser scanner, anche per le sue caratteristiche di dettaglio e per l'altissima densità di informazioni acquisite, è uno strumento che ben soddisfa questi requisiti. Il vantaggio, co-

parco valle dei templi agrigento

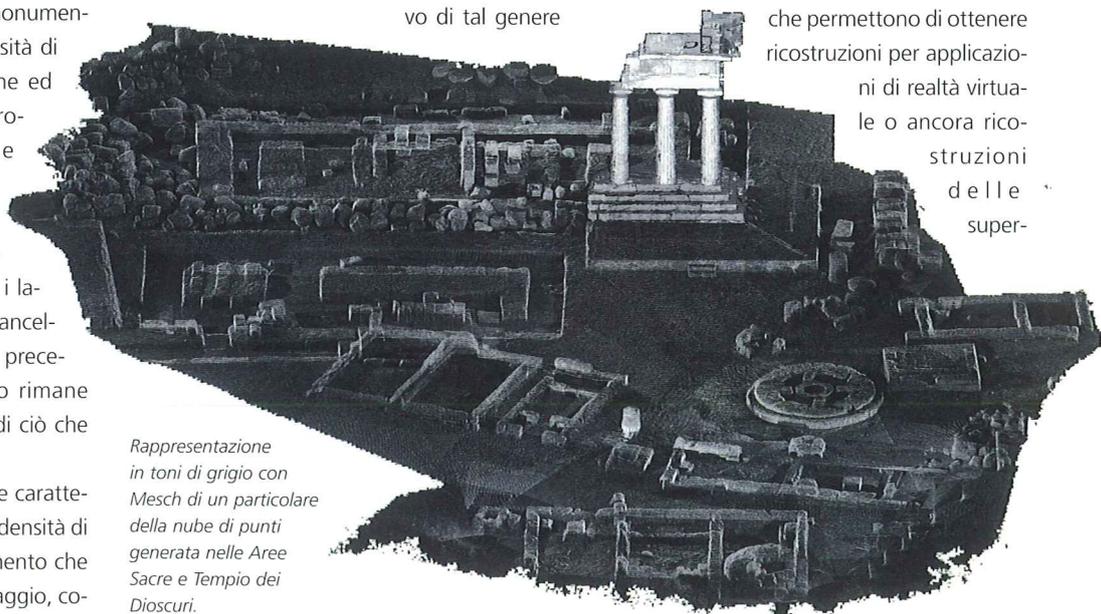
me in precedenza sottolineato, consiste essenzialmente nella rapidità con cui viene acquisita un' enorme mole di dati, e nella capacità di descrivere molto fedelmente lo stato di fatto di un edificio o di una porzione di esso. L'importanza di disporre di un rilievo estremamente preciso risalta maggiormente quando si considera che di alcune parti dei monumenti archeologici il rilievo costituisce l'unica testimonianza esistente: clamoroso è il caso dei capitelli del tempio della Concordia la cui forma è leggibile oggi solamente attraverso le due copie realizzate nel 1901 e nel 2001/02 sulla scorta di un rilievo eseguito nel 1884 da G.F. Basile. La precisione del rilievo del Basile solamente ha consentito la conservazione della forma di un parte così importante del monumento come il capitello. La precisione del Laser Scanner potrà garantire la conservazione virtuale di tutto ciò che di fisico ci permane del passato. Se a questo aggiungiamo la ulteriore possibilità che un rilievo di tal genere

*Fino a qualche decennio fa, fino all'avvento del rilevamento fotogrammetrico, il rilievo dei monumenti archeologici non si era molto discostato dai sistemi utilizzati nei due secoli precedenti e romanticamente illustrati anche in alcune incisioni settecentesche riguardanti anche monumenti agrigentini. Ricordo le note incisioni tratte dal Vivant de Non, Voyage pittoresque ou description des Royame de Naples et de Sicile, Paris, 1785, in Sicile, raffiguranti i templi di Giunone e della Concordia sui quali stanno operando delle persone che chiaramente eseguono il rilievo dei due monumenti, e l'incisione per il Voyage pittoresque en Sicile, 1787 di Jean Houel, raffigurante il rilevamento del tempio di Esculapio, dinanzi al quale è disteso un enorme drappo recante la pianta del monumento.*

offre per la restituzione fisica dell'elemento rilevato, l'importanza di tale operazione risalterà maggiormente.

Al fine di calibrare ogni singolo intervento, è indispensabile stabilire delle regole, necessarie sia per evitare che l'intervento rimanga fine a se stesso, sia per progettare le scansioni, sia ancora nell'elaborare i dati in funzione della geometria dell'oggetto e del prodotto che si desidera ottenere. I prodotti finali del rilievo possono essere molteplici. Ad esempio: visualizzazioni e tridimensionali che permettono di avere una visione dell'oggetto

in tutta la sua complessità e che permettono di ottenere ricostruzioni per applicazioni di realtà virtuale o ancora ricostruzioni delle super-



Rappresentazione in toni di grigio con Mesch di un particolare della nube di punti generata nelle Aree Sacre e Tempio dei Dioscuri.

fici e generazione di sezioni ed ortofotopiani, per mezzo di foto acquisite con camere calibrate.

Riferendoci alla sperimentazione condotta nel Parco, prima di partire con le campagne di scansione si è progettata una rete Topografica a cui georeferenziare ogni singolo rilievo. Ogni rilievo verrà considerato un tassello che nel tempo potrà permettere la copertura totale dell'area archeologica e consentire approfondimenti parziali o totali su ciascun monumento. Questa rete sarà in seguito collegata alla rete Nazionale IGM per garantirci l'inserimento nella Cartografia gestibile all'interno del GIS che stiamo compilando. Quindi, non solo si utilizzeranno dati ottenuti da scansione ma pure i singoli rilievi topografici utili per progettare, ad es., migliorie sulla fruibilità dei luoghi.

La prima reale esperienza che ci ha fatto comprendere le potenzialità del Laser scanner è stata l'acquisizione del tempio dei Dioscuri. È un monumento emblematico che seppur limitato esprime le caratteristiche strutturali e morfologiche di buona parte dei nostri monumenti.

"La necessità di catalogare l'immenso patrimonio monumentale del territorio e il bisogno di programmare correttamente gli interventi per la manutenzione e restauro devono necessariamente prevedere idonei metodi di rilievo e valutazione. Tra le varie metodologie di rilievo si stanno mettendo a punto nuovi sistemi rapidi, flessibili e poco invasivi, tra cui il laser scanner".

La tecnologia del laser scanning consente di acquisire digitalmente oggetti tridimensionali di varie dimensioni sotto forma di nuvole di punti. La descrizione geometrica digitale dell'oggetto è discreta tendente al continuo: quanto maggiore è la risoluzione impostata per l'acquisizione tanto più densa sarà la nuvola di punti e quindi il dettaglio della rappresentazione. Ciascun punto è definito da una posizione spaziale in coordinate x y z rispetto al punto di origine rappresentato dalla posizione dello scanner e da un quarto importante elemento che è il grado di riflettanza delle superfici; per alcuni scanner è possibile rilevare anche la mappatura fotografica dell'oggetto (attraverso fotocamera digitale incorporata), il valore RGB, quindi il valore cromatico, del punto acquisito.

#### *Il rilievo di Porta VI*

Questo è un caso emblematico, a dimostrazione di quello che il Laser Scanner può raccogliere in condizioni estreme, ove altre



*Posizionamento Laser Scanning 3D in prossimità di Porta VIa*

tecniche non sarebbero applicabili se non con un limitato numero di informazioni metriche.

La finalità dell'intervento è stata focalizzata per generare piante, sezioni e Ortofotopiani.

La strumentazione impiegata a supporto del Laser Scanner è stata: Teodolite (Leica TCRA1102), fotocamera digitale Nikon D100 con ottica Nikon 12-24 calibrata, varia attrezzatura di supporto; per l'elaborazione dei dati e per la stesura degli elaborati finali sono stati utilizzati i seguenti software: Cyclone, TopKo, Gcarto (GDS), Autocad rel 2004.

Il rilievo si è articolato dapprima con la redazione del progetto di presa atto ad ottimizzare le scansioni ed al posizionamento delle mire e delle sfere utili al collegamento delle varie nubi; il passo di scansione utilizzato è stato di 2 cm. per un totale di 11.127.877 punti; sono state posizionate le mire per le 32 prese fotografiche; il rilievo delle varie mire di collimazione, è stato effettuato da 8 stazioni di cui 4 materializzate da ferramenta topografica; è seguita l'elaborazione dei dati rilevati e la stesura degli elaborati finali.

### **Alcune tipologie di scanner**

Gli scanner laser 3D possono impiegare fondamentalmente due tipologie di misurazione: il tempo di volo, per oggetti grandi e distanti da 2 a oltre 150 m circa, o la triangolazione ottico-topometrica, per scansioni ad altissima risoluzione di oggetti di dimensioni ridotte posizionati da 0.6 a 25 m. di distanza circa.

La risoluzione delle scansioni variano in base al tipo di strumentazione e alle finalità dell'impiego, dai valori sub-millimetrici degli

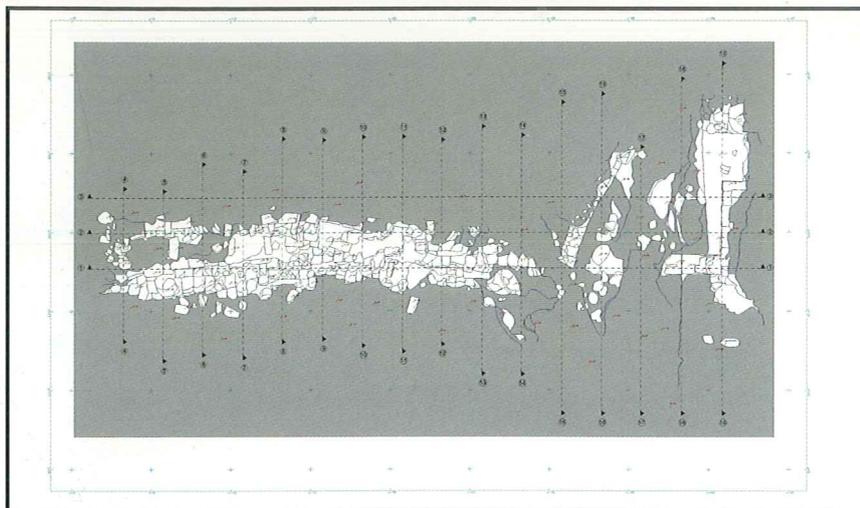
scanner che usano la triangolazione ottica, ai valori millimetrici o centimetrici degli scanner a tempo di volo.

Le prime società che hanno industrializzato l'idea della scansione 3D sono state la MENSI e la CYRAX, entrambe hanno focalizzato i primi sforzi per il rilievo nel settore impiantistico-industriale per velocizzare l'operazione di misura e per sopperire alle carenze delle tradizionali tecniche di rilievo.

In Italia il primo scanner è arrivato nel 1998 alla Nub Lab del dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara, che ha aperto la strada alle nuove applicazioni nel settore architettonico e nel settore archeologico

### **Vantaggi derivati dall'uso di laser scanning 3D**

- Elevato dettaglio dell'acquisizione digitale tridimensionale.
- Con questo tipo di tecnologia l'informazione geometrica è molto più significativa e preziosa del mapping fotografico in quanto riproduce con estrema accuratezza e in tre dimensioni la topologia dell'oggetto. Inoltre il raggio laser ha diversi valori di riflettanza a seconda del tipo di materiale che incontra, questi diversi valori si traducono in una variazione del valore cromatico dei punti acquisiti. Grazie a questa proprietà se si imposta una visualizzazione in scala di grigio (o in falsi colori) si otterrà una percezione della nuvola come se fosse effettivamente mappata con una texture fotorealistica in bianco e nero ad altissima risoluzione e la lettura interpretativa risulterà estremamente agevole e potenziata.



Pianta vettoriale, generata dall'Ortofotopiano creato in ambiente Cyclone, questo elaborato grafico costituirà la base per le caratterizzazioni specifiche dell'Archeologo.

- Sovrapposizione estremamente precisa fra geometria e mappatura fotografica, soprattutto nel caso in cui quest'ultima sia stata acquisita ad alta risoluzione e successivamente ortorettificata mediante specifici software in grado di correggere le deformazioni ottiche o orientare i singoli fotogrammi. In tal caso il valore cognitivo e rappresentativo del modello viene ulteriormente incrementato.
- Possibilità, attraverso l'analisi del modello virtuale, di identificare e studiare l'oggetto sia da un punto di vista topologico che conservativo, avanzando interpretazioni critiche.
- Possibilità di elaborare il modello tridimensionale a varie scale di dettaglio, in base ai tipi di utilizzo e agli obiettivi che si vogliono perseguire. I vari livelli di dettaglio possono interagire reciprocamente.



Rappresentazione prospettica 2D della nube; l'oggetto è perfettamente in scala e permette la vettorizzazione degli elementi (questo elaborato si consiglia qualora l'aspetto colorimetrico non sia indispensabile)

*Geogrà s.r.l. è una società di professionisti operanti nel settore del "rilievo" da oltre 15 anni.*

*Uno dei punti di forza di Geogrà è il rapporto umano instaurato al suo interno tra le figure professionali: l'affiatamento del team è un continuo stimolo alla ricerca di una sempre maggiore qualità, professionalità e tempestività nell'offrire un prodotto finale che soddisfi appieno il cliente. Ed è questa una concreta testimonianza della grande attenzione di Geogrà verso il cliente: capire innanzitutto le finalità del servizio richiesto per poi proporre un adeguato intervento. Qualità sui servizi e sugli uomini, la cui formazione ne fa professionisti competenti in costante crescita.*

*Muoversi a livello locale, pensando in termini internazionali*

*E' questa la filosofia adottata da Geogrà: una società capace di muoversi oltre i confini locali, o comunque nazionali, ogniqualvolta i clienti manifestino esigenze che richiedano conoscenza e capacità di confronto con i mercati di tutto il mondo.*

*Disporre di un partner in grado di operare senza frontiere è una necessità divenuta di anno in anno più rilevante sia a seguito delle crescita degli scambi internazionali sia in presenza di una domanda verso figure professionali "vincenti" nel settore specifico.*

## Autori

**PIETRO MELI** - Direttore dell'Ente Parco

**CARMELO BENNARDO** - Direttore dei Lavori

**GIUSEPPE BOSELLI** - Presidente di Geogrà

**Geogrà**

**laser scanning 3d**  
**stereofotogrammetria**  
**fotogrammetria**  
**topografia - batimetria**  
**elaborazioni informatiche**

via indipendenza, 106 • sermide • mantova • italy  
 telefono +39 (0)386 62628 • telefax +39 (0)386 960248  
 www.geogra.it • info@geogra.it