



Proceedings of the International Conference
Preventive and Planned Conservation
Monza, Mantova - 5-9 May 2014

I contributi presentati al convegno restituiscono un'articolata panoramica di riflessioni e di casi studio, in cui emerge come filo conduttore la capacità di esprimere una visione di lungo periodo e di proporre una virtuosa integrazione fra strategie, spesso innovative, di conservazione e di valorizzazione.

PPC Conference 2014 è una delle attività di comunicazione e divulgazione previste dell'ambito dei Distretti Culturali "Monza e Brianza" e "Le Regge dei Gonzaga", esperienze che testimoniano come il patrimonio storico architettonico costruito possa ricoprire un ruolo nuovo e determinante nelle dinamiche di sviluppo locale.

I volumi:

- 1 La strategia della Conservazione programmata.
Dalla progettazione delle attività alla valutazione degli impatti.
- 2 Sguardi ed esperienze sulla conservazione del patrimonio storico architettonico.
- 3 Protezione dal rischio sismico.
- 4 Metodi e strumenti per la prevenzione e manutenzione.
- 5 ICT per il miglioramento del processo conservativo.

A cura di **Stefano Della Torre**
Curatela editoriale **Maria Paola Borgarino**



ICT per il miglioramento del processo conservativo

NARDINI EDITORE



Proceedings of the International Conference
Preventive and Planned Conservation
Monza, Mantova - 5-9 May 2014

5

ICT per il miglioramento del processo conservativo



A cura di **Stefano Della Torre**
Curatela editoriale **Maria Paola Borgarino**

NARDINI EDITORE

Proceedings of the International Conference
Preventive and Planned Conservation
Monza, Mantova - 5-9 May 2014



**POLITECNICO
DI MILANO**



ICT per il miglioramento del processo conservativo

Proceedings of the International Conference
Preventive and Planned Conservation
Monza, Mantova - 5-9 May 2014

Comitato scientifico

Carlo Blasi, *Università di Parma, Italy*
Federico Bucci, *Politecnico di Milano, Italy*
Fausto Cardoso Martinez, *University of Cuenca, Ecuador*
Angelo Ciribini, *Università di Brescia, Italy*
Nigel Dann, *University of the West of England, United Kingdom*
Stefano Della Torre, *Politecnico di Milano, Italy*
Sasa Dobričić, *University of Nova Gorica, Slovenia*
Xavier Greffe, *Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, France*
Massimo Montella, *Università di Macerata, Italy*
Elena Mussinelli, *Politecnico di Milano, Italy*
Christian Ost, *ICHEC Brussels Management School, Belgium*
Ana Pereira Roders, *University of Eindhoven, Holland*
Pietro Petrarola, *Eupolis Lombardia, Italy*
Mario Santana Quintero, *Carleton University, Canada*
Koenraad Van Balen, *UNESCO Chair for PRECOMOS, KU Leuven, Belgium*
Minja Yang, *RLICC, KU Leuven, Belgium*
Rossella Moioli, *Distretto Culturale Monza e Brianza, Italy (coordinamento)*

Segreteria scientifica del convegno:

Maria Paola Borgarino, Stefania Bossi
Politecnico di Milano, Dipartimento ABC - Architecture, Built Environment and Construction Engineering

Atti a cura di Stefano Della Torre

Curatela editoriale: Maria Paola Borgarino
Impaginazione e collaborazione alla revisione dei testi: Cristina Boniotti

Politecnico di Milano - Dipartimento ABC - Architecture, Built Environment and Construction Engineering
Fondazione Cariplo, progetto Distretti Culturali
Distretto Culturale Evoluto di Monza e Brianza - Provincia di Monza e della Brianza
Distretto Culturale Le Regge dei Gonzaga

Con il patrocinio della



Regione Lombardia

@ 2014 Politecnico di Milano e Nardini Editore
Tutti i diritti sono riservati

Copertina Ennio Bazzoni

Stampato per Nardini Editore

ICT per il miglioramento del processo conservativo



A cura di **Stefano Della Torre**
Curatela editoriale **Maria Paola Borgarino**

Indice

LA METODOLOGIA BIM A SOSTEGNO DI UN APPROCCIO INTEGRATO AL PROCESSO CONSERVATIVO Angelo Ciribini, Silvia Mastrolembo Ventura, Michela Paneroni	pag. 1
PLANET BENI ARCHITETTONICI. UNO STRUMENTO PER LA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA DEL PATRIMONIO STORICO-ARCHITETTONICO Elvio Benatti, Maria Paola Borgarino, Stefano Della Torre	” 13
SICAR E LA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA: ESPERIENZE SUL CAMPO E PROSPETTIVE FUTURE Francesca Fabiani, Cristian Prati, Raffaella Grilli	” 31
THE INFORMATION SYSTEM GECOB TO SUPPORT THE PROJECT OF PRESERVATION: THE CASE OF THE MONUMENTAL STAIRCASE OF VILLA DELLA PORTA BOZZOLO AT CASALZUIGNO (VA), ITALY Paola Candiani, Pietro Angelo Invernizzi, Francesca Paola Turati	” 41
THE “ALBERGO DEI POVERI” IN GENOVA: CONSERVING AND USING IN THE UNCERTAINTY AND IN THE PROVISIONAL Stefano Francesco Musso, Giovanna Franco	” 51
A VALUE-BASED MONITORING SYSTEM TO ENHANCE THE PREVENTIVE AND PLANNED CONSERVATION PROCESS Verónica Heras, Aziliz Vandesande, Fausto Cardoso, Koen Van Balen	” 63
TECNOLOGIA GIS PER LA MANUTANZIONE PROGRAMMATA DEI BENI CULTURALI Laura Baratin, Sara Bertozzi, Elvio Moretti	” 73
IL BIM PER LA CRONOLOGIA DELLE ARCHITETTURE STORICHE Carlo Argiolas, Donatella R. Fiorino, Caterina Giannattasio, Emanuela Quaquero	” 85
SURVEY AND HBIM OF THE BASILICA DI COLLEMAGGIO IN L'AQUILA FOR MANAGING AND PLANNING CONSERVATION ACTIVITIES Raffaella Brumana, Daniela Oreni, Luigi Barazzetti, Fabrizio Banfi, Fabio Roncoroni, Mattia Previtali, Riccardo Valente	” 97
AREE ARCHEOLOGICHE E BIM: PROVE DI COMPATIBILITÀ. DOCUMENTAZIONE E PROTEZIONE DELLE AREE ARCHEOLOGICHE Cristiana Achille, Nora Lombardini, Massimo Valentini	” 113

segue **Indice**

OPEN STANDARDS FOR CULTURAL HERITAGE. THE TREE-DIMENSIONAL MANAGEMENT Zaira Joanna Peinado Checa, Alberto Peinado Checa	” 125
BUILDING INFORMATION MODELLING APPLIED TO BUILT HERITAGE: A STRUCTURAL ANALYSIS PERSPECTIVE BASED ON THE INTEROPERABILITY Giuliana Cardani, Grigor Angjeliu	” 135
THE YARDS OF THE MILAN CATHEDRAL: TRADITION AND BIM Cristiana Achille, Francesco Fassi, Alessandro Mandelli, Benigno Moerlin	” 147
ONTOLOGIES AS AN INTEGRATION TOOL FOR PREVENTIVE HERITAGE CONSERVATION Olga Zalamea, Verónica Heras, Diederik Tirry, Thérèse Steenberghen	” 157
PREVENTIVE AND PLANNING CONSERVATION: THE MULTIDIMENSIONAL DATABASE FROM THE RESTORATION TO AUGMENTED REALITY. THE CASE OF THE MOSAIC PERISTYLE IN CIMITILE Pasquale Argenziano, Saverio Carillo, Ilaria Minini	” 167
A DIGITAL PROCESS FOR CONSERVATION TO TRADITIONAL STONE HERITAGE Isabella Bianco, Carlo Caldera, Matteo Del Giudice, Andrea Maria Lingua, Anna Osello, Paolo Piumatti, Pablo Angel Ruffino, Marco Zerbinatti	” 179
BIM FOR ARCHAEOLOGY. USE OF BIM PROCESS AND PARAMETRIC MODEL IN A TEMPORARY SHELTER ADAPTABLE TO THE DIVERSE NEEDS OF ARCHAEOLOGICAL SITES Giuseppe Parello, Marco Imperadori, Carmelo Bennardo, Salvator-John A. Liotta, Yuta Ito, Andrea Vanossi	” 191
MIGLIORARE LA CONOSCENZA E LA GESTIONE DEL PATRIMONIO COSTRUITO STORICO ATTRAVERSO BIM E ONTOLOGIE Danilo Di Mascio, Pieter Pauwels	” 201
A MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO THE CONSERVATION OF AN HISTORICAL BUILDING IN MANTUA Gaia Barbieri, Luigi Biolzi, Massimiliano Bocciarelli, Luigi Fregonese, Laura Taffurelli	” 213
ICT IN THE DATA MANAGEMENT. ANALYSIS OF THE WOODEN ROOF OF SANTA MARIA ASSUNTA DELLA PIEVE (NOVI LIGURE) Simonetta Acacia, Marta Casanova, Alessia Dal Bo’	” 223

LA METODOLOGIA BIM A SOSTEGNO DI UN APPROCCIO INTEGRATO AL PROCESSO CONSERVATIVO

Keynote Lecture

Angelo Ciribini, Silvia Mastrolemba Ventura, Michela Paneroni
Università degli Studi di Brescia, Department of Civil, Environmental, Architectural Engineering and Mathematics

Abstract

BIM (Building Information Modeling) is enabling the dissemination and improvement of strategies for planned conservation.

Through the implementation of BIM models in two case studies, different both in terms of size and scope of the restoration and refurbishment, it was possible to assess the ways suitable for collecting and managing heterogeneous data generated by various disciplines. Furthermore, the collaboration amongst various stakeholders involved in the conservation process was investigated. Issues of integration and interoperability over the phases of the conservation process were analyzed: starting from the architectural survey, made with the laser scanning technology combined with the traditional survey, until the management of data as a function of future maintenance phase. Using these technologies, problems related to the 3D BIM of the current condition of buildings and the information exchange between different software environments were observed.

Applying BIM workflows retrofitting project allowed to evaluate the potential of these technologies for different stages of the process: survey, design phase, monitoring of the progressed works and evaluation of the proposed amendments and changes. It was also possible to deal with the safety management.

Finally, it is analyzed the possibility of applying the BIM 4D technology, which combines the 3D BIM model to the work plan, to the conservation process.

L'applicazione del Building Information Modelling all'interno del restauro e del recupero è oggi, a livello internazionale, oggetto di crescente interesse. Lo stesso si può dire per il caso italiano, laddove, ad esempio, un modello informativo è stato posto alla base del progetto di conservazione del teatro Lirico a Milano oppure uno sforzo simile è stato compiuto, sempre a Milano, per l'analisi delle guglie del Duomo.

Resta, tuttavia, il fatto che, come dimostra, ad esempio, English Heritage, la focalizzazione tematica è comprensibilmente tutta incentrata sulle applicazioni del terrestrial laser scanning o di altre forme di acquisizione del rilievo, non solo geometrico, dello stato di fatto. La stessa metodologia del laser scanning è definita spesso BIM surveying. Ciò appare ovviamente assai positivo poiché cerca di ovviare a una delle maggiori criticità che sull'argomento si rinviene, vale a dire l'attendibilità dei dati di ingresso. È tuttavia chiaro che questo approccio richieda tuttora un grande sforzo di elaborazione delle nuvole di punti importate in un ambiente di BIM authoring e che comunque il modello informativo iniziale, definito anche asset information model (Manning, 2014), non possa esaurirsi solo nel visibile, ma richieda nella sua parte alfanumerica di essere alimentato da altre fonti archivistiche e strumentali. L'insidia maggiore che, però, deve essere sottolineata è che, essendo qualsiasi progetto di restauro o di recupero, soggetto alle motivazioni metodologiche che lo animano, ben difficilmente sarebbe possibile reputare come "oggettivo" il processo di acquisizione dei dati di ingresso. Il rischio è, dunque, quello di utilizzare strumentalmente l'asset information model come una sorgente indiscutibile delle opzioni progettuali, laddove esso, nei fatti, per quanto legittimati, resta un veicolo denotato da intenzioni specifiche, esplicitate nel BIM execution plan (BEP) come risultante degli Employer's Information Requirements (EIRs).

In secondo luogo, ciò che si osserva sempre più frequentemente è che il maggior valore nel Building Information Modelling debba essere attribuito allo as built information model: ne consegue che, nell'ottica della conservazione programmata, il modello informativo debba essere, nel ciclo di vita, periodicamente aggiornato, possibilmente anche tramite una sensoristica che alimenti la banca dati in remoto (BIM Task Group 2013).

Un ulteriore aspetto significativo inerente al tema è attribuibile a quella che potremmo definire come l'interoperabilità disciplinare, nel senso che, in definitiva, l'asset information model rappresenta una comune base di partenza per uno sviluppo progettuale più o meno conservativo, più o meno trasformativo, che, ciononostante, non solo risente dell'influenza che la teoria e il metodo assunti dal responsabile della progettazione intenda adottare, bensì, soprattutto, della difficoltà delle discipline e dei saperi a trovare una vera e propria condivisione all'interno del modello informativo, stante la parziale irriducibilità dei codici e delle semantiche.

Nella sostanza, in effetti, tutto ciò che si definisce come identificazione dei conflitti, anzitutto geometrici, tra gli oggetti contenuti nel modello informativo, concepiti appositamente o preesistenti che siano, è veramente anche il frutto di

un confronto, o meglio, di uno scontro tra punti di vista che faticano a trovare elementi di sintesi e che dei dati di ingresso possono offrire versioni differenti.

Casi di studio

Il tema dell'uso dell'ICT per il miglioramento del processo conservativo rientra in un Progetto di Ricerca di Interesse Nazionale (PRIN2010-2011) sulla modellazione e gestione del patrimonio edilizio esistente a cui anche l'Università degli Studi di Brescia ha preso parte selezionando due casi di studio, diversi per entità e tipologia di intervento, attraverso i quali sviluppare una metodologia innovativa che abbia come obiettivo non solo la produzione di un modello BIM, quanto piuttosto l'impostazione di un workflow standardizzabile a supporto dell'intero ciclo di vita del processo conservativo.

Il primo dei casi in esame è costituito da una tipica cascina milanese in fase di recupero e ristrutturazione, nonché soggetta a una variazione di destinazione d'uso. La struttura è realizzata con muratura in mattoni pieni e copertura lignea, ma negli anni è stata oggetto di molteplici interventi di ampliamento e ristrutturazione non conservativa che ne hanno fortemente modificato l'assetto storico. Il secondo caso di studio, invece, riguarda un edificio scolastico esempio di prefabbricazione anni sessanta. Oggetto di studio attuale alla luce delle recenti disposizioni governative in materia di recupero dell'edilizia scolastica, il principale obiettivo è la valutazione energetica dello stato di fatto al fine di supportarne una proposta di intervento migliorativo in seguito ad analisi da svolgersi sulla base del modello parametrico.

L'approccio ai due temi è risultato fin dall'inizio obbligatoriamente diversificato. La sperimentazione relativa al manufatto agricolo è stata introdotta quando il rilievo dello stato di fatto era già ultimato e lo stato di progetto già in fase definitiva, ed è, quindi, sulla base di documenti in formato dwg che si è impostato il modello. La volontà di applicare la metodologia BIM ad un caso di riqualificazione e conservazione del patrimonio edilizio esistente si è scontrata con la corrente pratica progettuale che prevede una frammentazione delle discipline e l'utilizzo di software CAD e metodologie che poco si prestano ad un approccio interoperabile come fin da subito testimoniato dalle incoerenze tra i documenti di rilievo dello stato di fatto e lo stato di progetto.

Per il caso di edilizia scolastica, invece, è stata necessaria la ricerca documentale e l'analisi approfondita del progetto storico e delle successive modifiche intercorse negli anni per garantire un supporto affidabile alla modellazione, a partire dall'esatta definizione delle tecniche costruttive, dei materiali impiegati

e da una verifica della corrispondenza tra quanto progettato e quanto effettivamente realizzato.

Metodologia

In una prima fase è stato eseguito, dal gruppo di topografia del DICATAM, il rilievo dello stato di fatto attraverso il terrestre laser scanner Faro Focus 3D. Della cascina sono stati rilevati solamente gli esterni con laser montato su mezzo mobile per l'esecuzione in modalità Stop&Go: le scansioni effettuate vengono georeferenziate, per un allineamento semiautomatico, determinando la posizione dei centri di presa mediante misure effettuate con stazione totale. È stato poi necessario ricorrere a un rilievo classico, con laser scanner e target sferici, a causa della copertura da parte della vegetazione di parte della superficie esterna. Per l'edificio scolastico, invece, sono state effettuate 32 scansioni (risoluzione 1/4: circa 6mm@10m) con le quali è stato rilevato tutto l'esterno e il cortile interno, nonché parte del piano terra (Fig. 1). Per l'allineamento automatico delle scansioni degli interni sono stati utilizzati dei target sferici distribuiti accuratamente nell'area di rilievo.

Questa metodologia, definita spesso, come anticipato, BIM surveying, garantisce molteplici vantaggi tra i quali l'estrazione dalla nuvola di punti di viste bidimensionali misurabili e confrontabili con gli elaborati tradizionali di cui si è in possesso. Inoltre, è possibile determinare in maniera qualitativa le attuali condizioni, anche di degrado, dello stato di fatto. Per questo, insieme all'attenta analisi della documentazione originale, costituisce un prezioso supporto alla conoscenza dei modi di costruire e del contesto tecnologico e produttivo del periodo.

La fase di rilievo si è svolta parallelamente a quella di impostazione del modello parametrico, sviluppato interamente con il software di BIM authoring Autodesk Revit 2014. Innanzitutto è stato necessario creare un ambiente di lavoro virtuale che garantisse la corretta collaborazione tra gli attori coinvolti, i quali contemporaneamente possono operare su diverse parti di un progetto, mantenendo la proprietà degli elementi creati ma disponendo del modello complessivo costantemente aggiornato. A tal fine è stata attivata la collaborazione su un modello "centrale", salvato in rete, dal quale creare più file "locali" appartenenti a differenti utenti (Autodesk Wikihelp, 2014). È fondamentale notare che ogni professionista crea un proprio workset che non sarà in alcun modo modificabile da altri se non tramite previa autorizzazione del proprietario. Il file "centrale" è stato impostato in modo da permettere un'efficace visualizzazione degli elementi appartenenti alle diverse discipline riuscendo a sempli-

ficare la gestione del progetto e quindi la realizzazione del modello BIM. È stato organizzato un browser di progetto personalizzato nel quale, per ogni disciplina, sono stati creati modelli di vista tramite cui i rispettivi elementi vengono evidenziati, anche attraverso l'uso di colori e filtri, mentre gli altri rimangono in trasparenza. Il browser di progetto è stato poi arricchito di viste d'insieme attraverso le quali si permette una visualizzazione complessiva del progetto (Fig. 2). La fase preparatoria del template di modellazione, inoltre, ha previsto, a partire dal Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) e dalla prima bozza di piano dei lavori, la definizione delle principali macro-fasi temporali in modo che ogni elemento creato potesse essere associato ad una di esse e quindi fosse possibile visualizzare, tramite opportuni filtri, i componenti appartenenti alla fase analizzata (Del Giudice, Osello, 2013). Tale lavoro risulta propedeutico alla creazione futura di un modello 4D BIM tramite l'unione del piano lavori al modello 3D BIM (General Service Administration, 2009).

Predisposto l'ambiente di lavoro, sono stati definiti i contenuti informativi ed alfanumerici da inserire nel modello parametrico associandoli ai diversi elementi. I parametri selezionati derivano da un'accurata analisi dei documenti storici e dai dati riguardanti le diverse fasi del processo conservativo, dal rilievo fino alla manutenzione. Per l'implementazione del contenuto informativo sono stati creati appositi campi in cui inserire, ad esempio, per lo stato di progetto parametri che permettessero di tenere traccia delle tecniche costruttive utilizzate, dei materiali impiegati e delle varianti proposte. Per il monitoraggio, invece, sono stati predisposti dei campi che rimandassero ai risultati delle diverse campagne effettuate e ai dati raccolti. Per la manutenzione, ad esempio, sono stati associati ad ogni elemento le caratteristiche delle finiture, la data di installazione, il collegamento alla scheda tecnica, eventuale costo di sostituzione, vita nominale e informazioni sulla garanzia del prodotto quali data di inizio e fine. Per migliorare la gestione del cantiere durante le fasi di esecuzione del progetto di riqualificazione, il modello si è arricchito di parametri riguardanti i livelli di rischio associati agli elementi nelle diverse fasi dei lavori, ma anche campi che garantiscano la tracciabilità dei prodotti dalla produzione fino alla posa. Per poter effettuare successivamente una corretta analisi energetica si prevede di associare ad ogni elemento, tramite la creazione e assegnazione del materiale opportuno, le corrette proprietà termiche.

La fase pratica di modellazione è cominciata con la ricostruzione degli elementi che costituiscono il modello parametrico, ovvero quelle che in Autodesk Revit sono definite famiglie. Una famiglia è un gruppo di elementi con un insieme di proprietà comuni e una rappresentazione grafica correlata. Ciascun

elemento appartenente ad una famiglia può presentare valori diversi per alcuni o tutti i parametri, ma l'insieme di parametri, ad esempio nomi e funzioni, è identico. I problemi rilevati durante questa fase sono notevoli e rispecchiano la complessità di applicare le logiche del software, nato per la modellazione di interventi di nuova costruzione, alla parametrizzazione di un edificio storico. La singolarità di ogni elemento ha reso necessaria una parametrizzazione molto spinta delle famiglie che ha richiesto un notevole impiego di risorse. Inoltre, l'attuale mancanza di alcuni dati ha reso difficoltosa la compilazione dei campi predisposti. In ogni famiglia sono stati inseriti degli elementi di dettaglio parametrici che permettano di effettuare una modellazione 3D semplificata ma garantendo una visualizzazione, per livelli di dettaglio alti, dei particolari di progetto forniti dai progettisti e utili per l'eventuale manutenzione.

Tema centrale della sperimentazione è rappresentato dall'interoperabilità tra software al fine di garantire una quanto più completa integrazione del processo conservativo, ma soprattutto delle professionalità coinvolte attraverso le diverse fasi del processo stesso. A tal fine si è cercato di impostare un modello che fosse efficacemente esportabile in formato IFC, uno standard neutro ed internazionale sviluppato dall'International Alliance of Interoperability (IAI) che permette una forte interoperabilità attraverso la condivisione di BIM data tramite diversi BIM authoring senza che ognuno di essi debba essere in grado di importare tutti i corrispondenti formati nativi (buildingSMART.org). In questo modo si migliora notevolmente la comunicabilità tra i soggetti coinvolti, la produttività e la qualità del lavoro svolto, nonché la trasmissione dei dati tra applicativi diversi con conseguente riduzione della perdita di informazioni. I parametri associati alle famiglie di Revit sono stati introdotti in modo da essere esportati tramite IFC in software di analisi del modello BIM finalizzati, tra l'altro, al 4D e al model checking. Dai primi test si è notato come molto dipenda dalla qualità dell'esportazione e come vi siano, al momento, applicativi tendenzialmente più aperti all'interoperabilità di altri. È fondamentale impostare in maniera accurata l'esportazione dei dati per garantire che le informazioni contenute nel modello vengano condivise nel modo corretto e che lo stesso diventi effettivamente il contenitore interdisciplinare che ci si è presupposti di realizzare.

Risultati conseguiti

Senza alcun dubbio il risultato maggiore ottenuto nei primi sei mesi di ricerca è la realizzazione di una libreria personalizzata di oggetti BIM, arricchiti di importanti campi alfanumerici. Il software utilizzato presenta un'ampia gamma di oggetti da cui attingere, tuttavia questi non risultano adatti o sufficienti al

raggiungimento degli obiettivi, soprattutto nel caso della riproduzione virtuale dell'edilizia esistente. La prima difficoltà con la quale ci si è scontrati riguarda l'irregolarità degli elementi strutturali e architettonici tipica dell'edilizia storica. Per riprodurre lo stato di fatto della cascina milanese è stato necessario, ad esempio, creare una famiglia di pilastri strutturali che permettesse non solo la gestione delle dimensioni dei lati e l'altezza, ma anche la gestione degli angoli interni, non sempre retti. Un simile problema si è presentato durante la modellazione delle murature, spesso rastremate sia orizzontalmente che verticalmente. La modellazione di questi elementi può essere effettuata con una tipologia particolare di famiglia, detta componente locale, oppure sfruttando la capacità dei pilastri architettonici di integrarsi automaticamente al muro. I componenti locali sono elementi univoci, che non si prevede di riutilizzare e non parametrici. Questa soluzione appesantisce notevolmente il file del modello, si perde la parametrizzazione e le finestre inserite su tale muro non risultano posizionate correttamente se la rastremazione è superiore ad una determinata soglia. Se invece si opta per la seconda soluzione si possono utilizzare i muri predefiniti all'interno del software e posizionare su di essi pilastri architettonici che integrandosi andranno a creare la corretta sezione del muro. In questo caso, tuttavia, non è possibile inserire le finestre su tutta la larghezza del muro in quanto una porzione di esso risulta costituita da pilastri che non possono essere utilizzati come host della finestra e quindi non vengono forati. Poiché entrambe le soluzioni non risultano soddisfacenti, in accordo con chi provvederà all'analisi energetica, si è deciso di modellare i muri come componenti locali solo laddove vi è una forte rastremazione, mentre nelle restanti porzioni murarie si è semplificata la geometria con valori medi degli spessori. Un'ulteriore problematica ha riguardato la modellazione dei serramenti esterni: gli infissi presentano una strombatura che risulta essere differente per ognuno di essi. In Revit non sono presenti di default finestre alle quali sia associato un vuoto che permetta, tagliando il muro nell'inserimento, di gestire una strombatura. È stato necessario modellare una famiglia di finestre per le quali il vuoto associato fosse parametrico, sia per le dimensioni della strombatura sia per la sua inclinazione. Modellate le finestre, è sorto un ulteriore problema legato al fatto che gli infissi, in base al progetto, verranno sostituiti. Come già detto, nel caso di Revit, il vuoto che taglia il muro è associato alla finestra ed entrambi appartengono alla stessa famiglia. Ne segue che quando si associa la rimozione dell'infisso a una fase temporale, nella fase successiva anche il vuoto scompare. Questo ovviamente risulta irrealistico, quindi è stato necessario modellare due famiglie diverse, la prima costituita dal vuoto e da tutti quegli elementi che verranno mantenuti, nel

caso della cascina i davanzali e le cornici esterne, e la seconda costituita dall'infisso vero e proprio.

Per l'edificio scolastico, realizzato con struttura prefabbricata, è stato necessario modellare e parametrizzare tutti gli elementi di tale struttura, dalle chiusure verticali esterne opache e trasparenti, al telaio strutturale.

Conclusa questa fase preparatoria è stato possibile procedere con la modellazione dell'esistente. In particolare è stato ricreato il modello della cascina nel suo complesso (Fig. 3) mentre per quanto riguarda l'edificio scolastico si sta concludendo la modellazione delle famiglie e lo studio dei documenti storici.

Poiché sulla cascina è in atto un intervento di recupero, è stato possibile affrontare anche le tematiche riguardanti il supporto del BIM alla fase di progetto ed esecuzione, ponendo particolare attenzione alla manutenzione di quanto verrà installato. A partire dai file 2D forniti dai progettisti è stato creato il modello dell'intervento, basato ovviamente su quello dell'esistente. Conclusa la fase iniziale di modellazione degli abachi delle famiglie, si è proceduto alla creazione del modello parametrico delle strutture di progetto e degli elementi architettonici previsti. Attualmente si sta procedendo alla modellazione della componente impiantistica e delle varianti proposte dall'impresa esecutrice.

La modellazione BIM ha incluso il layout del cantiere di recupero e riqualificazione del manufatto agricolo in esame. Nel modello sono state trasferite le informazioni contenute in una molteplicità di disegni bidimensionali, ciò ha permesso una rapida ed efficace visualizzazione della cantierizzazione nelle macro-fasi di lavorazione e una considerazione dinamica del progetto e del layout di cantiere, che spesso evolve nel tempo e subisce delle modifiche per meglio soddisfare le esigenze del processo costruttivo. Una migliore comprensione del progetto permette ai diversi soggetti coinvolti di lavorare con più consapevolezza e di poter così ottimizzare la gestione del cantiere anticipando la risoluzione di possibili problemi con modifiche nella pianificazione del layout prima dell'inizio dei lavori (Building SMART Finland, 2012).

Attraverso l'esportazione IFC dei modelli in Solibri Model Checker è stato possibile eseguire diverse verifiche. A questo punto l'obiettivo principale era garantire l'effettiva possibilità di dialogo tra ambienti software e soggetti diversi, nonché l'interoperabilità tra le diverse fasi del processo. Una prima verifica, quindi, è servita per accertarsi che gli oggetti modellati, anche quando sviluppati come nuova famiglia sulla base di un modello generico, venissero riconosciuti e collocati all'interno della corretta classe di appartenenza nello schema IFC. Una volta assicurata la corretta esportazione geometrica ed alfanumerica del modello è stato possibile iniziare a verificarne la coerenza interna. Prime prove sono

state effettuate, inoltre, nella creazione di un apposito ruleset in Solibri Model Checker per la verifica semi-automatica di aree a rischio e di incongruenze rispetto alle normative e alle prescrizioni in materia di sicurezza (Bolpagni, 2013).

Sviluppi futuri

Una volta terminata la fase di modellazione e compilazione dei dati alfanumerici, sarà possibile proseguire con una serie di analisi BIM-based. Innanzitutto si potranno estrapolare computi precisi delle quantità ed abachi degli elementi modellati in funzione dei parametri implementati. Sarà possibile, inoltre, un confronto economico delle varianti di progetto.

Il modello delle tre discipline, architettonica, strutturale e impiantistica, esportato come IFC in Solibri Model Checker verrà sottoposto a una verifica di coerenza progettuale e a un controllo per censimento finalizzato alla clash detection (Statsbygg, 2011). Un controllo preliminare, definito BIM Validation, sarà utile a garantire che siano stati rispettati tutti i requisiti di buona modellazione ed implementati i parametri che permettano poi di ottenere, in sede di analisi energetica, dei risultati affidabili. Tramite le potenzialità di code checking di SMC, inoltre, sarà possibile sviluppare ruleset in grado di verificare la conformità del progetto ad alcuni testi normativi.

Tra gli sviluppi futuri rientra anche la creazione di un modello 4D per la pianificazione dell'intervento sulla cascina e per lo studio delle alternative possibili in funzione, ad esempio, di differenti baseline, degli spazi necessari per l'approvvigionamento dei materiali, degli spazi di manovra dei mezzi durante le diverse fasi dei lavori e la congestione delle aree di lavoro. Per questo motivo nel modello BIM è stato inserito un parametro che definisce il codice WBS dell'attività alla quale ogni elemento verrà associato. In questo modo, importato il modello in software per il 4D modelling, sarà possibile eseguire l'auto-matching degli elementi parametrici al piano dei lavori. A tal fine è stata definita in partenza la granularità del modello BIM rispetto al cronoprogramma, essenziale perché vi sia coerenza tra il piano dei lavori e la modellazione tridimensionale parametrica.

Conclusioni

Da alcune recenti sperimentazioni, la complessità e la varietà delle soluzioni progettuali stentano a essere recepibili all'interno delle soluzioni attualmente disponibili nell'ambiente di modellazione informativa costringendo paradossalmente a operazioni "manuali" che generano evidenti inconvenienti nella

logica stessa del metodo. Non si tratta semplicemente di una criticità da ascrivere a demerito degli applicativi informatici oppure l'esito di una deficienza nelle librerie esistenti, bensì probabilmente deriva da una insufficiente riflessione sui reali processi cognitivi e concettuali che animano ciascun sapere disciplinare.

L'elemento che, tuttavia, appare di maggior rilievo è la annunciata traslazione dell'identità dei soggetti protagonisti del mercato del software. Se, infatti, i protagonisti attuali sono società, come Autodesk, Bentley o, indirettamente, Trimble, che hanno sviluppato, internamente o per acquisizione, il tema del computational design e del product data modelling a partire da un approccio geometrico dimensionale, sia pur parametrico, motivo per cui spesso si identifica riduttivamente la tridimensionalità col BIM, i primattori di domani sembrerebbero essere coloro che, al contrario, si occupano tradizionalmente, all'interno dei sistemi informatizzati di gestione aziendale, di dati alfanumerici: Dassault, Google, Microsoft, Oracle, SAP, Siemens. Più in generale, l'affermazione secondo cui la gestione di un procedimento o di una commessa sarà sempre maggiormente determinata dai dati alfanumerici promette di sconvolgere gli assetti tradizionali assai più della preoccupazione, più volte espressa in merito alla progettazione digitale, che renderebbe gli ideatori di forme meri script maker. Il punto focale della vicenda è, infatti, dato dal fatto che la computazionalità o la computabilità di ogni dato contenuto nel modello informativo apre interessanti prospettive, si pensi solo alla gestione dei processi autorizzativi o alla attività delle commissioni giudicatrici nelle gare di appalto, poiché consente di ridurre il grado negativo di discrezionalità e di ostruzionismo, ma al contempo, rischia, in uno scenario olistico, di essere riduzionista, di impoverire il livello di complessità dei processi decisionali.

Riferimenti bibliografici

- BIM Task Group (2013), *Client Guide to 3D Scanning and Data Capture*.
- Bolpagni M. (2013), *The implementation of BIM within the public procurement. A model-based approach for the construction industry*. VTT Technology.
- Building SMART Finland (2012), Use of Models in Construction, *Common BIM Requirements v 1.0. (COBIM)*, Series 13.
- Del Giudice M., Osello A. (2013), BIM for Cultural Heritage, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-5/W2, 225-229.
- Manning R. (2014), The Asset Information Model using BIM, *BIM Task Group Newsletter*, 42nd edition, 28-57.
- Statsbygg (2011), *Building Information Modelling Manual Version 1.2 (SBM1.2)*.

U.S. General Services Administration Public Buildings Service Office of the Design & Construction (2009), GSA BIM Guide For 4D Phasing, *GSA BIM Guide*, Series 04.

Sitografia

- Autodesk Wikihelp 2014
Panoramica sulla condivisione del lavoro:
help.autodesk.com/view/RVT/2014/ITA/?guid=GUID-0FC44807-DF06-4516-905A-4100281AC486 (13 aprile 2014).
- buildingSMART, International home of openBIM
Industry Foundation Classes (IFC) data model:
www.buildingsmart.org/standards/ifc/model-industry-foundation-classes-ifc (8 aprile 2014).

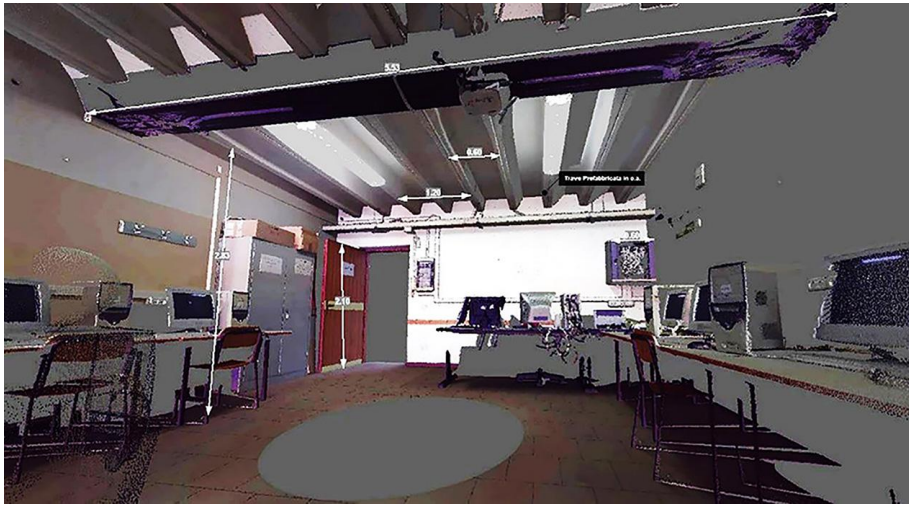


Fig. 1 - Rilievo degli interni con terrestrial laser scanner.

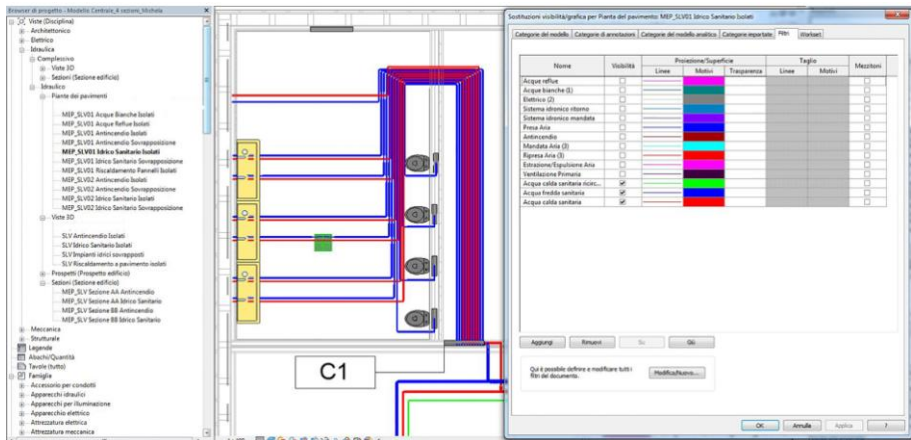


Fig. 2 - Browser di progetto e vista tematica ricreata con l'utilizzo di filtri.



Fig. 3 - Modello dello stato di fatto.