

## **Funzionalità e potenzialità del rilievo strumentale nei processi di analisi urbana e architettonica. Il rilievo del teatro San Carlo di Napoli.**

Massimiliano Campi (\*), Valeria Cappellini (\*\*), Marco Belò (\*\*\*), Eduardo Fiorillo (\*\*\*\*)

(\*)Professore Associato, Cattedra di Rilievo dell'Architettura, (\*\*)Ph.D in Rilievo e rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente, (\*\*\*),Trimble Italy & Greece, Application Engineer, (\*\*\*\*)Assogeo-Trimble, Responsabile commerciale

Università degli Studi di Napoli Federico II, Centro Interdipartimentale di Ricerca Urban/Eco, via Tarsia 31, 80134 Napoli, tel: ++39.081.2538413, fax ++39.081.2538406, email: urbaneco@unina.it, skype: urbanecoitalia

### **Abstract (italiano)**

Negli ultimi anni abbiamo assistito ad un profondo cambiamento delle procedure di rilievo architettonico e ambientale. La rivoluzione digitale ha attraversato l'intera disciplina, aprendo nuovi ed inaspettati orizzonti di ricerca, creando grandi opportunità nei processi di conoscenza dei manufatti architettonici. Quando l'obiettivo diventa la comprensione di interi quartieri, abbiamo bisogno di apparecchiature in grado di raccogliere una grande quantità di dati, ma, principalmente, tali apparecchiature devono essere in grado di gestirli in maniera adeguata; si pone la necessità di utilizzare sistemi in grado di operare in differenti condizioni ambientali e che siano capaci di strutturare il modello migliore per prefigurare differenti scenari, tali da anticipare di fatto le condizioni di progetto e trasformazione.

Questo intervento vuole sottolineare come l'uso delle moderne tecnologie ha bisogno di essere integrato ad una nuova coscienza, che può apportare reali vantaggi nell'utilizzo delle nuove strumentazioni. La necessità contemporanea è quella di imparare a governare le strumentazioni per il rilievo, piegandole alle diverse finalità e obiettivi di conoscenza, senza che i limiti strutturali delle apparecchiature possano in qualche modo alterare il processo di indagine che si pone al principio di qualunque rilievo. Dobbiamo porre, quale priorità, la capacità propria dell'essere umano di poter scegliere la tipologia dei dati da raccogliere, al fine di determinare il modello più adeguato per modificare la precedente configurazione della realtà.

L'Italia è nota per la numerosa presenza di monumenti ed edifici storici. Per preservarli abbiamo necessità, prima di tutto, di saperli documentare accuratamente, per riconoscere in maniera precisa il loro valore e per generare un *data base* utile per tutti quei processi che sono tesi alla loro salvaguardia e conservazione. Questo intervento si conclude con la spiegazione di un *case history* importante, situato nell'area storica del centro di Napoli, che include l'importante Teatro San Carlo, il più antico teatro d'Europa, riconosciuto dall'UNESCO nel 1995 quale Patrimonio dell'Umanità.

### **Abstract (english)**

In last few years we assisted to a real change in procedures for surveying architecture and townscape. A digital revolution has over crossed the entire discipline, bringing new unexpected horizon and creating great opportunities for knowing architecture and relationship existing between single parts that form a greater artwork, which deserves to be considered architecture. When the goal is to make a knowing process of great parts of towns, we need an equipment that is to take great amount of data, but, most of all, that is able to get control of those data; which can operate in different ambient condition, and that is capable to realize the right model to prefigure different scenarios, which has to anticipate - in terms of facts - the project and then the realization.

This paper wants to highlight how the use of modern technologies needs to be integrated by a new consciousness which can permits to take advantages from new equipments, without being governed and - first of all - controlled by them. We need to put priority on human capacity to choose the typology of data to create the right model to modify a precedent configuration of reality. As to say, we have to guide technology to propose the most advanced model of pre-figuration of changes. In other words, we have to improve our ability to make good project, without being controlled by use of machineries, but rather using them as a fundamental platform of knowledge.

Italy is one of the famous country for its presence of monuments and historical architectures. To preserve them, we need, in first instance, of a great capacity in documenting them, to recognize all their value and to create a database, useful for those processes which have the task to find the right project, to make their value even bigger. This paper ends with explanation of a case history on the urban area in Naples, that includes the important opera house of San Carlo, the oldest active theater in Europe, recognized by UNESCO in 1995 as a World Heritage Site.

---

### **Premessa**

Le operazioni che preludono un processo di conoscenza riferito ad un manufatto architettonico, o ad un insieme di edifici che compongono un comparto urbano, sono interventi che non possono soltanto riferirsi alla mera raccolta di dati dimensionali o tipici degli aspetti propriamente fisici dell'oggetto che si va ad analizzare, ma piuttosto devono affiancare a tale patrimonio conoscitivo una comprensione critica delle relazioni, il più delle volte immateriali, che possono esistere tra i singoli elementi compositivi. Sono proprio questi rapporti immateriali – che in quanto tali difficilmente possono essere registrati da apparati tecnologici seppur avanzati – a determinare l'armonia e l'equilibrio, il pregio, di una realizzazione architettonica.

Negli ultimi anni abbiamo assistito ad un profondo cambiamento nelle procedure di rilievo architettonico e ambientale. La rivoluzione digitale ha attraversato l'intera disciplina, aprendo nuovi ed inaspettati orizzonti di ricerca, creando grandi opportunità nei processi di conoscenza dei manufatti architettonici e nel comprendere le relazioni esistenti tra le singole parti di complessi più ampi, che pure meritano di essere considerati importanti momenti della città.

La conoscenza di un territorio finalizzata alla definizione di processi riqualificativi necessariamente si attua attraverso la definizione di un modello che riconosca non solo il contesto paesaggistico, inteso quale sistema di adduzioni e relazioni propriamente fisiche e geograficamente definite, ma più ampiamente ci si riferisce ad un campo di indagine che va oltre il territorio strettamente occupato dall'edificazione, per innescare una valutazione qualitativa articolata che si interessa di molte componenti che concorrono e che non sempre, come già detto, sono specificatamente materiali e concrete. La fruizione della realtà urbana – in termini fisici, culturali, economico-produttivi, sociali e d'uso -, implica la messa a punto di un progetto conoscitivo e di uno attuativo, che tengano conto di un concetto di paesaggio amplificato in cui natura e artificio, contesto panoramico ed intervento umano, siano interrelati e diano luogo alla maglia di rapporti ed alla compresenza di realtà varie in cui oggi una città può riconoscersi.

“La problematica aperta dal progressivo allargamento del concetto di bene collettivo esteso dal monumento al tessuto urbano al contesto paesaggistico - comprensivo di manufatti di valore diversificato, di spazi aperti quali strade e piazze, di spazi verdi quali giardini e parchi, di murature di contenimento, di scarpate, di rocce, di specchi d'acqua, di alture e di mare - configura un ampio campo di indagine su cui sono impegnate molteplici competenze disciplinari, rivolte a istituire interrelazioni operative, la cui efficacia è sempre condizionata dalla necessità di usufruire di un sistema informativo adeguato. A tal proposito appare necessario promuovere sia l'estensione quantitativa dei dati conoscitivi incentivando l'ampliamento delle attuali conoscenze, sia

l'arricchimento qualitativo degli stessi dati, inserendoli in strutture di indagine correlate a diversi livelli di approfondimento ed utilizzabili mediante differenti chiavi di lettura.”<sup>1</sup>

### **Funzionalità del rilievo strumentale nei processi di analisi urbana e architettonica**

Quando l'obiettivo diventa la comprensione di interi quartieri, la necessità di sviluppare un modello di rilevamento e rappresentazione, che sia corrispondente alle finalità preposte, diventa il momento determinante per la riuscita dell'intero processo. In tale momento dobbiamo definire quali sono: le modalità di ripresa dei dati; quale la strumentazione che meglio sembra rispondere alle esigenze delineate; gli operatori che sanno controllare criticamente al meglio le operazioni di ripresa; e, naturalmente, dobbiamo selezionare la tipologia dei dati da raccogliere, abbandonando il pensiero che vuole delegare completamente all'impianto tecnologico la raccolta del maggior numero di informazioni tese alla riproduzione dello stato fisico, in un agognato, quanto teorico, completo automatismo che per definizione non può – almeno allo stato attuale – porre una sufficiente capacità critico/analitica. In questo processo abbiamo bisogno di apparecchiature che siano in grado di raccogliere una grande quantità di dati, ma, principalmente, tali apparecchiature devono essere in grado di gestire in maniera adeguata questa moltitudine di informazioni; si pone, quindi, la necessità di utilizzare sistemi in grado di operare in differenti condizioni ambientali e che siano capaci di strutturare il modello migliore per prefigurare differenti scenari, tali da anticipare di fatto le condizioni di progetto e trasformazione.

L'uso delle moderne tecnologie ha bisogno di essere integrato ad una nuova coscienza, che può apportare reali vantaggi nell'utilizzo delle nuove strumentazioni.



*Figura 1 – Nivole di punti dell'esterno del Teatro San Carlo e dell'area circostante*

Da tale consapevolezza deriva una maggiore conoscenza delle integrazioni necessarie per affrontare i problemi complessi della riqualificazione urbana. Si è capito, in altre parole, che per governare il processo modificativo complesso delle trasformazioni delle città, è sempre più necessario mettere insieme differenti saperi. Si è compreso che se si vuole raggiungere una operosità rigenerativa che permette una nuova crescita delle città, c'è bisogno di attivare molteplici conoscenze, fino a realizzare un sistema di produzione della qualità, dato da una filiera della conoscenza.

E' il momento in cui la scoperta dei valori potenziali di una città può avvenire solo attraverso una analisi che voglia approfittare dei compositi strumenti di investigazione, che i saperi attuali ci offrono. Succede così che non si può più parlare di strumenti innovativi o strumenti tradizionali, ma piuttosto di legame tra differenti modi per indagare la realtà che ci circonda e di come far dialogare le diverse esperienze metodologiche e scientifiche affinché, poste in un modello di sinergia attiva e proficua, diano un prodotto di saperi che diventa riferimento operativo per la modificazione dei contesti attuali.

<sup>1</sup> Baculo A. (2001), *“Il rapporto rilievo/intervento nei progetti di riqualificazione urbana e paesaggistica”* in *Riqualificare Napoli*, Edizione della Direzione Generale dei Beni Ambientali e Paesaggistici, Roma

### **Potenzialità del rilievo strumentale nei processi di analisi urbana e architettonica**

Nello scenario definito lo sviluppo tecnologico, pur continuando la sua ricerca nel miglioramento di definizione e accuratezza del dato raccolto, presenta ancora dei limiti soprattutto nella fase che riguarda la restituzione e rappresentazione delle informazioni ottenute.

Nati per applicazioni industriali, i software di modellazione gestiscono in maniera adeguata la nuvola di punti ma non riescono a soddisfare completamente le esigenze dei tecnici dei settori di architettura e di ingegneria.

Per questo motivo una parte della ricerca si è rivolta all'elaborazione di una procedura, che sia in grado di riconoscere all'interno della massa indifferenziata di punti fornita dagli scanner alcune *feature lines* che caratterizzano le discontinuità presenti in un edificio architettonico.

Il problema quindi è come interrogare con una *query* la nuvola di punti, e cioè stabilire nella fase di processamento quali dati devono essere scartati e quali presi per intero.

Tale intento è stato portato avanti attraverso la collaborazione tra un team del Centro di Ricerca Interdipartimentale Urban/Eco, composto dagli autori, dalla Prof.ssa Antonella di Luggo e dall'architetto Raffaele Catuogno (PhD) e Kris Demarsin, *Ph.D student* del Dipartimento di Computer Science dell'Università Cattolica di Leuven.

Il processo realizzato ha valutato l'utilizzazione di un algoritmo che, interfacciando il programma di gestione dello scanner con il programma di modellazione, analizza la nuvola di punti ad intervalli regolari ed opera delle scelte partendo dalla direzione delle normali dei punti e dell'angolo formato, in modo da stabilire specifiche aree circoscritte che costituiscono l'*external boundary* dell'oggetto analizzato. Il passo successivo è stato quello di determinare una sequenza di punti utili per definire automaticamente l'elaborazione dei segni grafici, necessari per comporre una rappresentazione dell'architettura rilevata. I risultati ottenuti sono positivi per la rappresentazione di oggetti di dimensioni e geometrie limitate, ma non sono ancora ottimali nelle applicazioni che riguardano manufatti architettonici complessi, il cui rilievo comporta nuvole di punti particolarmente dense. Si intravede, però, un percorso di ricerca sicuramente arduo ma senza dubbio meritevole di attenzione scientifica

### **Il rilievo del Teatro San Carlo di Napoli**

Il San Carlo di Napoli costituisce uno dei più importanti esempi di teatro per la musica del continente europeo e forse dell'intero pianeta. La sua riconosciuta importanza nella memoria collettiva dell'evoluzione storica della musica, espressa in una architettura di indiscutibile grandezza artistica e di bellezza figurativa, ha reso questo luogo denso di significati encomiastici tali da assurgerlo a monumento non solo per la città alla quale appartiene, ma più in generale per una comunità che trascende i confini puramente geografici e che è distinta per la reverenza che spetta ad una forma espressiva massima dell'intelletto umano.

Il suo carattere grandioso lo rende degno di una cura e di un'attenzione culturale e scientifica, da riservarsi per le opere di ingegno da trasmettere e preservare per le generazioni a venire, che devono poter beneficiare di questo patrimonio come - e per quanto possibile meglio - di chi ha avuto il privilegio di viverlo nella sua dimensione di contemporaneità.

Con tale proposito, si rende improrogabile un incremento della attività documentariste, in tutte le modalità note e/o da sperimentare, che restituiscano informazioni correlate all'architettura del San Carlo: dalla storia dalla sua fondazione in poi, fino alla potenziali dinamiche di sviluppo tese a accentuare ulteriormente la sua maestosità nel futuro prossimo e remoto. Tale percorso, ambizioso e di non improvvisa esecuzione, deve essere segnato da tappe fondamentali che rappresentino passaggi significativi di questa evoluzione imprescindibile: una di questa è certamente costituita da un'indagine sulle componenti architettoniche costituenti la monumentalità fisica del teatro. Il rilievo, con le sue metodologie applicative scientificamente consolidate, costituisce lo strumento più adeguato per soddisfare tali obiettivi di analisi e di conoscenza. Inoltre, la recente rivoluzione strumentale e tecnologica ha innovato profondamente l'esecuzione operativa della raccolta di dati tipologici e dimensionali, quando questi riguardano le architetture storiche monumentali. In tale

discorso, le tecnologie non a contatto del laser scannig costituiscono la più recente evoluzione delle tecniche di rilevamento strumentale e la loro affermazione comincia a diffondere la consapevolezza degli innumerevoli vantaggi che tale applicazione fornisce.

Operare una nuova ricerca che faccia confluire i benefici delle nuove strumentazioni nella documentazione precisa e accurata che si conviene ad una opera architettonica di tale magnificenza, diventa un obiettivo prioritario per il conseguimento della conservazione e della continuità che si è dichiarato essere fondamento della cultura scientifica e civile di un paese avanzato.

Per questo motivo l'impiego di tecnologie di laser scanning nel rilievo architettonico del Teatro San Carlo di Napoli ha comportato innumerevoli vantaggi, velocizzando i tempi di acquisizione dei dati e fornendo un'inedita documentazione del teatro stesso. Infatti, attualmente non esiste un rilievo aggiornato del San Carlo: i disegni del Fondo Niccolini, custodito presso il *Gabinetto di Disegni e Stampe* del Museo di San Martino costituiscono una preziosa testimonianza dell'evoluzione storica del teatro, mentre i rilievi architettonici presenti all'interno della sezione Archivio della *"Soprintendenza per i Beni Architettonici, Paesaggistici, Storici, Artistici ed Etnoantropologici per Napoli e Provincia"* risultano ormai datati e in alcuni casi non attendibili. Il rilevamento con strumenti laser scanner di ultima generazione, quali a titolo esemplificativo il VX e GX della Trimble, ha permesso quindi di verificare le informazioni raccolte e di raggiungere dei nuovi e interessanti traguardi. Inoltre l'obiettivo prioritario di questa ricerca è stato l'elaborazione di una procedura utilizzabile nello studio e nella documentazione delle opere monumentali della città storica grazie alla precisione e l'accuratezza delle moderne tecnologie oggi disponibili.



Figura 2 – Battuta di campagna con VX e GX Trimble all'esterno del Teatro San Carlo (anno 2009)

Infatti, le recenti innovazioni tecnologiche hanno profondamente trasformato i procedimenti di raccolta dei dati architettonici, permettendo di ottenere una notevole quantità di informazioni in tempi relativamente brevi. Il beneficio derivante dalla copiosità di elementi di identificazione dei caratteri individuativi di un'opera ha da un lato permesso di gestire un patrimonio documentaristico altrimenti impossibile, dall'altro ha generato una difficile classificazione dei dati in settori esemplificativi e in modalità discrete, che necessita per elaborare un corretto modello di controllo. Paradossalmente, l'eccessiva quantità di informazione che le nuove tecnologie del laser scanner consentono di ottenere, determinano la perdita della capacità di selezionare i dati in modalità gerarchiche e selettive. Si genera, così, un insieme di informazioni che non sempre sono disponibili a fini specifici, ma che soprattutto, non consentono di determinare modelli utili ad una specifica conoscenza della realtà, perchè tendono piuttosto a riprodurla nella complessità. La semplificazione di una complessità in modelli utili alla gestione e al controllo della conoscenza di un manufatto architettonico è una delle prerogative di un corretto rilievo, che abbia quale finalità la consapevolezza degli elementi che realizzano l'opera stessa e, soprattutto, i rapporti di relazione tra le parti che possono generare armonia e equilibrio e che diventano le unità regolatrici di un'armonia artistica più ampia. Purtroppo le tecnologie, per quanto sofisticate e raffinate, non riescono ancora ad afferrare i sottili legami che si instaurano tra gli elementi costitutivi di un lavoro artistico, per generare l'ineffabile processo di esatta compostezza delle unità, che si manifesta quale ordine

formale e che determina la percezione di uno stato di bellezza per i sensi dell'osservatore che la fruisce. Per quanto si siano sicuramente velocizzati i processi di rilevamento e di raccolta delle informazioni dimensionali e non, i laser scanner hanno determinato un punto di evoluzione tecnologica di evidente valore, ma hanno ancora necessità della determinazione di un processo metodologico che regoli i passaggi e le modalità necessarie per far sì che alla enorme quantità di dati corrisponda anche una giusta gestione e interpretazione, nonché trasmissione, degli stessi. In altro modo, la potenza speditiva di queste apparecchiature nella fase di costituzione di un modello riproduttivo della realtà complessa, può essere ridotta nel momento in cui le elaborazioni che producono non possono essere facilmente orientate in modelli di controllo e di modificazione opportuni a specifiche finalità e, soprattutto, non sono interpretabili dal maggior numero di studiosi e di tecnici. Sappiamo che le nuove tecnologie digitali devono da una parte consentire una razionalizzazione e velocizzazione delle operazioni di rilievo, dall'altra devono creare nuove rappresentazioni infografiche che possono adattarsi alle diverse esigenze degli studiosi e degli operatori (architetti, archeologi, ingegneri, restauratori, storici).

I laser scanner, basati su distanzionetri laser a tempo di volo o a modulazione di fase, si sono dimostrati adatti all'acquisizione di dati tridimensionali di strutture di qualsiasi complessità, in considerazione della loro portata e della precisione che assicurano. Nel caso di un rilievo per la verifica geometrica è indispensabile che ci sia una corrispondenza metrica puntuale tra oggetto fisico e modello numerico. L'accuratezza complessiva è data sia dal tipo di strumento impiegato che dallo schema geometrico delle acquisizioni. Nella registrazione delle scansioni si sono dimostrati più efficienti i metodi di georeferenziazione su punti di controllo (rilevati topograficamente) o la triangolazione spaziale, piuttosto che gli allineamenti per concatenamento di nuvola su nuvola, che inevitabilmente portano a deformazioni locali del modello complessivo. Il progetto di ricerca, attualmente ancora in fase di ulteriore esecuzione per effettuare verifiche aggiuntive e per sviluppare i rilievi dello spazio intorno al monumento in oggetto mediante sistemi a scansione mobili (LIDAR), ha quale obiettivo lo sviluppo e la proposizione di un apparato metodologico scientifico in grado di regolare la relazione tra grande quantità di dati e la discretizzazione degli stessi in sottogruppi percettibili e appropriati per i molteplici scopi applicativi.

In tale cammino, la tecnologia scanner laser no contact, permette l'acquisizione di dati in modalità estremamente rapide rispetto le tecnologie di documentazione tradizionale. Alla velocità di raccolta delle informazioni definitivamente ammissibile per i rilievi architettonici, non corrisponde ancora un'altrettanta efficacia nell'elaborazione dei dati in segni grafici riconoscibili dal linguaggio propriamente tecnico dell'architettura e dell'ingegneria edile. In tal senso la tecnologia del laser scanner necessita di ulteriori studi per approfondire le metodologie di sintesi e controllo dei dati.

L'indagine che propone il nostro progetto di ricerca, vuole comprovare le potenzialità e i benefici della strumentazione nella fase di rilevamento e vuole implementare una piattaforma applicativa che possa diventare un modello operativo per l'utilizzo di tecnologie avanzate per la conoscenza e il monitoraggio delle beni monumentali eccellenti della città storica.

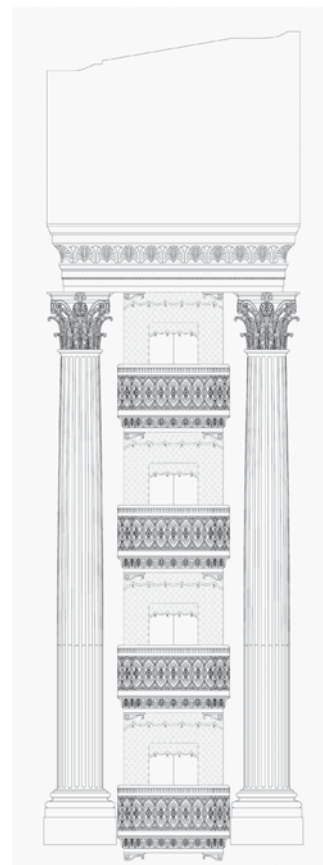


Figura 3 – Restituzione grafica di un particolare del boccascena del Teatro San Carlo