

Sviluppo di un HBIM per l'Analisi dei Meccanismi Locali di un Bene Architettonico in Muratura

Adriana Martella¹, Francesco Mancini¹, Loris Vincenzi¹

¹ DIEF – Dipartimento di Ingegneria “Enzo Ferrari”, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Via Pietro Vivarelli 10, 41125 Modena, Italia – adriana.martella@unimore.it

Keywords: HBIM, Scan-to-BIM, BIM-to-FEM, Costruzione in muratura, Meccanismi Locali.

1. Introduzione

Oggi qualsiasi intervento edilizio implica una eterogeneità di criteri, discipline e iter, interpellando differenti figure professionali. Ne deriva una fitta e articolata rete di collegamenti tra soggetto promotore, tecnici, maestranze e fornitori, che tendenzialmente sfocia in dispendi di tempo e denaro. Questa matassa edilizia può essere agevolmente sciolta mediante la digitalizzazione dei processi informativi.

Costruendo un unico modello informativo del bene edilizio, si favorisce il flusso di lavoro, ottimizzando la gestione delle informazioni durante l'intero ciclo di vita della costruzione. Infatti, il BIM (Building Information Modelling) viene composto incrementando e aggiornando progressivamente tutte le informazioni, geometriche e alfanumeriche, relative al bene di riferimento, al fine di costituire una fonte affidabile per le attività di progettazione, realizzazione e manutenzione.

Dati gli innumerevoli benefici, l'adozione della modellazione BIM è relativamente diffusa nell'ambito delle nuove edificazioni, costituite da geometrie pressoché standardizzate, per le quali la parametrizzazione risulta proficua poiché evita il ripetersi di medesime meccaniche procedurali. Differenti sono le circostanze che intervengono nella modellazione informativa di una costruzione esistente. Infatti, la maggior parte del patrimonio costruito non è affiancata da un gemello digitale, realizzato durante la fase di progettazione, motivo per cui si attua un processo di reverse engineering.

Il presente elaborato espone il procedimento svolto al fine di ottenere un modello Historical BIM adatto a comprendere il comportamento strutturale e investigarne i presumibili meccanismi locali, servendosi come caso studio della Rocca Malatestiana di Verucchio, in provincia di Rimini (Figura 1).

La fortezza, posta sulla sommità dello sperone roccioso di Verucchio, si presenta come una delle più ampie e meglio conservate fortificazioni malatestiane: essa è il risultato del sovrapporsi di differenti porzioni architettoniche, derivanti dai cambi di destinazioni d'uso, da strumento bellico a residenza signorile, che si susseguirono dal XII al XVI secolo.

2. Metodi di indagine

La Rocca del Sasso è classificabile come un edificio di interesse storico-monumentale e come tale è caratterizzato da geometrie irregolari e complesse, derivanti sia dall'artigianalità dell'epoca sia dal deterioramento nel tempo. Al fine di conseguire una modellazione coerente con lo stato di fatto, essa è stata eseguita a partire da una nuvola di punti risultante da un rilievo integrato, con laser a scansione terrestre e fotogrammetria, effettuato dall'équipe dell'Università degli Studi di Ferrara.

I sei file forniti sono stati rielaborati mediante l'ausilio del software ReCap Pro, appartenente alla casa produttrice Autodesk, al fine di ottenere la nuvola di punti, illustrata in Figura 2, che ritraesse la totalità del sito. La point cloud così prodotta ha restituito un contesto spaziale eccessivamente vasto

rispetto i fini della modellazione informativa, oltre a costituire un dataset di difficile gestione con strumenti informatici ordinari. Dunque, antecedentemente alla fase di modellazione nel software di BIM Authoring, è apparso necessario eseguire alcune procedure di ottimizzazione della nuvola di punti, rimuovendo tutte le porzioni rappresentanti elementi di scena futili e di disturbo, conservando esclusivamente il fabbricato. Il risultato è riportato in Figura 3.

In accordo al processo Scan-to-BIM, la modellazione informativa è stata eseguita assegnando alla nuvola di punti il ruolo di impalcatura del HBIM della Rocca del Sasso nell'ambiente di modellazione architettonica di Autodesk Revit. La procedura di modellazione adottata ha condotto la costruzione digitale della geometria dell'edificio dal generale al particolare, dando la precedenza agli elementi essenziali come muri, pavimenti e copertura rispetto agli elementi di dettaglio.

La modellazione manuale dei componenti murari sulla nuvola di punti è stata convalidata mediante l'ausilio del plug-in di Revit Autodesk “Point Layout”. Tale confronto metrico tra il modello digitale e la nuvola di punti ha consentito di accertare l'attendibilità del modello geometrico.

In seguito, il modello BIM (Figura 4) è stato esportato in formato “.ifc”, per l'importazione all'interno del software di calcolo strutturale PRO_SAP. Questo trasferimento di dati dall'ambiente BIM verso un ambiente FEM ha comportato dei disguidi derivanti dalla differente concezione degli oggetti tra i due ambienti. Il modello ha, pertanto, necessitato di innumerevoli e dispendiose operazioni manuali.

La composizione del modello FEM in ambiente PRO_SAP, riportato in Figura 5, ha consentito la verifica dei cinematici fuori piano mediante il modulo PRO_CINem. Il software ha computato automaticamente i possibili meccanismi di collasso di primo modo in funzione dei vincoli presenti sulla parete.

3. Conclusioni

Il flusso di lavoro proposto si è articolato dalla costruzione di un HBIM della Rocca Malatestiana di Verucchio a partire dalla nuvola di punti fino a giungere alle analisi cinematiche lineari per individuare la plausibile attivazione di meccanismi locali.

I processi Scan-to-BIM e BIM-to-FEM condotti per il caso studio hanno evidenziato le carenze che tale metodologia presenta oggi per le costruzioni esistenti in generale e per le costruzioni a carattere storico in particolare.

Il novizio metodo BIM nell'ambito delle costruzioni esistenti urge di protocolli standardizzati e condivisi che guidino alla realizzazione di modelli informativi accurati e affidabili anche per costruzioni non standard.



Figura 1. Inquadramento geografico.



Figura 2. Nuvola di punti.

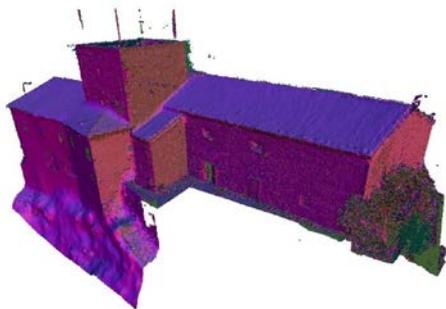


Figura 3. Nuvola di punti ridotta Prospetto Nord-Ovest con colorazione riferita alla normale.

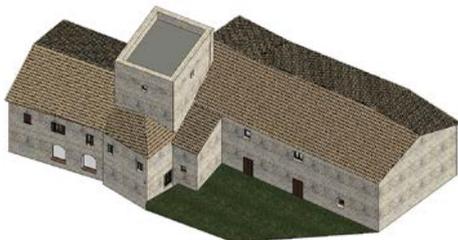


Figura 4. HIBM Prospetto Nord-Ovest.

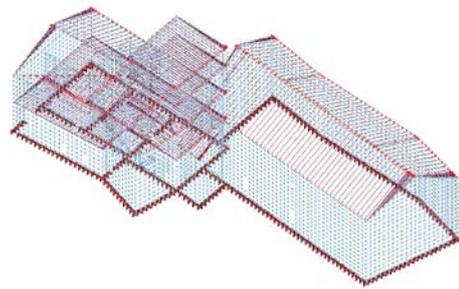


Figura 5. Modello FEM Prospetto Nord-Ovest.

Riferimenti

2S.I. 2024. PRO_SAP.
https://www.2si.it/it/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwyL24BhCtARIsALo0fSBr3b4gZCb4W_P4Hp9eMj6izy4xS-68A7e0uD2HTgMw64_n9rdIXPwaAn3AEALw_wcB

Autodesk. 2023. Autodesk Recap Pro,
<https://www.autodesk.com/it/products/recap/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

Autodesk. 2023. Autodesk Revit,
<https://www.autodesk.com/it/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

Beolchini, G., Milano, L., Antonacci, E. (A cura di). Repertorio dei meccanismi di danno, delle tecniche di intervento e dei relativi costi negli edifici in muratura – Definizione di modelli per l'analisi strutturale degli edifici in muratura, Volume II – Parte 1^a. Convenzione di Ricerca con la Regione Marche; Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per la Tecnologia delle Costruzioni – Sede di L'Aquila; Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, delle Acque e del Terreno (DISAT) – Università degli Studi di L'Aquila. L'Aquila, 2005.

Decreto 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (2018, 20 febbraio) (Italia). *Gazzetta Ufficiale*, (42).

Ente Italiano di Normazione. 2017. Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni. (UNI 11337).

Ente Italiano di Normazione. 2019. Organizzazione e digitalizzazione delle informazioni relative all'edilizia e alle opere di ingegneria civile, incluso il Building Information Modelling (BIM) – Gestione informativa mediante il Building Information Modelling. (UNI EN ISO 19650).

Attività realizzata nell'ambito del progetto INCITE “INspiring City InformaTion modelING for urban resilience” realizzato grazie ai Fondi europei della Regione Emilia-Romagna