

*SICUREZZA SUL LAVORO IN EDILIZIA A BOLOGNA E PROVINCIA:
DATI E RIFLESSIONI SUL 2011
CONVEGNO ANNUALE SICUREZZA CPTO IIPLE
BOLOGNA, 3 MAGGIO 2012*

BUILDING INFORMATION MODELLING E SICUREZZA

Marco A. Bragadin – Università di Bologna

Abstract

Il Building Information Modelling (BIM) è la capacità di progettare e controllare l'esecuzione della costruzione in un ambiente virtuale computerizzato, tridimensionale e dotato della dimensione temporale (4D), condiviso fra i principali operatori impegnati nel progetto. L'utilizzazione del BIM-4D per la sicurezza può migliorare la pianificazione della costruzione orientata alla sicurezza, fornendo layout di cantiere e piani di sicurezza più comprensibili per tutti gli operatori e può fornire una base per il controllo dell'assetto effettivo del cantiere ed essere il supporto per l'informazione, sia per l'individuazione dei fondamentali rischi presenti nel sito che per l'illustrazione delle relative misure preventive progettate.

L'opportunità di utilizzare questa tecnologia per la pianificazione, la comunicazione e il controllo della sicurezza durante le fasi di costruzione è nota, ma all'atto pratico molte sono le problematiche ancora da risolvere, sia in relazione agli aspetti tecnologici/informatici che operativi.

Introduzione

La prima riunione per il coordinamento dei lavori per la sicurezza, tenuta dal Coordinatore per l'esecuzione, con il Direttore dei lavori e le figure responsabili delle imprese esecutrici già identificate, rappresenta uno dei momenti fondamentali del processo decisionale della costruzione come strutturato dalla Direttiva Cantieri 92/57/EEC ora recepita dal Testo Unico per la sicurezza sul lavoro, titolo IV D.lgs. 81/08 e s.m.i.

In quella circostanza, solitamente avviene l'illustrazione del Piano della Sicurezza e Coordinamento da parte del Coordinatore, tentando di evidenziare i contenuti e le caratteristiche principali del Piano stesso ed evidenziando in modo particolare quelle fasi di lavoro fra loro interferenti per le quali la predisposizione di soluzioni organizzative e progettuali atte a mitigare i rischi è particolarmente significativa.

L'utilizzo in questa fase di tecniche di visualizzazione BIM delle fasi di cantiere, ovvero modelli virtuali computerizzati tridimensionali (3D) che contengono anche la quarta dimensione temporale, veri e propri video della sequenza prevista per l'esecuzione dei lavori, consente sicuramente una maggiore e più efficace esemplificazione delle fasi e delle tecnologie impiegate ai fini della sicurezza (fig.1). Questo rende l'informazione relativa ai rischi dello specifico cantiere facilmente comprensibile e non equivocabile, anche per chi non padroneggia perfettamente la lingua italiana. In questo modo le immagini foto realistiche tridimensionali e il video dato dalla loro sequenza nella realtà virtuale della rappresentazione 4D, riesce a coinvolgere direttamente ed efficacemente tutti gli attori del processo costruttivo, permettendo il coinvolgimento e la partecipazione nella definizione di scelte utili a migliorare le condizioni di lavoro in cantiere e, tra l'altro, anche a favorire una migliore qualità costruttiva.



Figura 1: BIM 3D, fase di cantiere (Google Sketch Up construction case studies, 2012)

Il Building Information Modelling - BIM

Il termine BIM e il suo significato Building Information Modelling è stato coniato dal Professor Charles M. Eastman del Georgia Institute of Technology di Atalanta verso la fine degli anni settanta del secolo scorso, come risultato di ricerche sulle tecnologie informatiche allora disponibili per definire il "Building Product Model". Attualmente il BIM è definito più precisamente come "disegno parametrico e modello decisionale".

Building Information Modelling è letteralmente il processo di creazione e gestione del modello d'informazioni di un edificio. Le informazioni si possono riferire sia alla fase progettuale che quella di costruzione, uso e manutenzione dell'edificio. Il termine BIM si può applicare anche ai sistemi CAD (Computer Aided Design) per il progetto architettonico e ingegneristico che consentono di progettare disegnando direttamente gli elementi tecnici dell'edificio (elementi strutturali quali travi, pilastri, solai, elementi architettonici quali murature, porte, finestre ecc.). Si tratta di un Building Information Model in quanto è costituito da oggetti grafici complessi che sono caratterizzati dai dati del componente come la geometria, la costituzione, la posizione spaziale che determina la base per il modello informativo della costruzione. Grazie all'interoperabilità dei software il modello può essere utilizzato per calcoli ingegneristici, verifiche e analisi di prestazione del modello. Si tratta di un sistema informativo che può contenere le più svariate informazioni riguardo all'edificio e alle sue parti, come la localizzazione topografica, la geometria, le quantità e le proprietà dei materiali e degli elementi tecnici, la sequenza delle fasi di realizzazione e le operazioni di manutenzione.

Quindi il BIM è il prodotto di software avanzati che consentono di raggruppare in un "modello centrale di dati" o una "piattaforma base" le centinaia e a volte migliaia di documenti facenti parte di un progetto, come schede tecniche, disegni, viste 3D, computi metrici, rilievi topografici, in un unico file, condivisibile tra tutti gli operatori del processo edilizio.

Per l'ufficio di gabinetto del Governo Britannico (Cabinet Office British Government, 2010), il BIM è la capacità delle imprese industriali più avanzate, anche di

Architettura/Ingegneria/Costruzione internazionali, di lavorare in un ambiente virtuale computerizzato in tre dimensioni completamente condiviso, in modo che tutti coloro i quali sono interessati dal progetto lavorino su di una piattaforma informatica comune con riduzione dei costi di trasmissione e interpretazione dei dati e con minori possibilità di errore. L'industria delle costruzioni è generalmente in ritardo rispetto agli altri settori industriali nell'adozione di queste tecnologie innovative che, appunto, assicurando ad ogni membro del team di progetto di lavorare sugli stessi dati, permettono di:

- valutare con facilità gli effetti di varianti o diverse soluzioni progettuali;
- modellare i progetti in tre dimensioni riducendo gli errori di coordinamento tra i vari sub sistemi dell'edificio (es. strutturale, impiantistico, architettonico) e le conseguenti necessarie varianti in corso d'opera con aumento dei costi (fig. 2);
- trasmettere, se possibile, automaticamente i dati di progetto ad apparecchiature e strumenti della produzione, collegando direttamente il progetto e la produzione eliminando soluzioni di continuità nella trasmissione di dati ed eventuali errori o difficoltà di interpretazione;
- avere una base più affidabile per le attività di gestione e manutenzione dell'opera.

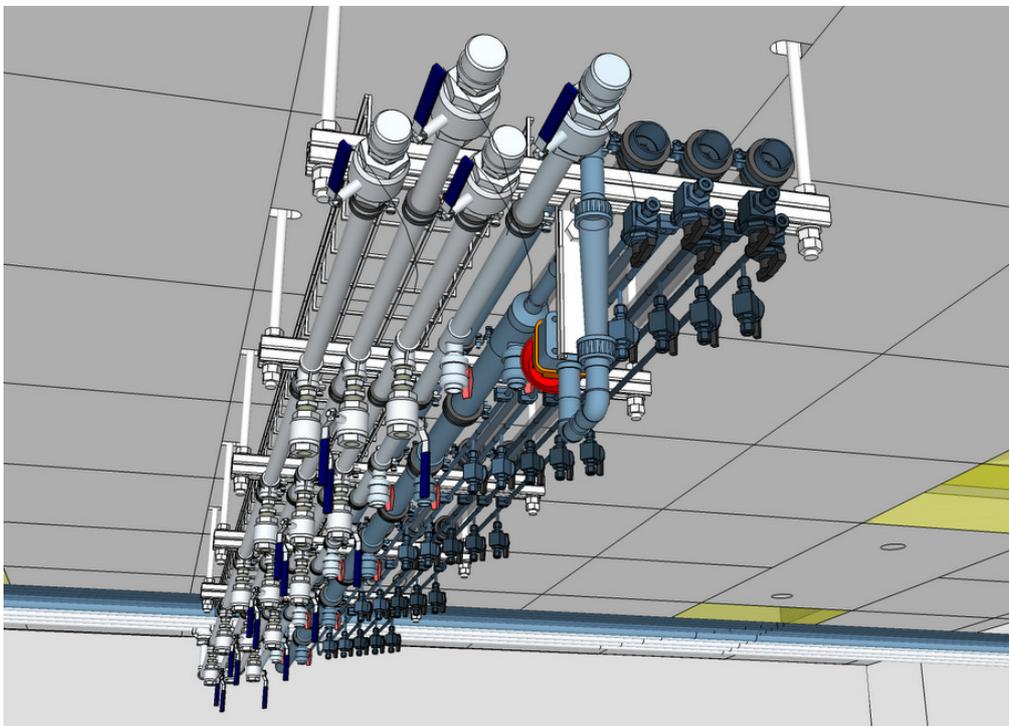


Figura 2: BIM 3D, integrazione progettuale (Google Sketch Up construction case studies, 2012)

In particolare il governo britannico con il documento strategico per le costruzioni del 2010 si è impegnato nell'incentivare la diffusione del BIM nell'industria delle costruzioni inglese, anche attraverso l'emanazione di nuove norme e specifiche tecniche, con lo scopo di rendere più efficiente la filiera produttiva delle costruzioni. Si specifica addirittura il termine del 2016 per il quale sarà richiesto il BIM 3D completamente "collaborativo" che contenga in forma elettronica tutte le informazioni sul progetto, realizzazione e manutenzione delle opere edili e relativa documentazione. Negli Stati Uniti la "US General Service Administration (GSA)" ha messo a punto delle Linee Guida già dal 2007, così come il Senato finlandese e l'Australia.

Al di là delle aspettative forse eccessive di miglioramento e maggior efficienza del processo costruttivo edilizio (Ciribini, 2011), la tendenza internazionale è portata all'integrazione tra le fasi preliminari della progettazione, la progettazione esecutiva, la realizzazione e l'esercizio dell'opera tramite applicativi informatici di Gestione della Conoscenza con applicativi informatici di natura parametrica sino al giungere al cosiddetto nD modeling.

In realtà l'impiego di applicativi informatici di tipo parametrico (Autodesk Revit, Google Sketchup, Nemetschek Allplan, ArchiCAD, Vico Office Suite, Tekla Structures, Rhinoceros etc.) consente la progettazione architettonica integrata di modellazioni e simulazioni ingegneristiche ma non automatizza (per ora) la trasmissione dati alla come tempi, costi e controlli di qualità e di sicurezza. Quello che si può ottenere è una simulazione virtuale in 4D, ovvero il montaggio della sequenza dalle fasi di cantiere sino ad avere un video, anche con diversi punti di vista, che consenta alla stazione appaltante e /o all'impresa di controllare, confermare o modificare le informazioni di progetto con maggiore velocità e in anticipo sui tempi effettivi di realizzazione.

Il BIM come strumento innovativo per l'informazione sulla sicurezza

Due sono le esigenze fondamentali per le quali le tecnologie informatizzate di visualizzazione di tipo innovativo possono fornire un apporto fondamentale alla sicurezza in cantiere:

1. Pianificazione e coordinamento: la definizione della sequenza delle attività in cantiere, visualizzata e comunicata a tutti gli operatori responsabili, al fine di minimizzare le situazioni di rischio e implementare correttamente le necessarie azioni e apprestamenti.
2. Conoscenza del processo produttivo: si riferisce sostanzialmente alla conoscenza sufficientemente approfondita e continuamente aggiornata delle condizioni operative di lavoro e dei pericoli ad esse correlate. Sono attività che vengono svolte normalmente dai coordinatori, dirigenti, preposti e lavoratori in modo spesso intuitivo e basato sull'esperienza pregressa.

La modellazione BIM può fornire a queste esigenze un potenziale di informazioni che può garantire maggiori livelli di efficienza. Infatti la comunicazione visiva è considerata una delle forme più antiche di comunicazione, le prime scritture erano di fatto insiemi di disegni, ovvero immagini. La vista è comunemente considerata come il senso più affidabile, quello che ci dà una delle interpretazioni più autentiche della realtà. Per questo la comunicazione visiva è un media di informazioni ad alto impatto, che non necessita di conoscenze specifiche e che scavalca le barriere linguistiche. Infatti la visualizzazione è comunemente usata per dare maggior chiarezza ed ampliare nei significati la comunicazione verbale. In tutti i contesti industriali e produttivi sono usati diffusamente piani e grafici, disegni, foto, video e diapositive come fondamentale mezzo di trasmissione delle informazioni, soprattutto in edilizia dove si deve realizzare un progetto che è sempre un prototipo.

Nonostante ciò anche la relazione tra vedere qualcosa e comprenderne appieno il significato può essere problematica. Anche il messaggio visivo necessita di un background culturale e formativo, spesso basato oltre che sulla scolarizzazione anche sull'esperienza dell'individuo. Infatti è possibile, per esempio, che una visualizzazione complessa distraiga su di un particolare poco significativo nascondendo o rendendo difficile la comprensione del messaggio fondamentale allo spettatore poco attento o formato. Per lo stesso motivo si spesso si rappresenta o si crea un modello di quello che si vuole vedere.

Per l'edilizia e il settore delle costruzioni in generale, per migliorare ancora la trasmissione delle informazioni sono state da sempre utilizzate soluzioni migliorative rispetto all'immagine bidimensionale, ovvero i modelli in scala a tre dimensioni o attualmente appunto i modelli virtuali computerizzati per la fase progettuale o esecutiva. Per questi scopi in generale si può utilizzare il BIM per mettere in relazione i metodi e i procedimenti costruttivi con gli elementi tecnici dell'opera, e quindi in un secondo tempo rendere queste informazioni più comprensibili inserendo il tempo nella rappresentazione virtuale e quindi rappresentando il processo costruttivo come una animazione data dalla sequenza delle fasi. Si tratta di fornire informazioni aggiuntive che sono le relazioni tra le fasi della costruzione, ovvero le sequenze logico – cronologiche dei procedimenti costruttivi ed i nessi di causa - effetto.

Quindi, per quanto riguarda la sicurezza, la visualizzazione 3D/4D può dare un notevole apporto alla comunicazione e informazione sulla realtà della costruzione, in particolare in relazione a:

- informazione sui rischi specifici dell'opera e delle sue fasi;
- visualizzazione delle fasi della costruzione e del loro coordinamento;
- istruzioni specifiche e regole del cantiere;
- visualizzazione delle soluzioni tecniche e produttive nel transitorio di montaggio (opere provvisoriale) e al completamento;
- avvisi e messaggi particolari.

Inoltre e più in generale i campi in cui le tecnologie di disegno parametrico e supporto alle decisioni BIM possono dare un apporto importante alla sicurezza in cantiere sono:

- modelli 3D/4D del layout di cantiere e degli impianti (fig. 1 e fig.3);
- visualizzazione della sequenza delle fasi di cantiere più significative (scavi, elevazione, demolizioni ecc..) e dei relativi apprestamenti;
- visualizzazione e modellazione delle opere provvisoriale, dei banchinaggi/casseforme, e delle soluzioni per la sicurezza (impalcato, parapetti, ponteggi, sostegni, linee di vita ecc.);
- supporto al controllo della sicurezza in corso d'opera.

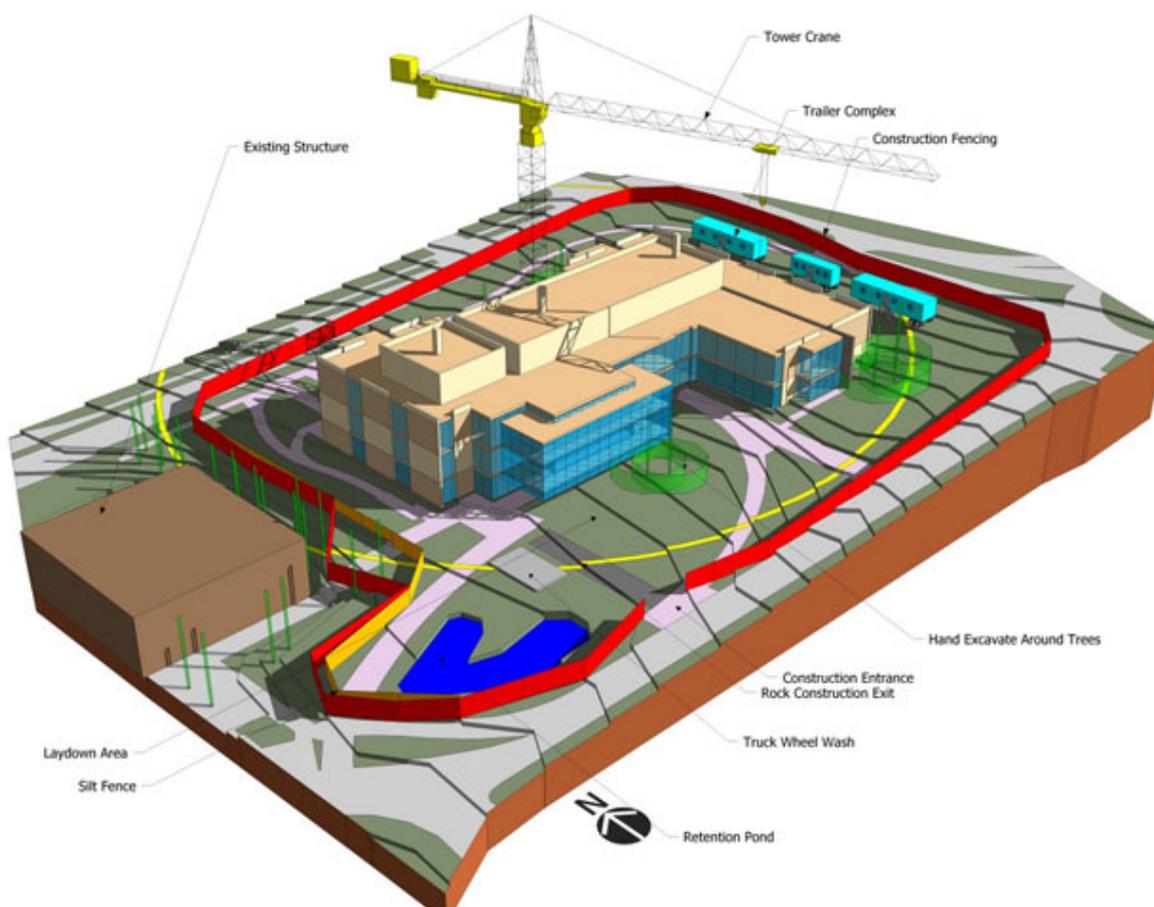


Figura 3: Layout di cantiere (Google Sketch Up construction case studies, 2012)

BIM e sicurezza: sfide e risultati attesi

In base alle ultime esperienze disponibili in letteratura in relazione all'impiego delle tecnologie BIM 4D per la sicurezza la prima sfida è forse quella della corretta visualizzazione delle opere provvisorie. Si tratta di elementi che normalmente non sono inseriti nella cronologia BIM dell'opera in quanto non sono incorporati nel prodotto finale della costruzione. Sono elementi la cui permanenza in cantiere può essere relativamente ridotta in relazione al complesso delle fasi di lavoro perché relativa ad una fase transitoria di montaggio relativamente breve. In certi casi può essere di aiuto la colorazione dei componenti visualizzati in relazione allo stato transitorio rappresentato (es. differenti colorazioni per elementi da installare, già installati e da rimuovere).

Altro elemento di criticità risiede proprio nella necessità di evidenziare nell'ambito della programmazione generale della sequenza dei lavori, che in genere può essere su base giornaliera o settimanale, programmazioni di dettaglio che individuino delle specifiche

sequenze di montaggio in scala temporale molto più dettagliata, in relazione alla necessità di evidenziare particolari precauzioni e procedure operative.

Un aspetto sicuramente migliorativo dato dal BIM 3D/4D è quello della necessità di modellare in modo più accurato i sistemi di prevenzione per la caduta dall'alto, sino a realizzare un vero e proprio piano di prevenzione specifico in relazione ad ogni fase e sotto fase di lavoro. La presenza di librerie specializzate di oggetti per la progettazione del cantiere (ponteggi, parapetti, gru etc.) potrebbe rendere molto più efficiente questa funzione, in particolare permettendo una accurata quantificazione degli elementi necessari anche a livello di computo metrico degli elementi necessari/previsti.

Altro aspetto sicuramente migliorativo è la modellazione più accurata dello spazio impegnato dalle risorse, dei tempi di occupazione delle aree di lavoro e delle possibili interferenze, oltre che l'analisi dei trasporti e della viabilità di cantiere.

Infine si osservi che per l'efficace realizzazione di un BIM 4D per la gestione della sicurezza sia necessaria la disponibilità di infrastrutture video in cantiere di dimensioni sufficienti alla visione da parte di gruppi di persone (oltre alla eventuale dotazione di sistemi portatili / individuali).

Conclusioni

Il BIM nella gestione della sicurezza in cantiere può dare molto al miglioramento della realizzazione delle misure prevenzionistiche. In particolare il supporto alla comunicazione dei rischi ovvero alla fase di informazione per lo specifico cantiere può essere decisivo nei casi in cui altre forme di comunicazione come quella verbale siano poco efficaci, come nel caso di lavoratori stranieri con un basso livello di formazione ed esperienza lavorativa.

Tuttavia l'applicazione di queste tecniche per la sicurezza in cantiere rivela limiti e necessità di miglioramento, proprio in quanto sono tecniche nate per il controllo della progettazione e non della sicurezza. In particolare si ritiene che siano da sviluppare e/o da migliorare le librerie di oggetti per l'organizzazione del cantiere, come gli apprestamenti di cantiere (box, recinzioni, ponteggi, parapetti, reti anticaduta, elementi di sostegno, ecc.)

In realtà il passaggio alla gestione del cantiere con un BIM 4D che sia un database di informazioni, non solo relative ai tempi e costi della produzione ma anche ai rischi correlati resta ancora un obiettivo ambizioso da perseguire per il futuro, almeno per gli attuali standard dell'industria delle costruzioni.

Riferimenti

Cabinet Office British Government (2010) *Government Construction Strategy*, London

Ciribini A., Manto S. (2011) *Project Sponsorship, la committenza e le condizioni di integrazione* Swedish Construction Clients Forum.

Google Sketch Up Construction Case Studies, (2012)
<http://sketchup.google.com/intl/it/community/gallery.html> (accessed april 2012)

Sadeghpour F., Moselhi O. Alkass S. T. (2006) *Computer Aided Site Layout Planning* Journal of Construction Engineering and Management vol. 132, No. 2.

Sulankivi K., Kahkonen K., Makela T., Kiviniemi M., (2010) *4D-BIM for construction Safety Planning* CIB 2010 International Congress Proceedings

Vacharapoom B., Sdabhon B. (2010) *An integrated safety management with construction management using 4D CAD model* Safety Science, No. 48