

Il processo costruttivo tra rappresentazione e conoscenza: *la nascita del Building Information Modeling*

Simone Garagnani - Università di Bologna - simone.garagnani@unibo.it

Dalla raffigurazione artistica fino alla modellazione digitale, passando per il disegno tecnico normato, la rappresentazione del progetto d'architettura ha conosciuto nel tempo evoluzioni significative che solo di recente sono culminate nell'utilizzo di modelli cognitivi in grado di collezionare ed organizzare il patrimonio di informazioni che gravitano attorno all'intero processo edilizio. L'impiego sempre più pervasivo dello strumento informatico, insieme al coordinamento delle specializzazioni pertinenti le molte discipline coinvolte nel progetto, ha favorito negli ultimi anni l'adozione del Building Information Modeling, un processo che promette di rivoluzionare il mondo delle costruzioni anche più di quanto abbia già fatto, coprendo molteplici aspetti del ciclo di vita per un manufatto edilizio.

Questo contributo intende presentare in maniera sintetica le tappe significative che hanno conferito un carattere formale agli strumenti di progetto BIM. La migliore capacità di gestione, un linguaggio comune tra progettisti, una ottimizzazione di risorse e costi insieme ad un controllo pervasivo ed accurato delle fasi di lavoro sono solo alcune delle potenzialità non ancora completamente espresse dal Building Information Modeling, destinato a divenire una consapevolezza strategica nel bagaglio culturale del professionista contemporaneo.

Dal progetto tradizionale al modello digitale

Da sempre, nella storia dell'architettura e dell'ingegneria, l'attività di progetto si è avvalsa di rappresentazioni plastiche, figurative o testuali per descrivere i caratteri di una costruzione o comunicarne il suo funzionamento. Per molti secoli disegni, schemi, sculture o pitture, insieme alla tradizione orale dei tempi più remoti, sono stati il mezzo privilegiato per il passaggio delle informazioni legate al dominio delle costruzioni.

Il "racconto" dell'architettura si è poi evoluto, introducendo modi diversi di percepire e disegnare lo spazio costruito, rappresentandolo sovente con un *modello*, termine etimologicamente derivato dal latino *modellus*, diminutivo di *modulus*, inteso come forma o stampo, a sottolineare la consistenza fisica di un concetto reso in forma plastica. Non è un caso che, soprattutto in alcuni scritti di epoca rinascimentale [1], l'utilizzo della parola *modello* si sovrapponga talvolta a quella di *disegno* (Goldthwaite, 1984).

1 - Il modello e il processo della propria generazione, la modellazione appunto, nascono molto tempo fa; nel 1550 Giorgio Vasari scrive le *Vite de' più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue insino a' tempi nostri*, evidenziando la figura di Filippo Brunelleschi, il genio autore dell'avveniristica cupola di Santa Maria del Fiore in quella Firenze quattrocentesca nella quale umanesimo e rinascimento sono confluiti in una straordinaria antologia urbana di architetture uniche al mondo. Proprio riferendosi alla presenza del maestro in cantiere, scrive Vasari: "...egli stesso andava alle fornaci dove si spianavano i mattoni, e voleva vedere la terra, et impastarla, e cotti che erano, gli voleva scerre di sua mano con somma diligenza. E nelle pietre a gli scarpellini guardava se vi era peli dentro, se eran dure, e dava loro i modelli delle ugnature e commettiture di legname e di cera, così fatti di rape; e similmente faceva de' ferramenti ai fabbri". Brunelleschi di buon mattino si recava dunque tra i banchi del mercato fiorentino per scegliere le rape e le cere che avrebbe poi intagliato nel corso della giornata per illustrare alle maestranze come realizzare le sue intuizioni. Brunelleschi era così un modellatore *ante-litteram*, una mente brillante in grado di tramutare in raffigurazione tridimensionale il proprio pensiero, trasmettendolo ai suoi interlocutori senza ambiguità.

Pur tuttavia l'industria edilizia si è affidata per così tanto tempo a insiemi di comunicazioni basate sostanzialmente su documenti cartacei da attribuire, ancora oggi, grande importanza alla stampa di tavole e documenti spesso però organizzati in maniera frammentata: errori ed omissioni derivanti da mancato aggiornamento o da difformità compilative sono tuttora la causa di ritardi, costi imprevisti o contenziosi insorgenti tra le parti.

E' però l'introduzione relativamente recente della tecnologia digitale che conferisce alla rappresentazione per modelli la possibilità di scomporre semanticamente e raffigurare progetti indipendentemente dalla loro complessità (Garagnani, 2013) e non è dunque casuale che dalla fine degli anni Settanta del secolo scorso, con la diffusione dei personal computer, il mondo professionale si sia avvicinato sempre di più alle pratiche della modellazione informativa.

Già nel decennio precedente era iniziata una vera e propria rivoluzione negli strumenti della rappresentazione, che molti oggi identificano nell'introduzione di SKETCHPAD, sistema sviluppato nel 1962 al MIT di Boston da Ivan Edward Sutherland. Si trattava di un programma antesignano dei moderni CAD, dotato di un'interfaccia grafica che permetteva di tracciare primitive geometriche su di uno schermo, per mezzo di una penna ottica.

Da quel momento, favorita dal contemporaneo sviluppo dell'industria manifatturiera e aeronautica, la tecnologia del disegno digitale ha avviato un cambiamento che non si è ancora stabilizzato o arrestato. Realizzazioni storiche come United Computing, Autotrol, CALMA, SDRC, Computervision o Applicon hanno diffuso nell'universo professionale l'utilizzo di terminali video grafici, in grado di trasferire geometrie vettoriali su carta per mezzo di plotter a penne, in un'ideale continuità con il più tradizionale tecnografo.

Negli anni Settanta e Ottanta l'evoluzione è oramai avviata e percorre due strade parallele di ricerca: il consolidamento del disegno assistito, arricchito da nuove funzionalità come la strutturazione delle informazioni in livelli logici (i *layer*, Björk, Löwnertz e Kiviniemi, 1997) e il perfezionamento di tecniche di modellazione tridimensionale.

I CAD bidimensionali iniziano infatti a contemplare la gestione di elementi grafici anche non strettamente geometrici, come testi, annotazioni, tabelle, quote, simboli convenzionali o campiture, ma il vero salto progettuale è rappresentato dalle geometrie spaziali, che possono essere finalmente gestite numericamente con il rigore analitico del calcolatore. La modellazione inizia a spingersi oltre l'approssimazione dei sintetici e spigolosi parallelepipedi *wireframe*, sfruttando matematiche più complesse ottenibili con nuove funzioni per la costruzione, la modifica e la memorizzazione delle superfici. In ragione degli studi di pionieri come Coon, De Casteljau, Bézier, De Boor e altri, si aspira ora alla simulazione di geometrie reali con coscienza intrinseca del pieno e del vuoto, formalizzata da piani e superfici in grado di "avvolgere" il confine delle forme che saranno in questo senso modellate secondo un approccio detto *b-rep* (acronimo di *boundary representation*, Peterson, 1986).

Questa tendenza nasce dall'esigenza del mondo automobilistico e aeronautico di lavorare con macchine a controllo numerico adatte alla fabbricazione di stampi per forme raffinate, ma gli strumenti che vedono la luce in questi anni si rivelano adeguati anche per modellare le forme complesse dell'architettura contemporanea.

Ben altro approccio è invece rappresentato dalla parallela modellazione *CSG*, *Constructive Solid Geometry*, dove le primitive tridimensionali possono essere unite, sottratte e intersecate tra loro seguendo logiche di natura booleana, per ricavare oggetti pieni o vuoti in grado di rappresentare ancora una volta elementi costruttivi vicini al reale, come ad esempio le porte o le finestre, risultato di "sottrazioni volumetriche" dalle murature.

Sinthavision rilasciato nel 1969 da MAGI (Elmsford, New York, USA) è forse il primo modellatore *CSG* commerciale che segue questa filosofia. Più tardi sarà la volta di *PADL 1*, prodotto dall'Università di

Rochester (New York, USA) nel 1978. Poi Romulus, rilasciato nel 1982 da Shape Data (Cambridge, UK) che sarà il cuore dei futuri Parasolid e ACIS, tuttora utilizzati come motori tridimensionali di molti software noti. Francese è invece Euclid, sviluppato in un laboratorio universitario a Parigi a partire dal 1970 e distribuito da Matra Datavision nel 1979.

Nel Regno Unito, GMW Computers commercializza nel 1986 RUCAPS (*Really Universal Computer Aided Production System*), un software per l'epoca rivoluzionario in grado di rappresentare e gestire per la prima volta fasi temporali e di realizzazione per il processo costruttivo (Aish, 1986).

Due anni dopo il *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE) di Stanford (USA) guidato da Paul Teicholz definisce, a partire dalle idee già presenti in RUCAPS, il "*four-dimensional building modeling*", dove interviene nella costruzione il parametro del tempo per indicare la successione ordinata delle lavorazioni.

Così diffusi a livello professionale e approvati dalla comunità scientifica, gli strumenti basati sui principi di *boundary representation*, *constructive solid geometry* e modellazione 4D, come verrà indicata da ora la pianificazione del tempo, costituiranno i pilastri di quella che è l'odierna tecnologia di lavoro dei più avanzati software di modellazione BIM (acronimo di *Building Information Modeling*).

Verso un nuovo strumento operativo: il Building Information Modeling

Nel settembre 1974, con un documento di ricerca interno intitolato "*An Outline of the Building Description System*", Charles Eastman ed alcuni altri autori in forza alla Carnegie-Mellon University di Pittsburgh (USA) gettano le fondamenta di quello che definiscono *BDS*, vale a dire *sistema descrittivo per edifici* (Eastman et al., 1974). In sintesi, Eastman propone un software che gestisce singoli elementi di libreria che possono essere aggregati per generare un modello di edificio completo, attraverso un'interfaccia grafica che opera per proiezioni ortogonali e assonometrie. Ogni oggetto contiene la propria descrizione geometrica e alcuni dati informativi pertinenti al materiale del quale è composto, gli estremi dei fornitori e le proprie caratteristiche tecniche.

Il sistema, funzionante su un calcolatore PDP-10, si propone di risolvere criticità di progetto che ancora oggi affliggono i metodi di progettazione tradizionali: ridondanza di informazioni presenti nei disegni, conflitti causati da mancanza di aggiornamento simultaneo e assenza di controllo nella documentazione del modello globale dell'edificio in progetto.

Seppure sperimentale e semplificato di molto rispetto agli obiettivi che si proponeva, il lavoro svolto alla Carnegie-Mellon permetterà a Eastman di scrivere un articolo l'anno successivo sul prestigioso *A.I.A. Journal* nel quale, come osserva Jerry Laiserin [2], introdurrà il concetto di *Building Information Model* coniando un acronimo, quello di BIM, che negli anni a venire diventerà diffusissimo.

In tale scritto Eastman, oggi riconosciuto come la maggiore autorità in materia, si riferisce al BIM come ad un'attività di gestione informativa degli edifici (un *processo*) piuttosto che ad un oggetto (*modello informatico*). Pertanto, fin dall'inizio della sua storia, il BIM non è mai stato un programma per computer o un modello 3D, bensì un processo gestionale orientato al coordinamento di attività convergenti nella realizzazione delle costruzioni (Eastman, 2008).

Il BIM così teorizzato, divenuto più maturo in ragione degli avanzamenti tecnologici successivi, è dunque un processo che si confonde con quello edilizio, dove numerosi attori collaborano nell'introduzione dei loro saperi specialistici e delle loro esperienze professionali (Schmitt, 2008), man mano che l'opera si sviluppa.

2 - Il sito web di Laiserin è raggiungibile all'indirizzo <http://www.laiserin.com/about/index.php> ed è ritenuto uno dei blog più autorevoli nella diffusione di notizie pertinenti tematiche di Building Information Modeling (data di ultima consultazione: 9 settembre 2014).

Da allora la modellazione integrata, in altre parole la realizzazione al calcolatore di modelli collegati a conoscenze eterogenee e multidisciplinari, è divenuta solo una parte della cultura BIM attuale: le figure coinvolte a vario titolo nel processo edilizio possono oggi avvalersi di programmi, i cosiddetti modellatori BIM, in grado di gestire la complessità delle loro mutue interazioni attraverso “*costruzioni virtuali*” dell’edificio, definendone tutti gli aspetti e permettendone analisi e verifiche già in corso di progettazione. Questo obiettivo tuttavia non è stato ancora completamente realizzato, poiché l’interoperabilità degli strumenti e la condivisione della varietà informativa che può confluire nei modelli digitali presentano ancora molte criticità strutturali (Deutsch, 2011).

La predisposizione al cambiamento, vale a dire la resilienza di un modello alle varianti introdotte durante l’intero ciclo di progetto e costruzione, ha fornito l’abbrivio iniziale per la scrittura di programmi definiti *parametrici*, per via della tendenza a consentire la variazione di geometrie e dati attraverso parametri sostituibili e modificabili nel tempo.

Parametric Technologies Corporation (PTC) nel 1988 rilascia la prima versione di Pro/ENGINEER perseguendo esattamente questo scopo che, pur essendo in massima parte dedicato all’industria meccanica, costituirà il nucleo di programmi BIM di eccellenza nell’ambito dell’attività edilizia.

Tre anni prima, nel 1985, in Ungheria il fisico Gábor Bojár scrive ArchiCAD, inizialmente denominato Radar CH: si tratta del primo software per personal computer dedicato all’ambiente architettonico e funzionante per parametri e dati collegati tra loro. Nello stesso anno in Gran Bretagna la società Bentley Inc. rilascia MicroStation 1.0, che da semplice CAD bidimensionale diventerà presto modellatore completo (Bergin, 2012).

Nel 1993, il concetto di modello parametrico architettonico trova una nuova potenzialità nello studio realizzato presso il Lawrence National Laboratory di Berkeley (USA), dove viene introdotto il *Building Design Advisor*, un sistema orientato all’utilizzo di modelli digitali integrati per svolgere simulazioni analitiche sul comportamento di un edificio al variare di orientamento geografico, dei materiali impiegati o delle soluzioni costruttive.

L’inizio del nuovo millennio vede poi l’avvio di una società ancora una volta statunitense, denominata Charles River Software, avente base a Cambridge nel Massachusetts. I suoi fondatori, Irwin Jungreis and Leonid Raiz, sono due professionisti appena usciti dall’organico di PTC, decisi a trasferire le conoscenze parametriche acquisite in un software totalmente dedicato alle costruzioni. Decidono di battezzare questo software Revit, crasi dei termini *Revise It*, “rivedilo”, ad indicare la possibilità connaturata di variare continuamente e rapidamente i caratteri di progetto senza inficiare il lavoro già svolto (Garagnani e Cinti Luciani, 2011). La piccola software house viene acquisita nel 2002 dal gigante Autodesk, che farà di Revit il software a più veloce diffusione in ambito BIM nei successivi dodici anni (figura 1).

Così come molti altri programmi concorrenti attuali, in Autodesk Revit i componenti edilizi sono definiti “*oggetti intelligenti*” per via della loro autoconsapevolezza: un oggetto di libreria destinato a rappresentare un muro ad esempio, è per Revit un elemento in grado di raccordarsi automaticamente con pavimenti e solai, oltre ad essere preparato per ospitare porte e finestre. In tal modo nel modello finale composto da svariati oggetti intelligenti non si avranno mai finestre non collegate a muri, muri non collegati a travi o pilastri, porte sul vuoto e così via, favorendo un livello di controllo di coerenza già nella fase di ideazione e modellazione (Aubin, 2013).

Insieme a MicroStation di Bentley, ArchiCAD di Graphisoft e AllPlan della società tedesca Nemetscheck, attiva anch’essa dagli anni Settanta del secolo scorso, Revit rappresenta oggi lo strumento BIM professionale più avanzato.

Merita una menzione particolare Digital Project, sviluppato da Gehry Technologies su base CATIA di Dassault Systèmes, avente la caratteristica peculiare di consentire una progettazione distribuita

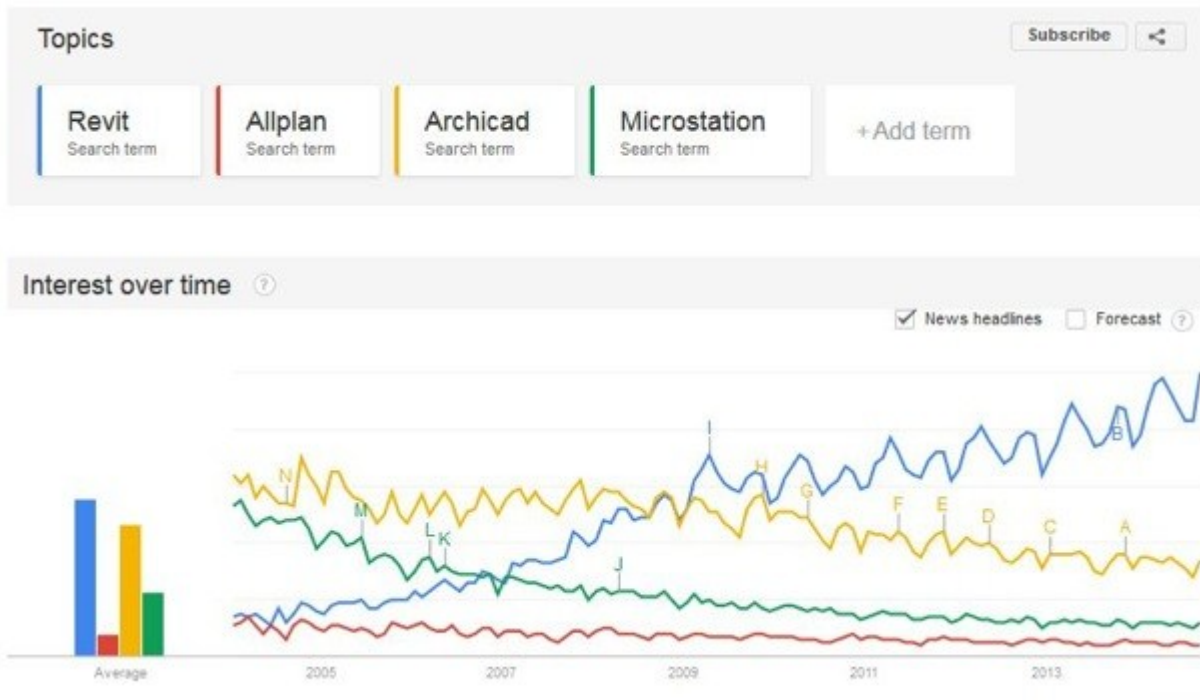


Figura 1 - Negli ultimi anni gli ambienti digitali di modellazione BIM hanno conosciuto una forte diffusione nella pratica professionale: alcuni software integrati hanno ottenuto più successo di altri, che hanno visto decrescere nel tempo il loro numero di utilizzatori. Nel grafico è rappresentato l'andamento delle richieste per parole chiave formulate sul motore di ricerca web di Google e pertinenti ai maggiori programmi di modellazione; dall'analisi emerge come Autodesk Revit abbia guadagnato interesse tra gli operatori negli ultimi anni, rispetto ai diretti concorrenti invece in calo (fonte: Google Trends, 2014).

concentrata su di un unico modello digitale, atto a produrre elaborati tecnici e supporti digitali direttamente manipolabili dai fabbricatori. Moduli interni molto complessi assolvono funzioni di scambio dati per simulazioni e calcoli in tempo reale. Digital Project è al momento il modellatore BIM più costoso e raffinato in commercio.

Se questi sono software di modellazione BIM, vale a dire ambienti dove è possibile assemblare componenti edilizi intelligenti, effettuare analisi o produrre tavole e documenti di cantiere, vi sono presenti sul mercato anche una pletera di applicativi satellite che rientrano nel processo effettuando calcoli ed espletando compiti specifici, a partire dai modelli più generali che poi andranno ad integrare con nuove informazioni. E' il caso ad esempio del software di calcolo strutturale per acciaio come Tekla, il cui sviluppo è iniziato in Finlandia dalla fine degli anni Sessanta del secolo scorso, oppure di EnergyPlus, destinato alla simulazione del comportamento energetico, o ancora di Synchro PRO di Synchro Software Ltd. o Autodesk Navisworks per la gestione del cantiere.

I vantaggi del cambiamento strategico e le evoluzioni attese

La numerosa lista di programmi presentata in questo contributo, senza pretesa di completezza ma solamente nei suoi riferimenti di maggior rilievo, ha accompagnato la storia parallela dell'approccio integrato al progetto come organizzazione di un metodo, che vede i modelli BIM come latori di informazione gestionale e di processo (Ciribini, 2014).

Se lo strumento informatico, indipendentemente dall'etichetta commerciale, consente di memorizzare e confrontare alternative progettuali, ordinare i documenti prodotti verificandone la rispondenza alle

normative vigenti, quantificare e ottimizzare le spese previste, preparare le forniture e favorire il *facility management* a costruzione terminata, il processo che lega le specifiche fasi realizzative dell'opera diventa attraverso il Building Information Modeling un collettore di esperienze sempre meno conflittuali e più collaborative (Eastman et al., 2008).

I principi di *teamworking* e l'interdisciplinarietà insita nello svolgimento del processo edilizio sono destinati a convergere, come comprovano le possibilità di condivisione offerte da quasi tutte le attuali software house su piattaforme informative centralizzate proprietarie. Il *cloud computing* e il *cloud storage* sono infatti termini sempre più pervasivi nelle offerte commerciali [3] e nelle relazioni di lavori di grande e media portata, ad indicare la frequenza crescente di condivisione informativa nelle analisi numeriche e nell'immagazzinamento di dati in continuo movimento tra studi di progettazione, istituti di ricerca, committenti, manutentori, ecc...

Sebbene i problemi da risolvere siano ancora diversi, in particolare nella gestione incrociata dei dati prodotti con strumenti dissimili, sono già state formulate alcune procedure per tentare di limitare al minimo le perdite informative nel passaggio tra fasi e operatori. Il protocollo IFC (*Industry Foundation Classes*), modello di scambio dati promosso dal consorzio buildingSMART a partire dal 1994, oppure il gbXML (*Green Building Extensive Markup Language*), schema aperto di salvataggio lanciato nel 1999 o ancora il più recente COBie (*Construction-Operations Building Information Exchange*), formato di archiviazione presentato nel 2007 per esprimere conoscenze degli edifici in termini prestazionali, sono solo alcuni dei tentativi di concertazione formalizzati per consentire a programmi e attori distinti di lavorare insieme.

Occorre però specificare ancora una volta che il BIM non è un sostantivo utilizzabile per indicare operazioni progettuali svolte dal calcolatore. Per liberare il campo da interpretazioni superficiali, esso non è neppure da considerarsi al pari di un CAD evoluto indicato per disegnare elementi parametrici o un metodo standardizzato per elaborare automaticamente tutti i progetti al computer, senza consapevolezza e controllo da parte del professionista. Non è nemmeno un semplice database informatico o una forma assicurativa in grado di proteggere da carenze qualitative o negligenze riguardanti la pratica costruttiva, anche se un modello realizzato seguendo una corretta strategia BIM permette di individuare possibili problemi già in fase di progettazione e non in cantiere, dove le "varianti in corso d'opera" introdotte per correggere gli errori risultano quasi sempre costose e posticce (Kymmel, 2008).

Nonostante l'implementazione del BIM come processo sia stata introdotta da molti anni in paesi come il Canada, la Francia, la Germania, i Paesi Bassi, la Gran Bretagna e gli Stati Uniti d'America, sono i mercati che lo hanno adottato più di recente quelli che mostrano una spinta più forte nella ricerca di soluzioni nuove per le categorie chiave di intervento. Australia, Brasile, Giappone, Corea e Nuova Zelanda ad esempio si stanno adoperando con norme e pratiche di condotta per definire flussi di lavoro e quantificare il ritorno d'investimento derivante dall'adozione di strategie BIM, utilizzate anche in situazioni di frontiera come l'industria manifatturiera e quella estrattiva (SmartMarket report, 2014).

Anche in Italia, dopo tanti investimenti nella ricerca mirata alla produzione di ambienti sempre più *BIM-oriented* come il significativo progetto INNOVance (Pavan et al., 2014), sembra giunto il momento di

3 - Bentley Systems, Inc. con MicroStation V8i permette di accedere a tutti i propri servizi, distribuiti tra i vari pacchetti e condivisibili attraverso la piattaforma ProjectWise, mentre Graphisoft, produttrice di ArchiCAD, riserva ai propri utenti la possibilità di creare un "edificio virtuale" utilizzando elementi condivisibili nei loro "BIM Server" mediante la tecnologia DELTA. Autodesk ha da tempo istituito un sistema di cloud computing analitico molto potente per le analisi di sostenibilità mentre Digital Project di Gehry Technologies fa da sempre del modello unico centralizzato la propria filosofia di funzionamento.

riorganizzare le risorse produttive dell'industria edilizia: negli ultimi anni infatti le normative di settore hanno iniziato a premiare i processi di pianificazione virtuosi, in particolare nell'ottica della sostenibilità, anche se i riferimenti a strategie di natura BIM rimangono ancora demandati a "buone pratiche" più che a norme e leggi di cogenza dichiarata.

Se da un lato lo strumento BIM consente oggi molto più controllo, dall'altro obbliga ad un rispetto della "filiera delle responsabilità" che deve essere senza dubbio tenuta in considerazione; negli appalti pubblici, ad esempio, un approccio di Building Information Modeling potrebbe in un futuro prossimo essere di grande interesse per il controllo della spesa e la validazione del processo costruttivo [4].

Tuttavia permane una situazione di grande inerzia in Italia, dovuta a molteplici cause. La frammentarietà del corpo normativo in materia di costruzioni, la grande varietà di procedure necessarie per adempiere agli obblighi previsti nelle differenti fasi operative e, non da ultima, la resistenza degli studi professionali medio piccoli ad investire nella formazione di figure pronte alla transizione verso processi integrati costituiscono solo alcune delle criticità che hanno fortemente obnubilato la visione strategica che sarebbe invece necessaria per realizzare appieno la rivoluzione promessa dal BIM. Il rischio è quello concreto di rimanere in una situazione di *impasse* già confrontandosi con i paesi vicini: secondo uno studio del 2012 rilasciato dalla Commissione Europea, gli enti pubblici che hanno già implementato soluzioni di *e-procurement* hanno ottenuto un risparmio tra il 5% e il 20% nelle loro spese di appalto. Inghilterra, Paesi Bassi, Danimarca, Finlandia e Norvegia richiedono già l'utilizzo del BIM per l'avvio dei progetti finanziati con fondi pubblici (SmartMarket report, 2014).

La recente adozione della direttiva comunitaria, denominata *European Union Public Procurement Directive* (EUPPD) implica che i ventotto stati membri possano incoraggiare, specificare o imporre l'utilizzo del BIM per i progetti pubblici nell'Unione Europea, dal 2016. La speranza, unita all'impegno concreto della ricerca, è quella di scorgere in questo traguardo la diffusione di un percorso culturale virtuoso in grado di valorizzare sempre più l'ingente patrimonio costruito, anche e soprattutto in Italia.

A tale proposito, è interessante rilevare come gli sviluppi più attesi dal BIM riguardino proprio il dominio dell'esistente; la stretta correlazione tra strumento e metodo ha fatto sì che la strategia integrata sia stata fino ad oggi principalmente dedicata a progetti di nuova concezione o ad interventi dove la prefabbricazione degli elementi costruttivi è già il corrispettivo naturale del proprio duale digitale. Ma è proprio il patrimonio esistente, ancor più importante quando costituito da edifici di pregio, a rappresentare il terreno decisivo per l'adozione del processo BIM anche in contesti di interesse storico. Dalla banale ristrutturazione al consolidamento del fabbricato monumentale, i produttori di software si stanno prodigando per implementare moduli operativi in grado di documentare con crescente accuratezza lo spazio costruito. Il passaggio automatico o semi-automatico da rilievi ad alta definizione, realizzati tramite laser scanning o fotogrammetria digitale, verso oggetti intelligenti referenziati è la ricerca di frontiera (figura 2), il tema attorno al quale la cultura del Building Information Modeling si sta confrontando per giungere a quell'unitarietà e completezza di modelli progettuali degni di raccogliere l'eredità di una tradizione costruttiva iniziata tanto tempo fa.

4 - Per citare già un possibile esempio applicativo in tal senso, l'articolo 12 del D.L. 6 luglio 2011 n. 98, convertito nella Legge 15 luglio 2011 n. 111, introduce la figura del "*manutentore unico del demanio*": la possibilità di formare operatori BIM in grado di gestire la grande quantità di informazioni presente negli archivi statali produrrebbe senza dubbio vantaggi nelle mansioni di questo organo competente, snellendo le procedure e accorciando i tempi di esecuzione di progetti d'opera pubblica.

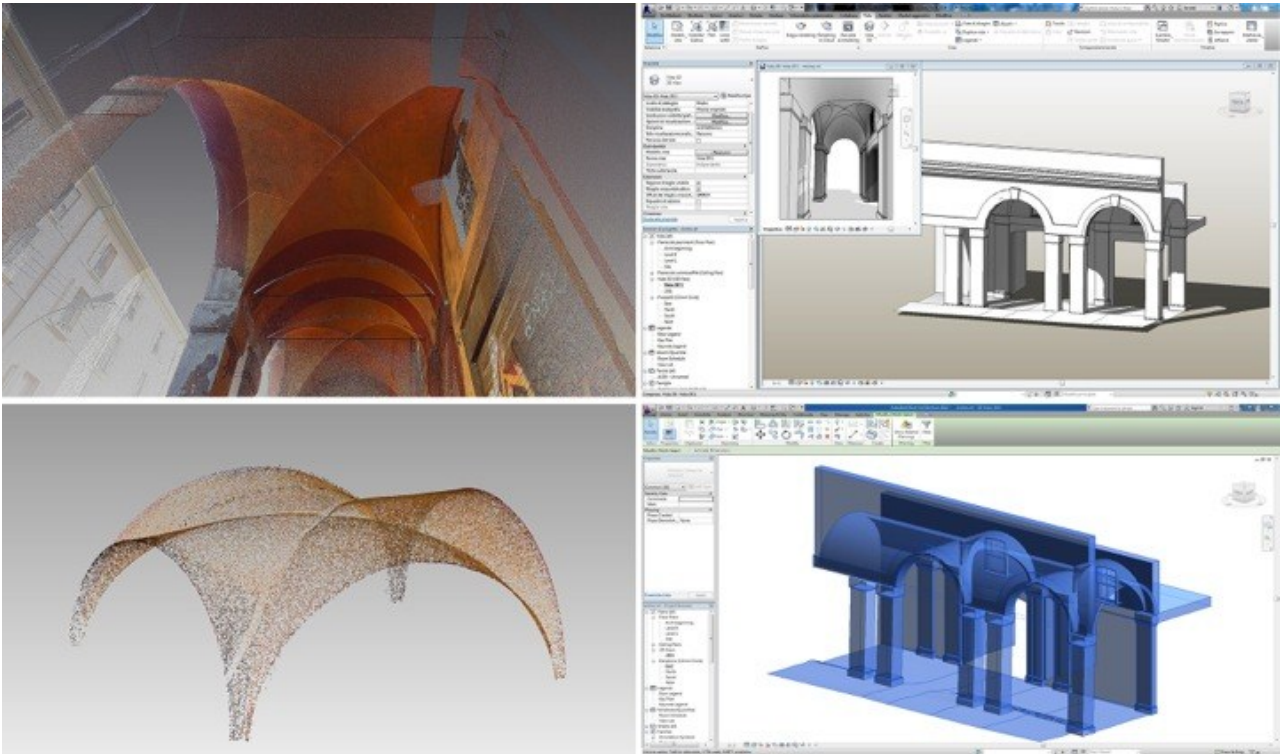


Figura 2 – Il rilievo ad alta risoluzione mediante tecniche di laser scanning e la trasformazione del dato acquisito in un “oggetto intelligente” BIM: sebbene le procedure che conducono a questo risultato siano piuttosto frammentate e i software non consentano ancora il riconoscimento automatico degli elementi costruttivi rilevati, la ricerca è oggi orientata all’applicazione del processo di modellazione informativa al dominio costruttivo esistente (nell’immagine la modellazione BIM di una porzione di porticato storico a Bologna, S. Garagnani 2013).

Riferimenti bibliografici

R.A., Goldthwaite, (1984). *“La costruzione della Firenze rinascimentale”*, Il Mulino, Bologna.

S., Garagnani, (2013). *“Building Information Modeling and real world knowledge: a methodological approach to accurate semantic documentation for the built environment”*. Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage), vol.1, no., pp.489,496, Oct. 28 2013-Nov. 1 2013.

B. C., Björk, K., Löwnertz, A., Kiviniemi, (1997) *“ISO DIS 13567 - The Proposed International Standard for Structuring Layers in Computer Aided Building Design”* in ITcon Vol. 2/1997.

D. P., Peterson, (1986). *“Boundary to Constructive Solid Geometry Mappings: A Focus on 2D Issues”* in Computer Aided Design, Vol. 18, No.1, Jan./Feb. 1986, pp.3-14.

R., Aish, (1986). *“Building Modelling: the key to Integrated Construction CAD”*. In “The Fifth International Symposium on the use of Computers for Environmental Engineering related to Buildings, GMW Computers Limited.

C., Eastman, (1974). *“An Outline of the Building Description System”* Issue 50 of Research report. Institute of Physical Planning, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh.

G., Schmitt, (1998). *“Information architecture - Basi e futuro del CAAD”*, Testo & Immagine, Torino.

R., Deutsch, (2011). *“BIM and Integrated Design: Strategies for Architectural Practice”*. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2011

M. S., Bergin, (2012). *“A Brief History of BIM”* in ArchDaily, Dec 7, 2012. Disponibile all'indirizzo: <http://www.archdaily.com/302490>. Data di accesso: 9 Set. 2014.

S., Garagnani, S., Cinti Luciani, (2011). *“Il modello parametrico in architettura: la tecnologia B.I.M. di Autodesk Revit”*, in DISEGNARECON, 4, jun. 2011 p. 20-29. Disponibile all'indirizzo: <http://disegnarecon.unibo.it/article/view/2298>. Data di accesso: 9 Set. 2014, Università di Bologna, Bologna.

P. F., Aubin, (2013). *“Renaissance Revit: Creating Classical Architecture with Modern Software”*, G3B Press, Oak Lawn, Usa.

A. L., Ciribini, (2014), *“L'information modeling e il settore delle costruzioni: IIM e BIM”*. Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN).

C., Eastman, P., Teicholz, R., Sacks, K., Liston, (2008). *“BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors”*, Wiley & Sons, Hoboken.

W. Kymmel, (2008). *“Building information modeling - Planning and managing construction projects with 4d CAD and simulations”*, McGraw Hill, New York.

SmartMarket Report (2014). *“The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling”*. McGraw-Hill Construction, New York.

A. Pavan, B. Daniotti, F. Cecconi, S. Maltese, S. Spagnolo, V. Caffi, M. Chiozzi, e D. Pasini, (2014). *“INNOVance: Italian BIM Database for Construction Process Management. Computing in Civil and Building Engineering”*, pp. 641-648. Disponibile all'indirizzo: <http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784413616.080>. Data di accesso: 9 Set. 2014.