

# Il BIM nella progettazione del sottosuolo in aree densamente abitate

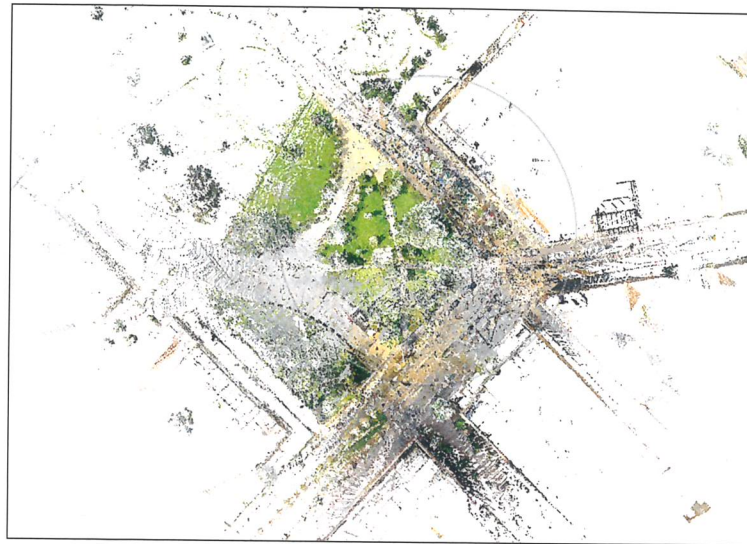
F. Guzzetti, L. D'Ambrosio

Lo sviluppo del BIM nelle sue varie accezioni sta cambiando la logica con cui i progettisti approcciano l'iter legato ad un nuovo edificio e ad una nuova infrastruttura. In alcuni casi, nei criteri per aggiudicare l'appalto si è integrato al costo di costruzione il costo di gestione per un certo numero di anni e anche in questo caso la tecnologia consente di confrontare le differenti offerte sull'unico modello di progetto. I principi del facility management richiedono ormai modelli dettagliati dell'edificio o dell'infrastruttura da mantenere nel tempo e il modello BIM ben si adatta anche a tale obiettivo. In questa logica si stanno approfondendo i presupposti per introdurre la modellazione BIM anche per tutti quegli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria in quegli ambiti urbani dove gli elementi presenti nel soprassuolo e quelli esistenti nel sottosuolo generano forte interazione. Anche per tali casi l'introduzione del BIM può essere un valido aiuto a ben progettare l'intervento e a guidare la fase di aggiudicazione delle opere in modo equo, senza rischiare di comparare progetti non congruenti fra di loro e con il reale. Esistono esperienze in cui sono state introdotte valutazioni economiche relative alla gestione nel tempo dell'intervento sulla base dei requisiti, delle soluzioni, dei materiali e delle lavorazioni offerte, che più in generale permettono di controllare nel tempo la gestione dell'intervento.

## Come arrivare ad un modello BIM dell'esistente

Per arrivare al modello BIM dell'esistente è necessaria una rigorosa fase di rilievo, integrando le moderne tecnologie laser scanner terrestri con un'accurata integrazione topografica per il rilievo dei target necessari ad orientare in modo corretto le varie scene. Sempre topograficamente, sono da rilevare gli elementi relativi alle reti tecnologiche esistenti, spesso non ben visibili nelle clouds generate dal rilievo, soprattutto quando finiscono nelle aree verdi. L'intero rilievo deve inoltre essere inquadrato con tecnologie GNSS per acquisire la posizione corretta, garanzia fondamentale e necessaria all'integrazione con i GIS.

Il grosso del lavoro di dettaglio è dato dall'esplorazione della nuvola di punti ottenuta dall'integrazione delle varie scene laser scanner, per andare a definire le geometrie di tutti gli elementi presenti con un'accuratezza e un dettaglio che consentano la creazione del modello BIM. Bisogna quindi generare il modello di tutti gli oggetti, in modo da introdurre quei parametri tipici dei formati IFC che gestiscono in BIM le informazioni. Non è sufficiente limitare il rilievo all'identificazione della superficie degli oggetti e alla loro classificazione, tipica dell'ambiente GIS e della classica topografia.



*Fig.1: Vista d'insieme dall'alto della nuvola di punti rilevata nell'ambito urbano milanese. Esito del rilievo laser scanner di circa 20 scene rilevate in circa 6 ore di lavoro*

Si tratta quindi di identificare la posizione delle rotaie del tram, ad esempio, senza dimenticare che sotto ad esse sono presenti delle traverse, un sottofondo, gli elementi di armamento e che lo spazio fra le due rotaie in ambito urbano spesso è una sede stradale e quindi è completato con una superficie pavimentata con asfalto, oppure riempito con i grossi blocchi di pietra che, a loro volta, hanno una serie di dimensioni standard (quindi modulari). La sede tranviaria è costituita da una serie di oggetti, ognuno dei quali è definito da parametri geometrici e da parametri di contenuto che, a loro volta, includono caratteristiche legate alle manutenzioni: ad esempio, l'asfalto nelle sedi tramviarie risente delle vibrazioni e deve essere mantenuto con una certa frequenza (e costo), le pietre sono invece molto più stabili nel tempo. La linea elettrica è ancorata a pali appositamente posizionati ma spesso i cavi sono direttamente agganciati agli edifici circostanti; anch'essa possiede caratteristiche di vario tipo che definiscono metodologie e costi di costruzione e implicano operazioni di manutenzione periodica.

In maniera analoga il modello del marciapiede porta ad identificare le varie componenti e i differenti parametri: superficie bituminosa, sottofondo, cordolo (in granito, in cls, ...) con relativo massetto (da cui le caratteristiche portanti). Non va dimenticata nella fase di rilievo la pendenza trasversale dei marciapiedi e delle sedi stradali. Forse solo gli elementi edilizi veri e propri si possono limitare alla superficie essendo elementi di completamento e contorno del modello.



Fig.2: Particolare della nuvola di punti che mette in evidenza come siano leggibili le emergenze dei sottoservizi. Non è una fotografia ma un insieme dei punti rilevati opportunamente associati all'informazione di colore

### I sottoservizi, il verde, gli elementi geotecnici e geologici

Vanno rilevate tutte le emergenze delle reti tecnologiche, talvolta visibili da cloud, talvolta invece coperte da oggetti e/o dal verde. È necessario recuperare le informazioni sulla tipologia di impianto esistente, sulla infrastrutturazione e, possibilmente, sulla posizione nel sottosuolo. Sono fondamentali le informazioni sulle posizioni relative fra impianti differenti e le possibili interazioni con gli apparati radicali delle alberature esistenti.

Altri studi stanno ipotizzando di creare una modellazione parametrica delle differenti essenze di verde, in modo da progettare e modellare nel tempo sia la gestione del verde (che crea costi molto differenti tra le varie essenze), sia lo sviluppo dell'apparato radicale che va ad interagire nel sottosuolo con gli impianti tecnologici e che genera anche indesiderati e pericolosi effetti sulla pavimentazione. Un modello BIM di un ambito urbano da riqualificare potrà/dovrà supportare la gestione di tali problematiche per un numero di anni adeguato.

Ma anche gli aspetti più geotecnici del sottosuolo, magari con l'integrazione del rilevamento tramite georadar o altri metodi geofisici, ove necessario e produttivo, permetterà di "bimmizzare" anche il terreno, sempre con l'obiettivo di creare un ambiente di progetto digitale che permetta di considerare sotto tutti i punti di vista l'ambito territoriale di cui ci si occupa.

In ambito urbano poi un modello di questo tipo non può dimenticare l'arredo urbano esistente, sotto tutti i punti di vista. Facendo riferimento a Milano e al piccolo ambito di sperimentazione preso in considerazione, tutto l'esistente ha forti interazioni reciproche: le rampe per l'eliminazione delle barriere architettoniche, la segnaletica pedonale, ciclabile e stradale, le "palificazioni" generate da semafori, cartelli stradali e pubblicitari, gli impianti di car e bike sharing, le aree di sosta e parcheggio, cestini, recinzioni, aree verdi, edicole e chioschi, eccetera. E di nuovo, quasi tutti questi elementi hanno delle "presenze" di vario tipo nel sottosuolo: masselli, ancoraggi, tubazioni, ...

Il modello BIM di un ambito urbano è quindi una grande

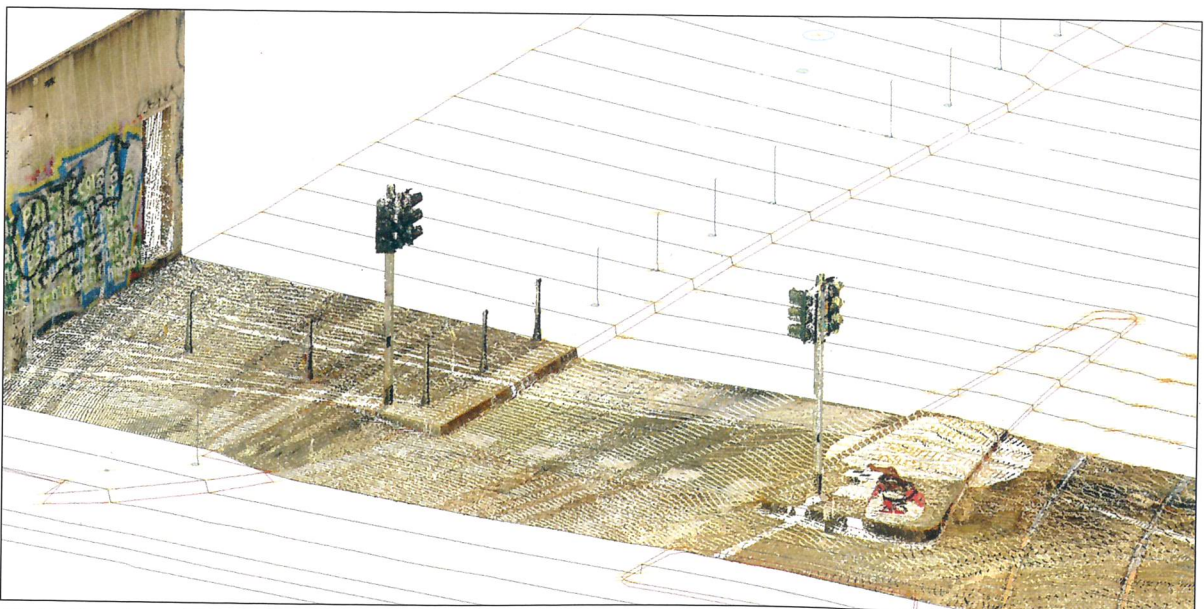


Fig.3: Una fase del passaggio dalla nuvola di punti alla modellazione tridimensionale in ambiente BIM

occasione per rivedere un po' tutto l'esistente, per mirare a riqualificazioni molto più consapevoli e sempre meno settoriali, considerando in piena dignità l'ambiente naturale, in modo da rispettarlo di più ma anche cercando di ottimizzare la parte artificiale creata dall'uomo in modo che sia alla fine più "a misura d'uomo".

Il livello di conoscenza BIM richiede quindi un dettaglio molto alto (geometrico e di informazioni), adeguato a supportare un progetto esecutivo dell'ambito territoriale scelto, ad avviare una gara d'appalto per riprogettare completamente la strada e la piazza. Una parte di queste geometrie e di queste informazioni devono poi essere migrate in GIS, cioè ad una scala di lettura più piccola, di taglio urbano o territoriale, perché è a quel livello che si interagisce con la pianificazione e che si organizzano le informazioni territoriali. Quindi, in questo senso, il BIM degli ambiti urbani diventa un GIS come supporto di informazioni per gestire e mantenere i servizi, ma anche in questo settore l'innovazione da supportare è davvero elevata.

## Conclusioni

Gli studi avviati, che devono confrontarsi da un lato con gli standard BIM e GIS e dall'altro con il settore della riqualificazione urbana a tutti i livelli, manifestano in modo evidente come la strada della modellazione BIM degli ambiti urbani sia un argomento da approfondire e su cui fare esperienze. Non occorre però lavorare solo a livello della creazione del modello ma si deve riuscire ad arrivare all'implementazione

di questo modo di lavorare nelle fasi di progetto e realizzazione di interventi veri e propri, che ancora vengono progettati, appaltati e realizzati in modo tradizionale.

Le nuove direttive digitali, che prevedono dal 2019 l'utilizzo progressivo del BIM in tutti gli appalti, a breve interesseranno anche gli appalti di riqualificazione urbana. Riteniamo sia necessario che le sperimentazioni in questo senso crescano e portino a consolidare tutta una serie di fattori che sono ancora poco considerati. Il modello IFC di un ambito urbano, compreso il mondo dei sottoservizi e del verde, è ancora tutto da pensare e sperimentare.

Soprattutto questa si ritiene possa essere un'occasione per ridare piena dignità al "progetto di sottosuolo" integrato con il tradizionale progetto del soprasuolo, conferendo alle reti dei sottoservizi la stessa importanza di tutti gli altri aspetti che fanno parte di una progettazione intelligente della città.

Gli autori

**Franco Guzzetti**

Professore associato di Geomatica presso il Dipartimento ABC del Politecnico di Milano

**Lara D'Ambrosio**

Assegnista di ricerca presso il Dipartimento ABC del Politecnico di Milano



**HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING**

**PERFORAZIONI ORIZZONTALI TELEGUIDATE SU TUTTI I TERRENI**

[WWW.DIMGROUP.IT](http://WWW.DIMGROUP.IT)