A08

Simona Scandurra

La modellazione informativa del patrimonio architettonico

Sperimentazioni e processi Cloud-to-HBIM

Prefazione di
Antonella di Luggo

Aracne editrice

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

Copyright © MMXX
Gioacchino Onorati editore S.r.l. — unipersonale

www.gioacchinoonoratieditore.it
info@gioacchinoonoratieditore.it

via Vittorio Veneto, 20
00020 Canterano (RM)
(06) 45551463

ISBN 978–88–255–3701–7

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.

Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.

I edizione: ottobre 2020

A Te,
Nord della mia bussola

The real question is not whether machines think but whether men do.

B. Skinner, *Contingencies of Reinforcement: A Theoretical Analysis (1969)*

Indice

13 *Prefazione*
di Antonella di Luggo

17 *Introduzione*

Parte I
La digitalizzazione tridimensionale dell'architettura

23 Capitolo I
Tecniche di modellazione tridimensionale
1.1. Architettura e modello, 23 – 1.2. L'evoluzione del digitale per la rappresentazione dell'architettura, 25 – 1.3. Evoluzione degli strumenti di modellazione tridimensionale, 27 – 1.3.1. *Le curve complesse*, 29 – 1.3.2. *La modellazione solida*, 31

35 Capitolo II
Il rilievo tridimensionale dell'architettura: dall'acquisizione all'elaborazione del dato.
2.1. Sistemi reality based, 36 – 2.1.1. *I sistemi range based*, 37 – 2.1.2. *I sistemi image based*, 42 – 2.2. Procedure di elaborazione del dato, 45 – 2.2.1. *Estrazione di ortofoto e ortopiani*, 46 – 2.2.2. *La mesh derivante dalla nuvola di punti*, 49

53 Capitolo III
La rappresentazione tridimensionale informatizzata: BIM e HBIM
3.1. Dal modello concettuale al modello consapevole, 53 – 3.2. La metodologia BIM, 58 – 3.2.1. *Contenuti informativi minimi, geometrici e non, nelle norme sul BIM*, 62 – 3.3. BIM tools, 64 – 3.3.1. *Modellazione object-oriented e parametrica*, 66 – 3.4. Specificità HBIM, 71 – 3.5 Implicazioni teoriche dell'HBIM nella rappresentazione del patrimonio architettonico, 75 – 3.5.1. *Condizioni di Fruizione del modello*, 80

Parte II
Il caso studio

87 Capitolo I
Il complesso del Grande Archivio di Napoli
1.1. Descrizione del manufatto, 90 – 1.2. Trasformazioni nel tempo, 98

109 Capitolo II
Definizione dell'area di studio
2.1. L'Atrio dei Marmi, 109 – 2.2. Acquisizione e processamento dei dati metrici acquisiti con procedure reality based, 115

Parte III
Cloud-to-HBIM

135 Capitolo I
La modellazione HBIM dell'Archivio di Stato di Napoli
1.1. Framework di progetto, 135 – 1.2. Fasi di lavoro, 139 – 1.2.1. *Operazioni preliminari*, 139 – 1.2.2. *Modellazione tridimensionale informativa*, 144 – 1.2.3. *Implementazione ed estrazione dei dati*, 157

161 Capitolo II
La modellazione HBIM per la rappresentazione del tempo
2.1. La quarta dimensione, 161 – 2.1.1. *Modalità di attribuzione del dato temporale secondo i livelli di conoscenza della specifica informazione*, 163 – 2.1.2. *Organizzare il tempo nella piattaforma di modellazione BIM*, 164 – 2.2. La rappresentazione del tempo per il caso studio dell'Archivio, 167

173 Capitolo III
La modellazione HBIM degli elementi complessi: le superfici voltate
3.1. Gli elementi costitutivi di una volta, 175 – 3.2. Differenze tipologiche nella grammatica formale, 180 – 3.3. Procedure di modellazione delle volte in HBIM: stato dell'arte, 190 – 3.4. La volta in una modellazione di tipo parametrico, 193 – 3.5. Le volte nel caso studio dell'Archivio di Stato di Napoli, 197 – 3.5.1. *Sperimentazioni sulle volte dell'Atrio dei Marmi*, 199 – 3.5.2. *Caratterizzazione delle superfici affrescate*, 217

221 *Conclusioni*

225 *Bibliografia*

237 *Indice e fonte delle figure*

Prefazione

di Antonella di Luggo[1]

L'approccio allo studio di un edificio storico è sempre operazione complessa, soprattutto per il carattere singolare dei manufatti e per le numerose relazioni che ciascuno instaura con il contesto entro cui si colloca.

Nell'individuare le modalità più opportune con cui organizzare e integrare la grande quantità di dati che conduce ad una *conoscenza profonda* del manufatto, a partire dall'analisi delle vicende storiche, fino alle proprietà metriche e materico-costruttive che configurano l'assetto complessivo di un'opera costruita, le discipline del Rilievo e della Rappresentazione giocano un ruolo fondamentale. Supportano infatti le operazioni di lettura critica in accordo con un approccio selettivo, che mira all'esplicitazione dei significati del reale.

Tuttavia, risulta di attuale interesse nel dibattito scientifico internazionale la volontà di individuare processi operativi univoci e condivisi, utili a correlare saperi e discipline diverse, affinché siano sempre più supportate le scelte operative e i sistemi documentali che interessano il patrimonio architettonico.

In quest'ottica si inserisce la ricerca condotta da Simona Scandurra e i cui esiti sono contenuti in questo volume.

La struttura rigorosa del testo nei riferimenti teorici allo stato dell'arte affrontato nei primi capitoli evidenzia il percorso di studi dell'autrice e l'aggiornamento costante con cui affronta i temi legati all'evoluzione delle più recenti tecnologie digitali di acquisizione e rappresentazione dell'architettura.

In particolare, Simona Scandurra esplora nel testo le potenzialità e le criticità insite nella trasposizione dei dati metrici dell'architettura, acquisiti con tecnologie *no-contact*, all'interno di database relazionali capaci di consentire un'efficace condivisione delle informazioni anche

[1] Professore Ordinario presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II.

di tipo non metrico in riferimento al costruito storico, attraverso modelli informativi tridimensionali riconosciuti dall'acronimo H BIM.

Il lavoro coniuga riflessioni critiche sui temi della rappresentazione intesa come strumento utile a disvelare le forme e le relazioni che sussistono tra le parti dell'architettura, con espedienti procedurali riconducibili alla manualistica e riferiti agli strumenti *software* attualmente più in uso.

L'ultima parte del testo è dedicata al racconto della sperimentazione condotta in riferimento ad un caso studio individuato nel Grande Archivio di Stato di Napoli, proposto come occasione di applicazione delle procedure di modellazione in sistemi HBIM.

La sperimentazione è proposta suddivisa in tre fasi: una fase preliminare rivolta all'indagine bibliografica e di archivio, finalizzata a reperire dati utili alla comprensione del manufatto; una fase operativa riferita al rilievo laser scanner e fotogrammetrico, che ha consentito l'acquisizione massiva di dati metrici e colorimetrici del complesso; una fase conclusiva in cui, a partire dal consistente *corpus* di dati raccolti, si è proceduto alla modellizzazione del complesso, perseguita con grande rigore metodologico, attraverso l'individuazione di soluzioni idonee a superare i limiti degli strumenti di modellazione offerti dai *software* di *authoring*, seppur nel rispetto dei requisiti formali e relazionali degli elementi costitutivi del manufatto indagato.

Il workflow a cui Simona Scandurra perviene propone soluzioni di modellazione, anche in forma semplificata, tali da rendere evidenti le specificità distintive degli elementi appartenenti al costruito storico.

Nell'intento di ridurre gli oneri di modellazione per elementi complessi e forme libere, quali le superfici voltate, nel testo si indaga la possibilità di utilizzare programmi di scrittura visuale e algoritmi utili alla definizione della forma, a partire dalle curve direttamente estratte dalla nuvola di punti, definendo un processo scandito da una successione ordinata di istruzioni, affinché una forma complessa, a partire da una fase di lettura geometrica e di interpretazione critica, possa essere modellata e generalizzata, secondo un approccio parametrico capace, al contempo, di contemplare i legami con altre componenti del modello e non perdere il rapporto con le singolarità dello specifico caso reale. Ciò con la consapevolezza che la complessità e la variabilità del reale sebbene non possa risolversi in uno schema geometrico stabilito a priori, deve avvalersi di un'organizzazione logica come fondamento della

conoscenza per rendere l'esperienza ripetibile e implementabile, ricalibrandola sulla base del rapporto modello-realtà.

Di particolare interesse anche le sperimentazioni sulla possibilità di costruire sezioni storiche sincroniche e diacroniche che documentano le trasformazioni del manufatto nel tempo, attraverso il modello HBIM.

Considerando l'attuale interesse della comunità scientifica internazionale nei confronti dei sistemi H-BIM, la ricerca che Simona Scandurra propone si mostra particolarmente attuale nell'approccio al rilievo tecnologicamente avanzato e nell'uso degli strumenti digitali per la documentazione del patrimonio architettonico storico, nella consapevolezza che ogni operazione di rappresentazione è fondamentalmente un'operazione critica di lettura e di interpretazione del reale.

Introduzione

Gli avanzamenti tecnologici che in anni recenti hanno interessato i diversi campi del sapere, hanno investito in modo diretto le discipline del rilievo e della rappresentazione dell'architettura con lo sviluppo di strumenti di acquisizione massiva e di processi per l'elaborazione dei dati capaci di raccogliere la molteplicità e la multidimensionalità del reale, pervenendo a simulazioni sempre più esaurienti.

Accanto a tali sviluppi, si è fatta viva l'esigenza di documentare l'architettura non solo nelle sue determinazioni metriche e figurative, ma anche nei suoi valori intrinseci, con l'obiettivo di porre in relazione le forme rilevate con i significati di ciò che viene rilevato, organizzando i dati secondo precise ontologie, coerentemente con un lessico univocamente interpretato e condiviso.

Attualmente, nel progetto del nuovo, sono utilizzati processi di rielaborazione parametrica basata su oggetti ontologicamente riconosciuti: tali processi sono notoriamente identificati dall'acronimo BIM (*Building Information Modeling*) e riguardano una metodologia di lavoro condiviso che si serve di strumenti digitali simulativi: si tratta di modelli grafici tridimensionali e geometricamente definiti, che costituiscono il supporto visivo a cui associare informazioni di diversa natura, dai dati grafici e documentali, ai dati di analisi e di costo, permettendo consultazioni e verifiche da più punti di vista e con relativa immediatezza. Tali processi trovano piena operatività alle diverse scale nel progetto del nuovo, diversamente da quanto accade per il costruito storico ove i riscontri applicativi risultano ancora complessi, comportando un eccessivo consumo di tempo nella modellazione del dato. Molti sono gli studi e le ricerche che riguardano l'applicazione dei processi BIM all'architettura storica e che mettono in luce le criticità riscontrate nel coniugare la variabilità dell'architettura storica con la necessaria discretizzazione e standardizzazione che i processi parametrici implicano.

A tal proposito, la comunità scientifica internazionale, da alcuni anni, si occupa di *Historic/Heritage Building Information Modeling*

(HBIM) e cioè dell'applicazione dei sistemi BIM al costruito storico indagando e sperimentando approcci idonei alla digitalizzazione del patrimonio esistente. Le ricerche e gli studi condotti in tale ambito si rivolgono alla lettura del manufatto, alla strutturazione delle informazioni ad esso associate e alla modalità di gestione delle lacune informative e geometriche che a questo tipo di architettura si riconducono. Si guarda all'HBIM come forma di multi-linguaggio e quale sistema di documentazione, supportato dalla rappresentazione tridimensionale digitale del manufatto, utile alla condivisione dei saperi e alla gestione interrelata dei dati.

Le nuove tecnologie consentono infatti di predisporre un documento digitale unitario, articolato su più livelli informativi, in cui sistematizzare dati di diversa natura e dunque dati a carattere teorico, tecnico, storico compositivo, strutturale, impiantistico, prefigurando un terreno di incontro comune, per una opportuna gestione del patrimonio architettonico ai fini della documentazione, valorizzazione, manutenzione e di qualsiasi intervento che su di esso debba essere operato.

Al contempo non è da sottovalutare l'obbligatorietà che sta interessando per legge (DM 560/2017) l'impiego di metodologie *BIM-Oriented* negli appalti, considerando che la maggior parte degli interventi del nostro Paese è riferito a manufatti di interesse storico-architettonico.

Il lavoro che segue, collocandosi nello specifico disciplinare del rilievo e della rappresentazione dell'architettura, intende approfondire le metodologie e i sistemi per la scomposizione e per la modellazione semantica del costruito storico, nell'ambito di sistemi HBIM. In particolare, intende prefigurare un processo volto alla rappresentazione digitale informatizzata degli elementi dell'architettura storica, nell'ottica di garantirne un'adeguata conoscenza e implicitamente preservarne il valore nel tempo.

L'HBIM sfrutta le potenzialità dei modelli tridimensionali realizzati secondo i principi e gli strumenti delle piattaforme BIM, potenzialmente assumendo il ruolo di banca dati grafica per la conoscenza e per la documentazione del patrimonio costruito.

In tale ambito di ricerca, le criticità operative sono molteplici a fronte delle quali si rende necessario un lavoro di pre-comprensione dei dati acquisiti, volto, da un lato, a verificarne i livelli di precisione e di accuratezza, dall'altro alla sistematizzazione delle informazioni, nell'ottica

di individuare i livelli di simulazione nel modello digitale, in considerazione dell'unicità che caratterizza l'architettura storica.

Il volume è articolato in sezioni che, a partire dall'analisi dello stato dell'arte relativo alle tecniche di modellazione e di acquisizione tridimensionale, prefigurano, attraverso un caso studio, soluzioni a supporto del processo di traduzione dei dati acquisiti, considerando le particolarità tipiche del costruito storico.

La prima parte fornisce un report delle attuali tecniche di documentazione dell'architettura. Queste sono intese sia come metodi di costruzione di modelli tridimensionali derivati, sia come tecnologie di acquisizione tridimensionale, con i relativi processi e risultati, fino a giungere al concetto di *modello consapevole* che caratterizza il BIM, contemplandone le criticità proprie del costruito storico.

Nella seconda parte viene affrontato il caso studio individuato nell'Archivio di Stato di Napoli, manufatto di grande interesse, fortemente stratificato nel tempo e connotato dalla presenza di elementi propri dell'architettura storica. Dal punto di vista metodologico, il lavoro ha preso avvio dallo studio della documentazione di archivio, approfondendo successivamente la conoscenza del manufatto attraverso un'attenta campagna di rilievo *reality based*, acquisendo complessivamente una significativa quantità di dati, utili a comprendere l'articolata conformazione spaziale, nonché la storia delle trasformazioni dell'intero complesso.

La terza parte del lavoro, concerne la sperimentazione operata nel tradurre i dati acquisiti in un modello HBIM, concentrandosi in particolare sulla forma e sulla possibilità di identificare univocamente anche quelle parti dell'architettura storica ad oggi non previsti nei sistemi BIM, ma strutturati in vocabolari riconosciuti. Uno specifico approfondimento si è operato sulla documentazione delle fasi temporali e di trasformazione del manufatto e successivamente sulla modellazione dei sistemi voltati e sulle possibili soluzioni teoriche e tecniche affinché il modello sia, ad un tempo, riferibile alla generalità dei casi, nella individuazione della tipologia conformativa, ma anche rispondente alle specificità dell'oggetto indagato, sfruttando la manipolazione delle nuvole di punti e le proprietà della modellazione di tipo parametrico e algoritmico.

PARTE I

LA DIGITALIZZAZIONE TRIDIMENSIONALE DELL'ARCHITETTURA