POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Rappresentare e gestire patrimoni immobiliari: il BIM per il Facility Management

Original
Rappresentare e gestire patrimoni immobiliari: il BIM per il Facility Management / LO TURCO, Massimiliano. - In: TERRITORIO ITALIA. - ISSN 2240-7707. - ELETTRONICO. - 2:(2015), pp. 33-48. [10.14609/Ti_2_15_2i]

Availability:
This version is available at: 11583/2628762 since: 2016-01-20T15:00:15Z

Publisher:
Agenzia delle Entrate

Published
DOI:10.14609/Ti_2_15_2i

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright
default_article_editorial [DA NON USARE]

-

(Article begins on next page)

02 May 2024

* Massimiliano Lo Turco

Rappresentare e gestire patrimoni immobiliari: il BIM per il Facility Management

DOI: 10.14609/Ti_2_15_2i

Parole chiave: Rappresentazione, patrimonio immobiliare, Building Information Modeling, Facility Management.

Abstract Il presente contributo intende esplorare le potenzialità delle metodologie di *Building Information Modeling* (BIM) applicabili alle diverse fasi del processo edilizio, con specifico riferimento a linee guida e *best practice* di respiro internazionale che avvalorano flussi operativi virtuosi: la componente informativa, prevalentemente grafica in fase di progetto, si integra e si rinnova in formato prevalentemente alfanumerico, divenendo parte integrante dell'apparato gestionale e manutentivo dei manufatti. I casi studio sviluppati in collaborazione con il Servizio Edilizia e Logistica del Politecnico di Torino sostanziano tali procedure che, seppur ancora poco diffuse, traguardano obiettivi di interoperabilità: si illustrano approcci integrati di condivisione delle informazioni atti a definire una corretta programmazione degli interventi, applicabili dalla grande alla piccola scala, definendo strategie progettate per limitare l'attuazione di errate soluzioni.

* Professore Associato - Politecnico di Torino, Dipartimento di Architettura e Design, massimiliano.loturco@polito.it

INTRODUZIONE

Nell'ambito del processo edilizio, gli standard di rappresentazione grafica e documentale possono essere descritti mediante un metodo ciclico di valutazione, controllo e revisione, che vede coinvolte diverse figure professionali. A garanzia di un efficace coordinamento delle informazioni all'interno del *team* di progettazione, la modifica e l'implementazione dei dati deve essere continua, per un corretto e controllato scambio dei dati di progetto tra i diversi operatori. Come noto, i modelli tridimensionali creati con tecnologia BIM (*Building Information Modeling*)[1] si basano su standard informativi unici e condivisibili, gestibili attraverso un complesso e strutturato database in cui sono archiviati i dati che caratterizzano l'organismo architettonico nella sue parti costituenti: tutte le informazioni sono parametriche e interconnesse tra di loro attraverso vincoli e regole che ne garantiscono coerenza formale, costruttiva e relazionale all'interno del modello virtuale. Il sistema permette inoltre un accurato controllo formale sulla qualità e sulla coordinazione dei documenti, mettendo a disposizione strumenti e dati per analisi settoriali. L'obiettivo centrale di questa nuova metodologia di lavoro consiste nella definizione di una rappresentazione complessiva del manufatto durante l'intero ciclo di vita: questo si ottiene specificando i dati dimensionali, qualitativi, prestazionali, all'interno del modello e dei suoi singoli elementi. Se tradizionalmente i primi sistemi di progettazione "assistita" prevedevano l'implementazione degli elaborati grafici con informazioni relative alle prestazioni dell'involucro attraverso semplici annotazioni su disegni bidimensionali statici, i sistemi BIM contengono un più rilevante numero di informazioni che spaziano dalle schede prestazionali degli elementi edilizi e dei singoli materiali utilizzati alle informazioni di tipo energetico, illuminotecnico, acustico, fisico-tecnico, economico, ecc.

Superando gli evidenti benefici registrabili nelle fasi ideative e di concezione formale, nel presente contributo si sostiene un più recente campo di applicazione particolarmente interessante concernente gli interventi progettuali sul patrimonio immobiliare esistente, in un'ottica di ottimizzazione delle procedure riconducibili al settore del *Facility Management*,[2] ove il database relazionale è collettore di informazioni di natura diversa, derivanti da operazioni di rilievo in cui possono coesistere dati "incerti" e dati "certi". Occorre di conseguenza ridefinire i corretti standard di rappresentazione, necessariamente differenziabili in funzione della natura del dato: attualmente non esistono, in questo campo di applicazione, normative o bibliografie di riferimento specifiche circa l'esplicitazione di linee guida per la risoluzione delle criticità introdotte dall'innovativo *workflow* processuale, nonostante alcuni indirizzi e linee guida di levatura internazionale affrontino il tema del corretto rapporto scala/contenuti grafici e informativi associabili alle diverse fasi progettuali.[3]

I sistemi BIM consentono oggi di trarre grandi benefici legati a valutazioni ad ampio raggio degli interventi programmabili sui patrimoni edilizi pubblici e privati, analizzando le ricadute che tali interventi

---

[1] Si può definire BIM come il processo di sviluppo, crescita e analisi di modelli multidimensionali virtuali generati in digitale per mezzo di applicativi software. Le informazioni più comunemente raccolte in un BIM riguardano la localizzazione geografica, la geometria, le proprietà dei materiali/componenti/sistemi e degli elementi tecnici, le fasi di realizzazione, le operazioni di manutenzione, lo smaltimento di fine ciclo.

[2] L'international Facility Management Association definisce il Facility Management come "la disciplina aziendale che coordina lo spazio fisico di lavoro con le risorse umane e l'attività propria dell'azienda. Integra i principi della gestione economica e finanziaria d'azienda, dell'architettura e delle scienze comportamentali e ingegneristiche".

[3] Per citarne alcune si consulti per esempio la *Veteran Affair Guide* americana del 2010; i finlandesi COBIM (*Common BIM Requirements*, 2012); le Linee Guida *CIC/Penn State* (elaborate dal *Computer Integrated Construction Research Program* della Penn State University, 2011); le Linee Guida elaborate dall'*USACE (U.S. Army Corps of Engineers*, 2010-2013).

possono comportare in termini non solo edilizi, ma anche urbanistici, monitorando le risorse e prefigurando soluzioni progettuali che restituiscano affidabili valutazioni preventive. La potenzialità del sistema si esprime nella capacità di rispondere a interrogazioni complesse, fornendo informazioni specifiche correlate alle diverse soluzioni proposte. In questo modo si configura come un insostituibile strumento operativo capace di elaborare una corretta programmazione degli interventi, selezionando percorsi idonei operativi ed evitare l'attuazione di errate soluzioni, i cui effetti negativi spesso si mostrano solamente dopo ingenti investimenti di natura economica. In particolare è opinione ormai condivisa dagli addetti ai lavori che "[…] *The measurement of the business value of IT investment has been the subject of considerable debate within the normative literature. The difficulties in measuring benefits and costs are often the cause of uncertainty about expected benefits, particularly in the case of BIM. Thus, how then can an asset owner obtain business 'value' from investing in BIM? In addressing this issue a framework for obtaining value from an investment in BIM is proposed* […]"[4]. Per i proprietari di grandi patrimoni immobiliari, la combinazione e la coesistenza di problemi progettuali, economici, tecnologico-costruttivi, infrastrutturali, ecologici e di tutela, impone un rigido controllo delle diverse attività, nonché attente valutazioni circa la loro compatibilità con le trasformazioni che continuamente investono le città.

Questa intrinseca complessità impone l'acquisizione di dati e informazioni estremamente dettagliate di cui, nella maggior parte dei casi, non si dispone o si dispone in modo frammentario. Se si considera l'aspetto gestionale come elemento essenziale per la corretta conservazione di un manufatto, l'organizzazione della conoscenza costituisce uno degli aspetti fondamentali di ordine metodologico e concettuale. L'analisi delle procedure tradizionali porta a comprendere come il problema posto sia abitualmente affrontato considerando separatamente la componente grafica dagli elaborati di carattere descrittivo/prestazionale/manutentivo. Attualmente non è più pensabile gestire l'informazione in modo settoriale. Vengono di seguito presentati approcci diffusi in ambito internazionale, nonché attività di analisi e sperimentazione condotte da un gruppo di ricercatori del Politecnico di Torino in collaborazione con il Servizio Edilizia e Logistica del Politecnico di Torino,[5] al fine di comprendere le modalità secondo cui i nuovi sistemi possono essere efficacemente spesi per la gestione del patrimonio immobiliare.

LE RECENTI TENDENZE PER LA GESTIONE DEI PATRIMONI PUBBLICI: IL CASO DELLA FINLANDIA

Uno degli esempi più eccellenti di applicazione di sistemi BIM alla gestione del patrimonio immobiliare pubblico è il modello sviluppato in Finlandia dalla *Senate Properties*, ente governativo gestito da privati sotto il patrocinio del ministero delle Finanze finlandese e responsabile della gestione dei beni immobili del governo e dell'affitto dei locali. Fu fondato il 3 Settembre del 1811 per supervisionare la gestione degli edifici di proprietà del governo, fornendo servizi relativi all'amministrazione dei locali.

---

[4] Cfr. Love, P. E., Matthews J., Simpson I., Hill A., Olatunji O. A. (2014), *A benefits realization management building information modeling framework for asset owners*. Automation in Construction, 37, 1-10.

[5] La collaborazione tra Dipartimento DISEG e il Servizio Edilizia e Logistica del Politecnico di Torino è nata qualche anno fa: la struttura di gestione non aveva le competenze necessarie per avviare processi coerenti con le metodologie descritte nella memoria. Grazie al coordinamento tra un gruppo di ricercatori di Disegno e il Responsabile del Servizio, l'arch. G. Biscant, si è avviata una stretta collaborazione che si riferiva da un lato a conoscenze teoriche e di ricerca; dall'altro, alla necessaria sperimentazione atta a valutare pregi e difetti delle metodologie BIM. A questo proposito, lo scrivente, l'ing M. Vozzola e l'ing. G. Cangialosi hanno svolto questa duplice attività dal 2007, l'anno del primo progetto realizzato con applicativi BIM. Nei primi anni di attività il Responsabile Scientifico è stata la prof.ssa A. Osello, la quale lavora tuttora alacremente per relazionare la parte grafica (Building) e la parte informativa (Information) esplorando diversi scenari applicativi, con particolare riferimento a operazioni di monitoraggio e gestione del patrimonio esistente.

Dal 2001, *Senate Properties* ha sviluppato un discreto numero di progetti pilota per l'adozione del BIM per la gestione degli immobili[6]. Sulla base di queste analisi, è stato elaborato un modello in grado di adottare e far adottare i modelli BIM per i lavori edili su edifici di loro gestione: la società ha deciso di richiedere i modelli in formato IFC[7] a partire dal 1° ottobre 2007. La realizzazione dei progetti mediante sistemi parametrici garantisce con un maggiore di sicurezza che il costo complessivo, nonché la fattibilità del progetto, siano conformi agli obiettivi prefissati. Nella prima fase di attuazione del progetto della *Senate Properties* i modelli BIM sono stati richiesti per ogni tipologia di intervento, sia per le nuove costruzioni, sia per operazioni di recupero o restauro.
Merita ricordare che l'adozione delle metodologie BIM in molti paesi esteri (nord Europa e Stati Uniti d'America tra tutti), congiuntamente alla riforma degli appalti votata in sede di Parlamento Europeo (*European Union Public Procurement Directive*, EUPPD) palesa una crescente richiesta di impiego di metodologie BIM nelle attività di progettazione del settore delle costruzioni per le opere pubbliche.
L'adozione della direttiva comporta che i ventotto Stati europei membri possono incoraggiare, richiedere o imporre l'impiego del BIM a partire dal 2016, come avverrà a breve per Inghilterra, Paesi Bassi, Danimarca, Finlandia e Norvegia dove se ne richiede con forza l'utilizzo per i progetti edili finanziati con fondi pubblici: ciò significa che in un futuro non troppo lontano sarà vincolante consegnare non più le sole elaborazioni in formato cartaceo, ma anche modelli digitali tridimensionali georeferenziati, redatti sempre nel rispetto di norme e convenzioni desunte dalla pratica professionale, dai quali potranno essere ricavate molteplici informazioni e su cui verranno attuate le procedure di validazione del progetto, con evidenti implicazioni legali connesse al grado di affidabilità del modello.[8]
Per quanto attiene alla normativa italiana sui Lavori Pubblici la Riforma degli appalti avrà un avvio a scaglioni: recentemente la Commissione Ambiente della Camera ha dato il via libera al disegno di legge delega, gettando le basi per riscrivere la disciplina dei contratti pubblici.[9] Il decreto abrogherà le parti del vecchio Codice Appalti (D.lgs. 163/2006) in contrasto con le direttive europee e introdurrà disposizioni di coordinamento. In particolare, Il nuovo Codice Appalti vero e proprio, approvato entro il 31 luglio 2016, stabilirà che i servizi di ingegneria e architettura e tutti i servizi di natura tecnica non potranno più essere affidati basandosi solo sul criterio del prezzo o del costo, ma su quello dell'offerta economicamente più vantaggiosa per assicurare più attenzione alla qualità dei progetti. Inoltre i progetti dovranno essere pubblicati online per garantire la ponderazione delle offerte; sarà incoraggiato inoltre l'uso del BIM per la simulazione elettronica delle informazioni edilizie. Questo a indicare che anche il nostro Paese, con una inerzia rilevante rispetto agli Stati membri dell'Unione Europea e alle realtà d'oltre oceano si sta gradualmente allineando con un nuovo modo di ristrutturare l'intera filiera dell'industria delle costruzioni. E la distanza che separa progetto e processo è destinata ad accorciarsi sempre di più nel breve periodo.

---

[6] Attualmente il Senate Properties gestisce più di 10 mila edifici, per un totale di circa 7 milioni di metri quadri. Tra i progetti più importanti si ricordano l'edificio del Ministero dei Trasporti e delle Comunicazioni, la Mikael School, l'Helsinki Music Hall ed il Sami culture centre.

[7] Il formato file "*Industry Foundation Classes*" (IFC) è il formato standard, libero, usato per lo scambio di dati nell'industria delle costruzioni, utilizzato per ridurre la perdita di informazioni nel passaggio dei file da un'applicazione ad un'altra.

[8] Cfr. *La rappresentazione tecnica convenzionale* in Lo Turco, M. (2015), *Il BIM e la rappresentazione infografica nel processo edilizio. Dieci anni di ricerche e applicazioni - BIM and infographic representation in the construction process. A decade of research and applications,* Ariccia (RM), Aracne, pp. 37-53.

[9] Entro il 18 aprile 2016 dovrà essere approvato il decreto legislativo per il recepimento delle direttive 2014/23/Ue sui contratti di concessione, 2014/24/Ue sugli appalti pubblici (che abroga la direttiva 2004/18/CE) e 2014/25/Ue sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali (che abroga la direttiva 2004/17/CE).

Nella fase di pianificazione del progetto, il plusvalore aggiunto si paleserà nella fase decisionale: il confronto tra le diverse proposte architettoniche si baserà sull'analisi dei costi e dei benefici per l'intero ciclo di vita del manufatto. Per agevolare la revisione dei costi del progetto e dell'intero edificio, la qualità dei dati e dei metadati sarà gestita direttamente dal database relazionale interno all'ambiente BIM, mediante l'utilizzo di schede strutturate in cui vengono inseriti i dati richiesti dalla *Senate Properties*. Fin dalle prime fasi progettuali, sarà posta particolare attenzione anche agli aspetti energetici: la simulazione dei consumi energetici dell'edificio aiuteranno l'Ente a prendere le decisioni più importanti in materia di sostenibilità, per un successivo controllo del consumo energetico dell'edificio in fase di esercizio.
Il livello di dettaglio e di sviluppo[10] del modello BIM richiesto dal 1° ottobre 2007 è solo il primo passo per una più ampia definizione di tali modelli.
Senate Properties, in collaborazione con i proprietari degli immobili dei paesi nordici, gli Stati Uniti e i Paesi Bassi, sta predisponendo sistemi sempre più dettagliati di modellizzazione degli edifici, soprattutto a sostegno di procedure standardizzate di gestione e manutenzione. La peculiarità fondamentale del sistema risiede nel fatto che i modelli vengano sviluppati coerentemente con quanto richiesto nei *BIM requirements*, non influenzando minimamente le variabili progettuali, lasciando quindi totale libertà di scelta ai professionisti. Ciò consente di avere un controllo completo sul processo, una validazione della documentazione e una responsabilità diretta dei progettisti in caso di mancata corrispondenza tra quanto richiesto e quanto consegnato. Il processo di progettazione viene sviluppato e articolato in quattro fasi, gerarchicamente strutturate:
a. *Spatial group*, per la definizione dei volumi e dell'area di intervento;
b. *Spatial BIM*, per la determinazione dei locali e delle destinazioni d'uso;
c. *Preliminary Building Element BIM*, per l'introduzione dell'involucro edilizio, delle divisioni e delle caratteristiche dei materiali;
d. *Building Element BIM*, per la definizione degli elementi architettonici.

---

[10] In relazione al livello di attendibilità e le finalità di utilizzo della modellizzazione condotta in ambiente BIM, sono stati sviluppati protocolli di BIM Information Exchanges, nell'ambito dei quali è stato inserito il concetto di LoD (*Level of Development*- Livello di Sviluppo), riferito al contenuto informativo presente in un modello BIM e necessario a definire quale e quanta parte dell'informazione sia effettivamente utilizzabile. Il concetto di LoD deriva in realtà da quello di *Level of Detail*, elaborato circa una decina di anni fa dalla VICO Software, con la finalità di specificare quanto accurato fosse un certo elemento progettuale, con particolare riferimento al calcolo dei costi, concetto spesso frainteso perché spesso inteso limitatamente al Livello di Dettaglio grafico associabile ai diversi componenti.

Figura 1 Rappresentazione spaziale dell'intervento relativo al nuovo Centro Linguistico di Ateneo (CLA) secondo quanto richiesto all'interno della *Senate Properties BIM's requirement*. Il patrimonio infografico è crescente in senso orario. Elaborazione a cura dell'ing. M. Vozzola

Per ogni fase è stato definito il contenuto minimo informativo (*Minimum Modeling Requirement*)[11], rappresentato nel modello del manufatto, nei dati associati agli elementi e soprattutto nei metadati caratteristici dell'organismo architettonico: questi ultimi saranno oggetto di controllo e validazione da parte della commissione. Una volta validata una fase, questa diventa il punto di partenza per la definizione della fase successiva e per l'implementazione del modello. *Senate Properties* può considerarsi un precursore nello sviluppo dei processi AEC/FM, motivando gli azionisti a usare metodi efficaci volti a migliorare la qualità edilizia. Gli attuali requisiti BIM costituiscono il primo passo verso approcci coordinati di tipo progettuale, costruttivo e manutentivo.

PROPOSTE OPERATIVE: APPLICAZIONE DEI *SENATE PROPERTIES' BIM REQUIREMENTS* AL NUOVO CENTRO LINGUISTICO DI ATENEO DEL POLITECNICO DI TORINO

Il caso studio proposto rappresenta una delle prime sperimentazioni condotte dal gruppo di lavoro precedentemente nominato e afferente al Politecnico di Torino. È importante sottolineare che le prime applicazioni dei contenuti di ricerca precedentemente illustrati risalgono a una decina di anni fa e costituiscono un'importante testimonianza atta a sostanziare che i primi interventi, seppure parziali e perfettibili, abbiano costituito un utile riferimento per l'adozione di procedure virtuose, favorendo il successivo sviluppo di progetti esecutivi redatti completamente in ambiente BIM[12] e mettendo a

---

[11] La definizione del *Minimum Modelling Requirement* riportata nelle *best practice* internazionali è procedura atta a definire il livello di approfondimento che il modello e le sue varie parti dovrebbero possedere nelle diverse fasi di processo.

[12] Alcuni progetti svolti dalla struttura interna di progettazione in ambiente BIM:

disposizione un prezioso patrimonio informativo utilizzabile per le successive operazioni connesse al tema del *Facility Management*.

In questa ottica il sistema BIM, indispensabile infrastruttura informativa, strumento fondamentale per la costruzione di un apparato di sistemi valutativi basati su metodologie di rilevamento di dati, di simulazione e analisi, risulta essere predisposto a raccogliere e gestire, in modo dinamico e continuamente aggiornabile, i dati sensibili relativi agli immobili, alle funzioni in essi contenute, alle necessità manutentive.

La sede storica di Corso Duca degli Abruzzi del Politecnico di Torino si presenta come un complesso eterogeneo di edifici che ha mantenuto negli anni l'impianto originario degli anni '50: l'invasione di spazi prima destinati a cortili, la sopraelevazione di bassi fabbricati e la razionalizzazione dei "vuoti" costituiti dai cortili interni, sono solo alcune delle azioni promosse per soddisfare il crescente numero di studenti. Negli ultimi anni l'Ateneo ha intrapreso numerose azioni volte alla riqualificazione di alcuni spazi della sede storica, alcuni dei quali sono stati oggetto di studio per la sperimentazione di processi in ambiente BIM, perseguendo l'ambizioso obiettivo di definire un unico modello di Ateneo, sempre aggiornato e interrogabile per le informazioni inerenti aree, locali e interventi.

L'integrazione dei dati ha permesso di definire il modello a scala urbanistica, costituito esclusivamente dalle volumetrie degli edifici e delle superfici lorde di pavimento dei livelli interni dei fabbricati. A ogni volume sono stati associati i metadati di tipo alfanumerico, di seguito sintetizzati:

a) il nome dell'edificio, seguendo la classificazione utilizzata negli anni dal Servizio Edilizia, per agevolare le comunicazioni e identificare univocamente le maniche dei fabbricati;

b) la destinazione d'uso dei manufatti;

c) il periodo di edificazione, per un'immediata lettura dell'epoca di costruzione degli edifici, identificando diverse fasi temporali.

E' possibile interrogare il modello secondo analisi multicriteria, ottenendo rappresentazioni grafiche o tabellari dei risultati: è molto utile, ad esempio per fini puramente gestionali, estrarre in forma tabellare le superfici e le destinazioni d'uso dei locali visualizzabili attraverso tavole tematiche. Il passaggio successivo è consistito nella creazione del modello architettonico delle aree interessate da interventi di riqualificazione e rifunzionalizzazione: nel *masterplan* a scala urbanistica sono state implementate le informazioni per arricchire il modello urbanistico, mantenendo sempre un unico database generale dove sono stati archiviati i dati relativi all'intero Ateneo. L'implementazione per parti, sviluppata in tempi diversi, è avvenuta e sta avvenendo partendo dai volumi ai quali è possibile associare informazioni architettoniche. Conformemente alle linee guida finlandesi è stato redatto il progetto del Centro Linguistico di Ateneo (CLA), con l'obiettivo di dimostrare che, allo stato dell'arte, tutti i modelli sviluppati in ambiente BIM rispondono integralmente alle richieste precedentemente descritte, risultando quindi conformi ai quattro i livelli di validazione.

2009 Progettazione architettonica e strutturale del parcheggio interrato pluripiano presso la Cittadella politecnica: parcheggio preliminare (importo lavori circa 20 milioni di euro);

2010 Collaborazione alla progettazione architettonica per la stesura del Progetto Preliminare dell'Energy Center, polo di innovazione dedicato ai temi energetico-ambientali (importo lavori: circa 15 milioni di euro).

2011 Progettazione architettonica per la stesura del Progetto Esecutivo della Residenza Mollino: partecipazione al bando ministeriale per l'attribuzione di finanziamenti (importo lavori: circa 7 milioni di euro).

Progettazione architettonica per la stesura del Progetto Esecutivo della Residenza Codegone partecipazione al bando ministeriale per l'attribuzione di finanziamenti (importo lavori: circa 11 milioni di euro).

2012 Consegna del Progetto Esecutivo per la riconversione della Ex Centrale Termica in aule per la didattica (importo lavori: circa 2 milioni di euro).

2014 Progettazione edile e coordinamento progettazione impiantistica per la rifunzionalizzazione del V piano del Lingotto (importo lavori: circa un milione di euro).

I parametri relativi alle schede delle proprietà degli elementi sono stati così organizzati:
a) parametri dimensionali;
b) parametri di tipo temporale, per la definizione delle fasi che hanno caratterizzato l'intervento progettuale;
c) tecnologie e materiali scelti per sistemi assemblati, elementi in opera e relative schede tecniche associabili alle future operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria;
d) codice identificativo, corrispondente all'acronimo individuato nel Prezziario della Regione Piemonte;
e) prezzo, per l'elaborazione del computo metrico di massima in ambiente BIM;
f) riferimenti specifici al Piano di Manutenzione.

Dall'analisi di quanto esposto e dai risultati ottenuti durante gli ultimi anni di ricerca è possibile valutare gli ingenti benefici apportati alla rappresentazione e la comunicazione dei dati del processo edilizio. La nuova centralità del disegno si sposta dalla "semplice" rappresentazione del progetto architettonico, alla gestione dell'intero ciclo di vita dell'organismo architettonico oggetto di studio, non più posto in essere attraverso un approccio di tipo sequenziale e compartimentato, quanto piuttosto mediante un utilizzo dinamico dei modelli generati all'interno di ambienti BIM, capaci di creare reti di comunicazione con gli attori coinvolti nel processo edilizio mediante nuovi standard di comunicazione interoperabili.

In tal senso, l'utilizzo dei più efficienti sistemi per il coordinamento della complessità del progetto edile, sta interessando la comunità scientifica da molti anni, portando alla definizione di metodologie e tecniche di pianificazione e di controllo del progetto proprie della progettazione industriale, meccanica e manifatturiera.

Per una corretta gestione del bene durante il ciclo di vita utile si identificano due modalità operative, complementari tra loro: la prima prevede di condividere la base dati relazionale propria dello strumento BIM con specifici applicativi preposti alla razionalizzazione delle operazioni di carattere gestionale.[13] Il secondo approccio, ancor più flessibile del precedente, agevola un controllo e un implementazione del dato alfanumerico direttamente *in situ*, riducendo di fatto i tempi tecnici di *back office* e popolando di nuove e più specifiche informazioni il database parametrico, secondo processi di scrittura asincrona ma pluridirezionale.

LA GESTIONE DEGLI EDIFICI PUBBLICI CON APPLICATIVI CAFM

Oggigiorno la maggior parte delle aziende, sia pubbliche che private, sono costituite da una complessa organizzazione interna: ciò è dovuto al sempre crescente numero di processi nati per adeguamenti di mercato e per fornire le migliori risposte concorrenziali. Nei paragrafi precedenti si è sempre fatto esplicito riferimento al termine "processo", di più ampio significato rispetto al "progetto" perché comprende numerose attività che proseguono dopo la costruzione dell'opera. Molti di questi processi non costituiscono il *core business* di un'azienda, ma fanno parte di quell'insieme di attività accessorie (*no core*) che permettono all'azienda stessa di funzionare correttamente. Non bisogna pensare che queste attività siano secondarie o poco utili; in molti casi, al contrario, è dal loro funzionamento che dipende il buon andamento dell'organizzazione, il rendimento dei dipendenti e il risparmio di risorse economiche. La gestione dell'attività si riferisce proprio al *Facility Management*, che costituisce un approccio multidisciplinare di progettazione, programmazione, pianificazione e gestione, integrata e coordinata, di tutti i servizi a supporto delle attività strategiche, il *core* appunto, e necessarie al

[13] CAFM, acronimo di *Computer Aided Facility Management*.

funzionamento della struttura.[14] Una gestione ottimale delle macro e delle microattività di cui si compone il settore del FM non può infatti prescindere dall'utilizzo di sistemi tecnologicamente avanzati e dall'applicazione di concetti innovativi.[15]

Le attività di *Facility* si rivolgono principalmente a tre ambiti aziendali connessi tra di loro: le persone, gli spazi e l'edificio; all'interno di ognuno di questi sono collocate differenti attività gestite proprio da operazioni di FM, come per esempio la gestione degli spazi e del personale, la manutenzione, la vigilanza, il servizio mensa, ecc.

Esistono due strategie di attivazione: la prima prevede di esternalizzare verso altre organizzazioni aziendali la gestione delle attività accessorie; la seconda prevede la nascita di una divisione funzionale all'interno dell'azienda stessa. Il Politecnico di Torino ha optato per la seconda strategia, allestendo un'area dedicata all'integrazione dei processi e dei sistemi informativi (IPSI); seguendo le direttive emanate dal Consiglio di Amministrazione l'area IPSI ha dato vita, già dall'autunno del 2009, al progetto FM del Politecnico. Il progetto nasce con l'intento di ottimizzare la gestione dei processi interni all'Ateneo, mettendo a disposizione un sistema informativo contenente i dati relativi alle varie attività, in modo tale da creare un'unica banca dati, punto di riferimento per reperire informazioni e formulare successive analisi. L'esistenza di un sistema informativo di questo tipo, permette non solo di gestire i dati in esso contenuti ma anche di creare ed amministrare veri e propri processi lavorativi e procedurali. Come per altre realtà esistono attualmente nell'Ateneo diverse aree che si occupano delle molteplici attività connesse al mondo accademico - e non solo- come ad esempio la didattica, l'edilizia, la logistica, la contabilità, ecc. Si è svolta un'attenta ricerca di un software che fornisse un valido aiuto per la gestione dei diversi settori coinvolti: la scelta dell'applicativo è ricaduta all'interno dei software denominati CAFM, prodotti informatici in grado di semplificare l'accesso alle complesse informazioni, legate agli *asset* patrimoniali di una azienda, attraverso un sistema integrato di database alfanumerici e grafici, a garanzia di processi virtuosi. Questo tipo di prodotti nasce proprio con l'intento di aiutare a gestire grandi moli di dati, difficilmente trattabili altrimenti. Tale tecnologia si collega inoltre all'utilizzo di software di tipo BIM e ne permette un collegamento e uno scambio di informazioni in modo interoperabile. Basti pensare che molte specificità presenti all'interno di un'azienda hanno dei forti legami con lo spazio in cui vengono svolti: se si pensa per esempio alla gestione dei locali o del personale è facile intuire che i software gestionali, oltre a operare attraverso tabelle e grafici, devono poter interagire con software di natura parametrica.[16]

L'applicativo adottato è costituito da moduli, ognuno dei quali si occupa di contenere e gestire i dati relativi a un particolare aspetto aziendale, come ad esempio la cura e l'inventario dei beni, l'amministrazione del personale o la gestione degli spazi (*Space Management*). Ogni modulo esiste come entità autonoma e contiene al suo interno tutte le tabelle, relazionabili con il database, che permettono al *Facility Manager* di poter svolgere il proprio lavoro. Occorre sottolineare che questi strumenti non pregiudicano al professionista la facoltà di dover compiere delle scelte, ma sono esclusivamente finalizzati a estrarre informazioni ed effettuare analisi *multicriteria*.

---

[14] Cfr. Lo Turco M., Vozzola M., Dalmasso D., *Il BIM per la gestione del patrimonio immobiliare* in: Garzino G. (a cura di) (2011), *Disegno (e) in_formazione. Disegno Politecnico*, Santarcangelo di Romagna (RN) Maggioli Editore, pp.225-249.

[15] Dalmasso D., *L'interoperabilità per il FM*, in: Osello A. (a cura di) (2015), *Buiding Information Modelling, Gegraphic Information System, Augmented Reality per il Facility Management,* Palermo Dario Flaccovio Editore, pp. 155-170.

[16] La definizione dell'insieme di attributi informativi riferiti a elementi tecnici e spaziali è supportata dall'analisi di protocolli di scambio informativo esistenti, come lo standard COBie Drop "*Operation and manteinance*", specifico per la fase di gestione e manutenzione. Per ciò che attiene la codifica degli elementi tecnici ci si è rifatti alla normativa UNI 8290:1981: *Edilizia Residenziale – Sistema tecnologico – Classificazione e terminologia.*

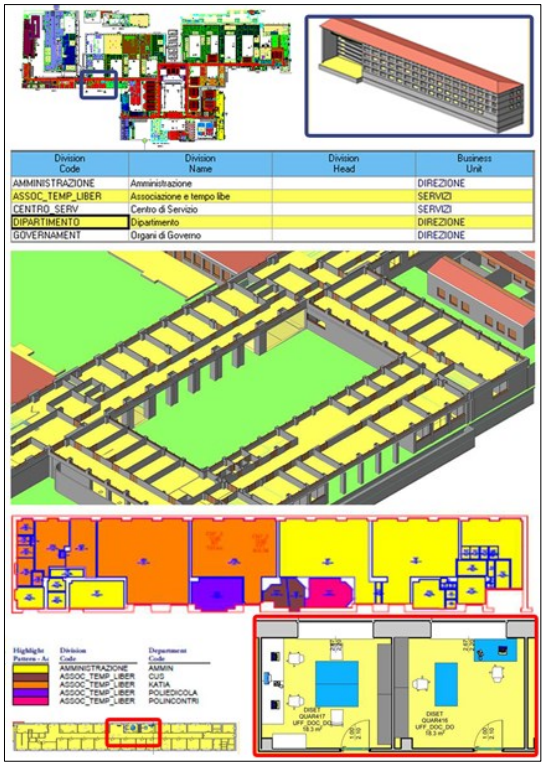

Figura 2 Le diverse visualizzazioni di un modello parametrico utilizzato per operazioni di *Facility Management*. Elaborazione a cura dell'ing. D. Dalmasso

Questa procedura risolve il problema di aggiornare in tempi brevi i dati numerici contenuti nel database, evidenziatosi da un confronto tra ciò che era stato desunto durante la campagna di rilievo e ciò che è stato caricato nelle tabelle relazionali. L'esempio che meglio illustra questa operazione è sicuramente l'aggiornamento delle postazioni di lavoro dei dipendenti presso i rispettivi uffici: dato il frequente trasferimento di personale, nonché le ridistribuzioni dei dipartimenti, l'aggiornamento del precedente sistema informativo era venuto meno e, in alcuni casi, mancava un riscontro tra ciò che era riportato sul sistema e la situazione reale.

Al termine delle operazioni di implementazione sono stati stilati i primi *report* relativi agli accorpamenti funzionali dei dati caricati, quali le informazioni relative ai locali e ai dipendenti che effettivamente li occupano, con relative fotografie. Con il prosieguo campagna di rilievo, il modello è stato integrato con altri elementi accessori, quali impianti e arredi. Le potenzialità del software parametrico utilizzato sono molto elevate e la quantità di elementi che è possibile inserire all'interno del modello sono virtualmente infinite: occorrerebbe a tale riguardo una trattazione dedicata per l'esplicazione di analisi più approfondite.

Limitatamente al progetto di FM, il modello virtuale di base sta di fatto sostituendo le classiche planimetrie al CAD. Il cambiamento non è affatto banale, anzi rappresenta un vero e proprio salto di qualità, che obbligherà l'intera area Edilizia e Logistica del Politecnico di Torino ad adottare in maniera ancor più strutturata la metodologia BIM. Tale cambiamento favorirà una maggiore integrazione tra i software parametrici e gli applicativi di FM, in modo tale che tutte le analisi possano effettuarsi su base dati relazionabili, garantendo un maggior controllo sui processi e prefiggendosi, col tempo, il raggiungimento di una completa interoperabilità dei dati.

APPROCCI INNOVATIVI: DAL BUILDING SITE MANAGEMENT AL FACILITY MANAGEMENT

Il trasferimento dal sistema delle conoscenze di livello accademico al sistema delle competenze del comparto edilizio può costituire elemento discriminante per l'attivazione di efficaci flussi di dati e informazioni, corretti e trasparenti, supportati e indirizzati dal linguaggio grafico conformato agli standard e alle norme tecniche di riferimento.

La sperimentazione di metodologie gestionali per il controllo dell'avanzamento dei lavori riguarda sempre di più imprese di costruzioni anche di piccole dimensioni, dovendo queste - per mano del costante cambiamento in atto nel comparto - superare il seppur "buon livello artigianale" per competere in mercati sempre più esigenti. L'obiettivo di individuare metodi per governare questa oggettiva complessità ha suggerito che le forme del disegno di cantiere, attraverso la loro duplice natura analitico-sintetica, possano concorrere attivamente per creare relazioni, confronti, verifiche, scelte che, una volta consolidate, si devono poter pensare come un sistema informativo flessibile e affidabile nel tempo, implementabile e dinamico, capace di supportare scelte decisionali rapide e appropriate.

Come dimostrato nel seguito, gli apparati metodologici e operativi che la mediazione digitale tende ad aggiornare, indirizzano verso obiettivi sempre più ampi e dedicano risorse, con sempre maggiore rigore, al processo produttivo, gestionale e di vita dei manufatti, anche terminate le loro funzioni.

Affinché i dati derivanti dalle attività di controllo e indirizzo da parte dei soggetti preposti (*Project Manager*, direttori dei lavori, direttori operativi, coordinatori della sicurezza in fase di esecuzione, *Facility Management*, ecc…) diventino informazioni utili al processo decisionale - fornite quindi con il corretto livello di dettaglio e nei tempi opportuni, l'organizzazione della loro raccolta deve essere quanto più possibile delegata a sistemi di trattamento automatico, che integrino le componenti geometriche del progetto con tutto l'apparato di natura alfanumerica a esse interconnesso.

La possibilità di interrogare agilmente il patrimonio informativo raccolto in fase di cantiere, e quindi produrre sintetici ed esaustivi *report* di avanzamento dei lavori, può diventare elemento discriminante per riutilizzare sapientemente l'informazione mettendola in relazione ai piani e ai fascicoli di manutenzione, anche in termini di comunicazione e trasparenza verso la committenza e verso tutte le figure a vario titolo coinvolte nel processo edilizio.

Nei casi più complessi di intervento sul patrimonio esistente si rende necessaria una forma di controllo e di confronto tra *As-Built* (se disponibili) e *As-Is* si privilegia un secondo tipo di approccio, differente dagli applicativi CAFM, e teso a massimizzare l'efficienza e l'efficacia della fase di rilievo.

In letteratura, i dati - di progetto, di cantiere, di gestione - possono essere interpretati come la risultante di differenti componenti: una componente alfanumerica, relativa alle informazioni quantitative e qualitative, una componente grafica, relativa alle proprietà geometriche del modello vettoriale, una componente topologica, relativa alla relazione tra i dati stessi; altrettanto importante, in particolare per il riuso dei dati, è il sistema di metadocumentazione, ulteriore componente del dato che lo descrive e lo qualifica in termini di competenza, precisione, aggiornamento temporale, affidabilità.

Per rendere efficaci gli aspetti operativi della manutenzione, oggi si cerca 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) e ai sistemi di gestione delle basi di dati relazionali (*Database Management System*, DBMS) – in modo da conservare ed elaborare le informazioni di tipo geometrico/dimensionale, ma anche quelle di tipo normativo, prestazionale, estimativo, materico, gestionale: per diventare il centro del sistema informativo per la gestione, il patrimonio informativo di progetto dovrà essere arricchito di ulteriori elementi in grado di tener traccia delle attività proprie, delle varianti che esso può comportare e delle prestazioni attese nel tempo.

La modellazione del manufatto per l'uso di cantiere deve essere tuttavia "semplificata", in quanto dovrà essere "strettamente funzionale alle attività di controllo e indirizzo", al fine di dare evidenza solo delle principali informazioni oggetto di supervisione - senza quindi dover considerare dati specifici delle precedenti fasi progettuali - per gestire i diversi sistemi tecnologici e strutturali impiegati e i relativi parametri associati, "simulando" fedelmente le regole del buon costruire.
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, indirizzandosi verso applicativi specifici per il *Field Management*.
L'obiettivo è di migliorare l'efficienza del processo attraverso idonei strumenti informatici che consentano di generare un flusso circolare che sostiene il controllo e la gestione delle lavorazioni prima, delle attività e degli spazi poi, alimentando il database e riducendo ripetizioni, ridondanze e trascrizioni manuali da parte delle professionalità coinvolte.
In ambiente BIM, se si pensa alla porzione di dati di progetto rappresentata da numeri e lettere (componente alfanumerica del progetto), gli abachi sono viste del progetto costituite da liste che catalogano tutti gli elementi del modello geometrico e le loro relative descrizioni: oggetti, materiali, quantità, aree, volumi, ecc. Gli abachi si comportano allo stesso modo delle viste grafiche: ogni cambiamento apportato all'abaco, viene riflesso al modello e di conseguenza anche a tutte le altre viste e viceversa.
L'allestimento di un'architettura informatica che metta in relazione le tecnologie informatiche di tipo BIM e di tipo DBMS richiede verosimilmente il coinvolgimento di competenze e risorse specificamente formate e investimenti in dotazione hardware e software. L'impegno (temporale ed economico) richiesto dall'allestimento del "modello di progetto" può dunque essere messo a profitto per tutte le successive implicazioni operative in fase di realizzazione e nella vita utile dell'opera progettata: la base di dati di tipo geometrico e alfanumerico costituisce il luogo informativo privilegiato per il controllo e l'indirizzo delle attività di cantiere e, successivamente, per la manutenzione in esercizio del manufatto, ma questo *repository* complesso apre il suo impiego anche a utenze non specificamente formate alla modellazione geometrica di tipo informativo. In altre parole, il modello di progetto, opportunamente generalizzato, ospita anche i parametri relativi alle attività di cantiere e di manutenzione, secondo un processo coerente di raccolta e aggiornamento dei dati - finalizzato a un più puntuale controllo dell'approvvigionamento dei materiali, dello stato di avanzamento e delle tempistiche dei lavori e del flusso finanziario correlato – che coinvolge anche quelle competenze di cantiere e di gestione del manufatto che non necessariamente dovranno "mettere direttamente mano" al modello geometrico. Rispetto alle soluzioni software, la nuova procedura proposta non richiede infatti un'utenza formata in ambiente BIM e, rispetto alla maggior parte degli applicativi mobile, può essere usufruita *on line* e *offline* scrivendo numeri e lettere direttamente dall'area di cantiere, in maniera consistente, direttamente sul modello BIM.
La possibilità di alimentare questi archivi da piazze virtuali allestite su rete telematica (applicazioni web) ha aperto nuove possibilità al controllo sul posto, riducendo considerevolmente i noiosi tempi di riedizione dei dati tipici delle attività di *back office*. La strada più efficiente in termini informatici, ma condizionata dalla disponibilità di infrastrutture di rete performanti, è quella di allestire un sistema software per supportare l'interoperabilità tra diversi elaboratori su di una medesima rete ovvero in un contesto distribuito; tale caratteristica si ottiene associando all'applicazione un'interfaccia software che esponga all'esterno il servizio associato.

Il sistema informativo edilizio per le attività di controllo deve, in generale:

- essere raggiungibile e aggiornabile anche in assenza di connessione internet;
- registrare gli accessi e le competenze che operano sulla raccolta dei dati e le modifiche a essi apportate, diversificando le funzioni disponibili per ogni profilo di utenza;
- garantire l'integrità e la permanenza del database;
- ridurre l'eventualità di duplicare le operazioni di caricamento dei dati;
- consentire l'elaborazione della reportistica in maniera lineare e consequenziale rispetto al flusso dei dati, senza elaborazioni ulteriori (impostazione di *template* per *report* e *layout*).[17]

Dal punto di vista dell'utente, analogamente a quanto si osserva negli abachi, la struttura del DBMS è rappresentata da un insieme di tabelle dove le singole righe rappresentano gli elementi omogenei (istanze) contenuti nella classe/insieme (componente) e le colonne gli attributi che descrivono gli elementi stessi. L'indicizzazione degli elementi per mezzo di un codice (solitamente definita chiave primaria) rende possibile individuare e relazionare il singolo elemento ad altri elementi della stessa classe o di classi diverse, secondo un rapporto che può essere, di volta in volta, uno a uno o uno a molti e viceversa.

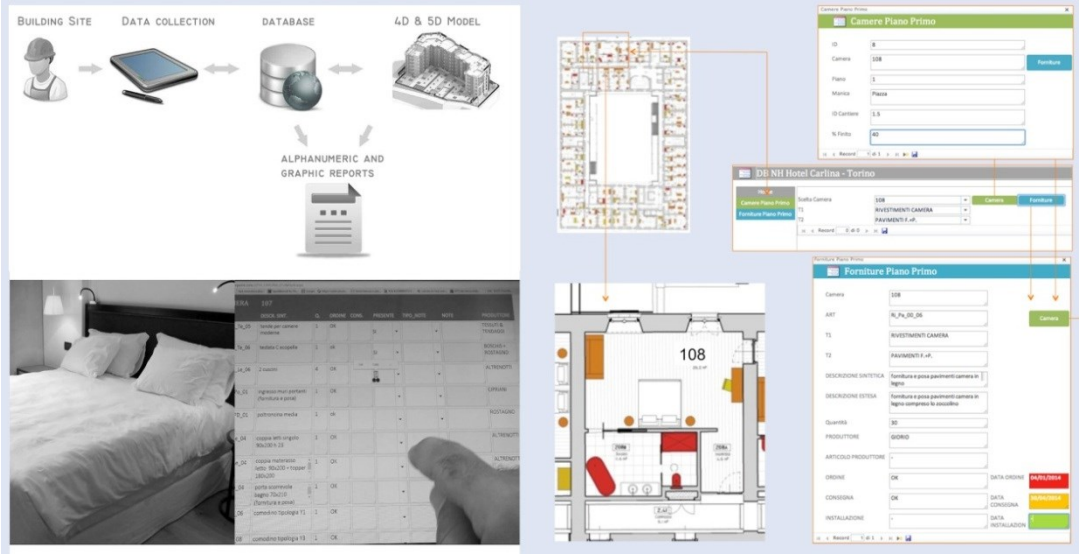

Figura 3 Flusso di lavoro per la registrazione dei dati in cantiere e per il controllo delle diverse operazioni di *Facility Management*: gestione degli arredi per l'ex Albergo di Virtù. Progetto di ricerca INNOVance (http://innovance.dd.agoramed.it/, consultato il 02.11.2015). Per gentile concessione dell'arch. F. De Giuli

Nelle tabelle delle basi di dati, l'informazione è rappresentata in maniera semplice e uniforme; questo facilita notevolmente alcune procedure, come l'aggiornamento e l'eliminazione delle ridondanze, il controllo e l'individuazione delle incoerenze, il collegamento ad altri dati, la produzione di rapporti sintetici molto aggregati.

---

[17] L'esperienza condotta ha fatto uso di specifici strumenti, scelti per la loro diffusione in ambito professionale e in quanto strumenti in possesso della committenza (si veda nel seguito il caso studio):
- in ambiente BIM è stato impiegato il software Autodesk Revit;
- come database relazionale il DBMS Microsoft Access;
- linguaggi dinamici di scrittura per l'interazione con applicazioni web (asp, php e xml).

Nonostante le caratteristiche di economia e di semplicità matematica di un modello dati relazionale, alla maggior parte dei professionisti ingegneri e architetti, appare a prima vista come qualcosa di estraneo al progetto. Si tratta invece di un quadro di riferimento concettuale molto utile per l'elaborazione progettuale: i database relazionali, anche di tipo geometrico, se collegati a sistemi di tipo BIM, possono divenire strumenti estremamente efficienti e produttivi.
In un processo edilizio, nulla è più importante della definizione e della scoperta delle relazioni spaziali e temporali che intercorrono tra le diverse parti dell'opera.
L'architettura informatica allestita prevede diversi profili di utenza, categorizzabili in base ai diversi livelli di conoscenza degli applicativi in uso:

- utente base: accesso unico al database per consultazione, aggiornamento e integrazione dei dati;
- utente medio: aggiornamento e controllo *in situ* della coerenza tra progetto e realizzazione (rilevamento fotografico, commenti, misurazioni eseguite su elaborati 2D estratti dal modello e nel fabbricato);
- utente esperto: aggiornamento e controllo della coerenza tra *As-Built* e *As-Is* (rilevamento fotografico, commenti, misurazioni eseguite su elaborati 2D o su porzioni del modello tridimensionale navigabile).

CONCLUSIONI

Il sistema informativo impostato è in grado di veicolare conoscenza e consapevolezza di progetto e di processo (materiali, componenti edilizi, lavorazioni, aree e spazi funzionali operativi) e consentire di produrne una loro specializzazione, coerente e a partire fisicamente dal cantiere stesso, in maniera circolare e trasparente, senza ripetizioni procedurali e secondo un flusso virtuoso, sia a partire da rilevazioni di livello generale, sia consentendo analisi di dettaglio associabili ai singoli componenti.
Elemento di forza del processo è l'applicazione di tecnologie e informazioni già in dotazione al comparto progettuale e direzionale (BIM e web), riducendo la necessità di dotazioni software suppletive e onerose. Gli applicativi commerciali attualmente sul mercato già in parte si prendono il carico di gestire i dati e la documentazione di cantiere, ma che comunque, a oggi - e questo è il motivo principale dell'aver approntato un sistema di gestione funzionale dei dati per l'implementazione del modello di cantiere - non consentono un flusso bidirezionale verso il sistema BIM in modo da poter ottenere all'interno di questo una gestione omogenea dei dati di cantiere attraverso gli strumenti di interoperabilità e di rappresentazione grafica propri della tecnologia dei sistemi informativi edilizi. La simulazione svolta evidenzia, dal servizio informatico al sistema BIM, un flusso coerente dei dati di cantiere relazionabile alle future *Facilities* per una elaborazione dei dati in *back office* molto più snella e priva di lacune o dimenticanze.
Lo sviluppo operativo potrebbe essere rappresentato dalla possibilità di incorporare la componente geometrica tridimensionale nell'applicazione web (come in una sorta di videogioco di cantiere), quindi migliorando in questo soprattutto l'interfaccia grafica per l'inserimento dei dati (quindi maggior comodità e maggiore velocità di inserimento dei dati), collegando questa componente alla georeferenziazione del posizionamento del rilevatore di campo in modo da delegare alla periferica il compito di localizzare correttamente le informazioni.
L'integrazione delle diverse tecnologie, per loro natura interoperabili, è un elemento di forza in quanto in grado di coinvolgere molteplici attori del settore delle costruzioni; anche in un'ottica di gestione del manufatto.

La struttura dei flussi proposta prevede l'impiego di due tecnologie "collaudate" e ampiamente impiegate (forse la gestione del database da BIM meno, senz'altro maggiormente quella della scrittura dinamica su basi di dati a partire da *web service*), ma raramente integrate tra loro. Questo costituisce l'aspetto innovativo della proposta metodologica per le simulazioni di proposte: riscrivere parte del modello anche in assenza di strumenti propriamente di tipo BIM (ovvero intervenire sulla componente alfanumerica del progetto) e da piazze virtuali di condivisione (in cantiere, nelle centrali operative, eccetera) apre sicuramente il processo edilizio non solo alle competenze normalmente coinvolte dalle attività di controllo e indirizzo che non necessariamente devono operare sul modello geometrico se non per estrarne misurazioni o relazioni topologiche.
Verso il completamento della realizzazione, anche sulla base del rilievo di ciò che è stato effettivamente realizzato, può inoltre esser predisposto un modello BIM opportunamente aggiornato da utilizzare nelle attività di gestione del manufatto durante la sua successiva vita funzionale utile (libretto d'uso e manutenzione dinamici).
Lo stesso approccio metodologico può essere applicato a scala più ampia, per la definizione di modelli tridimensionali di interi distretti urbani, utilizzabili per pianificare più efficacemente gli interventi e per gestire la manutenzione, il monitoraggio e il controllo del consumo e della produzione di energia del distretto con granularità variabile, cioè scalabile dal livello del distretto al livello del singolo ambiente di un fabbricato.

Bibliografia

Eastman C., Liston K., Sacks R., Techolz P. (2008), *BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractor,* Hardcover.

AA.VV. (2014), *Il processo edilizio supportato dal BIMM: l'approccio INNOVance - BIMM enabled construction processes: the INNOVance approach*. In: ISTeA, Bari 10-11 luglio 2014, pp. 91-109.

Ciribini A. (2013), *L'information Modeling e il settore delle costruzioni: IIM e BIM*, Santarcangelo di Romagna (RN), Maggioli Editore.

Garzino G. (a cura di) (2011), *Disegno (e) in_formazione. Disegno Politecnico*, Santarcangelo di Romagna (RN), Maggioli Editore.

Hardin B. (2009), *BIM and Construction Management, proven tools, methods and workflows*, Indianapolis, Indiana. SYBEX and Wiley Publishing Inc.

Lo Turco M. (2015), *Il BIM e la rappresentazione infografica nel processo edilizio. Dieci anni di ricerche e applicazioni - BIM and infographic representation in the construction process. A decade of research and applications,* Ariccia (RM), Aracne.

Osello A. (a cura di) (2015), *Buiding Information Modelling, Gegraphic Information System, Augmented Reality per il Facility Management,* Palermo Dario Flaccovio Editore.

Love P. E., Matthews J., Simpson I., Hill A., Olatunji O. A. (2014), *A benefits realization management building information modeling framework for asset owners*. Automation in Construction.

Volk R., Stengel J., Schultmann F. (2014), *Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs- Automation in Construction*, Elsevier.

Ghosh A., Chasey A. D. & Mergenschroer M. (2015), *Building Information Modeling for Facilities Management: Current practices and future prospects.* Building Information Modeling. Applications and practices, American Society of Civil Engineers.

Yalcinkaya M. & Singh V. (2014), *Building Information Modeling (BIM) for Facilities Management–Literature Review and Future Needs. In Product Lifecycle Management for a Global Market*, Springer Berlin Heidelberg.

Norme e protocolli internazionali:

BS/PAS 1192-2/2013, *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling*.

AEC (UK) BIM Protocol V2.0, 2012.

BIM Project Execution Planning Guide – V2.1, Pennsylvania State University, 2011.

COBie Data Drops, UK Cabinet Office, 2012.

Common BIM Requirements 2012 Volumes 1-12, COBIM V1.0 Finland, 2012.

CSI Uniformat 2010, CSI and Construction Specifications Canada, 2010.

Level of Development Specification 2013, BIM Forum, 2013.

Project Building Information Modeling Protocol Form, American Institute of Architects, AIA Document G202™– 2013, 2013.