

# Il BIM verso il Catasto del Futuro potenziato tramite l'utilizzo della tecnologia

Anna Osello, Francesca M. Ugliotti, Daniela De Luca

## Abstract

*Conoscere, digitalizzare, condividere rappresentano i concetti chiave di questo millennio. Il settore delle costruzioni e del Real Estate hanno l'opportunità di cogliere questa sfida, diventando promotori di una gestione intelligente dei dati che caratterizzano gli edifici. La metodologia del Building Information Modeling (BIM), rafforzata dall'inarrestabile progresso tecnologico, pone le basi per riprogettare un sistema conoscitivo strutturato del patrimonio edilizio, innescando una nuova concezione di Catasto del Futuro, dinamico e aggiornato, che interroga i Big Data degli edifici secondo un approccio multidisciplinare e interoperabile. La prospettiva è ambiziosa, ma è essenziale definire il corretto approccio metodologico per governare la digitalizzazione del costruito. La messa a sistema delle prime sperimentazioni è condotta sulla città di Torino, dove, perseguendo la visione di città digitale aumentata, è stata realizzata una mappa interattiva che sfrutta le nuove tecnologie, quali la Realtà Aumentata e la Realtà Virtuale, per consentire la diffusione delle informazioni a differenti tipologie di utenti.*

*Parole chiave: Building Information Modeling, Catasto del Futuro, Big Data, Realtà Aumentata, Realtà Virtuale.*

## Visione e impostazione metodologica

La sfida della digitalizzazione che il settore delle costruzioni si trova ad affrontare costituisce una opportunità assolutamente da cogliere, ma allo stesso tempo da governare, al fine di promuovere una gestione efficace dei dati nel tempo. La metodologia del *Building Information Modeling* (BIM), rafforzata dall'utilizzo pervasivo delle nuove tecnologie, rappresenta la nuova frontiera per organizzare, scambiare, visualizzare una grande quantità di informazioni sugli edifici, che diventano così i *Big Data* di riferimento del patrimonio costruito. Grazie all'innovazione tecnologica e all'*Internet of Everything* (IoE), l'interconnessione e la disponibilità dei dati costituiscono ambiti di ricerca essenziali nell'era digitale, in quanto coinvolgono svariati settori disciplinari, anche molto diversi tra loro, con diversi livelli di maturità. Attraverso i

modelli digitali parametrici è possibile disporre in modo unitario e congruente di tutte le informazioni necessarie che riguardano gli edifici immagazzinando *dataset* che, all'interno di un processo integrato, possono essere interrogati con un livello di approfondimento diverso in base alla tipologia di utente e alla scala di interesse. Gli strumenti BIM promuovono il censimento dei fabbricati, dei relativi asset, degli impianti e degli elementi strutturali, corredato da informazioni alfanumeriche, oltre che geometriche, e da fonti dati esterne quali ad esempio fotografie, video, schede tecniche. In questo modo si viene a costituire una vera e propria carta d'identità dell'edificio, in grado di valutare lo stato documentale e le inefficienze del sistema durante il suo intero ciclo di vita. È in questo contesto che matura

la visione del Catasto del Futuro, interpretato come sistema metodologico di gestione delle informazioni relative al patrimonio costruito che, grazie agli strumenti tipici del BIM, mira alla completezza e alla fruibilità dei dati, non solo ai fini fiscali ma anche e soprattutto per la conservazione, la gestione e la manutenzione a livello edilizio e urbano. Non si tratta solamente di archiviare documenti già reperibili, bensì di impostare e pianificare modalità di indagine, approfondimenti, ricerche e valutazioni in grado di fornire un quadro conoscitivo del costruito attraverso un rigoroso processo impostato durante la fase di avvio. Tale processo deve poi essere implementato dai dati che costantemente potranno essere raccolti nel tempo, con successivi e differenti livelli di approfondimento legati a diversi interventi sul costruito. Attendere di avere tutte le informazioni necessarie, significherebbe continuare a lavorare secondo l'approccio tradizionale, ovvero, senza una vera conoscenza del costruito. In questa prospettiva, il coinvolgimento delle Pubbliche Amministrazioni è senza dubbio imprescindibile: anche se con tempi di reazione diversi, si assiste negli ultimi anni a un crescente interesse e coinvolgimento nei processi innovativi, anche tramite le esperienze legate alla progettazione europea, in particolar modo incentrate sulle tematiche del risparmio energetico, e alla dematerializzazione delle informazioni, così come previsto dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (DCPCM del 13/11/2014).

### Caso studio

La sperimentazione preliminare verso questo tipo di ricerca integrata è stata condotta prendendo come caso studio la città di Torino e mettendo a sistema le esperienze di comunicazione dei dati condotte nell'ambito del progetto europeo *District Information Modeling and Management for Energy Reduction* (DIMMER), legato al tema del risparmio energetico a scala distrettuale, e del progetto di digitalizzazione BIM degli edifici pubblici della città (ToBIM).

Nel progetto DIMMER l'obiettivo principale consisteva nell'implementazione di una piattaforma *middleware* in cui sono stati integrati dati geometrici ed alfanumerici provenienti da diversi domini BIM, *Geographic Information System* (GIS), *System Information Model* (SIM), IoT, introducendo per la prima volta il concetto di *District Information Model* (DIM), verificati attraverso i dimostratori di Torino e Manchester [1]. Il valore aggiunto di questo tipo di integrazione

risiede nella possibilità di scambiare in modo interoperabile i dati tra i diversi *stakeholder* tipicamente chiamati a operare sia alla scala edilizia, come i *facility manager*, sia a quella urbana, come gli *energy manager/provider*. Queste informazioni, disponibili attraverso diversi sistemi con interfaccia web, quali piattaforme e cruscotti, sono finalizzate a migliorare la consapevolezza e la collaborazione di diverse tipologie di utenti in merito all'efficienza energetica. La visualizzazione dei dati è esplorata anche attraverso sistemi di realtà virtuale immersiva e aumentata con l'obiettivo di sperimentare nuove possibilità di comunicazione (fig. 1). Inoltre, è stato adottato un approccio al gioco per rendere le giovani generazioni parte attiva del processo di sensibilizzazione su temi di ambito energetico.

ToBIM [Osello, Ugliotti 2017] analizza a livello edilizio gli edifici pubblici più rappresentativi della città di Torino attraverso un processo di indagine finalizzato all'individuazione delle informazioni di base necessarie per garantire le attività di gestione e di monitoraggio energetico nell'ambito di un patrimonio immobiliare diversificato ed esteso. Una volta conclusa l'indagine conoscitiva dei manufatti, l'efficacia del processo è garantita dalla messa a sistema delle informazioni tra i diversi attori, quindi dalla analisi e dalla comparazione dei dati acquisiti attraverso la modellazione BIM (fig. 2).

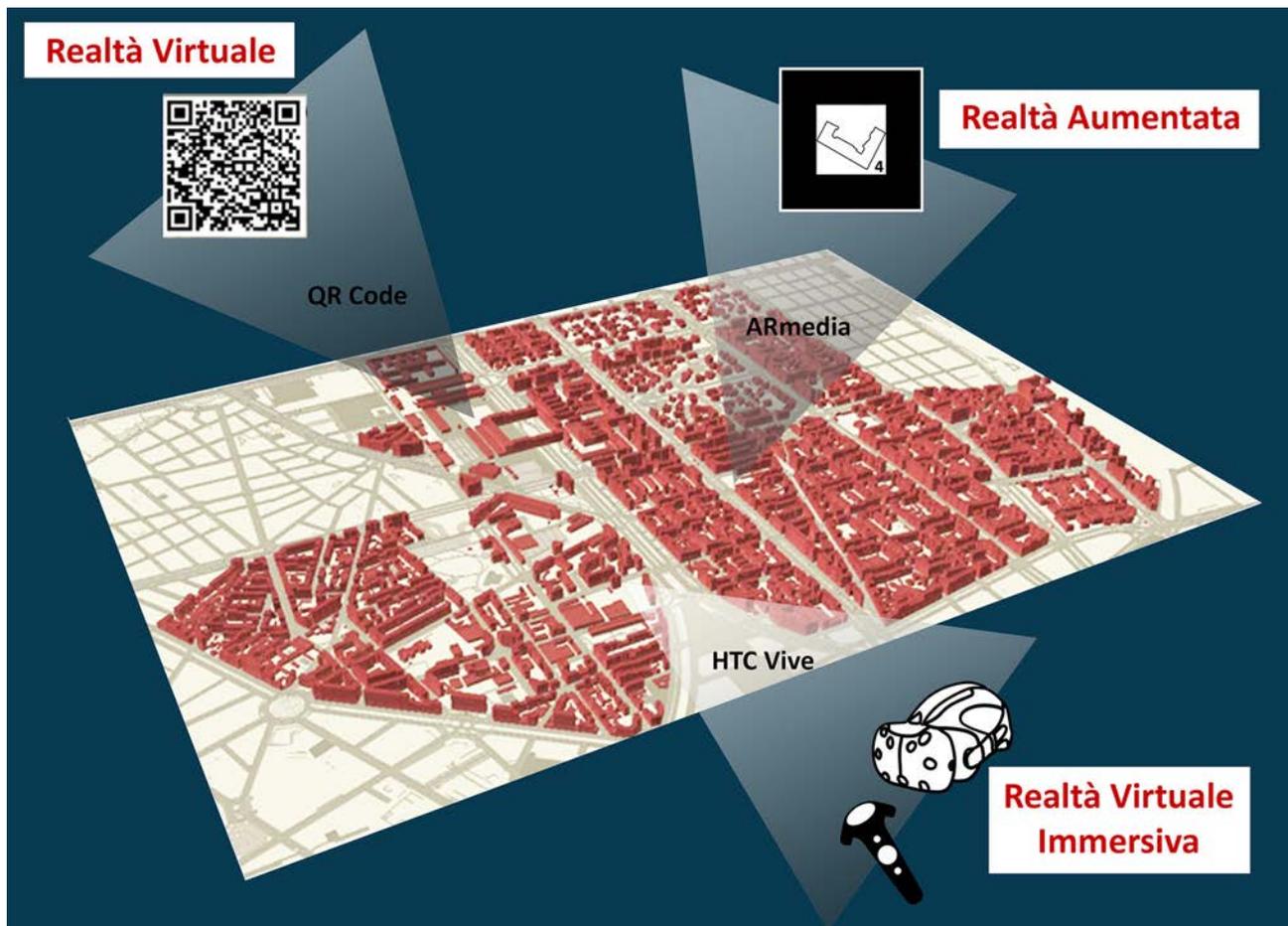
Queste esperienze hanno portato alla realizzazione di una mappa interattiva, di seguito descritta, che ripropone uno spaccato della città di Torino da esplorare attraverso la Realtà Virtuale (VR) e Aumentata (AR) ritenute tecnologie abilitanti nel processo di comunicazione.

L'obiettivo principale è di avvicinare operatori e cittadini verso un nuovo approccio di gestione delle informazioni degli edifici e della città, più affidabili e accessibili, basato su un processo di digitalizzazione intelligente del patrimonio costruito a partire dalla metodologia BIM.

### Indagine conoscitiva propedeutica alla definizione dei contenuti BIM nell'ottica del Catasto del Futuro

Ricerca e analizzare le informazioni esistenti, riferite agli edifici, rappresenta il primo passo per la digitalizzazione del patrimonio costruito. A partire dalle esperienze condotte, nei progetti precedentemente citati, si è evinto che la gestione delle informazioni è carente di procedure e strumenti che ne garantiscano la loro unicità e affidabilità. Spesso la documentazione *As-Built* è cartacea o non

Fig. 1. DIMMER: indagine sulle modalità di visualizzazione a scala urbana (elaborazione grafica degli autori).



aggiornata e sono disponibili più versioni digitali, oltre al fatto che le informazioni caratterizzanti l'involucro edilizio o l'inventario dei componenti vengono completamente perse nel corso del tempo. Estendendo l'analisi all'intero processo edilizio è evidente come il problema più significativo che affligge l'industria delle costruzioni sia proprio la mancanza di informazioni durante il ciclo di vita degli edifici. L'accuratezza e la completezza della conoscenza del manufatto rappresentano un fattore chiave che influenza profondamente le successive attività di indagine [Simeone et al. 2014]. Qualsiasi intervento di pianificazione o manutenzione, infatti, si basa su ciò che è conosciuto di quell'oggetto. La scarsa disponibilità di risorse, tempo e denaro per reperire informazioni adeguate comporta una valutazione degli interventi basata su supposizioni che possono incorrere in problematiche operative e conseguenti aumenti di costo. La mancanza di dati, ovvero di scambio delle informazioni da una fase all'altra del processo e da un soggetto a un altro, rappresenta un costo che è stato quantificato dal *National Institute of Standards and Technology* (NIST) [2], per la prima volta per questo settore nel dicembre 2004, in 15,8 miliardi di dollari, di cui i due terzi sono attribuiti alla fase di *Operations & Maintenance* [NIST 2004]. A partire da questa situazione di criticità il BIM può costituire, da un lato, lo strumento che diventa parte integrante non solo della progettazione e della costruzione ma anche della gestione dell'edificio, dall'altro, la metodologia di scambio dei dati tra i diversi soggetti coinvolti, limitando il disperdersi delle informazioni e i costi che ne derivano. Le attività di digitalizzazione del patrimonio edilizio devono essere condotte in modo da garantire conoscenza, organizzazione, condivisione e fruibilità delle informazioni, che diventano la chiave per il successo di questo tipo di iniziative. L'attività di modellazione è finalizzata alla restituzione di una rappresentazione dello stato di fatto degli edifici, dove il valore aggiunto si configura nella possibilità di popolare il database con informazioni di interesse per diverse tipologie di utente, dal cittadino al gestore dell'edificio, da quello dell'energia fino al pianificatore della città. A livello edilizio gli aspetti considerati si riferiscono alla scomposizione funzionale del manufatto, esplicitando informazioni tipologiche e quantitative relativamente alla composizione dell'involucro (come per esempio superficie opaca e trasparente, materiali), degli spazi, delle attrezzature e dei sistemi tecnologici. I modelli parametrici devono essere impostati in maniera tale da fornire, in tempo reale, informazioni significative in regime

di ordinaria gestione e manutenzione ma, ancor di più, in condizioni di emergenza per progettare corretti interventi architettonici, strutturali e impiantistici. La potenzialità risiede nel fatto di poter indagare gli edifici non solo in funzione di quello che è visibile ma di ciò che non lo è. Questo aspetto risulta particolarmente significativo per la pianificazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti tecnologici e per indagini di verifica della stabilità strutturale o sismica. Si pensi, ad esempio, al grosso vantaggio che si ha in caso di eventi sismici, alluvionali o di incendio, nel disporre di modelli virtuali accessibili da parte dei professionisti in cui poter riscontrare velocemente informazioni e dati tecnici affidabili sul costruito. Essenziale è relazionare questi dati da un lato con la destinazione d'uso, occupazione e profilo di utilizzo degli edifici, e dall'altro con il contesto urbano/distrettuale in cui si collocano. I dati devono poter essere interrogati in maniera trasversale per affinare il livello di dettaglio delle indagini conoscitive e delle valutazioni, in modo da promuovere scenari di ottimizzazione più realistici in funzione delle effettive peculiarità del sito. Comparare gli alti consumi energetici di un edificio, infatti, è ben diverso se si considera la sua estensione (es. piano unico o elevato sviluppo verticale), la funzione specifica (es. scuola o comando di polizia), il periodo di apertura (es. apertura limitata o h24), la tipologia di dispositivi di illuminazione presenti (es. datati o di ultima generazione) e l'eventuale presenza di apparecchiature specifiche (es. computer o laboratori), rispetto al non avere alcuna informazione di riferimento. La pianificazione di eventuali interventi di efficientamento deve essere il risultato di un'attenta valutazione rispetto al bilanciamento costo-opportunità, ovvero di soluzioni tecnologico-impiantistiche effettivamente applicabili anche in considerazione delle capacità strutturali e di utilizzo.

Anche in ottica *Smart City* è molto importante conoscere la situazione reale del patrimonio in funzione delle attività di pianificazione territoriale, di gestione ed efficientamento energetico; pertanto le informazioni rilevate a scala edilizia devono essere necessariamente correlate con il territorio urbano. Il BIM offre una prospettiva più ampia per analizzare il patrimonio della città, promuovendo strumenti per l'*asset management* che possono trovare integrazione con i sistemi GIS per arricchire le informazioni territoriali con quelle dei singoli edifici. Questa integrazione, attualmente in fase di sperimentazione e ricerca, permetterebbe una effettiva ed efficace gestione delle *facilities* a scala di distretto/città,

valutando non solo interventi puntuali di ristrutturazione ma anche ottimizzazioni delle reti di sistemi impiantistici e dei consumi energetici. I dati BIM, combinati con altri dataset grazie all'ICT, promuovono una visione trasversale dinamica del patrimonio. I *building manager*, grazie a questi strumenti, potrebbero accedere alle informazioni in tempo reale sull'edificio e i suoi componenti, effettuando valutazioni accurate rispetto alle condizioni operative degli *asset*, consentendone un migliore utilizzo. La conoscenza del patrimonio costruito deve essere ricondotta non solo quale somma di singoli ma anche come insieme strutturato degli edifici, degli impianti, delle infrastrutture e di tutto ciò che costituisce un quartiere, una città. Si tratta di impostare un sistema di conoscenza finalizzato all'accrescimento della sicurezza, della qualità e dell'ottimizzazione anche in termini economici e di programmazione manutentiva.

### Il ruolo della rappresentazione nel processo di comunicazione delle informazioni

Per arricchire la visione di Catasto del Futuro, che interroga i *Big Data* per una migliore conoscenza del territorio e della città, si sono sperimentate nuove soluzioni che coniugano la rappresentazione con le esigenze di conoscenza. Si rileva infatti che è indispensabile una maggiore informazione e comunicazione di tipo innovativo e tecnologico per avere un sostanziale avanzamento di cultura urbana anche attraverso l'*Information and Communication Technology* [Colletta 2017]. Questo nuovo scenario apre una serie di possibilità nuove per conoscere, pianificare, progettare, monitorare, creare strategie a livello di città. L'idea centrale consiste nel costruire una città digitale aumentata che sfrutta la potenzialità della metodologia

Fig. 2. ToBIM: Impostazione metodologica modelli BIM (elaborazione grafica degli autori).

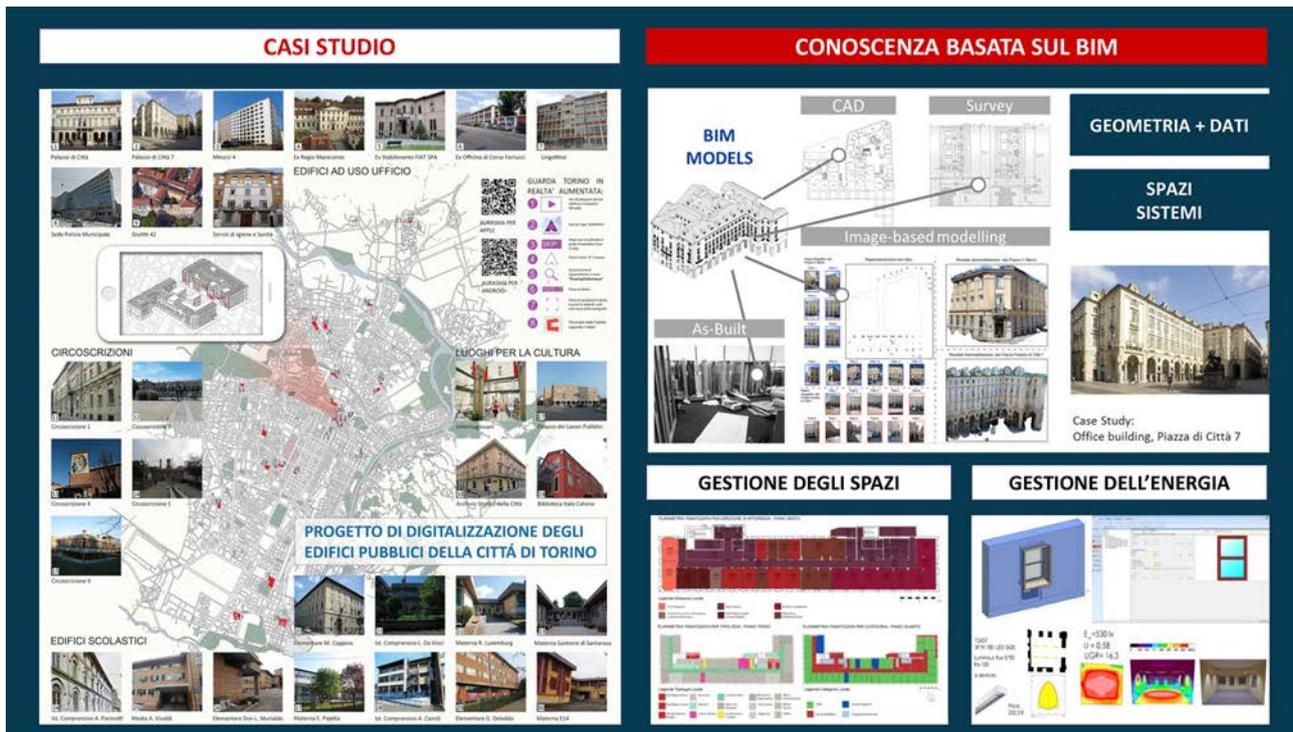
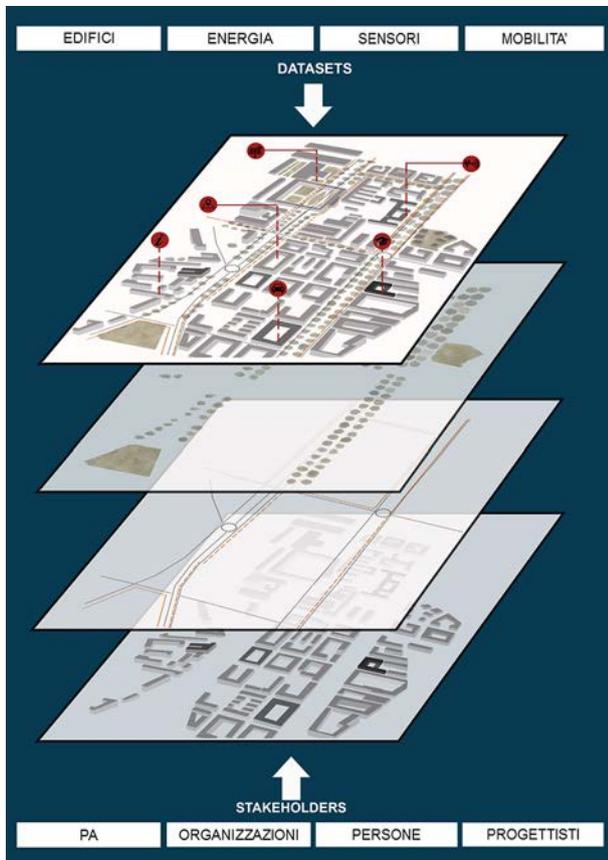


Fig. 3. Idea di città digitale aumentata (elaborazione grafica degli autori).



BIM per stabilire un sistema conoscitivo strutturato degli edifici, integrabile con altri applicativi e interrogabile in modo dinamico attraverso le nuove tecnologie di comunicazione (fig. 3). Il processo prevede la sovrapposizione di contenuti digitali a partire da una rappresentazione statica bidimensionale finalizzata ad aumentare la percezione dell'ambiente costruito ed aumentare le informazioni disponibili sovrapponendosi/sostituendosi alla realtà. In questo modo l'associazione con le informazioni può essere continuamente aggiornata, nonostante la rappresentazione grafica possa risultare superata nel corso del tempo. In questa visione molti soggetti (individui, organizzazioni, sensori, Pubbliche Amministrazioni) possono aggiungere alla rappresentazione *layer* informativi digitali in *real-time*. Attraverso l'utilizzo della Realtà Aumentata e Virtuale è possibile stabilire nuove modalità di interazione che consentono, a un numero di utenti sempre maggiore, di accedere ai contenuti tecnico-informativi. Si può quindi affermare che la AR e VR contribuiscono a definire, nell'era delle *Smart Cities*, un nuovo modello di città aumentata. La AR esordisce nell'*entertainment* ma, in realtà, il focus è un *infotainment* che coniuga la quantità e la qualità delle informazioni da utilizzare in un contesto di utilizzo preciso con la facilità interattiva di una qualsiasi superficie capacitiva associata all'uso di una fotocamera e un sistema di gestione dedicato [3]. È una forma di *visual content management 2.0* che consente di aggiungere nuovi livelli informativi in tempo reale e ad alto tasso di interazione usando *device* mobili di qualsiasi tipo. Attualmente questo tipo di comunicazione è largamente utilizzata in ambito museale e turistico per rendere disponibili informazioni specifiche su determinati oggetti/punti di interesse. L'approccio è di tipo partecipativo e mette in relazione tutti i componenti della filiera attraverso strumenti e dispositivi con cui gli utenti si confrontano quotidianamente anche nel contesto privato. La rappresentazione tradizionale deve, oggi, trovare un giusto equilibrio con l'evoluzione digitale per ampliare le possibilità di diffusione dei dati. Condividere le informazioni e visualizzarle in modo semplice e diretto rappresenta il fattore abilitante per sfruttare a pieno il potenziale del BIM, facilitandone l'utilizzo e la visualizzazione a diversi livelli, dai progettisti, agli operatori ed i gestori, dalla scala di edificio a quella di distretto e città. Le azioni finalizzate ad aumentare la consapevolezza degli utenti sfruttano le nuove tecnologie promuovendo applicativi, mappe interattive e tour virtuali finalizzati ad avvicinare i cittadini verso un nuovo approccio di gestione delle informazioni basato su

un processo di digitalizzazione intelligente del patrimonio costruito. Delineato l'obiettivo di ricerca è stata realizzata, quale applicazione preliminare, una mappa interattiva della città di Torino (fig. 4) che propone un nuovo sistema di rappresentazione e interrogazione degli edifici a partire dalla cartografia tecnica di base. La mappa della città diventa il grande contenitore multimediale dove ogni entità che costituisce il patrimonio costruito è interrogabile rispetto al *layer* costituito dai modelli digitali parametrici. A scopo illustrativo la mappa è stata riproposta anche in grosse dimensioni attraverso una installazione di 52 m<sup>2</sup> presentata durante l'evento Made Expo 2017. L'utente è invitato a muoversi liberamente nello spazio della mappa avviando una esperienza conoscitiva stimolante, e allo stesso tempo inaspettata, tra gli edifici e i quartieri della città. I luoghi di interesse storico sono riportati in modo da garantire l'orientamento, mentre i punti focali di interazione sono chiaramente individuati e definiscono il tipo di contenuto digitale sfruttato. Il principio è quello di creare una serie di *touch point* che fungano da innesco per aumentare la percezione dello spazio. Sono consentite diverse possibilità di visualizzazione di AR e VR finalizzate a instaurare un rapporto interattivo con gli utenti.

### Come rendere utilizzabili le informazioni utilizzando le tecnologie innovative

La rivoluzione digitale, in tutte le sue ramificazioni, insieme all'avvento massiccio delle tecnologie innovative hanno generato un nuovo metodo organizzativo, in grado di rinnovare le relazioni e le collaborazioni tra i diversi *stakeholder*, ponendo l'attenzione su nuove metodologie di ricerca e sperimentazione in materia di integrazione e scambio dei dati, organizzate secondo livelli informativi di cui la città intelligente si compone.

Le nuove tecnologie, infatti, possono giocare un ruolo fondamentale per generare nuove sinergie nell'ambito del *Real Estate*, all'interno di un processo integrato, che vede coinvolte le Pubbliche Amministrazioni, i professionisti e il privato, volto a valorizzare e gestire in maniera continuativa le informazioni caratteristiche degli immobili. Grazie alla Realtà Aumentata e alla Realtà Virtuale, infatti, è possibile accedere con maggior facilità alle informazioni che definiscono la città e il patrimonio costruito. L'utilizzo di queste tecnologie facilita la comunicazione, la condivisione e la collaborazione fra soggetti differenti che intervengono, a

Fig. 4. Mappa Interattiva BIM di Torino (elaborazione grafica degli autori).



vario titolo e in momenti diversi, nel processo conoscitivo (fig. 5). Secondo questo approccio cambia la modalità con cui la città e l'utente possono scambiare le informazioni, attraverso la definizione di nuove regole e processi, in modo da cooperare in forma congiunta verso la digitalizzazione condivisa del patrimonio costruito. Le nuove tecnologie, oltre a garantire una maggiore accessibilità delle informazioni, permettono di condurre gli utenti verso una maggiore consapevolezza del territorio che li circonda. A questo scopo sono state analizzate nel dettaglio tre tecnologie, AR, VR e stampa 3D, per valutare il grado di interazione con l'utente e individuare le migliori soluzioni in ambito conoscitivo, divulgativo, gestionale e manutentivo. Attraverso gli strumenti di Realtà Aumentata è possibile ampliare la rappresentazione bidimensionale, sovrapponendo contenuti digitali attraverso la lettura di un *marker* utilizzando uno *smart device*. Le applicazioni che il mercato propone sono molteplici. Tra queste è stata utilizzata l'applicazione Aurasma che consente di associare a una immagine, quale per esempio l'impronta dell'edificio, contenuti multimediali (video illustrativi, tavole grafiche o

siti internet/piattaforme web). Inquadrando gli edifici rappresentati sulla mappa attraverso l'applicazione dedicata, l'utente può visualizzare informazioni significative di un determinato fabbricato agevolando il processo conoscitivo e coinvolgendo l'utente in modo interattivo. Nello specifico, considerato lo scopo divulgativo rivolto al cittadino, nella mappa sono richiamati video e schede di sintesi degli edifici che mettono in evidenza le caratteristiche storiche, architettoniche e funzionali degli stessi. Analogamente si sono utilizzati i *QR Code* per collegare e sovrapporre informazioni relative a caratteristiche impiantistiche, strutturali, compositive e storiche, viste stereoscopiche renderizzate che consentono una semi-immersione all'interno o all'esterno di edifici o di porzioni di città. Attraverso la stessa modalità è possibile richiamare contenuti specifici tecnici, manutentivi o gestionali di interesse alle singole categorie di professionisti. In questo modo le informazioni vengono rese disponibili nel luogo e nel momento in cui servono. Pensiamo, ad esempio, alla ricaduta in ambito manutentivo, per cui si garantisce la possibilità di richiamare schede tecniche dei componenti, procedure manutentive o infor-

Fig. 5. Tecnologie utilizzate nella Mappa Interattiva BIM di Torino (elaborazione grafica degli autori).



mazioni tecniche in campo semplicemente utilizzando uno *smart device*. Inoltre, è possibile richiamare delle applicazioni, quali ad esempio visualizzatori BIM, che consentono di consultare su dispositivi mobili in modo rapido modelli di edifici anche molto complessi e pesanti senza la necessità di disporre del software di modellazione o di essere esperti nell'utilizzo degli stessi. La possibilità di accedere a visualizzatori web, come ad esempio Autodesk A360, permette di avviare una vera e propria interrogazione online delle informazioni riferite ad ogni singolo oggetto.

Oltre a strumenti già disponibili sul mercato è possibile creare e personalizzare specifiche applicazioni utili per gestire e visualizzare informazioni di dettaglio e per determinate categorie di utenti o figure professionali. In questo modo la conoscenza del singolo edificio e la reperibilità dei dati agevolano il processo informativo necessario per migliorare il rapporto tra utente ed edificio, nonché la manutenzione e gestione di ogni singolo componente edilizio. Una particolare applicazione molto utile e interessante per agevolare questo processo conoscitivo è quella sperimentata per i Vigili del Fuoco. In questo caso l'utente, attraverso dei joystick virtuali sullo schermo del dispositivo mobile, può muoversi all'interno dell'ambiente virtuale e ricercare le informazioni di interesse rispetto alle attrezzature antincendio, quali ad esempio i mezzi estinguenti, o alle procedure di sicurezza. Gli oggetti interrogabili sono individuabili grazie a dispositivi lampeggianti che intensificano la luminosità nel momento in cui ci si avvicina. È possibile visualizzare informazioni differenti in funzione dell'utente che visualizza i dati: il manutentore può accedere alle procedure relati-

ve al collaudo o alla manutenzione ordinaria del mezzo estinguento, il soccorritore, invece, può essere interessato a visualizzare la corretta ubicazione dei mezzi nel piano e il loro raggio d'azione di utilizzo, mentre l'utente che lavora nell'edificio può visualizzare le uscite di emergenza, i luoghi sicuri e i punti di raccolta da raggiungere in caso di necessità. Per la sua conformazione, l'*app* è utile durante la fase di formazione dei soccorritori e può essere consultata durante il tragitto per raggiungere il luogo dell'intervento, in modo da conoscere l'edificio preventivamente e studiare la migliore strategia d'intervento.

Grazie alla Realtà Virtuale, invece, è possibile visualizzare ambienti e oggetti tridimensionali ad alta risoluzione con i quali l'utente può interagire in tempo reale, muoversi liberamente attraverso appositi *device* che garantiscono una sensazione di immersione e di presenza nell'ambiente ricostruito. Le applicazioni sperimentate riguardano l'utilizzo degli *Oculus Rift* e degli *HTC Vive*. I primi garantiscono un'immersione virtuale all'interno del singolo edificio e la possibilità di interrogare gli oggetti presenti. Oltre alla classica navigazione dell'edificio è possibile sovrapporre contenuti informativi, impiantistici, funzionali, manutentivi e logistici. Infatti grazie a questa tecnologia è possibile visualizzare ciò che nella realtà è nascosto, come ad esempio la parte impiantistica e/o strutturale del manufatto edilizio ponendosi in corrispondenza di ogni singolo dispositivo/componente, richiamando le relative schede tecniche, consultando l'eventuale documentazione energetica, illuminotecnica o di dettaglio o le procedure manutentive utili in caso di inefficienze. Nel caso degli edifici storici, l'utilizzo

Fig. 6. Visualizzazione delle proprietà alfanumeriche del modello BIM attraverso la Realtà Virtuale (elaborazione grafica degli autori).



Fig. 7. Tour virtuale della città tramite HTC Vive (elaborazione grafica degli autori).



della Realtà Virtuale permette, inoltre, di richiamare informazioni storico-artistiche, tramite documentazione audio o sovrapposizioni visive. L'utilizzo dei visori permette di intraprendere tour virtuali attraverso i quali si può entrare in contatto con una grande quantità di informazioni. Il mercato propone, oltre alla tecnologia degli *Oculus Rift*, nuove piattaforme per la visualizzazione immersiva, non solo di semplici modelli tridimensionali ma anche di modelli BIM con le relative proprietà geometriche e alfanumeriche di ogni componente edilizio. Gli *HTC Vive*, rendono possibile un'immersione totale dell'utente che può navigare all'interno della città o di un edificio, grazie alla predisposizione di tour virtuali conoscitivi (fig. 6). Una volta indossati i dispositivi, ovvero il visore e i *controller*, gli utenti possono interagire in maniera diretta con lo spazio che li circonda e interrogare gli oggetti presenti nella città, ricavando le informazioni necessarie (fig. 7). L'innovazione tecnologica messa in evidenza, oltre a sfruttare la potenzialità del digitale, fornisce nuovi strumenti come le stampanti 3D in grado di riprodurre fedelmente una maquette dell'edificio realizzato virtualmente, in modo da aumentare la percezione visiva e conoscitiva dell'utente.

In questo modo è possibile immediatamente disporre di un riferimento non solo virtuale ma anche reale. Alcuni modelli BIM più rappresentativi della città, tra cui il Municipio (fig.8), la nuova sede Unica della Regione Piemonte, sono stati riprodotti attraverso la stampante 3D fornendo ulteriori punti di riferimento concreti e tangibili alla mappa interattiva. Essi, seppur semplificati nella loro geometria per agevolare il processo di stampa, aggiungono alla mappa nuove prospettive generando un ulteriore *layer* informativo. La scelta di inserire anche elementi tridimensionali sottolinea ulteriormente come la rivoluzione digitale imponga una rappresentazione che rimanda immediatamente alla realtà e a strumenti di comunicazioni semplici ma allo stesso tempo efficaci.

### Conclusioni

Occorre sottolineare che, se esiste un costo nella riorganizzazione digitale su base BIM dei dati relativi agli edifici, esiste certamente un costo dovuto alla dis-organizzazione degli stessi e delle procedure, degli strumenti e delle or-

Fig. 8. Modello BIM del Municipio della città di Torino stampato in 3D (elaborazione grafica degli autori).



ganizzazioni che li gestiscono. La prefigurazione di nuovi scenari consente di immaginare un Catasto del Futuro basato sul censimento BIM degli edifici e delle infrastrutture che compongono la città, dinamico, sempre aggiornato e implementabile nel tempo. Il compito non è semplice, soprattutto per quanto riguarda il livello di affidabilità del dato, ma è comunque necessario iniziare con un programma preciso per il futuro. Il BIM deve essere utilizzato per garantire il superamento delle attuali difficoltà di reperimento delle informazioni nelle molteplici accezioni di tipo identificativo, progettuale, strutturale, impiantistico e ambientale, con l'obiettivo di avere costantemente aggiornato il quadro conoscitivo dell'edificio e delle sue componenti essenziali in maniera tale da consentire una gestione degli immobili basata su dati integrati e sistemi informativi interoperabili. Tale operazione di digitalizzazione deve essere pensata come opportunità di razionalizzazione e formalizzazione di un processo conoscitivo e manutentivo del patrimonio costruito. In tale contesto il caso studio illustra-

to della città di Torino rappresenta un inizio virtuoso che dovrà essere implementato nel tempo non solo per completare la digitalizzazione del patrimonio della città ma soprattutto per rendere operativa nella pratica delle attività quotidiane la metodologia BIM, basata sulla condivisione di dati che devono essere sempre aggiornati, corretti e certi. Per costruire il "Catasto del Futuro" è necessario avviare un radicale cambiamento culturale che comporta l'utilizzo di modelli BIM non solo come semplice rappresentazione grafica tridimensionale ma come vera e propria banca dati alfanumerici che devono essere utilizzati in maniera interoperabile tra i diversi utenti. Gli strumenti attualmente presenti sul mercato diventano il punto di partenza per la sperimentazione e per nuove riflessioni dove la "I" di "Information" del BIM rappresenta il motore della trasformazione volta a ricercare soluzioni efficaci da applicare all'intera filiera edilizia. La rivoluzione digitale, resa possibile dall'evoluzione tecnologica in corso, deve diventare l'occasione per una vera rivoluzione dell'informazione (fig. 9).

Fig. 9. Il patrimonio edilizio oggetto della rivoluzione digitale e dell'informazione (elaborazione grafica degli autori).



Gli autori hanno condiviso i contenuti, le analisi critiche e le prassi operative condotte in questa ricerca. In particolare, Anna Osello si è occupata della visione e impostazione metodologica e della descrizione del caso studio, Francesca M. Ugliotti dell'indagine conoscitiva propedeutica alla definizione dei contenuti BIM nell'ottica del Catasto del Futuro e

del ruolo della rappresentazione nel processo di comunicazione delle informazioni, (quest'ultima parte insieme a Daniela De Luca). Daniela De Luca si è occupata di come rendere utilizzabili le informazioni utilizzando le tecnologie innovative. Le conclusioni sono state collegialmente condivise.

#### Note

[1] Cfr. <<http://www.dimmerproject.eu/public-deliverables/>> (consultato il 18 marzo 2018).

[2] <<https://www.lagospm.com/03-benefits/articles/NIST.pdf>> (consultato il 10 febbraio 2018).

[3] Cfr. <<http://www.internet4things.it/smart-building/realta-aumentata-una-tecnologia-tantissime-applicazioni/>> (consultato il 18 febbraio 2018).

#### Autori

Anna Osello, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, [anna.osello@polito.it](mailto:anna.osello@polito.it)  
 Francesca M. Ugliotti, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, [francesca.ugliotti@polito.it](mailto:francesca.ugliotti@polito.it)  
 Daniela De Luca, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, [daniela.deluca@polito.it](mailto:daniela.deluca@polito.it)

#### Riferimenti bibliografici

Colletta, T. (2017). *Città storiche e conoscenza urbana. L'innovazione tecnologica per la diffusione della conoscenza urbana. Le possibili applicazioni. I musei della città*: <<http://www.federica.unina.it/architettura/storia-urbanistica-contemporanea/innovazione-tecnologica-diffusione-conoscenza-urbana/>> (consultato il 15 marzo 2018).

NIST (2004). *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S Capital Facilities Industry*, NIST GCR 04-867: <<https://www.lagospm.com/03-benefits/articles/NIST.pdf>> (consultato il 10 febbraio 2018).

Osello, A., Ugliotti, F.M. (2017). *BIM verso il Catasto del Futuro. Conoscere, digitalizzare, condividere. Il caso studio della Città di Torino*. Roma: Gangemi Editore.

Simeone, D., Cursi, S., Toldo, I., Carrara, G. (2014). B(H)IM-Built Heritage Information Modeling. In *eCAADe 2014. Proceedings of the 30th International Conference on Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe*. Newcastle upon Tyne, Regno Unito, 10-12 settembre 2014, pp. 613-622.