

# L'UTILIZZO DEL LASER SCANNER PER LO STUDIO DEGLI ELEMENTI DECORATIVI DI FACCIATA

Mariateresa GALIZIA (\*), Luigi ANDREOZZI(\*)

(\*) Università di Catania, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Architettura e Urbanistica, Lab. di Fotogrammetria Arch., Viale A. Doria n.6, 95125 Catania, Italia, tel 095-7382525, fax 095-330309, e-mail: [labfgmr@dau.unict.it](mailto:labfgmr@dau.unict.it)

## Riassunto

In presenza di apparati decorativi applicati all'architettura, caratterizzati da forme plastiche riproducenti soggetti ispirati alla realtà, dalle sembianze fitomorfe, zoomorfe e umane o costituiti da forme geometriche complesse, i canonici modelli rappresentativi, fondati sulle tradizionali regole mongiane che restituiscono l'oggetto reale attraverso l'individuazione sintetica delle sue forme, non permettono una restituzione fedele in qualità e quantità di dati. A supporto di queste "carenze" oggi accorrono nuove metodologie informatiche, tra queste il laser a scansione (scanner 3D), che fondate rigorosamente su regole e codici tradizionali del disegno e del rilevamento, giungono a risultati entusiasmanti, permettendo di acquisire nella loro totalità dati formali e dimensionali. A tal proposito si è voluto testare la potenzialità di tali strumentazioni su alcuni esempi rappresentanti elementi decorativi appartenenti ad epoche diverse che hanno lasciato memoria dell'architettura del tempo nella città di Catania. Tracce della dominazione catalana, rimaste illese dal terremoto del 1693 che distrusse quasi interamente la città, rappresentate nel balcone all'interno del cortile Platamone, un'architettura dagli elementi geometrici dal tradizionale cromatismo in bianco/nero, caratterizzati da una lineare plasticità. Plasticità che raggiunge esempi straordinari nell'architettura barocca catanese, tra i quali la facciata del Monastero dei Benedettini che con la ricca decorazione dei capitelli, cornici, mensole e timpani, rappresenta un sublime esempio di maestria nella lavorazione della pietra.

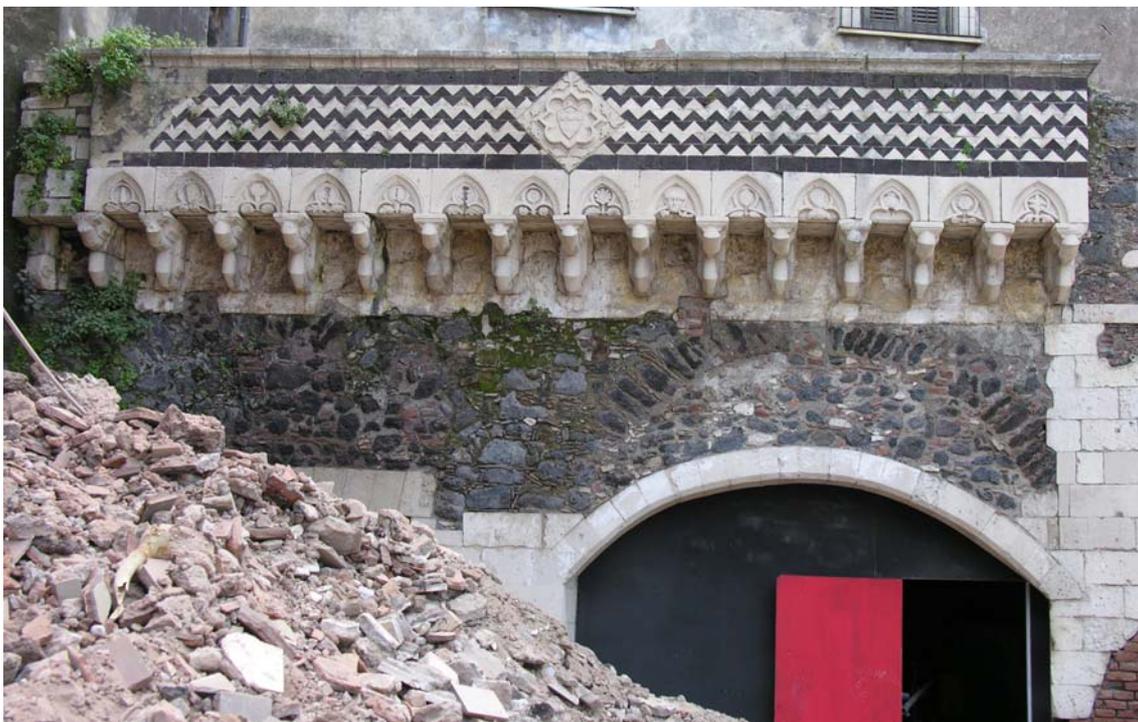
## Abstract

In presence of decorative apparati applied to architecture, characterized by plastic forms, reproducing realistic subjects with phytomorphic, zoomorphic and human features or made up of complex geometrical forms, the canonical representative patterns don't allow a true restoration in quality and quantity of data, as they are founded on the traditional of Monge rules, which give back the real object, through the syntetic individuation of its forms. In support of these "lacks", today new computer methodologies are being discovered, as laser scanner; infact, as they are rigorously based on traditional rules and codes of design and survey, they are able to achieve enthusiastic results, succeeding in acquiring complete formal and dimensional data.

So that we tested the instrumentation potentiality about some examples of decorative elements belonging to different ages and keeping the memory alive about the ancient architecture of the town of Catania, have been chosen: traces of the Catalan domination, undamaged by the earthquake of 1693, which destroyed almost entirely the town, are represented in the balcony inside the Cortile Platamone, symbol of an architecture with geometrical elements in the traditional black-white chromatism, characterized by a linear plasticity. This plasticity reaches extraordinary examples in the Baroque architecture of Catania, as in the facade of Monastero dei Benedettini, which, with the rich decoration of capitals, frames, corbels and tympani, is a sublime example of mastery in the stone-work.

La caratteristica degli apparati decorativi applicati alle architetture e delle singole sculture, che nella loro completezza formale e figurativa manifestano la personalità dell'artista, è quella di costituirsi elementi conoscibili che codificano un preciso stile o una corrente stilistica.

E' per questa ragione che risulta essere imprescindibile una rappresentazione quanto più fedele alla realtà rilevata per fornire una conoscenza accurata e puntuale delle forme plastiche che, *unicum* con la materia a cui appartengono in una relazione di interdipendenza, costituiscono l'individualità del bene. A questo proposito i canonici modelli rappresentativi, fondati sulle tradizionali regole mongiane, che restituiscono l'oggetto reale attraverso l'individuazione sintetica delle sue forme, pongono dei limiti nella restituzione fedele in qualità e quantità di dati. Infatti, nell'ambito di decori caratterizzati da elementi a tutto tondo riproducenti soggetti ispirati alla realtà, con sembianze fitomorfe, zoomorfe e umane, si presentano elementi geometrico-spaziali ed estetico-formali complessi che determinano una difficoltà di approccio sia nella fase del rilievo che nella loro successiva rappresentazione. Sono queste vere e proprie sculture che "emergono" dalla massiccia e complessa struttura architettonica e che, ancorate a questa, costituiscono un "museo a cielo aperto" e quindi da considerare, anche indipendentemente dall'edificio che le "accoglie", patrimonio da recuperare e salvaguardare con la stessa scrupolosità delle ricchezze scultoree conservate nei nostri musei. E' per questi motivi che oggi, la scienza applicata al rilievo ed alla rappresentazione opera una continua ricerca applicativa sulle metodologie e le tecniche rappresentative più innovative, fondate rigorosamente su regole e codici convenzionali del disegno e del rilevamento, offrono interessanti opportunità nell'ambito della conoscenza e salvaguardia dei beni culturali sia in fase di rilievo sia nella rappresentazione dei dati prelevati, fornendo dei modelli in grado di rappresentare in un *unicum* la totalità delle caratteristiche dimensionali, formali, cromatici e materici. Tra questi l'utilizzo del laser a scansione (*scanner 3D*), strumento che rivoluziona i principi del rilievo e della restituzione grafica fornendo un prodotto che potremmo definire "globale", che rappresenta univocamente l'oggetto in esame attraverso un modello digitale caratterizzato da un ricco codice di informazione topografica (nuvola di punti), successivamente elaborato per realizzare un modello numerico (*mesh, texture*) o matematico dell'oggetto rilevato (*NURBS*). Uno strumento quindi che sostituisce ai grafici convenzionali



*Fig.1 - Il parapetto della loggia di Casa Platamone*

un modello digitale caratterizzato da un numero di codici d'individuazione topografica (nuvola di punti), successivamente elaborabile in ambiente CAD per realizzare un modello numerico o geometrico dell'oggetto rilevato. La possibilità inoltre di "spalmare" la fotografia dell'oggetto rilevato sulla superficie geometrica restituita, fornisce un'immagine che è la restituzione stessa dell'oggetto in forma e dimensioni, una "replica digitale" di grande impatto in cui l'immagine tridimensionale viene catturata per poterla studiare con un accurato dettaglio. E' quindi possibile creare un museo virtuale fondato su dati digitali, visionabili dall'utente a distanza ravvicinata per compiere le necessarie analisi.

### Esempi applicativi

Si sono scelti alcuni esempi che rappresentano elementi scultorei appartenenti ad epoche diverse e che hanno lasciato memoria dell'architettura del tempo nella città di Catania. Tracce della dominazione catalana, rimaste illese dal terremoto del 1693 che distrusse quasi interamente la città di Catania, testimoniate dal balcone della loggia della casa Platamone<sup>1</sup>, un'architettura dagli elementi geometrici dal tradizionale cromatismo a zig-zag in bianco/nero, calcare bianco e pomice lavica, caratterizzati da una lineare plasticità. Plasticità che raggiunge esempi straordinari nell'architettura barocca catanese, tra cui la facciata del Monastero dei Benedettini che, con la ricca decorazione delle finestre con capitelli, cornici, mensole, timpani, in un'esplosione di elementi riccamente decorati (putti, foglie, fiori..), rappresenta un sublime esempio di maestria nella lavorazione della pietra.

Le caratteristiche geometriche e la differente plasticità degli elementi trattati ha comportato un diverso approccio in fase di prelevamento dei dati e di elaborazione degli stessi.

In ambedue i casi si è adoperato il laser scanner 3D Leica Cyrax 2500 della Cyra Technologies, che utilizza il sistema basato sulla misura di distanza (ranging instruments), in analogia con i distanziometri elettronici<sup>2</sup>.

Nella prima esperienza la finalità del rilievo è stata la comprensione delle caratteristiche geometrico-spaziali e materico-cromatiche del parapetto della balconata della loggia di casa Platamone le cui superfici per lo più piane hanno richiesto un tipo di scansione meno dettagliata, trascurandone in parte la plasticità delle mensole in pietra a sostegno delle ogive dai graziosi motivi decorativi (volti umani, frutta, fiori) per le quali si è ottenuto volutamente un rilievo di dettaglio approssimato. Si è proceduto quindi ad un rilievo architettonico e non scultoreo delle singole parti eseguendo, come impostato nel progetto di

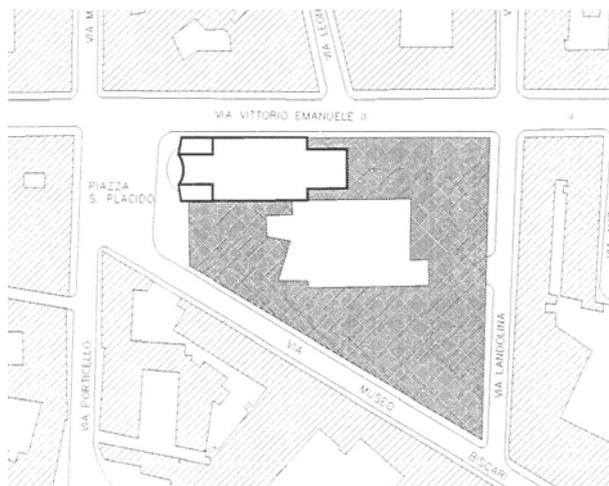


Figura 2 - Cortile Platamone -Progetto di ripresa

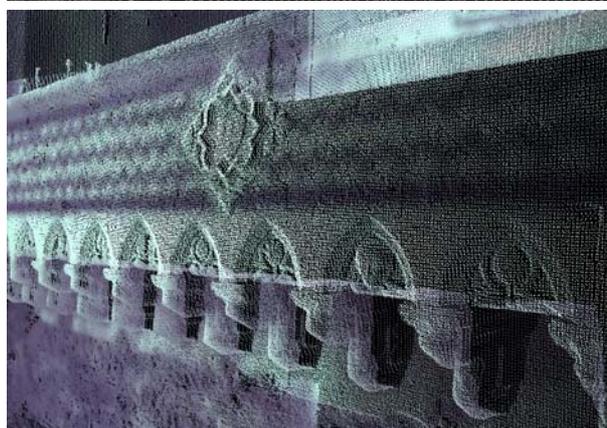


Fig.3 - Il modello 3D ottenuto dalle due scansioni



Fig. 4 - Proiezione dell'immagine fotografica sulla mesh

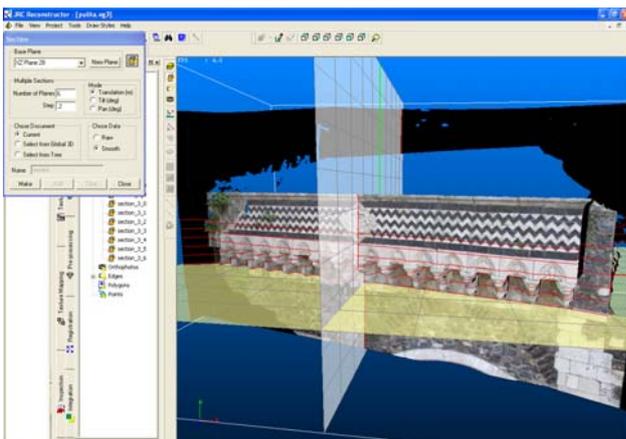


Fig. 5 - Sezioni con piani verticali ed orizzontali eseguite sul modello texturizzato

ripresa, due scansioni da due diverse stazioni poste a distanza circa mt 8,00 dall'oggetto, che hanno restituito due nuvole di punti della densità rispettivamente di n. 572718 e n. 399997 punti. In questa fase i dati acquisiti risultano indifferenziati qualitativamente, costituendo un prodotto lontano dalle classiche rappresentazioni grafiche derivate da rilievi diretti o fotogrammetrici in cui il disegno è ottenuto attraverso un'operazione di discretizzazione da parte del rilevatore che interpreta in una sintesi soggettiva i dati acquisiti.

Importate le nuvole di punti si è eseguita la loro unione<sup>3</sup> in un unico insieme riferito ad un unico sistema di riferimento, attraverso punti omologhi

facilmente riconoscibili negli elementi naturali che costituiscono l'oggetto.

Successivamente si è proceduto alla loro elaborazione utilizzando il software JRC Reconstructor della Inn.tec s.r.l. Attraverso successivi passaggi si sono controllati i dati primari sia sotto forma di distanza e intensità (in RGB) sia di nuvole di punti in cui si è operata una pulizia ed uno sfooltimento e filtraggio di punti errati o non interessati alla rappresentazione.

La fase successiva (*preprocessing*), tra le più delicate ove interviene la sensibilità dell'operatore che agisce criticamente, consiste nella generazione di *mesh* (superfici triangolate) attraverso la sequenza di operazioni che assegnano parametri atti a definire la qualità delle *mesh* ottenute in quanto gestiscono le dimensioni delle maglie triangolari.

Generata la superficie *meshata* del modello, infittita di punti ove necessario per non perdere in dettaglio, si è proceduto all'esplorazione del modello utilizzando il tipo di visualizzazione più opportuno con tessiture artificiali (*flat*, *wireframe*, *textured*) in relazione alle analisi da effettuare. Si è proceduto inoltre alla riproiezione delle immagini fotografiche (*texture mapping*) sulla nuvola, collimando un numero adeguato di punti omologhi ben distribuiti e visibili, ottenendo un notevole contributo informativo sullo stato di conservazione del bene, sulla preesistenza di tracce di umidità, di incrostazioni e di piccole lesioni sul paramento murario.

Il modello così prodotto, un “clone digitale” della realtà, è misurabile in distanze e superfici ed è stato possibile estrapolarne diversi profili con piani verticali, orizzontali ed inclinati, esportabili in ambiente CAD.

La qualità del risultato ottenuto è strettamente legata alla finalità del progetto posta in ante, e nello specifico rivolta alla conoscenza della superficie piana della balconata più che all’approfondimento degli elementi plastici delle mensole e degli archetti ogivali che per questo motivo risultano con evidenti lacune che verranno colmate, in studi successivi, da scansioni più accurate sulle parti.

Operazione di dettaglio eseguita invece nel rilievo di parte della facciata principale del Monastero dei Benedettini, la cui ricercatezza dei particolari scultorei applicati all’apparecchiatura muraria ha richiesto successive scansioni con maggiore precisione nel dettaglio. Si è utilizzata la stessa strumentazione al fine di comprenderne le potenzialità estese ad elementi di varia natura e forma. Sono state eseguite in totale quattro scansioni da un’unica stazione posta a distanza dall’oggetto mt 20,00, di cui una prima generale che inquadra la tribuna centrale e la candela posta sulla sinistra e su quest’ultima si sono eseguite altre tre scansioni impostando un passo più fitto per documentare in maniera accurata la plasticità delle sculture delle mostre dei due balconi e del capitello a fogliame della parasta. Sono stati rilevati nella prima scansione generale n. 930101 punti, mentre nei passaggi successivi nella seconda e terza scansione, riferite alle due porte-balcone, rispettivamente n. 743246 e n. 656673 punti e nella quarta scansione del solo capitello n.493078. E’ evidente quindi una quantità di punti maggiore per superfici più piccole e quindi un dettaglio maggiore nella descrizione delle forme plastiche.

Si è utilizzato lo stesso software di elaborazione dati, quindi si è compiuta la stessa procedura sulle singole nuvole e nell’impostazione dei parametri da utilizzare per la *meshatura*. In tal senso si sono operati diversi tentativi impostando valori differenti per comprendere quale fosse la combinazione ottimale per la rappresentazione degli elementi a tutto tondo, riuscendo ad ottenere dei buoni risultati per di più ottimizzabili con ulteriori elaborazioni.

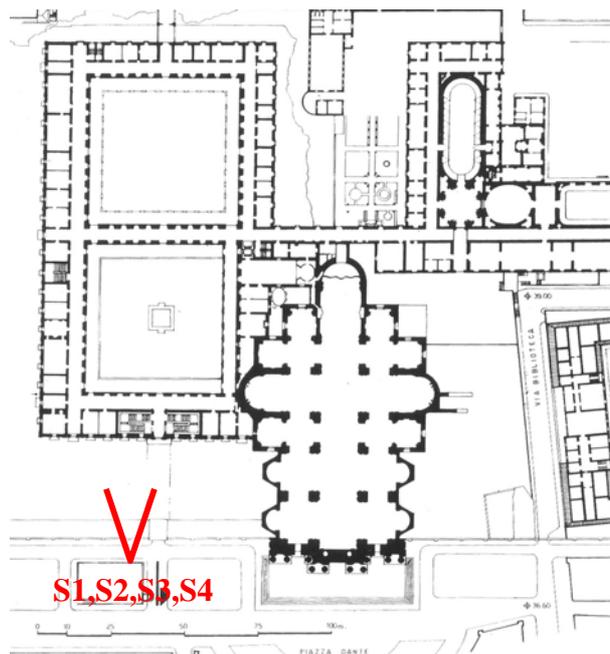
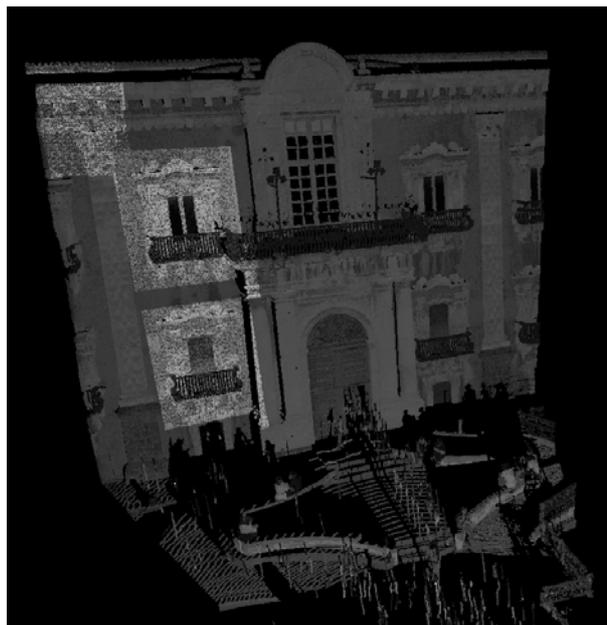


Fig. 6 - Monastero dei Benedettini. Il progetto di ripresa



Un problema sensibile si è riscontrato nelle zone d'ombra che si sono venute a creare nel modello ottenuto, dovute ad elementi di disturbo ed inoltre ai pronunciati aggetti delle sculture stesse che nascondono la visibilità di alcune porzioni dell'oggetto. Tali "buchi" sono colmabili attraverso l'esecuzione di ulteriori scansioni (da differente stazione) a completamento degli elementi rilevati.

La possibilità inoltre di proiettare sul modello *meshato* l'immagine fotografica collimando punti omologhi nella foto e nella rispettiva nuvola, ben distribuiti e visibili, ha permesso di ottenere una rappresentazione del modello completa di informazioni di tipo materico, cromatico e di degrado.



*Fig. 7 - Nuvole dei punti dei modelli ottenuti in tonalità di grigio*



*Fig. 8 - Vista delle mesh triangolate*

*Fig. 9 - Proiezione dell'immagine fotografica sulla mesh*



I modelli virtuali ottenuti sono in grado di "sintetizzare" in un unico sistema di rappresentazione la totalità dei possibili meccanismi di visione, fornendo da un lato le medesime prestazioni dei modelli iconici, dall'altro di quelli non-iconici. Questi, inoltre, attraverso specifiche strumentazioni possono costituire il calco per una eventuale e fedele riproduzione dell'oggetto rilevato tale da poter essere esposta e studiata nei suoi elementi geometrico-spaziali, morfologico-dimensionali, ritrovandone le geometrie sottese che stanno all'origine della genesi delle forme compiute.

I dati rilevati (dimensionali, cromatici, materici e di degrado) inoltre costituiscono, già nella fase di rilievo, materiale sufficiente da inserire in una possibile banca-dati, un archivio dei beni che conserva e salvaguarda il bene stesso dagli effetti del tempo e dalle azioni sconsiderate dell'uomo.

<sup>1</sup> Quanto resta del vetusto palazzo è visibile dall'atrio dell'ex convento di S.Placido

<sup>2</sup> Il raggio laser, mediante opportuni sistemi ottico/meccanici in rotazione, viene inviato verso l'oggetto variando per passi discreti gli angoli azimutale e zenitale. La distanza tra il centro strumentale ed il primo punto che il raggio incontra e da cui viene riflesso viene determinata dalla misura del "tempo di volo" (tof, time of flight) che intercorre tra l'emissione e la ricezione; la distanza insieme alla conoscenza dei due angoli di emissione del raggio, consente di determinare per coordinate polari la posizione del punto in oggetto. Tali coordinate vengono fornite all'operatore in un sistema cartesiano (x,y,z) che ha origine nel centro strumentale.

<sup>3</sup> L'unione delle nuvole si è eseguita utilizzando il software Ciclone della Cyra