

LA TERZA DIMENSIONE IN ARCHEOLOGIA

di Stefano Calò

IL 3D TRA COMUNICAZIONE E METODO SCIENTIFICO:

SEMPLICE ATTRIBUTO SPAZIALE O UN NUOVO

MODO DI ANALIZZARE LA CULTURA MATERIALE?

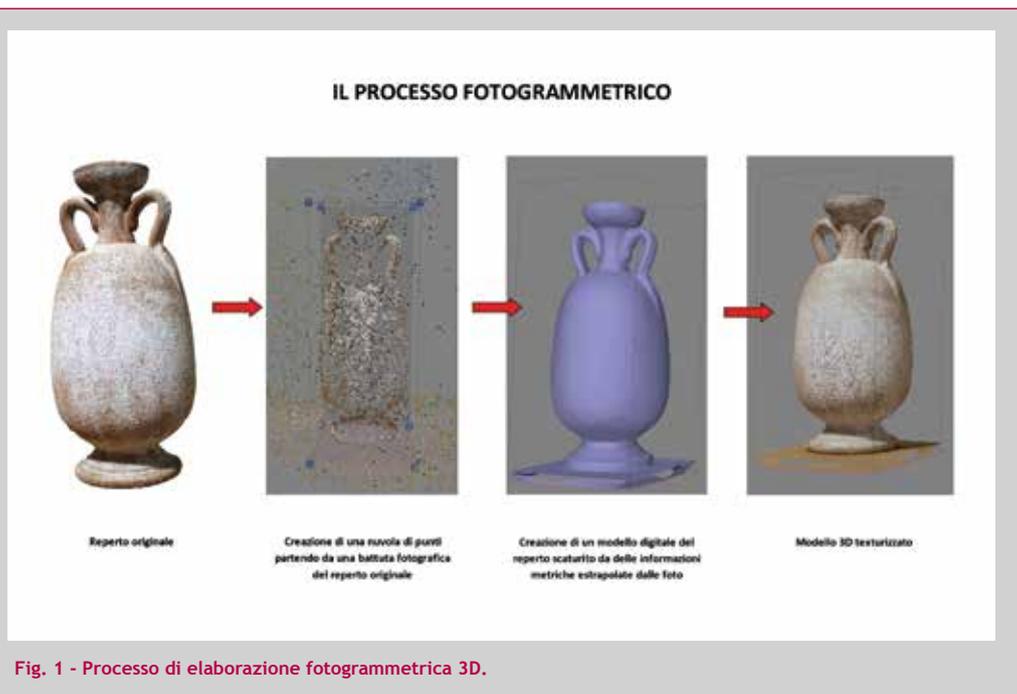


Fig. 1 - Processo di elaborazione fotogrammetrica 3D.

Con l'avvento dell'era digitale e con lo sviluppo delle nuove tecnologie l'archeologia moderna è portata da tempo ormai a confrontarsi con il concetto di terza dimensione. Questo il tema del presente articolo.

I semplici libri di testo sulla metodologia archeologica tendono ad affermare però, forse anche con un po' di scontentezza, che la terza dimensione è principalmente un attributo che fa parte dello spazio (Maschner, Chippindale 2005, pp. 408-409). Se tentiamo di uscire al di fuori di questa pragmatica definizione ci accorgiamo che il suo utilizzo, attraverso l'uso delle varie tecniche di acquisizione digitale, dovuto principalmente alla facoltà di compiere rilievi sui manufatti archeologici senza contatto diretto e soprattutto con grande precisione, prevede innanzitutto una necessaria conoscenza da parte dell'archeologo dei principi fondamentali che regolano il funzionamento dei nuovi strumenti e dei processi di acquisizione dei dati digitali (Russo, Remondino 2012); inoltre i risultati che si possono ottenere potrebbero portare ad una nuova comprensione di ciò che si studia e che ancora, molto spesso, viene analizzato con le tecniche tradizionali. Partendo da questo presupposto la terza dimensione potrebbe essere considerata come un moderno approccio di studio, in quanto da essa è possibile approdare ad un nuovo modo di comprensione non solo dei monumenti e dei manufatti antichi ma anche, pensando su larga scala, del paesaggio nei suoi molteplici aspetti. La terza dimensione quindi potrebbe essere intesa sia come un attributo spaziale e sia come una rinnovata prospettiva di analisi e di comprensione della cultura materiale. La varietà delle tecniche di acquisizione dei dati e degli strumenti che riguardano, sia il metodo del laser scanning che della generazione di modelli 3D, dimostra come la tecnologia sia addirittura, in certe situazioni, più avanti della metodologia, in quanto l'acquisizione dei dati e il loro metodo di processamento varia a seconda del contesto o del singolo elemento a cui essi vengono applicati e quindi, soprattutto per quanto riguarda, ad esempio, i grandi monumenti e i contesti territoriali molto ampi è difficile elaborare delle regole standard da applicare sempre e comunque ed è proprio per questo che, sempre più spesso, si ricorre ad una integrazione tra le diverse tecniche di rilievo digitale per giungere a un grado sempre maggiore di qualità dei risultati.



Fig. 2 - Gli utensili in ferro rinvenuti nel sito di Supersano (Lecce) e la loro oggettiva replica in 3D; da BANDIERA 2013.



Resta il fatto che l'applicazione di queste tecniche è in grado di realizzare dei prodotti che già presi singolarmente possono offrire una comprensione maggiore ed immediata rispetto, forse, alle tecniche tradizionali. Se ad esempio si parte da un piccolo reperto, rinvenuto in un contesto di scavo oppure conservato in un museo, i metodi di elaborazione di modelli 3D applicabili possono essere differenti e ognuno è in grado di produrre informazioni utilizzabili per diversi scopi. Tra le tecniche esistenti, l'acquisizione di dati fotogrammetrici, ad esempio, è in grado di realizzare un prodotto utilizzabile e spendibile in più campi. Con questo metodo si è in grado di ottenere delle misure accurate da delle fotografie (è il concetto di fotogrammetria) (Mikhail, Bethelb, Mc Glone 2001). Attraverso l'identificazione di vari punti omologhi individuati nelle immagini e attraverso l'utilizzo di opportuni softwares, è possibile determinare informazioni metriche riguardanti dimensioni, forma e posizione dell'oggetto, dalle quali poi è possibile estrapolare un modello 3D foto-realistico del reperto (Russo, Remondino 2012). Si tenga presente però che la fotogrammetria non è l'unico modo per approdare ad un modello 3D, molto efficaci infatti risultano anche le tecniche e gli strumenti che si basano sul laser scanning, da cui è possibile ottenere delle restituzioni virtuali sempre più oggettive dei reperti, senza apportare su di essi nessun tipo di contatto diretto o di azioni che potrebbero essere considerate per certi aspetti invasive.

IL 3D COME COMUNICAZIONE

Ovviamente, la domanda primaria che riguarda tutto questo processo è: a cosa serve tutto ciò inquadrato nell'ottica pragmatica della conservazione e tutela dei beni culturali? La prima risposta, che può sembrare quasi ovvia, riguarda la sfera della comunicazione: se si tiene conto del fatto che un modello 3D può portare anche ad una prototipazione materiale dell'oggetto stesso, si comprende come la riproduzione di un reperto, che si trova magari in particolari condizioni di conservazione, può essere realizzata, ad esempio, per creare delle "copie" da rappresentare nei vari contesti museali, aumentando in questo modo sia la fruizione che la conoscenza del reperto in sé nei confronti del pubblico, e può servire anche a scopi un po' "meno nobili", ma pur sempre utili, come il merchandising turistico.

Ovviamente la comunicazione finalizzata alla fruizione non è l'unico risvolto a cui l'applicazione di questi metodi può portare, anche se può sembrare proprio che questi nuovi prodotti digitali servano quasi esclusivamente per la divulgazione al grande pubblico (Pujol 2007). Se ci si sposta su un piano prettamente scientifico la creazione di un modello in 3D è importante dal punto di vista soprattutto della ricostruzione. Poniamo il caso di avere un manufatto, una statua, un vaso, frammentato in più punti, oppure in estreme condizioni di degrado. La creazione di un modello virtuale in 3D può contribuire alla ricomposizione dei singoli frammenti per ottenere l'immagine completa dell'oggetto in tutte le sue parti. In questo modo si può avere una versione molto dettagliata del reperto che magari può essere finalizzata, ad esempio, alla pianificazione di un progetto di restauro, oppure di ricostruzione di ciò che è andato definitivamente perduto. Inoltre la facoltà di avere una riproduzione virtuale, che materialmente può essere visualizzata, ruotata, manipolata e volendo anche modificata, può fornire all'archeologo la facoltà non solo di arrivare ad una nuova comprensione del manufatto, ma addirittura di inserirlo in una dimensione ricostruttiva virtuale più ampia, magari di un intero sito, la quale può essere stata realizzata integrando elementi ancora esistenti con informazioni provenienti dalle fonti antiche e documentarie. In questo modo si potrebbe unire la ricostruzione spaziale con la ricostruzione di singoli oggetti in modo tale da avere dei modelli predittivi o dei nuovi scenari di valutazione dei contesti passati (Akca, Remondino, Novak, Hanusch, Schrotter, Gruen 2006).

Trasponendo quanto detto in una dimensione puramente pratica possiamo riflettere su un'ipotetica ricostruzione: Poniamo sempre il caso di avere il mezzo busto di un'erma di età romana rappresentante la testa maschile di una divinità; partiamo dal presupposto che il pezzo si presenti in un discreto stato di conservazione ma è caratterizzato da delle lacune in più punti. Poniamo anche il caso di avere delle ipotetiche informazioni relative al suo contesto di rinvenimento riguardanti la sua collocazione e la sua forma originarie, la sua relazione con altre probabili erme presenti nel luogo di collocazione originario, ecc. Se si volessero applicare queste tecnologie di rilievo 3D, ad esempio, si potrebbe estrapolare un modello che rappresenti l'oggetto nella sua integrità e nel suo stato di conservazione attuale,

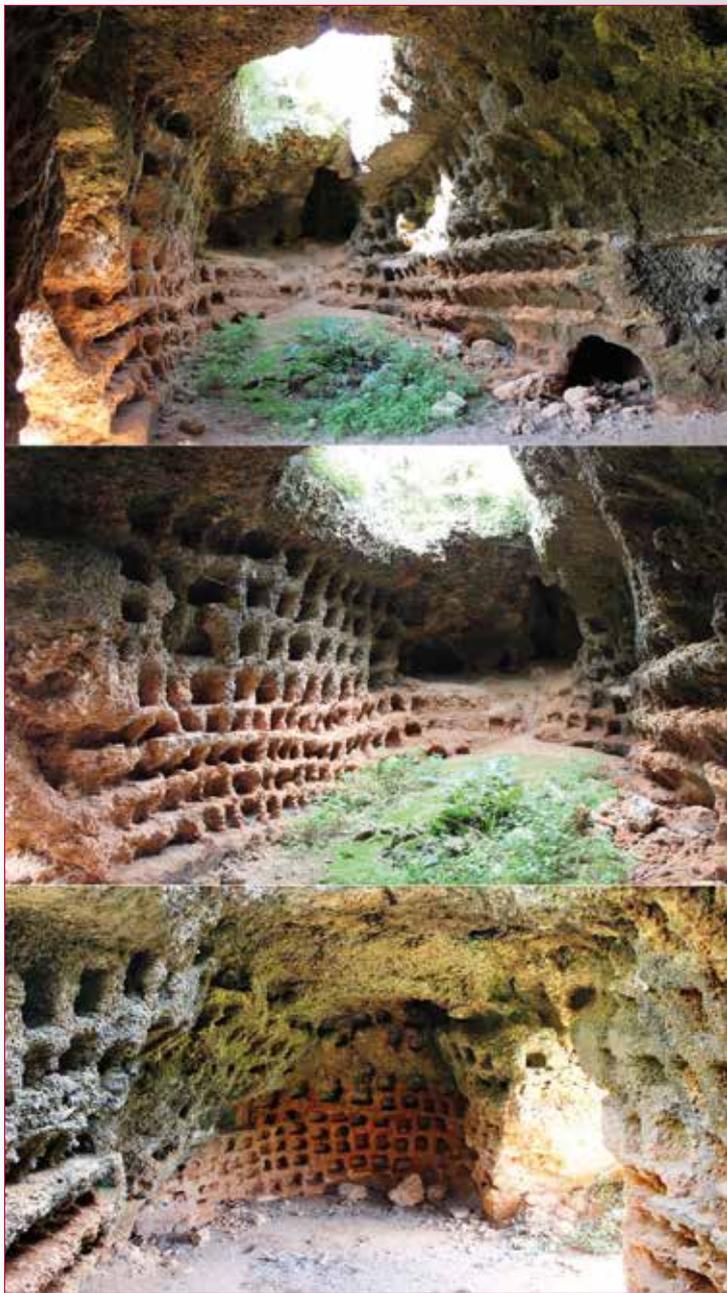


Fig. 3 - Colombaia ipogea oggetto del test di fotomodellazione.

in questa maniera la tecnologia trasporterebbe l'oggetto proprio così com'è in uno spazio virtuale. Una volta creata questa "base", poi, le tecniche di modellazione e ricostruzione 3D permetterebbero la trasposizione delle varie informazioni in possesso fino ad ottenere l'integrazione delle lacune e una possibile ricostruzione completa di quella che doveva essere l'integrità originaria del manufatto. Di conseguenza poi l'elemento così ricreato potrebbe essere inserito nel contesto scavato, anch'esso magari ricostruito virtualmente, in modo tale da ottenere una ricostruzione totale del passato solo sulla base di informazioni oggettive, molte delle quali provenienti direttamente dai manufatti e dai contesti. Tutte queste tecniche dimostrano quindi che, sia su piccola che su larga scala, è possibile ottenere un rilievo oggettivo e molto dettagliato del reperto raggiungendo un grado di accuratezza nella rappresentazione che difficilmente sarebbe raggiungibile con le tecniche tradizionali di rilievo che conosciamo e che prevedono principalmente l'utilizzo di foglio, matita, carta millimetrata (anche se, ancora in molti casi, sono metodi molto utili) e ovviamente si fermano alle due dimensioni.

IL VIRTUALE COME MEZZO DI CONOSCENZA

La creazione di modelli 3D di piccoli reperti rappresenta, quindi, un mezzo efficace ed intuitivo per la conoscenza dei manufatti, utile non solo alla loro musealizzazione; Si tenga bene presente però che i prodotti creati con queste nuove tecniche non devono essere confinati nella semplice definizione di "riproduzioni" ma costituiscono un modo di approfondimento della conoscenza della realtà materiale senza intervenire, ritorno a dire, in maniera invasiva sui beni culturali ottenendo nel contempo delle informazioni che, se interconnesse nella maniera adeguata, possono essere una fonte di conoscenza per l'archeologo che può, in questo modo, lavorare alla ricostruzione del passato in maniera oggettiva e scientifica.

Un esempio molto recente riguarda il conteso medievale del sito bizantino Scorpo a Supersano (Le) indagato ormai da anni dall'Università del Salento sotto la supervisione del prof. Paul Arthur; in una delle recenti campagne di scavo sono stati rinvenuti utensili e attrezzi in ferro in stato precario di conservazione. Il loro studio è stato possibile, e continua ancora adesso, grazie alla ricostruzione prima virtuale e poi alla prototipazione di modelli 3D (fig.2) che hanno consentito la creazione di repliche usate per scopi scientifici ma anche divulgativi (Bandiera 2013).

Inoltre non bisogna sottovalutare che quando si parla di modellazione 3D ci si riferisce ad un insieme di dati digitali che non sono fini a se stessi, ma possono essere condivisi facilmente, non hanno barriere culturali o linguistiche e possono essere inseriti in opportuni database, dai quali si potrebbe, anche se è raro ma non impossibile, ottenere delle nuove informazioni. Da tutto questo si evince come la modellazione 3D non ha solo lo scopo di comunicare e far fruire servendosi solo dell'impatto estetico che può avere sul pubblico, ma deve essere vista come uno strumento di lettura dal quale ottenere un tipo di informazione da reimpiegare per estrapolare altre informazioni che forse in alcuni casi non si sarebbe in grado di ottenere.

TEST: LA FOTOMODELLAZIONE IN AMBIENTE IPOGEO

L'applicazione della modellazione 3D può avvenire in diversi contesti; sia per quanto riguarda oggetti di dimensioni contenute e definite, come detto pocanzi, e sia per quanto riguarda interi ambienti. Ognuno dei vari contesti di applicazione presenta ovviamente dei limiti, spesso derivanti sia dal contesto di applicazione che dai software o hardware usati. Tuttavia, un'interessante applicazione delle metodologie di ricostruzione 3D può essere quella della fotomodellazione in ambiente ipogeo. Generalmente in contesti rupestri o grottali uno dei metodi più diffusi per creare un modello 3D riguarda l'utilizzo del laser scanner, nonostante ciò il metodo fotogrammetrico ha trovato, già da qualche tempo, applicazione anche in questo campo (Polimeni 2012).

Chi scrive ha condotto un test di fotomodellazione all'interno di una struttura ipogea di grandi dimensioni. Nella fattispecie si tratta di una colombaia ipogea, ascrivibile al periodo medievale, e facente parte di un villaggio rupestre appartenente grossomodo alla stessa epoca.

L'edificio, a due ambienti, ha una conformazione caratterizzata da una pianta ovale (circa 10m x 5m), per l'ambiente principale, con le pareti scandite da centinaia di cellette rettangolari e il soffitto voltato. Questa grande stanza è collegata ad un ambiente di servizio più piccolo, molto angusto, anch'esso con soffitto a volta (Calò 2015).

L'intera struttura presenta notevoli problematiche di degrado, come zone di crollo o punti in cui la roccia appare erosa e aggredita da agenti patogeni e vegetazione spontanea, problematiche queste derivanti dall'incuria e dall'abbandono della stessa.

Per la realizzazione del rilievo 3D si è scelto il metodo della fotomodellazione, sia per testare la fattibilità della metodologia in un ambiente particolare come un ipogeo e sia per valutarne la fattibilità in termini di costi, rispetto all' utilizzo di altri metodi e strumenti per la modellazione virtuale, che di resa del prodotto finale.

Inizialmente si è proceduto con l' identificazione di punti noti, tramite marker, collocati lungo le pareti verticali, per ottenere delle misure reali. Dopo aver misurato la distanza di ogni marker dall'altro, si è proceduto a identificarne le coordinate spaziali (Tale operazione è stata fatta volutamente manualmente per valutarne lo scarto di errore derivante). Successivamente si è proceduto alla campionatura fotografica dalla quale sono derivati più di 260 fotogrammi realizzati sfruttando la presenza della luce naturale all' interno della struttura che filtra da una grande apertura sul soffitto. Per la fase di structure from motion sono stati usati software differenti (*PhotoScan* e *Meshlab*) con la finalità di usare diversi tipi di algoritmi per le varie fasi di post produzione. Il prodotto finale si è dimostrato molto soddisfacente, in quanto il rilievo 3D ottenuto (creato dall' interpolazione del dato fotografico con il dato metrico delle misurazioni), ha dimostrato di avere, dal punto di vista della misurabilità metrica, uno scarto di errore molto minimo (circa 2 cm). Inoltre, dalla mesh ottenuta, e dalla relativa texture, è stato possibile estrapolare ortofoto, sezioni e viste prospettiche utilizzabili per la creazione di rilievi in 2D (fig.4).

C'è da dire però che la qualità del risultato finale è dipesa molto da alcuni fattori, che talvolta possono costituire un limite nell' utilizzo della fotogrammetria di ambienti chiusi di grandi dimensioni.

Innanzitutto c'è da dire che il metodo ha trovato una buona applicabilità nella resa di alcune superfici; se da un lato l'irregolarità dell' andamento roccioso delle pareti spesso ha portato, in alcuni punti, ad un' accentuata artificialità nella creazione della mesh (difetto che è stato attenuato e corretto con diverse procedure di remeshing), dovuta all' attitudine del software a colmare le lacune spaziali derivanti dalla mancanza del dato fotografico, dall' altro è stato possibile risolvere il problema dei coni d'ombra, dati sempre dall' irregolarità e spigolosità rocciosa, che dalla conformazione delle centinaia di cellette che caratterizzano l'intera struttura, fotografando i vari particolari da diverse angolazioni.

Il limite più grande, però, è stato dato dall'illuminazione. Come detto pocanzi, la campionatura fotografica è stata effettuata sfruttando la presenza della luce naturale che filtrava all' interno della struttura. Tale condizione da un lato ha consentito di ottenere delle foto con una luce non troppo artificiosa, dall'altro ha influito sulla rapidità di tale acquisizione in quanto si è cercato di avere fotogrammi che presentassero la stessa esposizione luminosa, inoltre è stato impossibile, a queste condizioni, fotomodellare il vano di servizio che era privo di qualsiasi illuminazione.

L'intero test in questione ha dimostrato comunque che è possibile ottenere modellazioni virtuali di ambienti di medie e grandi dimensioni caratterizzati da una certa complessità strutturale.

Ovviamente se da un lato il metodo della fotomodellazione consente di ottenere prodotti caratterizzati anche da un abbassamento notevole dei costi di produzione, dall'altro è palese come i limiti di tale metodologia possono essere superati con l'associazione di tale metodo con altri quali ad esempio il laser scanner o la stazione totale, strumenti

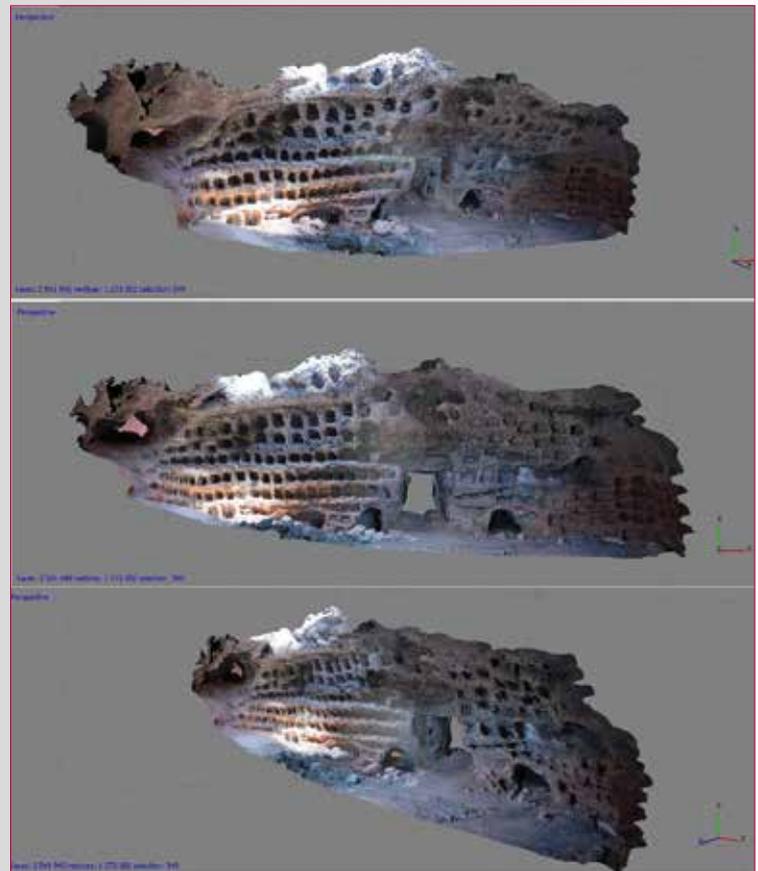


Fig. 4 - Sezione del modello 3D della struttura ipogea.

che sarebbero stati utili nella fattispecie, per completare l'acquisizione digitale dell' ambiente non illuminato ed avere uno scarto d'errore ancora minore per quanto riguarda la misurazione del dato metrico e spaziale.

Nonostante ciò è stato comunque possibile ottenere un prodotto, modificabile, misurabile e condivisibile che ha potuto consentire, a chi scrive, di analizzarlo scientificamente in maniera più completa, fornendo gli elementi per effettuare una valutazione sul degrado del monumento stesso, sulla sua conformazione e morfologia senza intervenire invasivamente sulla struttura e fornendo comunque un valido prodotto spendibile anche in termini di fruizione, comunicazione e conoscenza del monumento.

CONCLUSIONI

Nonostante le promettenti prospettive, questa nuova "dimensione tecnologica" presenta comunque delle limitazioni; oltre ai limiti oggettivi che ogni metodologia può rappresentare (e di cui prima si è fatto accenno ad esempio), spesso l'uso di queste tecniche prevede una conoscenza e una formazione adeguata dell' operatore che le pratica che forse ancora non sempre è possibile riscontrare, almeno per il panorama italiano, in maniera uniforme. Tuttavia c'è da dire che l'uso di queste tecnologie è sempre più crescente e ciò sembra derivare anche da un'apertura culturale verso questi nuovi approcci; ciò fa sì che essi siano ritenuti degli strumenti di conoscenza necessari facendo, in questo modo, dell' archeologia una disciplina che "usando" il passato altro non fa che guardare al futuro.

BIBLIOGRAFIA

- Akca D., Remondino F., Novak D., Hanusch T., Schrotter G., Gruen A., *Recording and modeling of cultural heritage objects with coded structured light projection systems*, in: *2nd International Conference on Remote Sensing in Archaeology, Rome, Italy, December 4-7, 2006*, pp. 375-382.
- Bandiera A. et al. (2013), *Replicating degradable artefacts. A project for analysis and exhibition of Early Medieval objects from the Byzantine village at Scorpo (Supersano, Italy)*, in *Proceedings of 2013 Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage)*, 28 Oct - 1 Nov 2013, Marseille, France, Vol. 1, pp. 161-167.
- Calò S. (2015), *Paesaggio di pietra. Gli insediamenti rupestri delle serre salentine*, Roma 2015.
- Mikhail E., Bethelb J., Mc Glone J. (2001), *Introduction to modern photogrammetry*, New York.
- Maschner H., Chippindale C. (2005), *Handbook of Archaeological Methods*, Lanham.
- Polimeni B. (2012), *Trasformare le immagini in modelli tridimensionali. Il rilievo delle facciate rupestri attraverso la fotomodellazione*, in *Opera Ipogea. Journal of speleology in artificial cavities* 2012, 2, pp. 57-61.
- Pujol L. (2007), *Does virtual archaeology exist? Layers of perception. Advanced technological means to illuminate our past. Proceedings of the 35th International Conference on Application and Quantitative Methods in Archaeology, CAAA 2007*, Berlin 2-6. 2007.
- Russo M., Remondino F. (2012), *Laser scanning e fotogrammetria: strumenti e metodi di rilievo tridimensionali per l'archeologia*, in *APSAT 1*, 133-164.

NOTE

- 1 BERTELLI *et Alii* 2004, pp.159-188; BERTELLI 2007, pp.93-117; CHIONA 1975, 48-63; DELL'AQUILA, MESSINA 1998, pp. 154-158 e p. 256; FONSECA 1979, 227-243;
- 2 FALLA CASTELFRANCHI 1991.
- 3 DOUGLASS, LIN, CHODORONEK 2015, 136-152; REMONDINO F., HAKIM S., 2006, 269-291
- 4 LIMONCELLI 2012, 51-106
- 5 <http://www.apple.com/quicktime>
- 6 Il campo visivo umano corrisponde alla porzione di spazio soggetto alla percezione di un occhio fisso in un determinato punto, ed è di circa 130° x 200° (verticale/orizzontale), enormemente superiore all'angolo visualizzabile da una qualunque macchina fotografica.

ABSTRACT

With the arrival of the "Digital Age" and new technologies, modern archeology started to deal with the concept of 3-Dimension. Educational text books on archaeological methodology still tend to classify, however, the third dimension primarily as a spatial attribute. But by moving out of this pragmatic definition, we will realize that the use of digital acquisition techniques, which allow to carry out the analysis of archaeological artifacts without tactile contact and with a high degree of detail, call for new skills of digital data acquisition and management. The results that can be obtained may be innovative under several dimensions in comparison with what can be obtained by using traditional techniques.

PAROLE CHIAVE

3D; ARCHEOLOGIA; FOTOGRAMMETRIA; CULTURA MATERIALE

AUTORE

STEFANO CALÒ
ARCHEOLOGO
CALOSTEFANO@HOTMAIL.IT

dA digi.Art
servizi digitali
per l'Arte

www digi-art.it info@digiart-rc.it

f digi.art servizi digitali

ig digiart_servizi_digitali

p digi art servizi digitali

#digiartrc

Video guide e traduzioni in linguaggio L.I.S.

Applicazioni multimediali
Allestimenti

Ipotesi ricostruttive
Scansioni 3D

Foto-video-rilievi con drone e rover



Internationale Fachmesse für
Museums- und Ausstellungstechnik

International Trade Fair for
Museum and Exhibition Technology

November 10 – 12, 2016

MU TEC

At MUTEK – International Trade Fair for Museum and Exhibition Technology, museums, libraries and archives get an overview of modern technologies and creative offerings, as well as innovative forms of exhibits that boost their appeal to visitors.

Parallel:



denkmal

Europe's Leading Trade Fair for Conservation
Restoration and Old Building Renovation

10 to 12 November 2016

MUTEK and denkmal – Two trade fairs that complement one another welcome you at the exhibition grounds in Leipzig, Germany from November 10 to 12, 2016.

- one venue - one date - two trade shows -

www.mutec.de/en