

BIM e beni architettonici: verso una metodologia operativa per la conoscenza e la gestione del patrimonio culturale

BIM and architectural heritage: towards an operational methodology for the knowledge and the management of Cultural Heritage

Lo studio intende rispondere alla crescente necessità di organizzare in maniera virtuosa gli apparati informativi relativi al Patrimonio Culturale, attraverso una metodologia che integri processi multidisciplinari di interazione con l'informazione, finalizzati al rilievo, documentazione, gestione, conoscenza e valorizzazione del Bene.

È necessario ripercorrere, attualizzandolo, il processo di acquisizione strumentale dell'informazione, di normalizzazione e di strutturazione dei dati acquisiti in un modello semantico tridimensionale e la successiva rappresentabilità e la fruibilità del modello e della banca dati associata. Se nel campo della progettazione l'utilizzo del Building Information Modeling ha visto negli ultimi anni un consolidamento nelle procedure e l'individuazione di metodologie standard, nell'ambito dei Beni Culturali, la sfida volta all'individuazione di metodologie operative è ancora aperta.

The study aims to answer the growing need for virtuously organize informational apparatuses related to Cultural Heritage. We propose a methodology that integrates multidisciplinary processes of interaction with information aimed at survey, documentation, management, knowledge and enhancement of historic artifacts.

It is needed to review and update the procedure of instrumental data acquisition, standardization and structuring of the acquired data in a three-dimensional semantic model as well as the subsequent representability and accessibility of the model and the related database. If the use of Building Information Modeling has in recent years seen a consolidation in the procedures and the identification of standard methods in design process, nevertheless in the field of architectural heritage, the challenge to identify operational methodologies for the conservation, management and process enhancement is still open.



Laura Inzerillo

Professore Associato presso l'Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Architettura. È responsabile del laboratorio Metalab, Università di Palermo. È direttore del Dipartimento di "Comunicazione grafica interattiva AR" dello I.E.M.E.S.T. Si occupa di tematiche inerenti rilievo, rappresentazione, modellazione 3D e geometria descrittiva.



Massimiliano Lo Turco

Professore Associato ICAR/17 presso il DAD del Politecnico di Torino dal 2015. Dottore di Ricerca, conduce ricerche nel campo del rilievo e della modellazione digitale dell'architettura. Si occupa da anni di analizzare le potenzialità del BIM applicato all'intero processo progettuale, con particolare riguardo agli interventi sul Cultural Heritage.



Sandro Parrinello

Professore Associato presso il Dip. di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Pavia e Dottore di Ricerca Europeo; coordinatore scientifico del Laboratorio congiunto Landscape Survey & Design e direttore del DAda Lab. Parte dell'editorial board di numerose riviste internazionali è professore onorario all'Università Statale di Odessa.



Cettina Santagati

Ingegnere edile, ricercatore a tempo determinato di Disegno presso il Dip. di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Catania. La ricerca è incentrata sulle tecnologie informatiche per il rilievo e la rappresentazione del patrimonio architettonico, archeologico e ambientale. Fa parte dell'editorial board di diversi International Journal. È valutatore di progetti europei.



Graziano Mario Valenti

Professore Associato della Sapienza "Università di Roma". La sua attività di ricerca è focalizzata sulle applicazioni delle nuove tecnologie alle discipline del rilievo del disegno e della comunicazione visiva. Relatore e revisore per conferenze internazionali, è autore di diversi contributi nell'ambito del rilievo e della modellazione digitale.

parole chiave: Patrimonio culturale, Patrimonio virtuale, Big Data, HBIM, Modellazione 3D
keywords: Cultural Heritage, Virtual Heritage, Big Data, HBIM, 3D Modeling

INTRODUZIONE

La conoscenza e la gestione del patrimonio culturale costituiscono oggi un vero e proprio traguardo del sapere e della scienza. Le potenzialità offerte dalle attuali tecnologie digitali dedicate a tale scopo hanno aperto una sfida con eco internazionale sulla capacità di identificare metodologie operative adeguate alle diverse esigenze del mondo dei Beni Culturali.

L'attività di acquisizione strumentale va intesa come perfezionamento dei processi di integrazione dei dati, tale da consentire la ripetibilità dei processi sia sull'oggetto reale che sul modello virtuale, in modo che questo possa configurarsi come base scientifica per lo studio, il confronto e l'integrazione con successive indagini di approfondimento. La normalizzazione dei dati e la loro organizzazione, strutturate in un modello integrato informativo/cognitivo, necessitano di una impostazione fondata su un approccio multidisciplinare, che tenga conto delle peculiarità e delle esigenze dei potenziali fruitori del sistema.

La realizzazione di modelli parametrici interconnessi tra loro attraverso vincoli e regole che ne garantiscono coerenza formale, costruttiva e relazionale, all'interno di un unico sistema virtuale diventa imprescindibile. È necessario esplorare a fondo le potenzialità delle diverse tecnologie disponibili, sia in ambito BIM che di trattamento dei dati, volte ad archiviare, relazionare, gestire e rappresentare i dati eterogenei che caratterizzano l'organismo architettonico.

Per questa ragione si è costituita una rete di ricercatori appartenenti a diversi atenei italiani, con l'intento di organizzare in maniera virtuosa gli apparati informativi relativi ai Beni Culturali e mettere a sistema le diverse esperienze di ricerca teorica e applicata, condotte negli ultimi anni, con l'obiettivo di mettere a punto una metodologia, che integri processi multidisciplinari di interazione con l'informazione, finalizzati al rilievo, alla documentazione, gestione, conoscenza e, quindi, valorizzazione del patrimonio.

A questo proposito, è necessario evidenziare due esigenze metodologiche di intervento:

- Sintesi ragionata dei dati. Potere accedere a una grande mole di dati non significa necessariamente poter assurgere a un elevato livello di conoscenza. Nel caso specifico della gestione del patrimonio architettonico, all'aumentare dei dati disponibili non sempre

corrisponde un livello di conoscenza e consapevolezza tale da consentire lo sviluppo di adeguate strategie di carattere politico e gestionale. Pertanto, è necessario elaborare un modello che tenga conto di una sintesi ragionata dei dati, tale da essere di supporto alle scelte e alle decisioni mirate alla salvaguardia del bene in un determinato momento temporale. La conoscenza può essere esperita ed esplicitata attraverso un disegno, selettivo e simbolico, la cui nuova struttura digitale costituisce il bacino di informazioni opportunamente selezionate ed interconnesse. In questo modo si riduce il pericolo di imbattersi in un disorganizzato mondo di informazioni ridondanti.

- Osmosi di conoscenze tra i vari settori. Sebbene le metodologie di catalogazione per la conservazione e il riuso siano consolidate e sperimentate, raramente le componenti geometriche, documentali e iconografiche sono correlate fra di loro in modo efficace. Si avverte, dunque, la mancanza di una necessaria osmosi, tra gli ambienti più propriamente legati alla progettazione e all'esecuzione delle opere e i settori che operano nell'amministrazione, tutela e gestione del Beni Culturali.

La sfida è ambiziosa poiché gli interventi sull'esistente presentano difficoltà di standardizzazione molto diverse rispetto a quanto accade nel campo della progettazione del nuovo; basti pensare alla indispensabile fase iniziale di acquisizione e restituzione dello stato di fatto, dunque ad una mole di dati da gestire di natura estremamente eterogenea.

ALCUNE QUESTIONI APERTE

L'idea di riunire in un unico luogo virtuale tutti gli elementi che concorrono a definire la conoscenza "as designed/as-built/as is" del patrimonio culturale (documenti di archivio, documenti relativi alle diverse campagne di rilevamento, identificazione dello stato di conservazione e delle diverse tipologie di degrado, individuazione delle diverse fasi e stratificazioni che nel tempo hanno interessato la fabbrica, etc..) comporta una riflessione su diverse problematiche:

- Distinzione tra strumento e metodo. È opportuno ricordare che, storicamente, con il termine strumento si intende non solo la fisicità del mezzo attraverso il quale si può operare, quanto la condizione scientifica ed intellettuale che è determinata dallo svolgimento di una procedura.

- Interazioni/integrazione con schede ICCD. La necessità di interazione/integrazione tra le tecniche di riproduzione digitale e i vigenti metodi di catalogazione e gestione del patrimonio culturale dell' "Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione" è sempre crescente. Il sistema di catalogazione attualmente in vigore a livello nazionale si basa sull'impiego di schede che contengono informazioni di carattere tecnico, documentario o geografico, collegate in maniera gerarchizzata e dinamica ad altre schede d'ambito più specifico, e a ulteriori contenuti digitali e archivistici. Un aggiornamento delle schede relative al patrimonio architettonico e il relativo collegamento al modello virtuale parametrico costituisce un traguardo indispensabile per la conoscenza e la gestione del patrimonio stesso. L'accessibilità e la comunicazione dei dati del modello, inoltre, possono essere infine classificate secondo diversi profili, dalle finalità prettamente divulgative a quelle più specialistiche, di natura operativa/procedurale. [Parrinello, 2012]

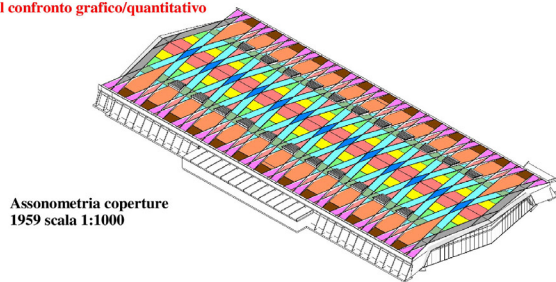
- Rigore metodologico del modello virtuale parametrico. La rappresentazione tridimensionale del costruito deve necessariamente sottostare ai principi della Carta del Rilievo Architettonico [AA. VV., 1999] e della Carta di Londra per la visualizzazione digitale del patrimonio culturale [Bernard, 2009], coerentemente ai principi di trasparenza, comunicabilità e ripetibilità dei metodi e dei risultati.

METODOLOGIA

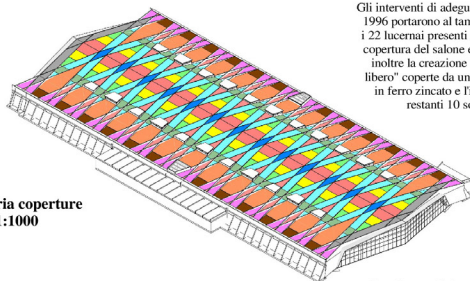
Tutte le volte che si indaga un Bene Culturale il fenomeno si scompone in tantissime parti, proprio come una goccia di inchiostro a contatto con l'acqua: elemento chiave della ricerca è l'analisi, la ricomposizione di queste parti attraverso la definizione dei linguaggi rappresentativi del reale e la sperimentazione di sistemi tecnologici che supportino tali linguaggi, dove ogni segno assume uno specifico significato. La nostra sfida è stata proprio quella di proporre una metodologia finalizzata alla realizzazione di un sistema:

- informativo/cognitivo tridimensionale, multidisciplinare, implementabile e scalabile; propedeutico all'impostazione delle attività progettuali e manutentive del Bene Culturale Architettonico;
- che garantisca la permanenza, consultazione e implementazione del dato, di qualsiasi natura esso sia;
- in cui il dato sia accessibile in remoto e comprensibile

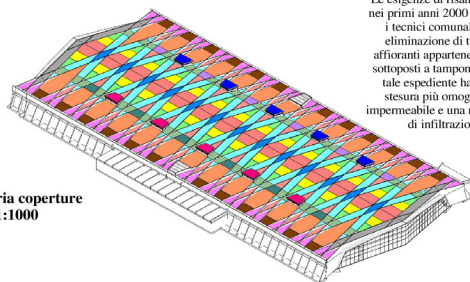
Il confronto grafico/quantitativo



Assonometria coperture
1959 scala 1:1000



Assonometria coperture
1996 scala 1:1000



Assonometria coperture
2006 scala 1:1000

Legenda

- solaio "a" h: 35 cm
- solaio "b" h: 35 cm
- solaio "c" h: 25 cm
- solaio "d" h: 25 cm
- solaio "e" h: 8 cm
- solaio "f" h: 25 cm
- solaio "g" h: 45 cm
- solaio "h" h: 35 cm
- solaio "i" h: 25 cm
- solaio "n" h: 25 cm
- solaio di testata
- lucernai '59/'96/2006
- lucernai bassi lato est '06
- lucernai bassi lato ovest '06
- lucernai alti lato est '06
- lucernai alti lato ovest '06

Gli interventi di adeguamento funzionale del 1996 portarono al tamponamento di 12 fra i 22 lucernai presenti originariamente sulla copertura del salone espositivo. Si ravvisa inoltre la creazione di due "aree a cielo libero" coperte da una griglia calpestabile in ferro zincato e l'innalzamento delle restanti 10 sovrastrutture

Le esigenze di risanamento palesatesi nei primi anni 2000 fecero comprendere i tecnici comunali alla completa eliminazione di tutte le strutture affioranti appartenenti ai 12 lucernai sottoposti a tamponamento nel 1996; tale espediente ha consentito una stesura più omogenea del manto impermeabile e una riduzione dei rischi di infiltrazioni piovane

Si mostrano le analisi grafiche e quantitative estratte dal modello parametrico del padiglione V di Torino Esposizioni realizzato con il software Autodesk Revit. Facendo ricorso ai filtri applicabili alle viste tabellari e tridimensionali è possibile associare ad ogni elemento la relativa fase di creazione e demolizione simulando il succedersi dei diversi interventi di trasformazione del manufatto.

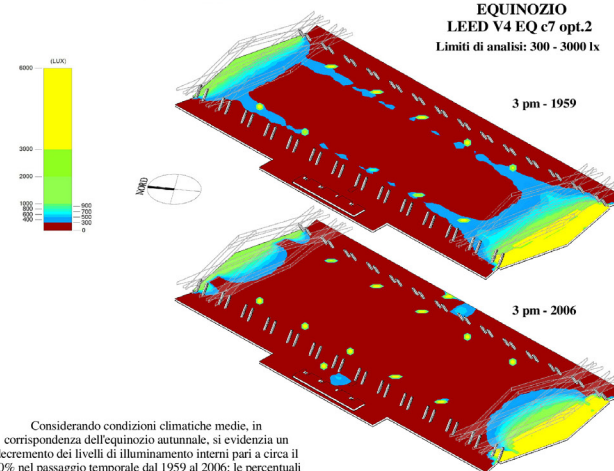
L'analisi quantitativa

Solai di copertura 1959	
Tipologia	Area
a_Latero Cementizio - 35 cm	841.92 m ²
b_Latero Cementizio - 35 cm	583.06 m ²
c_Latero Cementizio - 25 cm	334.13 m ²
d_Latero Cementizio - 25 cm	2032.46 m ²
e_soletta in cemento - 8 cm	248.45 m ²
f_Latero Cementizio - 25 cm	915.10 m ²
g_Latero Cementizio - 45 cm	1869.48 m ²
h_Latero Cementizio - 35 cm	491.37 m ²
i_Latero Cementizio - 25 cm	759.99 m ²
copertura lucernai '59	428.09 m ²
n_Latero Cementizio - 25 cm	545.83 m ²
Soletta cassoni testata	627.17 m ²
Area complessiva:	9677.05 m ²

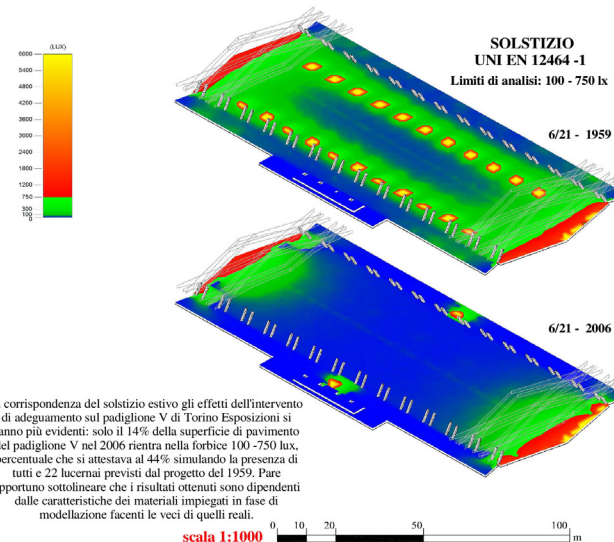
Solai di copertura 1996	
Tipologia	Area
a_Latero Cementizio - 35 cm	841.92 m ²
b_Latero Cementizio - 35 cm	583.06 m ²
c_Latero Cementizio - 25 cm	334.13 m ²
d_Latero Cementizio - 25 cm	2032.46 m ²
e_soletta in cemento - 8 cm	248.45 m ²
f_Latero Cementizio - 25 cm	915.10 m ²
g_Latero Cementizio - 45 cm	1851.73 m ²
Griglia calpestabile in ferro zincato	58.73 m ²
h_Latero Cementizio - 35 cm	453.58 m ²
i_Latero Cementizio - 25 cm	759.99 m ²
copertura lucernai bassi '96	199.86 m ²
n_Latero Cementizio - 25 cm	545.83 m ²
copertura lucernai alti '96	204.44 m ²
Soletta cassoni testata	627.17 m ²
Area complessiva:	9656.44 m ²

Solai di copertura 2006	
Tipologia	Area
a_Latero Cementizio - 35 cm	841.92 m ²
b_Latero Cementizio - 35 cm	583.06 m ²
c_Latero Cementizio - 25 cm	334.13 m ²
d_Latero Cementizio - 25 cm	2032.46 m ²
e_soletta in cemento - 8 cm	248.45 m ²
f_Latero Cementizio - 25 cm	915.10 m ²
g_Latero Cementizio - 45 cm	1851.73 m ²
Griglia calpestabile in ferro zincato	58.73 m ²
h_Latero Cementizio - 35 cm	453.58 m ²
i_Latero Cementizio - 25 cm	759.99 m ²
n_Latero Cementizio - 25 cm	545.83 m ²
copertura lucernai alti '96	204.44 m ²
Copertura lucernai bassi 2006	186.23 m ²
Soletta cassoni testata	627.17 m ²
Area complessiva:	9642.81 m ²

Lo studio dell'illuminazione naturale



Considerando condizioni climatiche medie, in corrispondenza dell'equinozio autunnale, si evidenzia un decremento dei livelli di illuminamento interni pari a circa il 10% nel passaggio temporale dal 1959 al 2006; le percentuali di pavimento soggette ad un illuminamento inferiore ai limiti d'analisi imposti si innalza dal 74% all' 83%



In corrispondenza del solstizio estivo gli effetti dell'intervento di adeguamento sul padiglione V di Torino Esposizioni si fanno più evidenti: solo il 14% della superficie di pavimento del padiglione V nel 2006 rientra nella forbice 100 -750 lux, percentuale che si attestava al 44% simulando la presenza di tutti e 22 lucernai previsti dal progetto del 1959. Pare opportuno sottolineare che i risultati ottenuti sono dipendenti dalle caratteristiche dei materiali impiegati in fase di modellazione facenti le veci di quelli reali.

Figura 1 Analisi comparativa delle diverse configurazioni del Padiglione V di Riccardo Morandi: dalla prima realizzazione del 1959, agli interventi del 1996 e alle opere di risanamento del 2006. Tavole tematiche per la semantizzazione delle strutture portanti di copertura e analisi quantitativa della variazione di illuminamento naturale a seguito dei tamponamenti di alcuni lucernari. Elaborazione a cura di Edoardo Barberis.

avanzamento dei lavori, può diventare un elemento discriminante per la buona riuscita dei lavori. Questo facilita anche i rapporti di comunicazione e trasparenza verso la committenza e verso tutte le figure a vario titolo coinvolte nel processo edilizio.

Per rendere efficaci gli aspetti operativi dell'intervento, si cerca oggi di concentrare organicamente queste componenti in un complesso di modelli geo-alfanumerici - tridimensionali e parametrici, redatti mediante l'impiego di metodologie connesse ai sistemi informativi edilizi (tecnologie BIM per l'appunto) e ai sistemi di gestione delle basi di dati relazionali (Database Management System, DBMS). In questo modo è possibile conservare e elaborare le informazioni di tipo geometrico/dimensionale, ma anche quelle di tipo normativo, prestazionale, estimativo, materico, gestionale. Affinché il modello BIM diventi il centro del sistema informativo dell'intervento, esso dovrà essere arricchito di ulteriori elementi in grado di tener traccia delle attività proprie del cantiere e delle varianti che esso può comportare. L'integrazione delle tecnologie BIM/DBMS con applicativi di tipo mobile possono orientare il processo edilizio verso gestioni di tipo cloud based dove le informazioni di un progetto sono rese disponibili in qualsiasi momento e da qualunque luogo. Quanto detto crea i presupposti affinché in futuro possano essere sviluppati applicativi specifici per un Field Management ottimizzato e semplificato.

La realizzazione di una piattaforma informatica - snella e integrata con il corpus della banca dati dei sistemi BIM - è fondamentale per migliorare la comunicazione tra i diversi attori coinvolti nelle operazioni di rilievo e successivo intervento; ne deriva una maggiore conoscenza e consapevolezza del patrimonio architettonico, in termini qualitativi e quantitativi, attraverso univoche identificazioni di prodotti e processi, connettendo a questi i dati di cantiere e di gestione [Bocconcino, Cangialosi, Lo Turco, Serini, 2015].

L'integrità e la stabilità del database, la sicurezza e la gestione dei dati, anche nell'ottica di una riduzione delle operazioni di caricamento degli stessi, sono requisiti fondamentali per la sostenibilità della banca dati.

In merito alla consultazione del data base BIM è necessario prevedere diversi profili di utenza e di seguito se ne riporta una esemplificazione:

gestore - proprietario della banca dati, avente il compito di aggiornarne i descrittori, individuare i tecnici

per l'aggiornamento delle informazioni, verificare la qualità dei dati;

rilevatore - addetto all'aggiornamento e controllo, anche in situ, della coerenza tra i modelli e lo stato di fatto;

operatore tecnico - addetto alla consultazione dei dati tecnici/aggiornamento su formati che devono essere validati dal gestore che ne verifica l'attendibilità;

fruitore - utente generico della banca dati

CASO STUDIO: IL PADIGLIONE V DI TORINO ESPOSIZIONI MLT

Come è stato già detto, la metodologia proposta è stata applicata ad alcuni manufatti architettonici tipologicamente differenti tra di loro. In questa sede a titolo esemplificativo si riportano in sintesi le fasi che hanno permesso l'applicazione dell'approccio BIM al Padiglione V di Torino Esposizioni, progettato da Morandi alla fine degli anni 60'.

Figura 3 Immagine del cantiere. Fondo dell'archivio privato di Luigi Ravelli - direttore lavori presso il Servizio Costruzioni Fiat - al tempo della realizzazione del padiglione [Bruno, 2013].



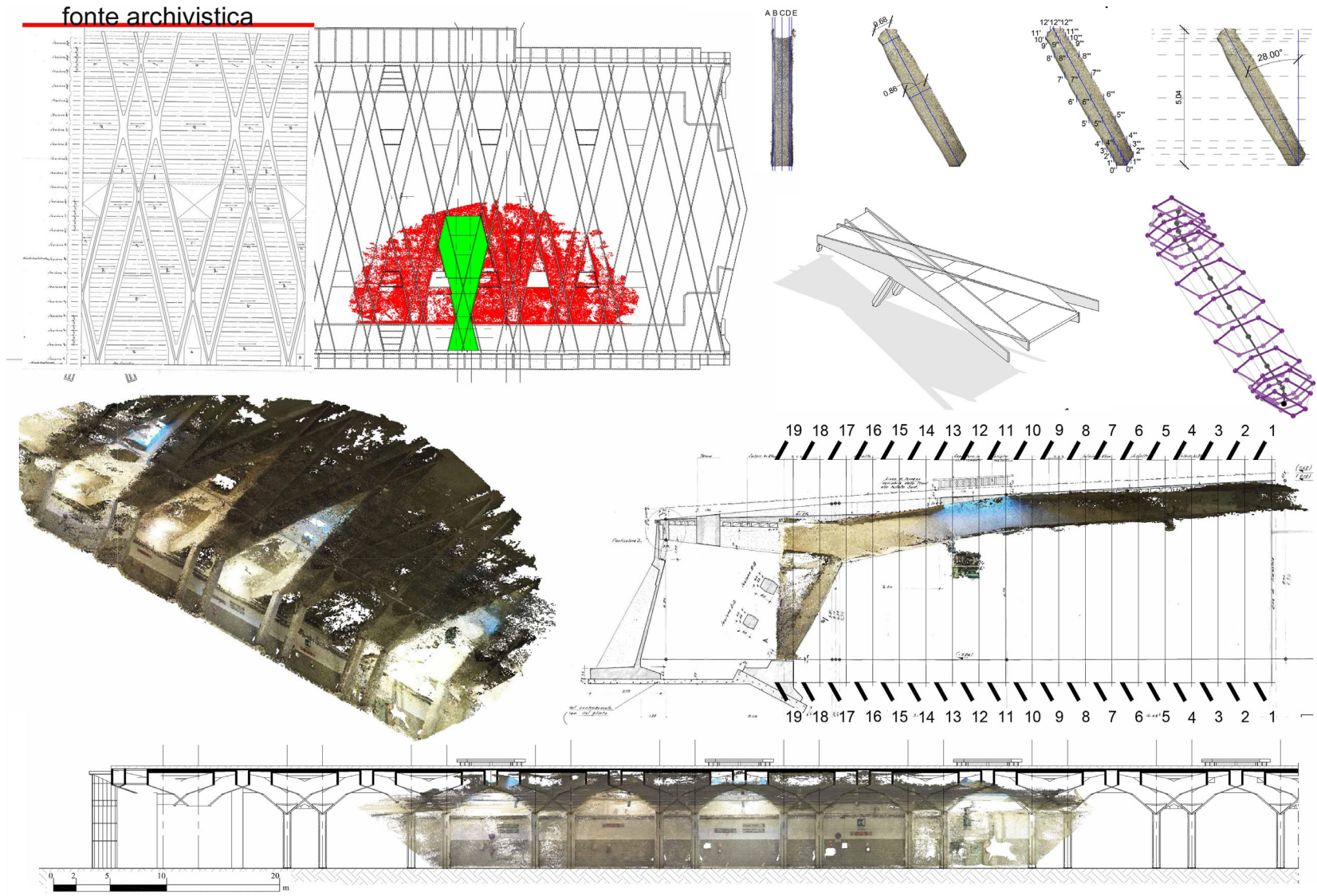


Figura 4 Restituzione infografica del Padiglione V. La modellizzazione BIM dello stato di fatto è il risultato ottenuto dall'integrazione tra rilevamento fotogrammetrico, documentazione d'archivio e rielaborazione delle geometrie ricavate dalla nuvola di punti. Elaborazione a cura di Edoardo Barberis.

Il processo di elaborazione mira a valutare criticamente se l'approccio BIM di natura geometrica/relazionale, più diffusamente impiegato nell'ottimizzazione del processo edilizio applicato alle nuove costruzioni, possa contribuire alla conoscenza e alla valorizzazione di un patrimonio culturale spesso trascurato e oggi coinvolto nelle dinamiche di rifunzionalizzazione.

Per la modellazione dello stato di fatto del padiglione è stato svolto il rilievo di una campata tipo dell'edificio, facendo affidamento alla simmetria e alla modularità del corpo di fabbrica, attraverso tecniche di fotogrammetria digitale [Inzerillo, Santagati, 2013; Galizia, Inzerillo, Santagati, 2015]. La nuvola di punti ottenuta costituisce il riferimento spaziale per la modellazione [Parrinello, Picchio, 2013]. Le immagini illustrano una sintesi del processo di selezione e misurazione delle coordinate spaziali riferite alle bielle inclinate del padiglione V.

I riferimenti sono stati importati su Autodesk Revit dove, in corrispondenza di 12 quote altimetriche differenti rispetto al livello di pavimento e sono state individuate le sagome generatrici del volume delle bielle. Un processo simile ha interessato la modellazione delle travi di copertura.

Al termine del processo di modellazione si è lavorato sull'allestimento di un database atto a collezionare le diverse informazioni reperite. Tutti gli elaborati impiegati per la modellazione, infatti, sono stati collegati ai rispettivi componenti virtualizzati, associando un parametro di immagine alle diverse categorie di oggetti. Nel caso studio sono stati raggruppati gli elementi costituenti una campata tipo del padiglione, a cui sono state collegate le copie digitali degli elaborati d'archivio. Questa operazione è stata reiterata per le diverse campate e per gli elementi caratterizzanti l'edificio, come i lucernari e il blocco servizi. Questa implementazione consente di riunire in un unico luogo virtuale i diversi elaborati rinvenuti, spesso custoditi presso enti o fondi non sempre accessibili. La rielaborazione del modello permette interrogazioni plurime e la produzione di elaborati tematici (come ad esempio l'individuazione delle diverse campagne di rilievo, l'individuazione delle tipologie di degrado, il controllo della variabile temporale, ...). L'ideale proseguimento del lavoro di ricerca consentirà di comporre una sorta di libretto manutentivo usufruibile durante l'intero ciclo di vita dell'edificio; a partire dalla prossima trasformazione del padiglione,

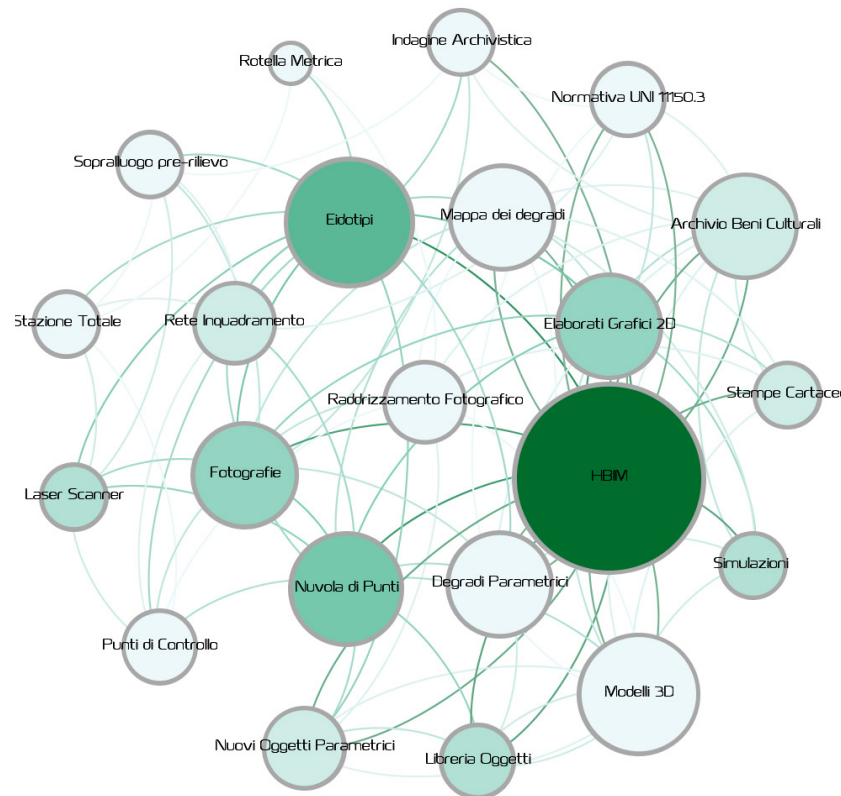


Figura 5 Rappresentazione grafica della natura reticolare e dislocata delle nuvole di attanti riferibili alle diverse entità che vengono interessate da processi BIM applicati ai Beni Culturali. L'ampiezza del nodo è definita in funzione del numero di collegamenti e relazioni che in esso convergono. Elaborazione a cura di Federico Caputo e Gabriele Fusaro.

inoltre, tale funzionalità consentirebbe la realizzazione di un intervento certamente più consapevole e compatibile rispetto al vissuto del padiglione.

La sperimentazione condotta ha consentito di organizzare gerarchicamente e semanticamente il complesso apparato grafo-numerico sul patrimonio architettonico studiato che può essere messo a disposizione della collettività, della comunità scientifica ma anche dei professionisti coinvolti nei futuri interventi progettuali. Si è strutturato il database in modo da realizzare una gestione integrata dei dati che rendono possibile:

- l'interconnessione tra i sistemi infografici e le diverse banche dati in merito alla catalogazione di archivio, alle fonti storiche e iconografiche e alle documentazioni di progetti depositati [Marotta, Abello, De Simone, 2010];
- la referenziazione delle diverse stratificazioni (si fa riferimento a possibili stratificazioni architettoniche, così come a ipotetici interventi di restauro, etc.) che si sono succedute nel tempo, anche per una valutazione critica delle future azioni di recupero e di intervento sull'esistente;
- la produzione di report grafici di tipo tematico, atti

a qualificare la natura e l'affidabilità del dato metrico dimensionale;

- la produzione di report di tutte le caratteristiche funzionali del modello, informazioni che consentono di verificare l'efficienza e lo sviluppo di collegamenti, immediati e intuitivi, fra le immagini dello stato di fatto, la documentazione d'archivio, le immagini storiche, le verifiche ispettive, la natura e tipologia dei degradi, le nuvole di punti ecc.

- l'implementazione degli archivi di gestione delle banche dati in remoto, aumentando le possibilità di controllo e compilazione, anche in situ, riducendo così i tempi di riedizione dei dati in back office e implementando la base dati infografica a disposizione per le diverse operazioni riconducibili alle discipline del Facility Management.

PROSPETTIVE DI RICERCA

Le potenzialità dell'approccio BIM hanno sensibilizzato anche le scelte politiche prese in sede di Parlamento Europeo: si fa riferimento all'approvazione della direttiva comporta che i ventisette Stati europei membri possano incoraggiare, richiedere o imporre l'impiego del BIM. I paesi che per primi hanno recepito tale normativa e che l'hanno resa vigente sono stati l'Inghilterra, i Paesi Bassi, la Danimarca, la Finlandia e la Norvegia. Ciò significa che, anche nel nostro paese, in un futuro non troppo lontano sarà obbligatorio consegnare gli elaborati di progetto corredati da modelli BIM georeferenziati, e realizzati nel rispetto di norme e convenzioni desunte dalla pratica professionale connesse al grado di affidabilità del modello.

Proprio su questo tema si solleva un'ultima questione, in merito a una diversa accezione del termine misurabilità: se quella geometrica è senza dubbio risolta e più volte citata nei diversi documenti che definiscono compiutamente le diverse operazioni di rilevamento metrico, lo stesso non può dirsi per una misurabilità di tipo ontologico, ovvero una valorizzazione quantitativa circa il grado di affidabilità di un rilievo.

Il futuro della sperimentazione porterà, molto probabilmente, alla predisposizione di protocolli di intervento replicabili su larga scala, producendo fenomeni falsificabili (nell'accezione di Karl Popper) di conoscenza e valutando le possibilità di una mediazione critica tra i dettami della normativa italiana dei Lavori Pubblici e

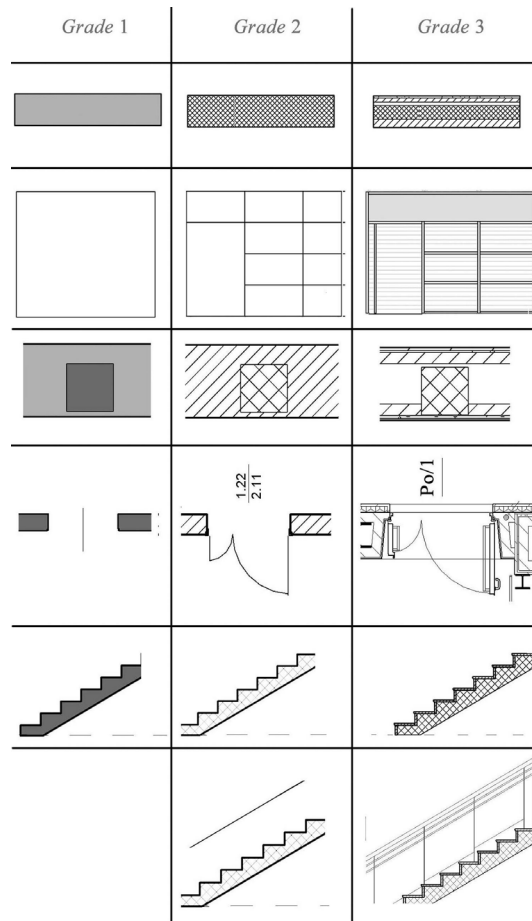


Figura 6 Esempificazione ai diversi Grade (GRAphic DEtail, accezione comunemente in uso nelle linee guida guida e best practice internazionali per definire esclusivamente i contenuti grafici) delle principali componenti edilizie, a cui possono corrispondere le fasi di progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva della normativa italiana dei Lavori Pubblici.

le specifiche di LoD (Livello di Dettaglio, inteso come grado di affidabilità del modello per la parte informativa) e Grade (GRAphic DEtail, controllo sui contenuti prettamente grafici) riconducendoli alle tematiche del rilievo architettonico, ragionando su possibili proposte atte a misurarne l'effettualità [Lo Turco, 2015].

CONCLUSIONI

Se si concorda nell'affermare che "la conoscenza è il primo stadio della conservazione" [AA.VV., 1999], la ricerca condotta avvalorata tale assunto. La possibilità di concorrere alla compilazione delle banche dati in situ, anche da parte di utenze meno esperte riduce notevolmente i costi (di rilievo, restituzione, progettazione, realizzazione e manutenzione) proprio perché il dato non è duplicato sui diversi applicativi e l'informazione non è ridondante, trattandosi di una semplice interrogazione di uno spazio virtuale condiviso. Si garantisce dunque una ripetibilità del processo scientifico ove l'elemento variabile è il dato, l'invariante è il processo.

Sotto il profilo scientifico, l'applicazione e la verifica di questi principi consentirà di affrontare e definire una metodologia per la conoscenza e la rappresentazione del Bene che renda trasparente il processo di ricostruzione virtuale e di trattamento e comunicazione dei dati. Si propone dunque una riflessione sulla restituzione infografica che conduce a una nuova forma di disegno, ampliando le frontiere della disciplina. La nozione di dimensione culturale trova dunque una maggiore qualificazione formale nella indissolubile relazione tra spazio architettonico e spazio informativo.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1999), *Verso la "Carta del Rilievo Architettonico" testo di base per la definizione dei temi*. Il documento è stato divulgato in occasione del Seminario Internazionale di Studio "Gli strumenti di conoscenza per il progetto di restauro" (Valmontone, settembre 1999).
- Bocconcino, Maurizio, Cangialosi, Gregorio, Lo Turco, Massimiliano, Serini, Marco (2015), *Dal disegno di progetto al modello di cantiere: le radici del FM*, in: AA.VV., *BIM GIS AR*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, pp. 127-140.
- Bruno, Edoardo (2013), *La riqualificazione del V padiglione di Riccardo Morandi come sede degli incubatori universitari della scuola di architettura di Torino*, in Desideri, Paolo, De Magistris, Alessandro, Olmo, Carlo, Pogacnik, Marko, Sorace, Stefano (a cura di), *La concezione strutturale: ingegneria e architettura in Italia negli anni cinquanta e sessanta*. Torino, Allemandi, pp. 75- 88.
- Casale, Andrea, Valenti, Graziano Mario, Calvano, Michele, Romor Jessica (2012), *Modellazione parametrica: tecnologie a confronto*, in AA.VV., *Geometria descrittiva e rappresentazione digitale. Memoria e innovazione*. vol. 1, p. 41-51, Roma, Edizioni Kappa,
- Denard, Hugh (2009), *La Carta di Londra*. (Translated by Niccolucci, Franco, Hermon, Sorin). Translation of the original The London Charter for the Computer- Based Visualisation of Cultural Heritage, 2009.
- Galizia, Mariateresa, Inzerillo, Laura, Santagati, Cettina (2015), *Heritage and technology: novel approaches to 3D documentation and communication of architectural heritage*, in Carmine Gambardella (a cura di) *HERITAGE and TECHNOLOGY Mind Knowledge Experience* Le vie dei Mercanti XIII Forum Internazionale di Studi. La Scuola
- di Pitagora, Napoli. ISBN 978-88-6542-416- 2. pp. 686-695
- Koirè, Alexandre (1967), *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, Einaudi, Torino.
- Inzerillo, Laura, Santagati, Cettina (2013), *Il progetto del rilievo nell'utilizzo di tecniche di modellazione dense stereo matching*, in *Disegnare Idee Immagini*, 47/2013, pp 82-91 ISBN 978- 88-492-2672-0.
- Lo Turco, Massimiliano (2012), *Dalla geometria delle preesistenze alla conoscenza della costruzione: un'esperienza di recupero aggiornata dalla metodologia BIM*. In *DISEGNARECON* 9/2012, p. 227-234.
- Lo Turco, Massimiliano, (2015), *BIM and infographic representation in the construction process. A decade of research and applications*. Aracne, Aracne.
- Marotta, Anna, Abello, Serena, De Simone, Gaetano, 2010, *Il "Progetto Logico del Rilievo" come strumento di conoscenza rivolto alla progettazione consapevole. Dalla tradizione al recupero sostenibile*. In: Centofanti, Mario, Brusaporci, Stefano, (a cura di), *Sistemi informativi integrati per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano*, Gangemi Editore, Roma, pp. 52-63.
- Parrinello, Sandro. (2012). *I database e i sistemi di gestione dati georeferenziati GIS, applicazioni per il rilievo e il progetto*. in Bertocci Stefano, Bini Marco. *Manuale di rilievo architettonico e urbano*. vol. 1, p. 418-424, Città Studi Edizioni, De Agostini Scuola, Torino.
- Parrinello, Sandro, Picchio, Francesca, (2013). *Dalla fotografia digitale al modello 3D dell'architettura storica*. *DISEGNARECON* vol. 6, p. 1-14, I.