

RICOMPOSIZIONE VIRTUALE DEL TABERNACOLO DI ISAIA DA PISA PER LA CHIESA DELLA SS. TRINITÀ DI VITERBO

di Dante Abate, Graziano Furini, Silvio Migliori, Samuele Pierattini

Questo progetto ha preso spunto da uno studio condotto da Giusy Zevolini e pubblicato nel 2003 sulla Rivista dell'Istituto Nazionale di Archeologia e Storia dell'Arte. Nell'articolo la studiosa proponeva un'ipotesi di ricomposizione di due opere scultoree in marmo, entrambe eseguite durante il XV secolo, una delle quali sicuramente dall'artista toscano Isaia da Pisa. Le due parti, in origine probabilmente inserite in un unico complesso scultoreo monumentale, all'interno della chiesa agostiniana della SS. Trinità di Viterbo, oggi sono conservate in due siti distinti del capoluogo del territorio della Toscana.

L'apparato iconografico a supporto dell'ipotesi[1] di ricomposizione delle due opere scultoree in marmo, entrambe eseguite durante il XV secolo, una delle quali sicuramente dall'artista toscano Isaia da Pisa, è rappresentato dall'accostamento di due immagini fotografiche frontali, sospese nel vuoto su di uno sfondo nero, con il conseguente rischio di perdita delle proporzioni reali (Fig.1) Manca inoltre un elemento di raccordo tra le due sculture, probabilmente una cornice, andato perduto nell'arco dei secoli e a causa dei ripetuti rimaneggiamenti di cui la chiesa ed il monastero agostiniano sono stati oggetto.

A ciò, ovviamente, si aggiunge il fatto che le immagini fotografiche sono per loro natura bidimensionali. Nonostante gli studiosi siano sostanzialmente in accordo sulla paternità delle opere (o quantomeno sulla loro affinità stilistica), da assegnarsi allo scultore Isaia da Pisa, e sulla circostanza che entrambi i pezzi fossero collocati in origine presso la chiesa agostiniana della SS. Trinità, vi è ancora incertezza sull'ipotesi di appartenenza ad un unico ed omogeneo complesso scultoreo. La ricomposizione virtuale e tridimensionale, oggetto di questo studio, intende fornire un ulteriore supporto visivo per aumentare la percezione dell'opera nella sua interezza; come essa doveva essere stata concepita in origine dall'artista e come essa doveva apparire d'innanzi agli occhi dei fedeli.

LE OPERE MARMOREE

Le sculture oggetto di questo studio sono:

- un tabernacolo marmoreo con angeli adoranti e Cristo in Pietà (larghezza 158 cm; altezza 188 cm; profondità 8 cm), conservato presso il Museo Civico della città di Viterbo (Fig.2);
- un timpano marmoreo con Cristo benedicente (larghezza 97,5 cm; altezza 54; profondità 7cm), conservato presso il convento Agostiniano della SS. Trinità di Viterbo (Fig.3).

Il tabernacolo venne decomposto nell'anno 1727 durante i lavori che trasformarono profondamente la chiesa ed il monastero agostiniano della SS. Trinità. I frammenti furono quindi ricollocati in diversi luoghi all'interno del convento. Nel 1912 due grandi porzioni dell'opera furono asportate dal convento e collocate nell'odierno museo civico cittadino di Santa Maria della Verità. L'attuale posizione al secondo piano del chiostro risale in conclusione alla fine del secondo conflitto mondiale. Su di una base marmorea decorata con ghirlande e cherubini, due coppie di angeli astanti, in posa adorante, sono rivolti verso la specchiatura centrale del tabernacolo, oggi disadorna. L'arco principale, chiuso alle estremità da angeli reggi-cartiglio, è decorato da un rilievo a cassettoni, sui quali sono raffigurati cherubini, che incorniciano il Cristo in Pietà sorretto da due angeli.



Figura 1 - Dettaglio dell'Apparato Iconografico Apparo su RIASA 2003.



Figura 2 - Scansione Laser del Tabernacolo della Madonna, Museo Civico, Viterbo.



Figura 3 - Scansione Laser del Timpano con Cristo Benedicente, Chiesa della SS. Trinità, Viterbo.

Anche il timpano, di dimensioni molto grandi, venne spostato durante le numerose modifiche subite dal complesso agostiniano. Attualmente è utilizzato come ambone, sorretto da due moderne colonne in peperino, per le letture liturgiche durante le quotidiane funzioni religiose.

Sul timpano, che oggi presenta evidenti decurtazioni laterali, è scolpito un Cristo con la mano destra in posizione benedicente e la sinistra poggiata su di un libro aperto. Lo sfondo è ornato da angeli alati in bassorilievo.

Quest'opera mostra una straordinaria affinità stilistica con il tabernacolo conservato presso il museo civico viterbese la cui paternità, assegnata al maestro pisano, è concordemente accettata. Le caratteristiche stilistiche del volto del Cristo benedicente suggeriscono che anche il timpano sia un'opera attribuibile all'*atelier* di Isaia da Pisa, e vista la raffinatezza di *ductus*, non è da escludere che sia stato lo stesso maestro a scolpirlo.

Oltre ciò le due opere sono realizzate nella stessa tipologia e qualità di marmo con dimensioni affini tra di loro.

In base a tutto ciò è stato quindi ipotizzato che il timpano sia in realtà il coronamento superiore di un complesso monumentale di cui faceva parte anche il tabernacolo, che si verrebbe a configurare come un vero e proprio altare reliquiario.

CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE LASER SCANNER

I modelli tridimensionali dei due frammenti marmorei sono stati ottenuti utilizzando la tecnologia laser scanning a triangolazione impiegando uno strumento *low cost*, modello *NextEngine 3D Desktop Scanner* [2], collocato all'occorrenza al di sopra di un treppiede.

Nonostante oggi, grazie agli ultimi sviluppi della correlazione automatica di immagini, i modelli geometrici ottenuti attraverso le due tecniche siano sostanzialmente comparabili, (sempre più spesso la fotogrammetria ed il laser scanning vengono integrate tra loro [3]), in questa sede si sono volute testare sul campo le potenzialità di uno strumento, principalmente utilizzato per l'acquisizione di piccoli oggetti, in un contesto dimensionalmente più significativo. Il laser *NextEngine 3D Desktop Scanner*, in linea di principio, può essere impiegato per digitalizzare oggetti di qualunque dimensione. Tuttavia il *trade off* da valutare è l'elevato numero di *range maps* da acquisire, considerando che il campo visivo dello strumento in modalità *wide* è di 34.29 cm x 25.65 cm, e che ciascuna *range map* deve avere una significativa area di sovrapposizione con quelle limitrofe al fine di poter garantire un allineamento corretto durante la fase di post elaborazione. La conseguenza più immediata è la dilatazione significativa dei tempi di scansione.

Le opere marmoree sono state digitalizzate in due distinte campagne di rilievo nella città di Viterbo. La prima campagna

di rilievo è stata condotta presso la chiesa della SS. Trinità nell'agosto 2010, mentre la seconda presso il Museo Civico cittadino nel febbraio 2011.

Diversi studi scientifici hanno evidenziato le problematiche legate alla digitalizzazione di superfici marmoree attraverso strumenti laser a causa della struttura eterogenea del materiale, della sua riflettività e della sua traslucidità [4, 5].

La luce laser incidente il marmo penetra infatti oltre la superficie generando un alone e producendo uno sfalsamento nell'acquisizione del dato in profondità.

In uno studio condotto durante la digitalizzazione dell'Eretteo dell'acropoli ateniese si è osservato infatti che la penetrazione del laser all'interno di questo materiale poteva giungere fino a valori di circa 5 mm [6].

In quel caso furono utilizzati laser scanner a differenza di fase (*Phase shift*) ed a tempo di volo (*Time of flight*), che mostrano errori sostanzialmente comparabili tra loro.

La stima dell'errore geometrico dovuta invece all'utilizzo di strumenti a triangolazione è stata valutata in laboratorio nell'ordine dei 40/50 micrometri, che, considerando le finalità di questo studio, risultano essere valori trascurabili.

Il Laser Scanner *NextEngine 3D Desktop Scanner* è basato sul cosiddetto principio *Multi Laser Triangulation* (MLT) [7]: il sistema proietta diverse fasce laser sull'oggetto da digitalizzare, acquisendo la posizione dei punti nelle tre dimensioni su di un sensore CCD (*Charge-Couple Device*), in base alla deformazione della lama laser.

Lo scanner ha le dimensioni esterne di 22x28x9 cm ed è dotato di un doppio *array* di quattro laser a stato solido (rosso, 650nm) e una coppia di sensori CMOS da 3,0 Megapixel.

Il *NextEngine 3D Desktop Scanner* utilizza una piattaforma software proprietaria denominata *Scan Studio* che può oggi essere installata unicamente su sistemi operativi Windows.

Questo software, sebbene necessario per l'acquisizione dei dati, non è particolarmente utile per il post processing delle singole *range map*, ed in particolare per l'allineamento di *meshes* di oggetti complessi.

Per il rilievo del timpano, posizionato a circa un metro e mezzo al di sopra del piano di calpestio del presbiterio della chiesa della SS. Trinità, lo scanner è stato semplicemente montato su di un treppiede (Fig.2).

Circa 60 *range maps* sono state acquisite in due giorni di campagna di rilievo, utilizzando sempre la modalità *wide* per ciò che riguarda l'obiettivo del laser.

La distanza media tra l'emettitore laser e l'oggetto è stata di 45-50 cm, al fine di ottenere la maggior quantità di informazioni possibili per singola posizione di presa.

A causa di diverse condizioni dimensionali ed ambientali all'interno del Museo Civico, per l'acquisizione dell'intero ta-

bernacolo il laser scanner è stato invece posto al di sopra di un ponteggio a differenti altezze, la massima delle quali è stata di 3 metri circa. Anche in questo caso l'obiettivo dello strumento è stato impostato in modalità *wide*. Per la digitalizzazione del tabernacolo sono stati necessari 5 giorni di campagna e l'acquisizione di circa 110 *range maps*. Il lato posteriore di ciascuna delle due opere non è stato modellato (il tabernacolo è addossato al muro) poiché per loro stessa natura furono lasciati grezzi dall'artista considerando che non erano visibili.



Figura 4 - Allineamento Virtuale dei Frammenti.

POST ELABORAZIONE

La post-elaborazione dei dati rilevati è stata svolta, in tutte le sue fasi, utilizzando il software open source *Meshlab130a* nella versione a 64 bit [8], installato su di una *workstation quad core* con 24 GB di memoria RAM. Un'ampia gamma di filtri è stata applicata per ottimizzare ciascuna *range map* (eliminare porzioni indesiderate, ridurre il numero di poligoni senza perdere la qualità dei dettagli, ecc.).

Per la fase di allineamento (registrazione) delle singole *range map* è stato seguito un approccio semi-automatico al fine di trasformare tutte le scansioni in uno stesso sistema di riferimento.

Un allineamento semi-automatico è principalmente caratterizzato da due *steps*: il primo consiste nell'identificazione di alcuni punti omologhi (almeno 4 in *Meshlab*) da individuare manualmente nelle aree di sovrapposizione tra due *mesh*. Durante questa fase l'intervento dell'operatore è particolarmente intenso e dispendioso dal punto di vista temporale nella ricerca delle medesime *features*; il secondo *step* è rappresentato dall'esecuzione di un algoritmo di allineamento automatico (ICP - *Iterative Closest Point*) eseguito fino a quando la distanza media tra le due *range maps* da allineare non viene minimizzata il più possibile [9].

L'algoritmo ICP è ampiamente utilizzato per l'allineamento geometrico di modelli tridimensionali ed è direttamente implementato in *Meshlab*. Esso è concettualmente semplice ed è comunemente usato in tempo reale. Controlla iterativamente le trasformazioni (traslazione, rotazione) necessarie per minimizzare la distanza tra i punti delle due scansioni.

Per completare la modellazione è stato applicato infine un filtro per la ricostruzione uniforme e coerente delle superfici dei singoli modelli (*Poisson surface reconstruction*) [10].

Come già accennato in precedenza, la cornice orizzontale, che un tempo presumibilmente collegava i due blocchi, è andata perduta. Per fornire una visione armonica dell'opera, la cornice stessa è stata ricreata utilizzando un software di modellazione tridimensionale (*3D Studio Max*), ed inserita virtualmente nella scena. La forma triangolare è suggerita ovviamente dalla geometria del timpano, che, nello specifico, presenta evidenti mutilazioni laterali. I tre oggetti sono stati quindi importati nuovamente in *Meshlab* per essere disposti ed allineati correttamente (*Transform Filter*) (Fig.4). Il modello finale è risultato essere composto da circa 13 milioni di facce.

RISULTATI

I modelli 3D ottenuti nelle due distinte campagne di lavoro, sono stati ricomposti in un contesto unitario (Figg. 5-6). Questo studio aggiunge elementi di conferma alle ipotesi stilistiche e documentarie formulate dalla Zevoloni, dimostrando con buona probabilità che le due parti, sia dal punto di vista dimensionale che da quello della resa prospettica d'insieme, ed oggi conservate in due distinti siti, potessero in origine essere pertinenti ed inserite in un unico complesso scultoreo monumentale.

L'aspetto che appare subito più evidente è quanto l'opera realizzata da Isaia da Pisa fosse massiccia ed imponente nella struttura centrale, così come nell'oggetto del coronamento superiore rappresentato dal Cristo Benedicente. Ipotizzando infatti una posizione da terra del tabernacolo di circa 1 metro, il suo sviluppo verticale doveva raggiungere circa i 4 metri di altezza. L'importanza dell'opera, così come delle sue dimensioni, è anche supportata da alcuni documenti d'archivio che riportano la presenza di un importante artista come Isaia da Pisa, attivo anche presso la corte papale, nella città di Viterbo. Da ciò che è possibile estrapolare dai documenti, egli venne chiamato dai padri agostiniani per realizzare il 'Tabernacolo della Vergine', al fine di celebrare un miracolo compiuto dalla stessa nel mese di maggio dell'anno 1320.

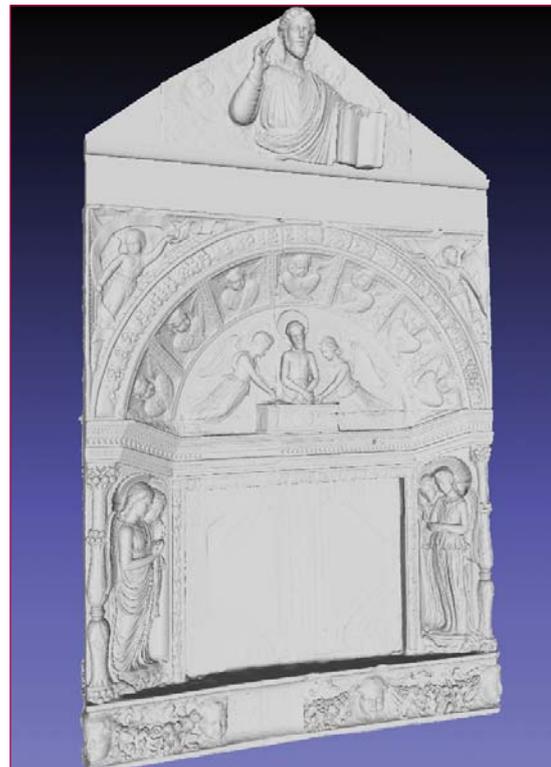


Figura 5 - Ricomposizione Virtuale del tabernacolo della Madonna (1).



Figura 6 - Ricomposizione Virtuale del tabernacolo della Madonna (2).

Il miracolo è stato anche collegato ad un'immagine sacra della Madonna con il bambino, oggi inserita nel muro di fondo della cappella di Sant'Anna della chiesa della SS. Trinità.

Quest'immagine ha un'inusuale forma rettangolare e ciò ha fatto ipotizzare agli storici dell'arte che la specchiatura centrale del tabernacolo, oggi vuota, fosse in origine impreziosita da un'immagine particolarmente cara ai devoti, che non è da escludere possa essere la stessa oggi murata all'interno del complesso agostiniano.

Grazie al modello virtuale è stato oltretutto anche possibile visualizzare come l'immagine sacra potesse apparire all'interno del tabernacolo. Essendo tuttavia questa un'ipotesi non supportata da dati di fatto, in questa sede si è voluto solamente dare un'idea di quale potesse essere il risultato applicando una *texture* in trasparenza e B/N (Figg.7-8).



Figura 7 - Il Tabernacolo della Madonna con inserita l'immagine della Vergine, oggi murata nella chiesa della SS. Trinità (1).

SVILUPPI FUTURI

Il progetto di ricostruzione del Tabernacolo della Vergine è parte di uno studio tuttora in corso. I prossimi *steps* sono rappresentati da:



Figura 8 - Il Tabernacolo della Madonna con inserita l'immagine della Vergine, oggi murata nella chiesa della SS. Trinità (2).

- applicazione di *textures* foto-realistiche al tabernacolo e al timpano per una resa più fedele del complesso scultoreo;
- realizzazione di nuove opzioni per la cornice orizzontale al fine di rendere possibile un'alternanza visuale tra diverse soluzioni interpretative;
- esecuzione di un restauro virtuale per le zone mancanti del tabernacolo, oggi sostituite nella realtà da aree neutre di stucco. Queste sono evidenti nella parte inferiore e superiore del tabernacolo caratterizzate da elementi decorativi seriali;
- ricostruzione filologica dell'ambiente originale dove il Tabernacolo della Vergine era in origine collocato.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la direttrice del Museo Civico di Viterbo, dott.ssa Orsola Grassi, e l'ordine degli Agostiniani del convento della SS. Trinità di Viterbo per la disponibilità dimostrata durante le fasi di rilievo. Inoltre si ringrazia il Dr. Fabio Remondino, responsabile del 3DOM (Fondazione Bruno Kessler, Trento) per i preziosi consigli.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Zevolini G., (2003), *Il Tabernacolo di Isaia da Pisa per la Chiesa della SS. Trinità di Viterbo: un'Aggiunta ed una Proposta di Ricomposizione*, Rivista dell'Istituto Nazionale di Archeologia e Storia dell'Arte, 58 III serie, XXVI
- [2] <http://www.nextengine.com/>
- [3] Guidi G., Remondino F., Russo M., Voltolini F., Rizzi A., Menna F., Masci M.E., Benedetti B., (2008), *A multi-resolution methodology for archaeological survey: the Pompeii forum*, Conference, Virtual System and Multimedia Dedicated to Digital Heritage(VSMM), Limassol, Cyprus, October 20-26
- [4] Godin G., Rioux M., Beraldin J.-A., Levoy M., Courmoyer L., (2001), *An Assessment of Laser Range Measurement of Marble Surfaces*. Proceedings of the 5th Conference on Optical 3-D Measurement Techniques, 49-56, Vienna, Austria
- [5] Guidi G., Remondino F., Russo M., Spinetti A., (2009), *Range sensors on marble surfaces: quantitative evaluation of artifacts*. Videometrics, Range Imaging and Applications X, Proc. of SPIE Optics+Photonics, Vol. 7447, 2-3 August, San Diego, CA, USA
- [6] El-Hakim S., Beraldin J.-A., Picard M., Courmoyer L., (2008), *Surface reconstruction of large complex structures from mixed range data - the erechtheion experience*, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B5
- [7] Guidi G., Remondino F., Morlando G., Del Mastio A., Uccheddu F., Pelagotti A., (2007), *Performance evaluation of a low cost active sensor for cultural heritage documentation*. 8th Conference on Optical 3D Measurement Techniques, 59-69, Vol.2, Zurich, Switzerland
- [8] <http://meshlab.sourceforge.net>
- [9] Guidi G., Russo M., Beraldin J.A., (2010), *Acquisizione 3D e modellazione poligonale*, McGraw-Hill, 211-212
- [10] Bolitho M., Hoppe H., Kazhdan M., (2006), *Poisson Surface Reconstruction*, SGP'06 Proceedings of the fourth Eurographics symposium on Geometry processing Eurographics Association.

ABSTRACT

Virtual Reconstruction of the Tabernacolo of Isaia da Pisa for the Church of SS. Trinità in Viterbo - This study is based upon a characteristic, Art History paper, published in 2003. Specifically it suggests a reconstruction hypothesis concerning two marble objects, created in the XV Century, which were supposed to belong to each other, in a monumental complex, inside the Augustinian Church of the SS. Trinità in Viterbo (Italy). In the article the iconography was rendered by simply stitching pictures together, losing the objects proportions, without any care given to the likely missing parts, and of course showing the image in 2D. Despite scholars mostly agreeing that the two marble artefacts were made by the same artist (Isaia da Pisa) and that both belong to the same church, they are still not sure if the pieces are a unique structure. The virtual re-composition helps to enhance the visual perception of the whole construction, which is now available just in 2D flat images, and to understand how it originally would have looked. The two objects, today placed in different locations in the city of Viterbo, studied in this paper are: a marble tabernacle with Angels and Christ; a marble tympanum with a blessing by Christ. Both sculptures were acquired with a triangulation laser scanner in two different surveys in Viterbo: the first one, at the Church of the SS. Trinità, was carried out in August 2010 and the second one, at the Civic Museum, in February 2011. The well-known 3D post processing pipeline for laser scanner data was applied. The software used for the post processing was MeshLab 130a, 64bit version. In the final step all three dimensional models have been recomposed in a unique context. At a glance, the

first thing that appears clear is how the monument made by Isaia da Pisa was massive and impressive in dimensions. Assuming an average height of the tabernacle of one meter and half from the ground, its vertical pattern was around 4 meters. The importance of the work, as well as its size, is also supported by archival documentation which records the presence of an important artist like Isaia da Pisa in Viterbo. This case study shows in a practical way the importance of interaction and brainstorming between Art History/ Archaeology specialists and experts in computer science (especially in three-dimensional modelling) working in a multidisciplinary context where the different expertises cannot be separated from each other. The reconstruction of the Tabernacle of the Virgin is part of a still on-going project.

PAROLE CHIAVE

LASER SCANNING, MODELLAZIONE 3D, REALTÀ VIRTUALE, STORIA DELL'ARTE.

AUTORI

DANTE ABATE, DANTE.ABATE@ENEA.IT

GRAZIANO FURINI, GRAZIANO.FURINI@ENEA.IT

SILVIO MIGLIORI, SILVIO.MIGLIORI@ENEA.IT

SAMUELE PIERATTINI, SAMUELE.PIERATTINI@ENEA.IT

CENTRO RICERCHE ENEA - BOLOGNA

UNITÀ TECNICA SVILUPPO SISTEMI PER L'INFORMATICA E L' ICT (UTICT)



Vibrometria laser
Termovisione
Georadar
Ultrasuoni
Sclerometria
Pacometria digitale
Efficienza Energetica
Monitoraggio wireless
Analisi modale operativa

Partecipazione in Progetti Europei

**Servizi diagnostici per l'Edilizia, i Beni Culturali
e le Strutture Civili**

Artemis srl

c/o Università Politecnica delle Marche - via Brecce Bianche 60131 Ancona (IT)

Tel.: 071-2204442 Fax: 071 2204801 Cell.: 347-3580073 E-mail: info@artemis-srl.it Web: www.artemis-srl



RACCOGLI



CONDIVIDI



TRASMETTI



Come misuri il successo?



Non importa quali sfide stai affrontando. Non importa quali opportunità ti attendono. Trimble è impegnata nell'aiutarti a trovare e garantire il sentiero del tuo successo.

Se la tua idea di successo significa meno ore sul campo o trovare nuove opportunità di mercato, la risposta si trova nelle soluzioni complete di rilevamento delle quali ti puoi fidare.

Ottieni il massimo ogni giorno e in ogni sfida. Le soluzioni totali ti danno la libertà di Raccogliere, Condividere e Trasmettere con flussi di lavoro più adatti al tuo business.

Stai ancora cercando il prossimo grande successo?
Non cercare oltre: www.trimble.com/success

SUCCESSO: LO TROVI QUI

