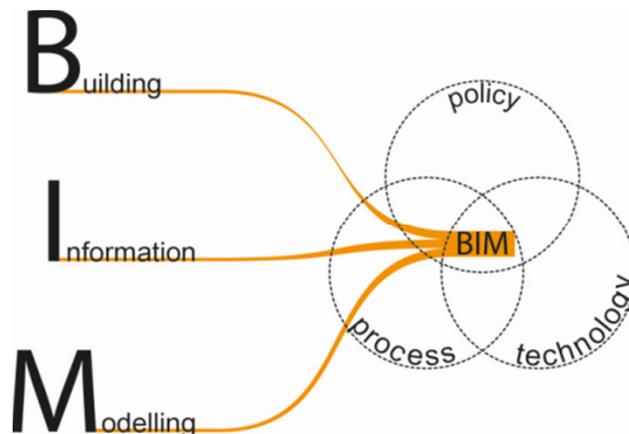


T. Dalla Mora, F. Peron, F. Cappelletti, P. Romagnoni, P. Ruggeri

UNA PANORAMICA SUL BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)



© 2014 AiCARR
via Melchiorre Gioia, 168 - 20125 Milano
Tel. 0267479270. - Fax 02.67479262
www.aicarr.org

Prima edizione 2014

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale, con qualsiasi mezzo (microfilm, copie fotostatiche compresi), sono riservati per tutti i Paesi.

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta con sistemi elettronici, meccanici o altro senza l'autorizzazione scritta dell'Editore.

Finito di stampare nel mese di Novembre 2014
Prodotto interamente realizzato in Italia
Codice ISBN: 9788897323358

PRESENTAZIONE

L'utilizzo di nuovi materiali più performanti nelle prestazioni strutturali e energetiche, la progettazione di sistemi tecnici e impiantistici più efficienti e l'integrazione con le energie rinnovabili costituiscono, sia per le nuove costruzioni che per le ristrutturazioni, l'essenza della progettazione e della costruzione.

Il processo costruttivo coinvolge però un numero crescente di attori e, di pari passo, aumenta l'interesse verso un progetto (e una costruzione) "sostenibile" anche nelle fasi di gestione, conduzione e manutenzione.

Il Building Information Modelling (BIM) è uno strumento multi-dimensionale che interessa in particolare il settore delle costruzioni. Mediante BIM è possibile promuovere una metodologia di lavoro che comporta la generazione di un modello dell'edificio in grado di gestire anche i dati dell'intero ciclo di vita.

Utilizzando software di modellazione virtuale per costruire è possibile affiancare alla fase di progettazione della costruzione la fase estimativa nonché la gestione e la manutenzione della costruzione.

Si può definire BIM come il processo di sviluppo, crescita e analisi di modelli multi- dimensionali virtuali generati in digitale per mezzo di programmi su computer.

Un BIM può contenere qualsiasi informazione riguardante l'edificio o le sue parti. Le informazioni più comunemente raccolte in un BIM riguardano la localizzazione geografica, la geometria, le proprietà dei materiali e degli elementi tecnici, le fasi di realizzazione, le operazioni di manutenzione. BIM è quindi la rappresentazione mediante un modello di dati diversi di un edificio relazionati alle diverse discipline che lo definiscono.

Il ruolo di BIM nell'industria delle costruzioni (attraverso i suoi attori, siano questi Architetti, Ingegneri, Costruttori, Clienti) è quello di sostenere la comunicazione, la cooperazione, la simulazione energetica, la progettazione strutturale ... e quindi di ottimizzare un progetto lungo il completo ciclo di vita dell'opera costruita.

Piercarlo Romagnoni
Coordinatore

SINTESI DEI CONTENUTI

Negli ultimi decenni il settore delle costruzioni è stato protagonista di una rivoluzione digitale che ha coinvolto l'intero processo edilizio. Non si è trattato soltanto di un'innovazione tecnologica legata alla produzione e alla visualizzazione del progetto attraverso il passaggio dal 2D al 3D, ma anche di un cambio di prospettiva e metodologia operativa. Da una parte si è arrivati a considerare l'edificio non come qualcosa di statico ma piuttosto come principale protagonista di un processo da seguire lungo tutta sua evoluzione, dall'altra lo sviluppo crescente di sistemi Building Information Modelling (BIM) ha reso possibile l'integrazione nell'attività di progettazione, costruzione e gestione di informazioni di diversa natura e il loro utilizzo sinergico. In altre parole con i sistemi BIM si è arrivati a avere a disposizione strumenti multi-dimensionale di progettazione e gestione che promuovono una metodologia di lavoro processuale nel settore delle costruzioni. Si basano infatti sulla generazione di un modello 3D dell'edificio attraverso il quale vengono gestite tutte le informazioni che lo riguardano durante l'intero ciclo di vita. Al modello 3D vengono connessi in modo dinamico diversi software di modellazione virtuale (analisi termofluidodinamiche, strutturali, illuminotecniche, acustiche, .. etc.). Si passa poi al 4D considerando il flusso di materiale e i tempi di esecuzione delle lavorazioni e al 5D con la valutazione economica. Tutto questo al fine di aumentare la produttività e l'efficienza, di ridurre i costi nelle fasi di progettazione e di costruzione e al fine di agevolare la gestione e la manutenzione dopo la costruzione.

ABSTRACT

In recent decades, the construction industry has experienced a digital revolution that involved the entire building process. It is not just a technological innovation that has affected the production and viewing of the project through the transition from 2D to 3D. Arriving to Building Information Modelling (BIM) we have available a multidimensional tool that promotes a new work methodology for designing and building

activity in the construction sector: It involves the generation of a 3D model of the building, which also manages the data connected to materials, components, systems during the whole life cycle.

The growing development of BIM has changed the paradigm of construction industry and all stakeholders: in addition to the technological aspects (software and design tools), the building should be considered as a process throughout its life cycle and has also changed the approach by users and the policy makers that had derive new standards and standardization.

In general, BIM software uses several virtual models built in 3 dimensions and add also the time evolution becoming 4 dimensions and costs arriving to 5 dimensions. All this permits to increase productivity and efficiency, to reduce costs in the early stages of design and construction and to facilitate the operation and maintenance after construction.

INDICE

1 -	Introduzione.....	1
2 -	Cosa è il Building Information Modelling (BIM)?	2
3 -	Oggetti ed elementi BIM.....	3
4 -	Campo di attività del BIM	4
5 -	Definizione dei livelli di maturità del processo di progettazione e costruzione.....	4
6 -	Ambiti di applicazione del BIM	6
7 -	Vantaggi del BIM	9
8 -	Interoperabilità: definizione e potenzialità	10
9 -	Come funziona il BIM?	13
10 -	Software BIM	14
	10.1 - Revit	17
	10.2 - ArchiCAD	17
	10.3 - Vectorworks	19
11 -	Futuro del Building Information Modelling.....	21
	Nota.....	22
	Bibliografia	23
	Autori.....	27

1 - Introduzione

I sistemi Building Information Modelling (BIM) sono in grado di gestire le diverse informazioni relative a un edificio dalla geometria, alle relazioni spaziali, prestazioni energetiche illuminotecniche e acustiche, alle informazioni geografiche, alle quantità e proprietà dei componenti, fino al project management e al facility management di post-costruzione. I dati in ambiente BIM possono essere utilizzati per illustrare l'intero ciclo di vita dell'edificio dall'ideazione e progettazione fino alla demolizione e al riutilizzo dei materiali; possono essere facilmente estratti dal modello le quantità, le proprietà dei materiali e l'ambito di impiego, compresa la gestione degli obiettivi di progetto e il facility management per tutto il ciclo di vita. Questa possibilità di gestione delle informazioni infine viene integrata con la possibilità di visualizzazione tutti i sistemi e i componenti, assemblati o in sequenza, in scale diverse rispetto all'intero progetto o a singoli elementi.

Da un punto di vista generale passare a una progettazione di tipo BIM va oltre il semplice passaggio a un nuovo software. L'approccio a BIM richiede una modifica della definizione delle fasi architettoniche tradizionali e una maggiore condivisione dei dati da parte dei professionisti coinvolti nella costruzione rispetto alla consuetudine e una volontà di abbracciare la partnership con una raccolta digitale di tutte le informazioni legate al progetto. Il BIM è in grado di raggiungere questo obiettivo modellando le rappresentazioni, le caratteristiche e i percorsi critici di parti reali e di componenti utilizzati nel processo di costruzione, e ciò rappresenta un grande cambiamento rispetto al CAD tradizionale.

Una caratteristica fondamentale consiste nella interoperabilità del modello e questo richiede che ci sia coordinamento tra disegni, caratteristiche di costruzione, norme, regolamenti, specifiche di prodotto, costi e appalti, condizioni ambientali (dati di emissione), percorsi critici. L'intero processo prevede la raccolta di informazioni in un database, che poi diventa il cuore del BIM. Rispetto alla modellazione CAD 3D questo archivio mette a disposizione una ricca fonte di informazioni geometriche, visive, dimensionali, ambientali, tecniche e di processo. A livello di metafora il software è l'interfaccia di un modello architettonico, il database è l'anima. La gestione del BIM riduce la perdita di informazioni associate ai passaggi del progetto dal team di progettazione al team di costruzione o al proprietario, consentendo così a ogni attore del processo costruttivo di aggiungere e modificare, e di avere sempre i riferimenti di tutte le informazioni che vengono usate o create nel modello. Il BIM è quindi un modello 3D dotato di informazioni e dati su materiali, componenti e lavorazioni.

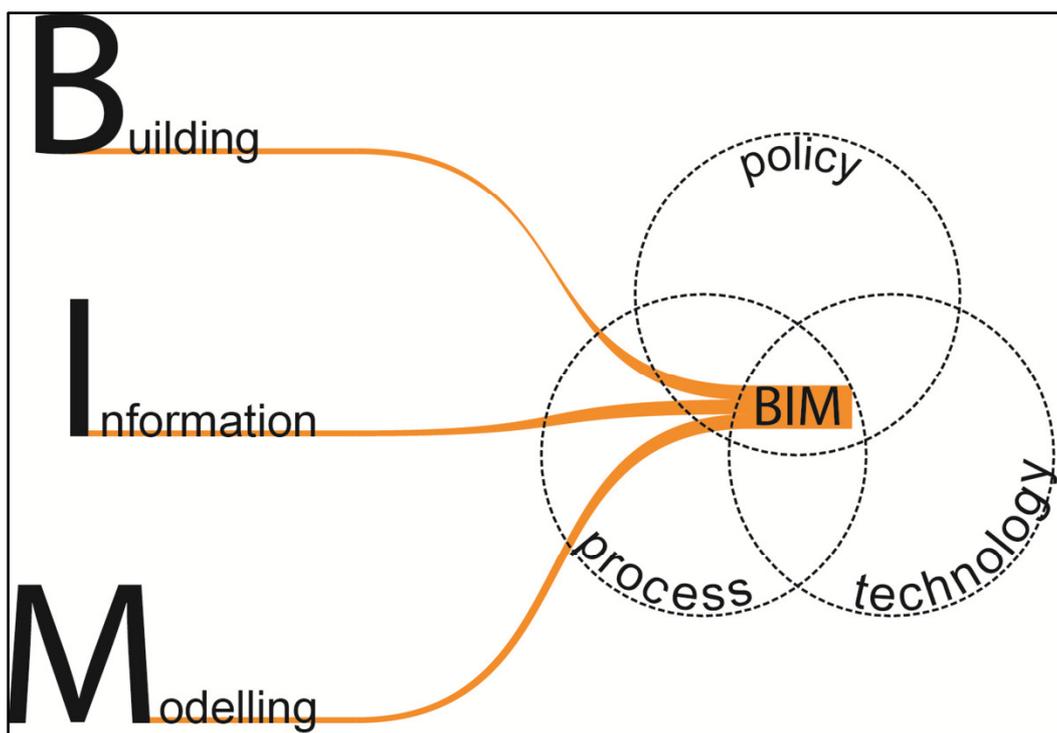


Fig. 1 - Significati di BIM. Da (Dalla Mora, 2014)

2 - Cosa è il Building Information Modelling (BIM)?

Building Information Modelling (BIM) è un insieme interattivo di linee politiche, processi e tecnologie che generano una “metodologia per gestire la progettazione degli edifici e i dati di progetto in formato digitale durante tutto il ciclo di vita dell'edificio” (Penttilä, 2006).

Il BIM, acronimo di Building Information Modeling (Figura 1), viene teorizzato per la prima volta da Phil Bernstein e poi reso popolare e standardizzato da Jerry Laiserin [1]. La BuildingSMART [2] Alliance, società internazionale che regola il BIM, definisce il concetto e identifica nell'acronimo tre funzioni distinte ma collegate tra loro.

- Il Building Information Modelling permette il controllo del processo (business process) per la creazione e l'utilizzo di dati di una costruzione per progettare, costruire e gestire l'edificio durante il suo ciclo di vita. Il BIM consente a tutti i soggetti interessati di avere accesso alle stesse informazioni nello stesso tempo, attraverso l'interoperabilità tra le piattaforme tecnologiche.
- Il Building Information Model consente la rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di un organismo complesso

come è il sistema edificio-impianto. Come tale esso serve come risorsa di conoscenza condivisa per informazioni su una struttura, formando una base affidabile per le decisioni durante il suo ciclo di vita, dall'ideazione fino allo smaltimento.

- Il Building Information Management è l'organizzazione a livello di policies e il controllo del business process utilizzando le informazioni nel prototipo digitale per effettuare lo scambio di informazioni sull'intero ciclo di vita di un bene. I vantaggi includono la comunicazione centralizzata e visiva, l'esplorazione preliminare di opzioni, la sostenibilità, una progettazione efficiente, l'integrazione di discipline, il controllo del sito, la documentazione as built, ecc – in sintesi uno sviluppo efficace di un processo del ciclo di vita e un modello digitale dal concepimento alla dismissione finale dell'edificio.
- L'applicazione della tecnologia BIM influisce direttamente o indirettamente su tutti gli stakeholder del settore architettonico, ingegneristico ed edilizio (AEC). BIM è un modo radicalmente diverso di creare, utilizzare e condividere dati di costruzione e del ciclo di vita. I termini Building Information Model e Building Information Modeling vengono spesso usati come sinonimi, riflettendo la crescita del termine per gestire le crescenti esigenze.

E' possibile definire il **BIM** come una **tecnologia** di modellazione e un set associato di **processi** per **produrre, comunicare e analizzare un modello di edificio**, che è caratterizzato dai seguenti aspetti:

- i componenti della costruzione sono rappresentati con oggetti parametrici digitali che contengono la rappresentazione grafica (**graphics**) e attributi (**data attributes**), identificati nei vari software attraverso norme parametriche (**parametrics rules**) che permettono loro di essere manipolati in modo intelligente;
- i **componenti** includono dati che descrivono il **comportamento** durante le analisi o i processi di lavoro (takeoff, prestazioni, analisi energetiche);
- i dati sono **coerenti e non ridondanti** in modo tale che le modifiche siano rappresentate in tutte le viste del componente e in tutti gli assemblaggi in cui è parte;
- i dati sono **coordinati** in modo tale che tutte le viste di un modello vengano rappresentati in modo coerente.
- I dati e i componenti fanno riferimento a un unico database comune, in modo tale che l'informazione sia sempre aggiornata e che sia minimo il rischio di errore.

3 - Oggetti ed elementi BIM

In ambiente BIM il modello di un edificio viene creato a partire da modelli

BIM degli elementi che lo compongono, i quali portano e includono informazioni necessarie sulle prestazioni strutturali, costruttive, ambientali e sulla loro operatività e manutenzione. In termini di documentazione di un progetto l'elemento BIM è una rappresentazione coerente delle informazioni della costruzione. Di norma i produttori di componenti sviluppano elementi BIM con le informazioni richieste e li mettono a disposizione per l'utilizzo nelle diverse applicazioni BIM (ad esempio Revit, ArchiCAD e Tekla). La Figura 2 descrive gli attributi aggiunti a un generico elemento muro.

4 - Campo di attività del BIM

In un quadro generale di applicazione della metodologia BIM è possibile definire tre settori di attività per l'identificazione di un dominio in cui sono presenti "giocatori" e loro "servizi": tecnologia, processo, politiche come illustrato in Figura 3. Il campo della **Tecnologia** contiene tutte le persone che lavorano allo sviluppo di software, hardware, strumenti e sistemi di networking utili per il settore AEC. Il campo del **Processo** include gli attori coinvolti nella progettazione, la costruzione, la fabbricazione, l'uso, le procedure di gestione e di funzionamento, come ad esempio proprietari, progettisti, imprenditori e facility manager. Infine, il campo delle **Politiche** comprende organizzazioni specializzate che gestiscono la fase preparatoria, le questioni normative e contrattuali, quali le compagnie di assicurazione, i centri di ricerca, gli istituti scolastici e gli organismi di regolamentazione.

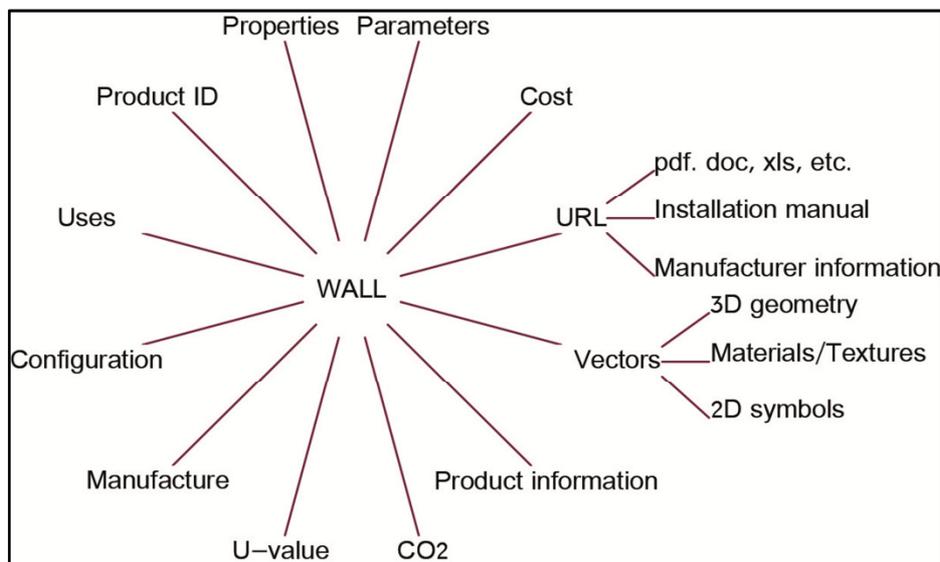


Fig. 2 - Esempio di attributi per un muro. Da (Dalla Mora, 2014).

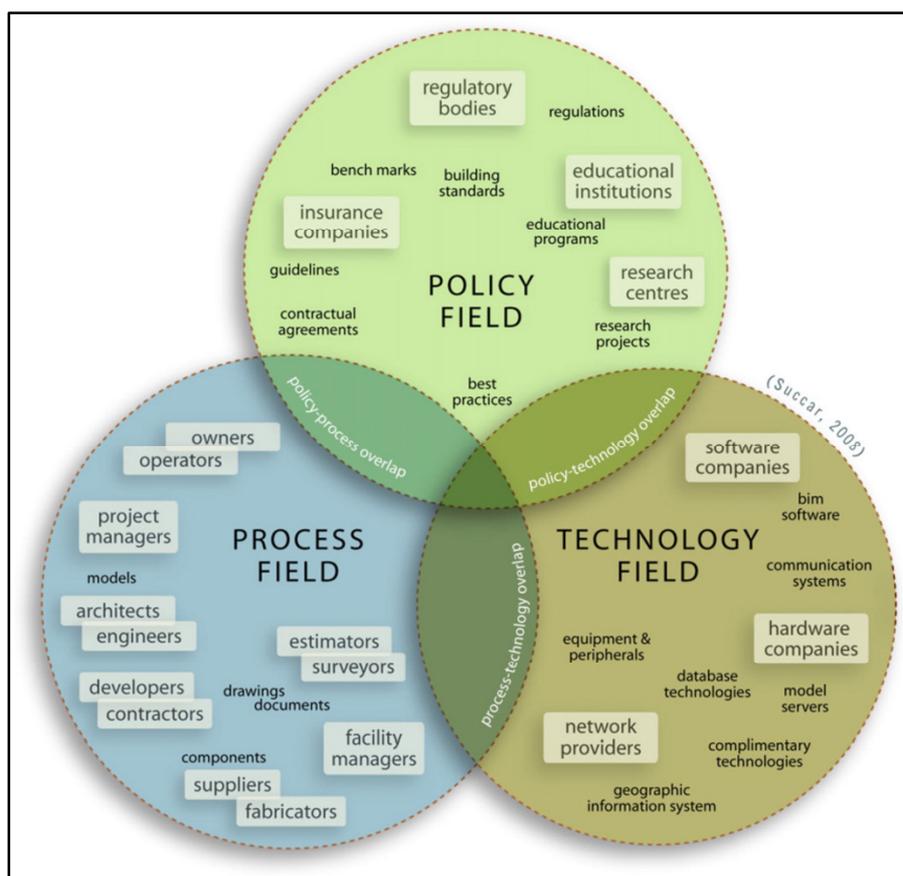


Fig. 3 - Tre campi di attività relativi alla tecnologia BIM. Da (Succar, 2009).

I tre campi sono legati gli uni agli altri: per esempio la generazione di open standard ha bisogno dell'interazione tra la parte politica (ricercatori e responsabili politici) e la parte tecnologica (sviluppatori software). Viceversa che opera nel processo può sviluppare linee guida relative per il settore politico oppure può lavorare solo nel processo di progettazione (Succar, 2009).

5 - Definizione dei livelli di maturità del processo di progettazione e costruzione

Come mostrato in Figura 4, il Governo del Regno Unito ha definito i livelli di maturità del processo di progettazione e costruzione attraverso un indice basato su livelli da 0 a 3 per classificare il tipo di processo tecnico e di collaborazione relativi all'adozione di sistemi BIM (Department of Business, 2001).

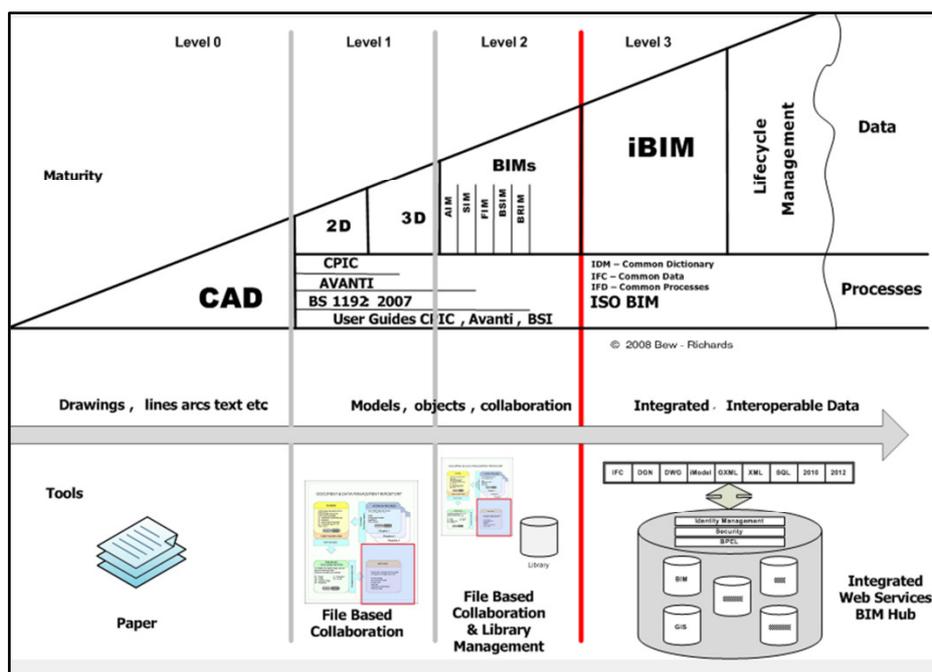


Fig. 4 - Livelli di maturità del processo progettuale costruttivo. Da (Department of Business, 2011).

Il **livello 0** è cartaceo ed è caratterizzato da disegni **CAD 2D**, con la carta come supporto di scambio dati più probabile.

Il **livello 1** introduce l'adozione del **formato 3D**, oltre ai dati 2D, come indicato nel "British Standard BS1192:2007, "Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice". Tuttavia, il modello viene creato solo con lo scopo di visualizzazione e le informazioni non vengono condivise.

Il **livello 2** introduce **modelli BIM** per ogni disciplina. I dati sono condivisi tra le parti coinvolte e sono adottati nel processo anche modelli 4D e 5D. Tuttavia a questo livello non è ancora stato sviluppato il pieno potenziale dell'utilizzo dei dati che accompagnano elementi e componenti.

Il livello 3 è il livello più elevato ed è caratterizzato da un **processo integrato BIM** cui i dati openBIM sono condivisi durante il ciclo di vita complessivo della struttura grazie a servizi web. Ciò significa avere un processo completamente aperto e un'integrazione dei dati abilitata per "servizi web " conformi alle norme emergenti IFC\IFD, gestiti da un server in maniera collaborativa.

6 - Ambiti di applicazione del BIM

Il Building Information Modeling ha diverse applicazioni nel settore AECO

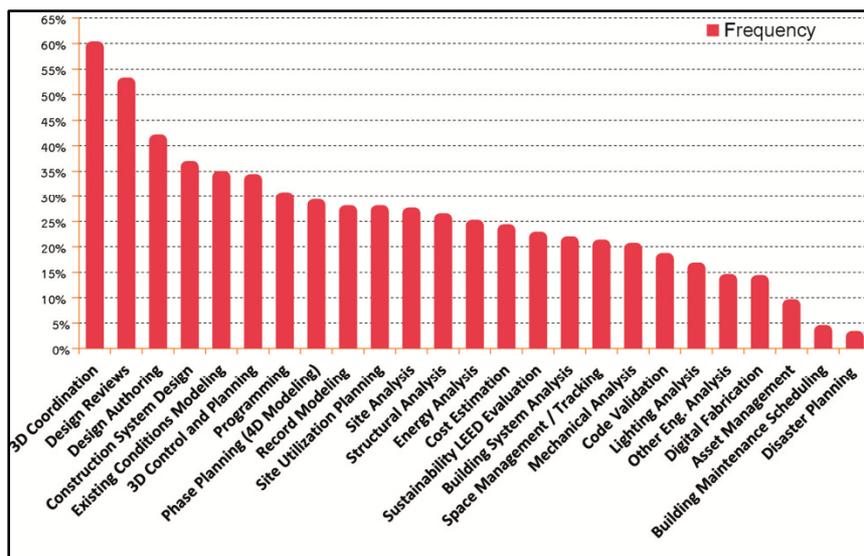


Fig. 5 - Distribuzione delle applicazioni del Building Information Modeling. Da (Kreider, R., Messner, J., & Dubler, C., 2013).

(Architettura, Ingegneria, Costruzioni e Operazioni): la Figura 5 riporta, una distribuzione delle applicazioni. È possibile ricavare un valore medio della frequenza di applicazione per ogni uso BIM (Kreider et al., 2010) e i dati mostrano che il coordinamento 3D e la revisione della progettazione sono molto utilizzate. La maggior parte degli altri usi scendono al di sotto del 30%. Tuttavia, il risultato più significativo è che l'uso di BIM è ben consolidato e copre quasi tutte le attività dei settori AEC.

La serie di pubblicazioni “Common BIM Requirements 2012” (COBIM, 2012), analizza gli obiettivi delle nuove costruzioni e ristrutturazioni, nonché l'uso e il facility management degli edifici e in questi documenti sono spiegate tutte le finalità sull'uso del BIM.

Progettazione dell'edificio: BIM adottato per progettare le parti architettoniche, strutturali e MEP della struttura, oltre alla zona circostante (COBIM 2012, Serie 2-5).

Coordinamento: diversi software vengono utilizzati per creare oggetti di diverse discipline e quindi possono essere uniti per trovare possibili conflitti, tuttavia la soluzione migliore sarebbe un utilizzo di modelli collegati fin dall'inizio, come ad esempio utilizzando tecnologie di cloud computing.

Estrazione di disegni 2D: in ogni momento del processo di progettazione, è possibile estrarre dal modello i disegni 2D e il progettista è sicuro che siano sempre aggiornati e coerenti (COBIM 2012, Serie 13, pag. 5).

Visualizzazione e comunicazione: il modello 3D è molto utile per una migliore comprensione delle soluzioni progettuali, sia per i progettisti

della stessa disciplina, ma anche per le diverse parti interessate che non hanno familiarità con il lavoro di altri esperti (Barker, 2011). E' possibile "camminare" attraverso il modello, creare animazioni e vedere le immagini in 3D o render presi dal modello (COBIM 2012, Serie 8). Inoltre l'utilizzo di BIM può aiutare gli agenti immobiliari nella vendita attraverso una forte visualizzazione e gli acquirenti sono in grado di personalizzare facilmente il design della casa (Saxon, 2013).

Supporto per le decisioni: il BIM può essere adottato per studiare diverse alternative, confrontando diversi parametri quali funzionalità, ambiti e costi. Ad esempio può essere utile come supporto per le decisioni sugli investimenti (COBIM 2012, Serie 1, pag. 5).

Garanzia di qualità: il controllo del progetto è uno delle più potenti utilizzazioni di BIM, perché permette di scoprire e risolvere problemi in fase di progettazione anziché durante la costruzione. Grazie agli strumenti di controllo del modello è possibile approvare l'edificio con un software di validazione rule-based basato su regole che sono state definite in conformità con i requisiti BIM (COBIM 2012, Serie 6). Questo approccio è utile per il cliente, che può controllare se i requisiti sono stati rispettati, ma anche per il personale di vigilanza dell'edificio per effettuare revisioni sulla sicurezza antincendio (Azhar et al., 2008) e sull'accessibilità.

Quantità Take-off (QTO): il BIM può essere utile per estrarre quantità durante la fase di offerta e per gli acquisti durante la fase di costruzione (COBIM 2012, Serie 7).

Pianificazione: è possibile collegare le quantità per la pianificazione e generare simulazioni 4D (Barker, 2011).

La stima dei costi: collegando prezzi a quantità, può essere ottenuta la valutazione dei costi (COBIM 2012, Serie 7). Inoltre i modelli 5D possono permettere lo studio l'evoluzione dei costi durante l'intero processo.

Analisi: il BIM può aiutare i progettisti a simulare le prestazioni del ciclo di vita dell'edificio. Possono essere effettuate diverse analisi, ad esempio di tipo strutturale, MEP (COBIM 2012, Serie 9), energetica (COBIM 2012, Serie 10), acustica e di illuminazione.

Costruzione: il BIM viene adottato anche per la pianificazione della sicurezza e per studiare il layout di cantiere (Figura 6), facendo attenzione alle interazioni con le aree circostanti. Inoltre, le simulazioni 4D sono utili ad esempio per controllare le sequenze di installazione dei componenti, la pianificazione della produzione, per le revisioni di costruibilità e per visualizzare lo stato di costruzione (COBIM 2012, Serie 13).

Facility Management (FM): il BIM può essere adottato come supporto durante il funzionamento e la manutenzione della struttura, come per i lavori di ristrutturazione e progettazione degli spazi (COBIM 2012, Serie 12).

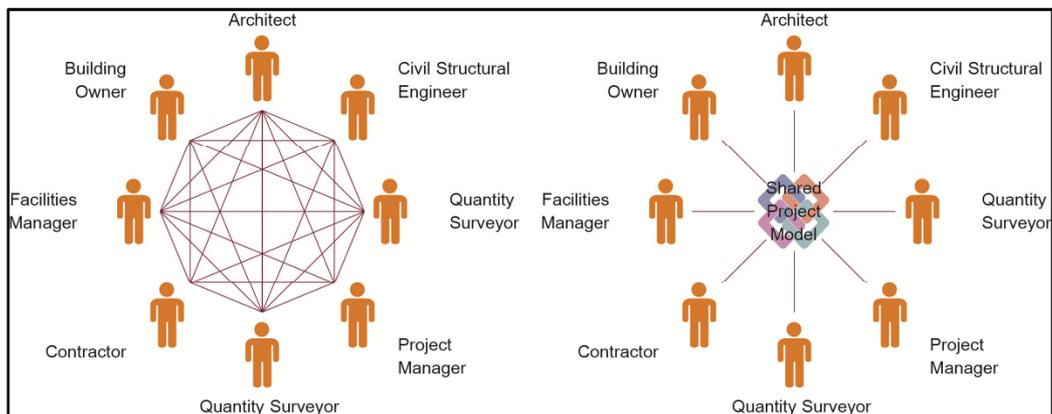


Fig. 6 - Confronto tra schemi 2D e un progetto esecutivo BIM basato su un modello condiviso. Da (Dalla Mora, 2014)

7 - Vantaggi del BIM

La tecnologia BIM è in grado di supportare e migliorare molte pratiche di business. Anche se i settori Architettura Ingegneria Costruzioni e del Facility Management sono tra i primi utilizzatori del BIM sono già stati realizzati miglioramenti significativi (rispetto al CAD 2D tradizionale o a pratiche cartacee). Piuttosto che pensare a quanto siano attualmente in uso, i benefici elencati mostrano tutta la portata dei cambiamenti che possono essere attesi dallo sviluppo della tecnologia BIM. I campi del BIM legati alla tecnologia e al processo sono al centro della progettazione e della costruzione edilizia per come rispondono alle crescenti pressioni di una maggiore complessità, uno sviluppo più veloce, una migliore sostenibilità, una riduzione del costo della costruzione e del suo successivo utilizzo. La pratica tradizionale infatti non è in grado di rispondere a queste pressioni.

La ragione più convincente per adottare BIM è il vantaggio intrinseco della **rappresentazione 3D** durante la fase di progettazione e di preparazione della documentazione di un progetto. La rappresentazione 3D permette al team di progettazione una migliore comprensione, visualizzazione e risoluzione dei problemi durante tutto il processo. Il coordinamento all'interno di un unico modello è notevolmente migliore rispetto a quello richiesto da più documenti 2D. L'approccio BIM consente di migliorare l'intero processo di costruzione con benefici come una diminuzione dei costi di progetto, una consegna del progetto più veloce e una maggiore qualità del progetto. Altri vantaggi correlati sono (Azhar et al., 2008):

- **processi più rapidi e più efficaci:** le informazioni sono più

- facilmente condivise, possono essere un valore aggiunto e possono essere riutilizzate;
- **migliore progettazione:** le proposte di progetto possano essere rigorosamente analizzate, possono essere eseguite in modo rapido simulazioni e prestazioni dei benchmark, consentendo soluzioni migliori e innovative;
- **controllo dei costi dell'intero ciclo di vita e dei dati ambientali:** la prestazione ambientale è più prevedibile, i costi del ciclo di vita vengono meglio compresi;
- **migliore qualità della produzione:** la documentazione finale è flessibile e sfrutta l'automazione;
- **assemblaggio automatizzato:** i dati digitali di prodotto possono essere sfruttati in processi downstream (cioè nel processo produttivo interno all'azienda) e possono essere usati per la produzione e l'assemblaggio dei sistemi strutturali;
- **migliore servizio al cliente:** attraverso una visualizzazione più dettagliata e accurata le proposte possono essere meglio comprese;
- **dati del ciclo di vita:** informazioni su requisiti, progettazione, costruzione e manutenzione possono essere utilizzati per facility management.

Il CIFE (Center for Integrated Facilities Engineering) dell'Università di Stanford ha fatto un'indagine su 32 grandi progetti che utilizzano BIM e ne ha indicato i vantaggi, tra cui:

- l'eliminazione di cambiamento di budget fino al 40%;
- precisione di stima dei costi entro il 3%;
- riduzione fino al 80% del tempo richiesto per generare un preventivo di spesa;
- risparmio fino al 10% del valore del contratto attraverso clash-detections;
- riduzione nel tempo del progetto fino al 7%.

8 - Interoperabilità: definizione e potenzialità

Poiché le attività del settore AEC sono di tipo collaborativo e non esiste un'applicazione software in grado di gestirle tutte, sono necessari strumenti che consentano lo scambio dei dati tra i vari professionisti e tra i vari software. L'interoperabilità del software identifica lo scambio continuo di dati a livello di software fra applicazioni diverse, ognuna delle quali può avere una propria struttura dati interna: si realizza mappando parti della struttura dati interna di ciascuna applicazione partecipanti verso un modello di dati universale e viceversa (National Institute of Building Sciences, 2007).

L'obiettivo principale di interoperabilità consiste nella possibilità di avere i

dati giusti nel formato giusto al momento giusto, allo stesso tempo, cercando di eliminare sprechi nelle fasi di recreating, editing e converting dei dati della costruzione durante l'intero processo, in cui viene infatti creata una grande quantità di informazioni (Eastman, 2011).

L'interoperabilità è il requisito essenziale affinché il BIM in un numero crescente di progetti venga effettivamente impiegato come metodologia e non solo come modello semplificato utilizzato durante la fase di progettazione. Lo scambio automatico dei modelli e di altri dati tra diverse piattaforme di software è uno dei principali cambiamenti richiesti dal settore AEC per una completa integrazione e collaborazione tra i diversi attori del processo edilizio.

Il concetto è chiaramente espresso nella "Curva di Patrick MacLeamy" (Figura 7), che era stata presentata durante la conferenza AIA del 2005 proprio come tematica legata alla progettazione integrata (Integrated Process Delivery, IPD). Il grafico mostra la classica curva a campana del processo di progettazione tradizionale con il picco di sforzi e risorse al centro della fase di costruzione e documentazione e mostra come il BIM muove il picco di utilizzo delle risorse alla fine della fase di progettazione preliminare. Essa mostra anche che le modifiche di progettazione efficaci sono più facili e meno costose nelle prime fasi del processo e meno efficaci e più costose in seguito.

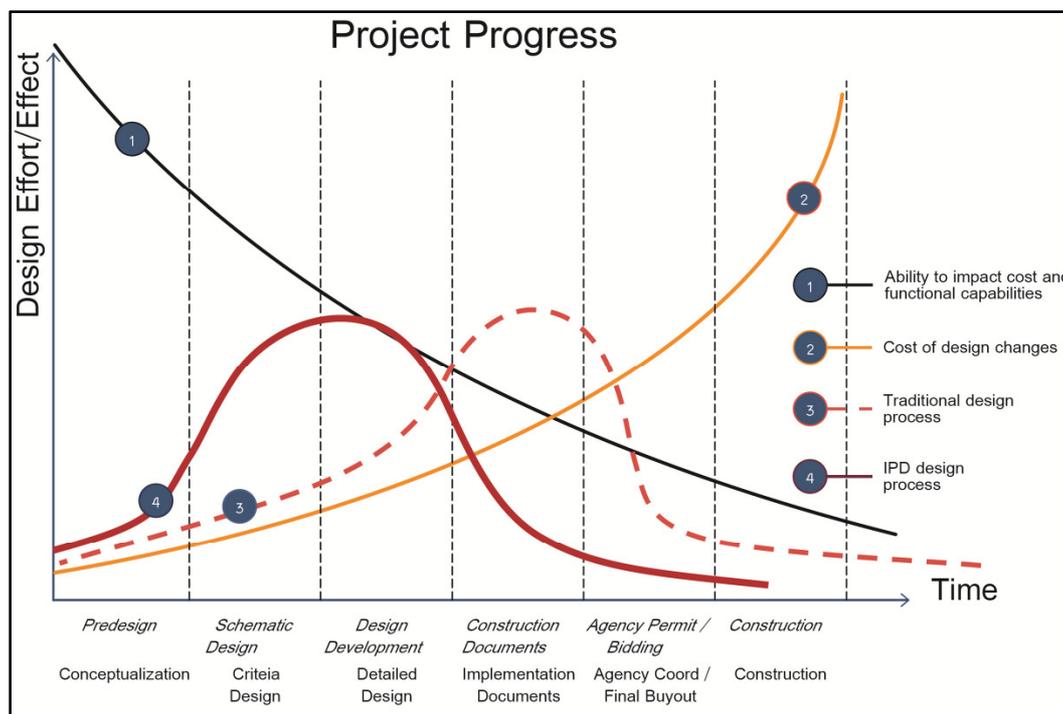


Fig. 7 - Schema del processo di progettazione. Da (MacLeamy, AIA 2007)

Essenzialmente questo richiede che progettisti, impresari e persino grandi subappaltatori (impiantisti e strutturisti) vengano convocati in un lavoro di squadra sin dalle prime fasi di progettazione.

Per definire in maniera inequivocabile le condizioni di scambio delle informazioni, sono necessari dettagliati standard tecnici, poiché gli utenti che trasferiscono i dati ovviamente lo fanno utilizzando diversi tipi di software. Questi software devono quindi contenere al loro interno tutti gli standard, e lo devono fare nascondendone la complessità all'utente e facendo in modo che essi siano messi in atto automaticamente dal sistema.

I problemi di interoperabilità si manifestano nei tanti software utilizzati da diversi utenti e per questo motivo è stato sviluppato dall'associazione buildingSMART il programma OpenBIM: di tratta di "un approccio universale di collaborazione nelle fasi di progettazione, costruzione e gestione degli edifici basato su standard e flussi di lavoro aperti" [3]. Questa integrazione tra le piattaforme avviene tramite il formato IFC (Industry Foundation Classes) [4], è il principale modello di dati basato su standard e rappresenta il formato di scambio dati preferenziale per tutto il mondo della progettazione BIM oriented.

Le caratteristiche principali sono la esigua dimensione dei files, il contenuto tridimensionale identico all'originale e soprattutto la capacità di trasmettere ad altre piattaforme BIM le informazioni aggiuntive degli oggetti inseriti senza bisogno di ulteriori trasformazioni. Il formato IFC è di tipo open-source e free; è inoltre registrato dalla ISO e segue i requisiti ISO 16739: 2013 oltre ad essere supportato da numerosi software (Graphisoft, Autodesk, Nemetschek). La possibilità di condividere data-rich models attraverso varie discipline rende il formato IFC come l'equivalente architettonico di HTML: ciò può introdurre alcuni problemi legali e di proprietà, ma può anche svincolare architetti, consulenti, utenti e altri professionisti ad essere legati a un unico fornitore o piattaforma.

Il formato gbXML (Green Building XML) [5] è un open schema sviluppato da Green Building Studio Inc. per il trasferimento dei dati da un modello BIM a strumenti di analisi e simulazione energetica; questo formato quindi potenzia numerosi software di simulazione energetica disponibili sul mercato perché permette di integrare la fase di progettazione e la gestione dell'edificio e delle risorse: consente infatti una descrizione dettagliata della costruzione utilizzabile per la determinazione del costo di funzionamento, dell'inquinamento prodotto, del fabbisogno energetico, e del comfort. Esso consente l'interoperabilità dei dati tra le applicazioni CAD 3D e modelli BIM e programmi di analisi dell'edificio (DOE-2.2, IES Virtual Environment, Energy Plus). Il formato gbXML è uno schema XML (Extensible Markup Language), che fornisce un linguaggio-schema alternativo particolarmente adatto per l'utilizzo web. Infatti XML è un'estensione di HTML, il linguaggio utilizzato per l'invio di informazioni

sul web, i due più conosciuti formati XML per la pubblicazione dei dati del modello dell'edificio sono DWF e PDF 3D.

9 - Come funziona il BIM?

Il Building Information Modelling può ancora produrre disegni 2D o 3D, ma il processo non è più focalizzato su linee vettoriali, forme e caselle di testo; si basa invece su insiemi di dati che descrivono gli oggetti virtualmente, imitando il modo in cui saranno gestiti fisicamente nel mondo reale. La vera differenza che il BIM offre, tuttavia, è che si tratta di un sistema veramente interoperabile, che offre piena integrazione, consentendo ai vari professionisti e specialisti coinvolti in ogni fase del ciclo di vita di lavorare insieme, senza conflitti di dati o di processo.

A seconda del tipo di approccio il BIM, può riguardare diverse prospettive: per esempio il consumo di energia per un ingegnere, l'edificabilità di un edificio per l'imprenditore, lo spazio utilizzabile per il cliente, la manutenzione e le prestazioni del prodotto per il produttore.

La programmazione 4D in BIM consente ai progettisti e manager di individuare i problemi di pianificazione legati alla durata dei lavori e di analizzare le sovrapposizioni e l'accessibilità più efficacemente che attraverso grafici standard di Gantt. Un aspetto molto importante è che la programmazione 4D è che è soggetta a uno stato dinamico a differenza di quello statico in un modello di edificio standard. Facendo un collegamento tra le tempistiche e i componenti strutturali, è possibile effettuare un'analisi relativa alla parte strutturale utilizzando un modello BIM reale. Se l'analisi del flusso di lavoro del modello viene effettuata in fase di progettazione, si può determinare il migliore tipo materiale e la relativa metodologia di costruzione al fine di risparmiare tempo e denaro. Il rilevamento di conflitti (clash-detection) è uno degli aspetti più di moda del BIM perché dà importanza al risparmio effettuato nell'eliminazione di problemi riscontrati durante le revisioni del progetto. Il rilevamento di conflitti può essere suddiviso in tre categorie: Hard clash, Soft clash/clearance clash, 4D/workflow Clash.

Il primo avviene quando gli oggetti occupano lo stesso spazio: ad esempio, un tubo passa attraverso una parete dove non ne è indicata l'uscita. Il secondo tipo si riferisce a tolleranze ammissibili o di spazio: per esempio, zone cuscinetto tra i componenti lasciati per fornire lo spazio necessario alla manutenzione. Il terzo tipo riguarda le sovrapposizioni riferite alla pianificazione 4D o al flusso di lavoro, quindi alla programmazione dei diversi team di lavoro, alla fornitura di attrezzature e materiali o altre problematiche legate alla tempistica.

Il livello di BIM utilizzato è spesso relazionato al livello di maturità del team di progettazione e quindi tuttora è ancora raro l'utilizzo del 4D

completamente integrato con il 5D, soprattutto a causa dei costi del software e alla poca formazione. Tuttavia, la certezza delle quantità generate dal modello BIM permette diverse valutazioni nel trovare le soluzioni più efficaci prima della costruzione: modellare in BIM significa infatti che la pianificazione delle quantità può essere prodotta immediatamente.

Nuove opportunità sono possibili anche per l'attività di Quantity Surveying: in questo settore delle costruzioni interessata con costi di costruzione e contratti, in precedenza si passava molto tempo nella misurazione prendendo le quantità dai disegni 2D. Nonostante l'accuratezza del BIM, resta la questione delle differenze nei "metodi standard di misurazione": Il Regno Unito utilizza vari SMM (*Social media management software*), l'Irlanda utilizza principalmente una versione di ARM (Agreed Rules of Measurement) e gli Stati Uniti e l'Australia usano altre varianti. Quindi sembra essere ancora lontano un metodo standard internazionale di misura compatibile con tutti i software BIM.

10 - Software BIM

Che tipo di software dovrebbe utilizzare un professionista per sfruttare al meglio il BIM? La breve risposta è "non solo uno" (Figura 8). Per iniziare, ciascuna delle tre principali applicazioni BIM rivolte ad architetti - ArchiCAD, Revit, e Vectorworks - ha le caratteristiche e le limitazioni per diventare il software principale, ma normalmente è meglio una combinazione di più applicazioni. A seconda della complessità del progetto, un software può essere utilizzato in fase di concept per creare un modello importato poi in un'applicazione BIM. In fasi successive, altri possono essere utilizzati per analizzare i dati di un modello BIM per la modellazione energetica, per le fasi di costruzione o per altri usi. I problemi di interoperabilità vengono alla ribalta con tanti software utilizzati da utenti diversi e per questo motivo è stato sviluppato il programma OpenBIM.

Le applicazioni BIM sono state sviluppate essenzialmente come strumento di progettazione parametrica object-base per creare e gestire informazioni legate alla fase di progettazione, di cantiere e di manutenzione.

La maggior parte dei software BIM hanno anche interfacce per altre applicazioni come rendering, analisi energetica, stima dei costi, e altre. Alcune forniscono anche funzionalità multiutente che consentono a più utenti di coordinare il proprio lavoro.

Grandi imprese e studi di progettazione in genere gestiscono e integrano da 10 a 50 diversi tipi di applicazioni per l'utilizzo dei loro dipendenti. È importante specificare come le diverse applicazioni sono concepite e or-

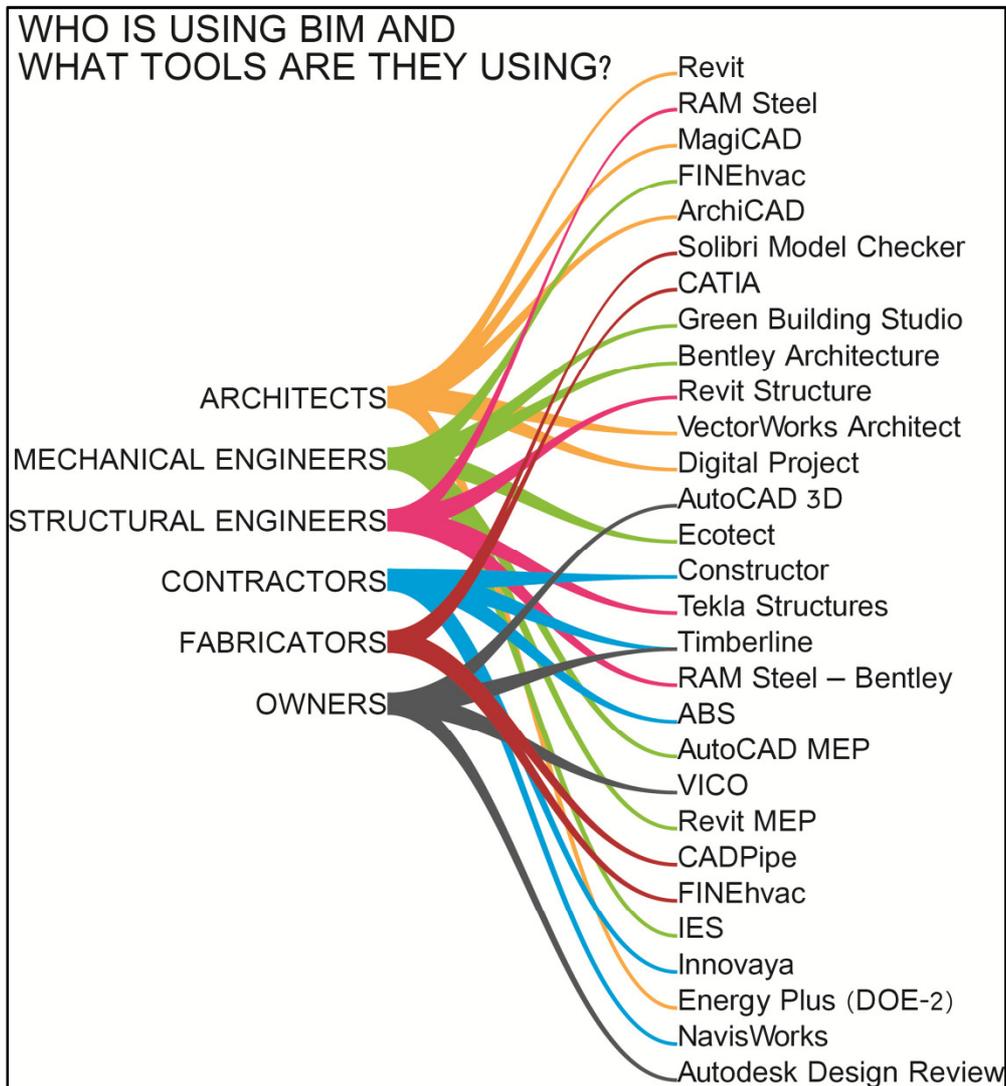


Fig. 8 - Chi utilizza il BIM e con quale software. Da (Dalla Mora, 2014).

ganizzate attraverso una possibile gerarchia di termini che spiega l'uso BIM:

BIM tool: si tratta di un software che genera uno specifico risultato; per esempio sono strumenti quelli per generazione del modello, produzione di disegni, stima dei costi, clash & error detection, analisi energetica, rendering, programmazione e visualizzazione. Il tipo di output è spesso stand-alone, come rapporti, disegni, tuttavia, talvolta può essere esportato ad altre applicazioni di tipo tool, come ad esempio quantità takeoff o stime dei costi o nodi strutturali da applicare a dettagli costruttivi.

BIM platform: è un'applicazione, di solito per la progettazione, che genera dati per molteplici usi. Fornisce un modello con le informazioni principali che sono caratterizzanti la piattaforma, per esempio quelle geometriche. La maggior parte delle piattaforme BIM incorpora internamente anche funzionalità come generazione di disegni verifica di clash and error detection. Di norma, incorporano interfacce di altri BIM tool con vari livelli di integrazione.

BIM environment: permette la gestione dei dati di più flussi di informazioni che integrano le varie applicazioni (strumenti e piattaforme) all'interno di un'organizzazione. Rispecchia e sostiene le policies e le pratiche organizzandone le disposizioni e richieste. Spesso l'ambiente BIM non è "concettualizzato" e cresce in maniera ad hoc dalle necessità interne della società o del gruppo di lavoro. La funzione principale degli ambienti BIM è la generazione automatica e la gestione di più set di dati provenienti da strumenti BIM. Inoltre, quando si utilizzano più piattaforme, e, quindi, i modelli di dati, è necessario un altro livello di gestione dei dati e di coordinamento.

Gli ambienti BIM sono rivolti come le piattaforme al monitoraggio e al coordinamento del progetto, ma offrono l'opportunità di svolgere molto più ampie forme di informazione rispetto al solo modello, per esempio video, immagini, registrazioni audio, email. Le piattaforme BIM non sono impostate per gestire tali informazioni così eterogenee. I Server BIM per esempio sono nuovi prodotti mirati a supportare ambienti BIM e che troveranno sempre maggiore sviluppo.

Inoltre l'ambiente BIM include librerie di oggetti e di sistemi di montaggio per il recupero di edifici, oppure interfacce e collegamenti a sistemi di gestione aziendale e di contabilità.

Le piattaforme BIM dispongono di informazioni sufficienti per supportare le operazioni di progettazione e di creazione e di modifica di oggetti. Attraverso regole parametriche mantengono la correttezza spaziale di un modello di edificio.

Possono avere più strumenti integrati per la modellazione 3D, per il computo metrico, per il rendering, e per la semplice produzione di disegni. Gli strumenti BIM invece non hanno la struttura e le regole per aggiornare correttamente la progettazione degli edifici. Essi forniscono analisi e pacchetto di dati per costi o pianificazioni e creano schede tecniche e possibilmente rendering o animazioni. Le piattaforme sono spesso usate anche in modo informale come ambiente BIM poiché è possibile basarsi su una sola piattaforma per fornire tutti i servizi all'interno di un'organizzazione, ed quello che succede quando si propone all'acquirente un'offerta con la "soluzione completa".

Di seguito sono considerati genericamente le principali piattaforme BIM dal punto di vista del prodotto principale, con riferimento ad altri prodotti che possono essere eseguiti sulla stessa piattaforma.

10.1 - Revit

Revit è il software più noto e l'attuale leader di mercato BIM nella progettazione architettonica. È stato introdotto da Autodesk nel 2002; è una piattaforma completamente separata da AutoCAD, con una propria struttura diversa, e supporta il formato IFC import/export. Revit offre una famiglia di prodotti integrati che attualmente include Revit Architecture, Revit Structure e Revit MEP.

Punti di forza: Revit è intuitivo e gli strumenti di produzione di disegno sono buoni. È di facile apprendimento da imparare e le sue capacità sono organizzate in una interfaccia user-friendly ben progettato; è una piattaforma forte grazie alla gamma di applicazioni di supporto e di librerie di oggetti, sviluppata sia internamente che da terzi. Revit Architecture supporta i seguenti formati di file: DWG, DOF, DGN, SAT, DWF / DWFo, ADSK, html, OSA, gbXML, IFC, e ODBC.

Punti di debolezza: Revit è un sistema in-memory che rallenta in modo significativo con progetti più grandi di circa 300 megabyte. Sono presenti alcune limitazioni sulle regole parametriche e c'è un supporto limitato per le superfici curve complesse.

Come strumento: la creazione di disegni è molto buona e di tipo associativo, in modo che i disegni siano facilmente gestibili. L'editing è bidirezionale, da disegni e dal modello, e anche per la gestione delle schedules e dei componenti. Revit permette lo sviluppo di nuovi oggetti parametrici personalizzati e la personalizzazione di oggetti predefiniti.

Come piattaforma: Revit è il più grande insieme di applicazioni associate, come collegamenti diretti o attraverso IFC o altri formati di scambio. Esempi di piattaforme: strutturale (con Revit Structure); meccanico (con Revit MEP); energia e ambiente (Ecotect, EnergyPlus, IES, Green Building Studio); visualizzazione (Mental Ray, 3D Max, Piranesi); facility management (Autodesk FMDesktop, Archibus). Revit è in grado di importare i modelli di strumenti di progettazione concettuale come SketchUp, Rhinoceros, Google Earth, e altri sistemi che esportano i file DOF.

Come ambiente: Revit trasporta le informazioni relative agli oggetti; tuttavia questa operazione avviene a livello di file e non a livello di oggetto. Questo aspetto limita la sincronizzazione di oggetti con differenti viste in file diversi.

Revit è soprattutto una piattaforma, ma non un ambiente BIM: dovrebbe avere maggiori capacità di gestione degli oggetti, come accade con il server DELTA di ArchiCAD.

10.2 - ARCHICAD

ArchiCAD è la più vecchia applicazione BIM in commercio per la progettazione architettonica. Graphisoft, la società madre, ha iniziato nei

primi anni 1980 e poi è stata acquisita nel 2007 da Nemetschek. Attualmente è presente la versione 17.0. e supporta la piattaforma Mac oltre a Windows.

ArchiCAD è come una delle tante applicazioni satellitari in orbita intorno un modello di edificio virtuale piuttosto che come il repository centrale per l'intero modello. Infatti è tra i principali promotori di OpenBIM e con BuildingSMART distribuisce applicativi basati sul formato IFC su un modello server come repository virtuale dell'edificio, che forse è l'approccio tecnico più innovativo per il futuro del BIM.

Punti di forza: ArchiCAD ha un'interfaccia intuitiva ed è relativamente semplice da usare. Fornisce una libreria di oggetti di grandi dimensioni e una ricca suite di applicazioni di supporto per la progettazione, per i sistemi di costruzione e per il facility management. Può essere utilizzato in tutte le fasi tranne dettagli di costruzione. La capacità di server facilita l'interoperabilità in un progetto integrato e il coordinamento nella progettazione con sistemi object-based.

Punti di debolezza: ArchiCAD ha piccole limitazioni nella capacità di modellazione parametrica personalizzata; possiede un sistema in-memory e può incontrare problemi di scala con grandi progetti, ma ha una gestione molto efficace nel gestire grandi progetti, attraverso il l'uso di DELTA Server.

Caratteristiche. Come strumento, la creazione di disegni in ArchiCAD è gestita automaticamente dal sistema; ogni modifica del modello viene automaticamente messa in layout di documenti; dettagli, sezioni e le immagini 3D possono essere facilmente inseriti in layout. ArchiCAD incorpora una gamma molto ampia di oggetti parametrici predefiniti. Include funzionalità di modellazione per la pianificazione del sito di progetto, per interni, e fornisce vaste librerie di oggetti per gli utenti, organizzati in sistemi: elementi prefabbricati in calcestruzzo, muratura, metalli, legno, protezione termica e umidità, impianto idraulico, HVAC, elettrici, ecc. La modellazione parametrica definita dall'utente ha alcune limitazioni; lo strumento di schizzo a mano e la generazione di regole parametriche non supportano espressioni algebriche o condizionali. Come piattaforma: ArchiCAD ha collegamenti a più strumenti appartenenti a diversi domini. Alcuni sono collegamenti diretti attraverso il GDL e altri sono attraverso IFC:

- strutturale: Tekla (IFC), Revit Structure (IFC), Scia Engineer (Dir) SAP e ETABS (IFC), Fem-Design (IFC); meccanica: Graphisoft MEP Modeler (IFC), AutoCAD ® MEP (IFC), Revit ® MEP (IFC);
- Energia e ambiente: Graphisoft EcoDesigner (GDL), RIUSKA (IFC), Green Building Studio, Ecotect, EnergyPlus, IES;
- Visualizzazione: Artlantis e LightWork Design per il rendering, Maxon Cinema 4D; Facility management, OneTools e ArchiFM.

Il sito web di ArchiCAD offre lezioni per la realizzazione di particolari

scambi IFC. Altri strumenti includono Virtual Building Explorer 3D e supporta anche interfacce dirette con diversi strumenti esterni, tra cui SketchUp. Recentemente, ArchiCAD ha ulteriormente rafforzato le sue interazioni con IFC e fornisce buoni scambi di dati con funzioni bidirezionali includono anche la classificazione degli oggetti, filtrando per tipo di oggetto, e la gestione delle versioni a livello di oggetto.

Come ambiente: ArchiCAD recentemente ampliato il suo repository Server Teamwork/BIM, che viene fornito con la piattaforma ArchiCAD. ArchiCAD ha incentivato lo scambio di file e il coordinamento nella progettazione sviluppando una funzione di aggiornamento intelligente, DELTA Server, che permette la lettura e la scrittura dei dati nel suo repository BIM Server.

10.3 - Vectorworks

Vectorworks è stato introdotto inizialmente come MiniCAD, sviluppato da Diehl Graphsoft nel 1985. Mini-Cad supporta gli utenti in un insieme diversificato di mercati di design, come l'illuminazione e scenografia dei teatri. Vectorworks ha una divisione marina per la costruzione navale. Ha iniziato come un sistema CAD Apple Computer Mac, adattandosi a Windows nel 1996. Diehl Graphsoft è stata acquisita da Graphisoft nel 2000 e il nome del prodotto viene cambiato in Vectorworks. Nel 2009 ha adottato il motore geometrico Parasolid per la piattaforma di modellazione geometrica; Vectorworks in precedenza aveva capacità parametriche simili a Architectural Desktop, ora la sua modellazione parametrica è simile ad altri, ma con la facilità d'uso per la quale è stato a lungo osservato.

Nemetschek fornisce una quarta alternativa con il suo approccio piattaforma BIM. Il database Allplan è "avvolto" da un livello Interface Object Nemetschek (NOI) per consentire alle applicazioni di progettazione e analisi di terza parte di interfacciarsi con gli oggetti di costruzione del modello e supporta anche gli oggetti IFC. Principalmente disponibile nei paesi di lingua tedesca dell'Europa, questa soluzione offre un approccio evolutivo dal tradizionale approccio di Allplan.

Punti di forza: Vectorworks precedenza aveva capacità parametriche simili a Architectural Desktop. Ora la sua modellazione parametrica è simile agli altri. Questi diversi prodotti forniscono una vasta gamma di funzionalità, tutti con un'interfaccia utente integrata e stile.

Funzionalità di disegno Vectorworks 'associano annotazioni sezione disegnati con le proiezioni del modello. Vectorworks è un insieme ragionevole di librerie di oggetti da importare e utilizzare. La sua modellazione di superfici NURBS è molto buona. Esso supporta la personalizzazione dei propri classi di oggetti predefiniti e supporta anche la nuova definizione di oggetto, per lo più con le sue API o linguaggio di scripting VectorScript. Esso ha incorporato un Design Manager vincolo di

Siemens PLM che facilita la gestione dell'interazione dinamica dimensione-forma.

Punti di debolezza: annotazioni e dimensioni non sono ancora associate con le proiezioni degli oggetti 3D, che richiedono particolare attenzione nel verificare la coerenza della vista del disegno con il modello. Attualmente il Constraint Manager è limitato alle applicazioni 2D, ma può controllare profili estrusi e molti altri usi. Gli attributi del modello vengono trasportati in un database di progetto e associati a oggetti, per l'uso in caso di necessità.

Caratteristiche: Vectorworks offre una vasta gamma di strumenti, organizzato come prodotti separati ma confezionati insieme, per esempio: Architect, per applicazioni architettoniche e BIM); Designer, per la progettazione di prodotti con un modulo per gli interni; Landmark, uno strumento di paesaggio, con input sia in 2D e biblioteche di elementi vegetali in 3D; Spotlight, per la simulazione dell'illuminazione; Renderworks, strumento di rendering.

Come piattaforma: come molti altri sistemi, utilizza Workgroup per partizionare modelli in pratici sottoinsiemi di modelli, in modo tale di affrontare i problemi di scala e per consentire l'accesso simultaneo a diverse parti di un progetto. La sua interfaccia utente è ben integrata in tutti i suoi prodotti.

Alcune interfacce per altre applicazioni usano collegamenti diretti ma la maggior parte sono con IFC:

- strutturale: Revit Structure (IFC), Scia Engineer (IFC), Tekla (IFC), Nemetschek Allplan;
- meccanica: MagiCAD (IFC);
- Energia e ambiente: c'è il collegamento a IES VE e alla sua ampia suite di strumenti;
- Visualizzazione: viene usato Renderworks (IFC) come motore di rendering interno, oppure supporta Artlantis e l'interfaccia di Maxon Cinema 4D.

Altri strumenti includono Virtual Building Explorer 3D. Vectorworks si basa sull'esportazione di fogli di calcolo di quantità takeoff e stima dei costi. Supporta anche interfacce dirette con diversi strumenti esterni, tra cui importazione da SketchUp. I suoi formati di scambio comprendono DXF / DWG, IGS, SAT, STL, X_T, 3DS. Vectorworks ha rafforzato le sue interazioni con IFC e fornisce un buon scambio bidirezionale. Le sue funzioni comprendono la classificazione di oggetti IFC, l'assegnazione dei dati proprietario.

Le sue capacità di scambio IFC sono state testate con ArchiCAD, Bentley Microstation, AutoCAD Architecture, Revit, Solibri Modello Checker, e Navisworks.

Come ambiente: Vectorworks è concentrata sul supporto per determinate attività di progettazione in diversi mercati. Ha una

associazione limitata con Siemens, ma non fornisce alcuna garanzia di ambiente BIM.

11 - Futuro del Building Information Modelling

Le potenzialità offerte dalla progettazione BIM-oriented aprono scenari d'interoperabilità sempre più articolati.

Oltre al BIM 4D, che mette in relazione il progetto e il tempo, o il BIM 5D, che considera i costi, si possono già trovare sul mercato soluzioni per il BIM 6D, ovvero il ciclo di vita presunto del progetto, e il "BIM to field", che collega strumenti di progettazione BIM e strumenti digitali di rilievo sul campo.

L'interoperabilità e la pratica del model checking sarà parte integrante e fondamentale dei futuri sviluppi del software BIM oriented. Programmi come Solibri Model Checker o Tekla BIMSight faranno parte del bagaglio tecnologico dei futuri progettisti BIM così come delle amministrazioni pubbliche. Serviranno a garantire la qualità della progettazione nel rispetto dei tempi e dei costi.

Il futuro dell'architettura e delle costruzioni è digitale; il BIM è il futuro nella progettazione e nel facility management a lungo termine; è un processo trainato dalla tecnologia e guidato da politiche decise dai governi; il BIM sta portando un cambiamento in tutti i settori, ma c'è ancora molta confusione su cosa esattamente è e come dovrebbe essere utilizzato e concretizzato.

Il Building Information Modelling è un modello digitale che aiuta tutti a capire l'edilizia; tuttavia è una nuova tecnologia in un settore tipicamente lento ad adottare cambiamenti. Il BIM è in continua crescita e sta svolgendo un ruolo cruciale nella redazione di documentazione edilizia.

Il BIM fornisce il suo massimo potenziale modello virtuale nel fornire informazioni dal Design Team (architetti, geometri, ingegneri consulenti, e altri) al Contractor (e subappaltatori) e poi al proprietario, ognuno dei quali aggiunge le proprie conoscenze specifiche e assicura un monitoraggio delle modifiche su un modello unico. Il risultato riduce notevolmente le perdite di informazione nel trasferimento, rende funzionanti gli edifici e accresce il valore delle costruzioni. La segnalazione di conflitti (clash-detection) impedisce che si insinuino errori nelle varie fasi di sviluppo e di costruzione, poiché il modello informa subito il team sulle parti del disegno che sono in conflitto o in sovrapposizione. Infine il BIM offre una visualizzazione dettagliata di ciascuna parte e un assemblaggio sempre in relazione alla costruzione complessiva.

L'uso di BIM diventerà ancora più marcato di quanto non sia nei progetti in corso poiché le varie applicazioni hardware, software e cloud hanno

annunciato una maggiore capacità di gestire una quantità di informazioni in continua crescita e sempre più dettagliate.

Nota

Questo lavoro è stato sviluppato nell'ambito dei lavori dell'Annex 56, "Cost-Effective Energy and Carbon Emissions Optimization in Building Renovation", all'interno del programma IEA – EBC (International Energy Agency – Energy in Building and Communities).

BIBLIOGRAFIA

Articoli e monografie

AA.VV. 2011. A report for the Government Construction Client Group. Building Information Modelling (BIM) Working Party. Strategy Paper. UK: Department of Business, Innovations and Skills. www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2012/03/BIS-BIM-strategy-Report.pdf

American Institute of Architects, Integrated Project Delivery: A Guide, AIA, 2007

Associated General Contractors of America. 2005. The Contractor's Guide to BIM, 1st ed. Las Vegas: AGC Research Foundation.

Autodesk whitepaper, Parametric Building Modeling: BIM's Foundation.

Azhar S. 2011. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry. ASCE Journal of Leadership and Management in Engineering, 11(3).

Azhar S., Hein M., Sketo B. 2008. Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. Proceedings of the 44th ASC National Conference, Auburn, Alabama.

Azhar S., Carlton W.A., Olsen D., Ahmad I. 2011. Building Information Modeling for Sustainable Design and LEED® Rating Analysis. Journal of Automation in Construction (Special Issue on Building Information Modeling and Changing Construction Practices), 20(2).

Barker P. 2011. Ryder Architecture and BIM. NBS. www.thenbs.com/topics/bim/articles/rayderArchitectureAndBIM.as.

Building Design and Construction. 2008. New AIA Documents include BIM Agreement and Two New IPD Contracts. www.bdcnetwork.com/article/CA6600255.html.

COBIM. 2012. Finnish Common BIM Requirements v 1.0. Series 1: General part, Series 2: Modeling of the Starting Situation, Series 3: Architectural Design, Series 4: MEP Design, Series 5: Structural Design,

Series 6: Quality Assurance, Series 7: Quantity Take-off, Series 8: Use of Models for Visualization, Series 9: Use of Models in MED Analyses, Series 10: Energy Analysis, Series 11: Management of a BIM Project, Series 12: Use of Models in Facility Management, Series 13: Use of Models in Construction. www.en.buildingsmart.kotisivukone.com/3.

East W. 2007. Construction Operations Building Information Exchange (COBie); Requirements Definition and Pilot Implementation Standard, ERDC/CERL TR-07-30. www.buildingsmart.org/.

Eastman C, Teicholz P., Sacks R. Liston K. 2011. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 2nd ed. NY: John Wiley and Sons

Furneaux C., Kivvits R. 2008. BIM - implications for government. CRC for Construction Innovation. Brisbane: QUT Digital Repository: <http://eprints.qut.edu.au/26997>.

Hardin B. 2009. BIM and Construction Management. Indianapolis: Wiley Publishing.

Howell I., Batchele B. 2005. Building Information Modelling Two Years Later – Huge Potential, Some Success and Several Limitations. USA: Newforma Publications

Jernigan F.E., Onuma K.G. 2008. Big BIM, Little Bim: The Practical Approach to Building Information Modeling : Integrated Practice Done the Right Way. 4Site Press.

Jordani M. 2010. BIM and FM: The Portal to Lifecycle Facility Management. Journal for Building Information Modeling, Spring 2010

Kreider R., Messner J., Dubler C. 2010. Determining the Frequency and Impact of Applying BIM for Different Purposes on Building Projects. Proceedings of the 6th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC), Penn State University, University Park, PA, USA, 2010. www.engr.psu.edu/ae/AEC2010/.

Kreider, R. G. and Messner, J. I. 2013. The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses. Version 0.9, September, The Pennsylvania State University, University Park. <http://bim.psu.edu>.

Ku, K. and Taiebat, M. 2011. BIM Experiences and Expectations: The Constructor's Perspective. International Journal of Construction Education and Research, 7(3).

Kymmell, W. 2000. Building Information Modeling: Planning and Managing Projects with 4D CAD and Simulations. McGraw Hill Construction

- Laakso, M. and Kiviniemi, A. 2012. The IFC standard – A review of history, development and standardization.
- MacLeamy, Patrick. 2010. “Bim-Bam-Boom! How to Build Greener, High-performance Buildings.” *HOK Renew*. Accessed 21 November 2012.
- National BIM Standard – United States. National Building Information Model Standard Project Committee.
www.nationalbimstandard.org/faq.php#faq1.
- National Institute of Building Sciences. 2007. National Building Information Modeling Standard. National Institute of Building Sciences Final Report, 1(1), 7.
- NBIMS. 2010. National Building Information Modeling Standard.
www.wbdg.org/pdfs/NBIMSV1_p1.pdf.
- Osello, A. 2012. *Il futuro del disegno con il BIM per Ingegneri e Architetti*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.
- Penttilä H. 2006. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression, ITCON 11 (Special Issue The Effects of CAD on Building Form and Design Quality)
- Philp D. 2012. BIM and the UK Construction Strategy, National BIM Report 2012. www.thenbs.com/pdfs/NBS-NationalBIMReport12.pdf.
- Philp D. 2014. BIM and the UK Construction Strategy, National BIM Report 2014. www.thenbs.com/pdfs/NBS-National-BIM-Report-2014.pdf.
- Post N. 2009 ‘Building Team Members See Progress and Problems’, *Engineering News-Record*, 22(12), 28
- Reddy K.P. 201. *BIM for Building Owners and Developers*. NJ: John Wiley and Sons
- Rosenburg T.L. 2007. *Building Information Modeling*,
[www.ralaw.com/resources
/documents/Building%20Information%20Modeling%20-20Rosenberg.pdf](http://www.ralaw.com/resources/documents/Building%20Information%20Modeling%20-20Rosenberg.pdf).
- Saxon R.G. 2013. *Growth through BIM*. London: Construction Industry Council. www.cic.org.uk/admin/resources/publications/growth-through-bim-final-1.pdf.
- Schueter A., Thessling F. 2008. Building Information Model based energy/exergy performance assessment in early design stages. *Automation in Construction*, 18(2).
- SmartMarket Report. 2011. Prefabrication and modularization: Increasing productivity in the construction industry.
- Smith D.K., Tardif M. 2009. *Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers*, NJ: John Wiley and Sons

Succar B. 2009. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357-375.

www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580508001568#

The Business Value of BIM in Europe. 2010. SmartMarket Report, McGraw-Hill Construction, New York, NY, USA.

The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007–2012). SmartMarket Report, McGraw-Hill Construction, New York, NY, USA.

Thompson D.B. 2001. 'e-Construction: Don't Get Soaked by the Next wave', The Construction Law Briefing Paper.

www.minnlaw.com/Articles/68553.pdf.

Thompson D.B., Miner R.G. 2007. Building Information Modeling - BIM: Contractual Risks are Changing with Technology,

www.aepronet.org/ge/no35.html.

Várkonyi, V. 2010. Next Evolution of BIM: Open Collaborative Design Across the Board. AECbytes Viewpoint #53.

www.aecbytes.com/viewpoint/2010/issue_53.html.

Weygant R.S. 2011. BIM Content Development: Standards, Strategies and Best Practices. NJ: John Wiley and Sons.

Webgrafia

[1] <http://www.laiserin.com/features/issue15/feature01.php>

[2] <http://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/>

[3] <http://www.buildingsmart.org/>

[4] http://en.wikipedia.org/wiki/Industry_Foundation_Classes

[5] <http://www.gbxml.org/index.php>

AUTORI

FRANCESCA CAPPELLETTI Ricercatore di Fisica Tecnica Ambientale, Università IUAV di Venezia; Responsabile Scientifico Master BEAM (Building Environmental Assessment and Modeling)

TIZIANO DALLA MORA Architetto, Master in Processi Costruttivi Sostenibili, Assegnista di Ricerca Università IUAV di Venezia

FABIO PERON Professore Associato di Fisica Tecnica Ambientale, Università IUAV di Venezia; Responsabile Didattico Master BEAM (Building Environmental Assessment and Modeling)

PIERCARLO ROMAGNONI Professore ordinario di Fisica Tecnica Ambientale, Università IUAV di Venezia
email: pierca@iuav.it

PAOLO RUGGERI Architetto, PhD, Università IUAV di Venezia