



QUADERNI CNEL

PER UNA ITALIA CHE CRESCA.

A cura di
Saverio Mecca

*Diversità, prossimità e generatività
dei territori fra transizioni
e diseguaglianze*





Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro
Osservatorio delle Politiche Urbane e Territoriali

Per una Italia che cresca.
Diversità, prossimità e generatività dei territori
fra transizioni e diseguaglianze

Quaderno dell'Osservatorio n°1
a cura di Saverio Mecca

CNEL 2023

Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro

Osservatorio delle Politiche Urbane e Territoriali
Istituito con la collaborazione dell'Università di Firenze

Coordinatori: Maurizio Savoncelli, Saverio Mecca

Quaderni del CNEL. Quaderno speciale OPUT 1

QUADERNI del CNEL
Pubblicazione periodica
In attesa di registrazione

ISSN 2611-5948

ISBN 979-12-81448-00-1

L'Osservatorio delle Politiche Urbane e Territoriali ha organizzato dal 23 marzo al 9 luglio 2022 cinque seminari sul tema del cambiamento climatico, delle transizioni e le diseguaglianze di genere, generazionali e territoriali, in collaborazione l'Università di Firenze, con il Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione 'R. Massa', Università di Milano Bicocca, con SIMA, Società Italiana di Medicina Ambientale e con l'Università del Molise. I contributi scritti inviati da coloro che sono intervenuti sono pubblicati nel presente quaderno.

Coordinamento dell'Osservatorio delle Politiche Urbane e territoriali:
Maurizio Savoncelli e Saverio Mecca

Coordinamento generale dei seminari:
Francesca Delle Vergini, Elvira Falcucci e Rafaela Sori, CNEL

Hanno collaborato al coordinamento scientifico:

per il primo seminario Pina Debbi, Università di Milano Bicocca

per il terzo seminario Alessandro Miani, Presidente della Società Italiana di Medicina Ambientale,

per il quarto seminario Luciano De Bonis, Università del Molise,

per il quinto seminario Federico Cinquepalmi, Università di Roma "Sapienza".

Ha collaborato all'attività redazionale del quaderno: Tiziano Sini.

Editing: Tullio Schvarcz

Nei *Quaderni scientifici* del Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro, rivolti alla comunità scientifica e ai cittadini, sono pubblicati studi presentati da esperti del Consiglio ovvero da ricercatori e studiosi esterni, nell'ambito di accordi di collaborazione o di seminari presso l'Organo.

In tal modo si intende contribuire al dibattito scientifico, anche al fine di ottenere contributi utili all'arricchimento del dibattito sui temi in discussione presso il Consiglio stesso.

La pubblicazione dei documenti è realizzata ai sensi dell'articolo 8, comma 12, del Regolamento di Organizzazione approvato dall'Assemblea del Cnel il 13 settembre 2018. La scelta degli argomenti e dei metodi di indagine riflette gli interessi dei ricercatori. Le opinioni espresse e le conclusioni sono attribuibili esclusivamente agli autori e non impegnano in alcun modo la responsabilità del Consiglio.

Comitato Scientifico

Presidente: Prof. Avv. Tiziano Treu

Componenti

Prof. Maurizio Ambrosini

Prof. Emilio Barucci

Prof.ssa Silvia Ciucciovino

Dott. Ana Rute Cardoso

Prof. Dr. Andrew Clark

Prof. Efisio Gonario Espa

Prof. Michele Faioli

Prof. Claudio Lucifora

Prof.ssa Maria Malatesta

Pprof.ssa Annamaria Simonazzi

Prof.ssa Cecilia Tomassini

Prof. Giovanni Vecchi

Prof. Dott. Thomas Zwick

Direttore Editoriale

Cons. Francesco Tufarelli, Segretario Generale CNEL

OSSERVATORIO

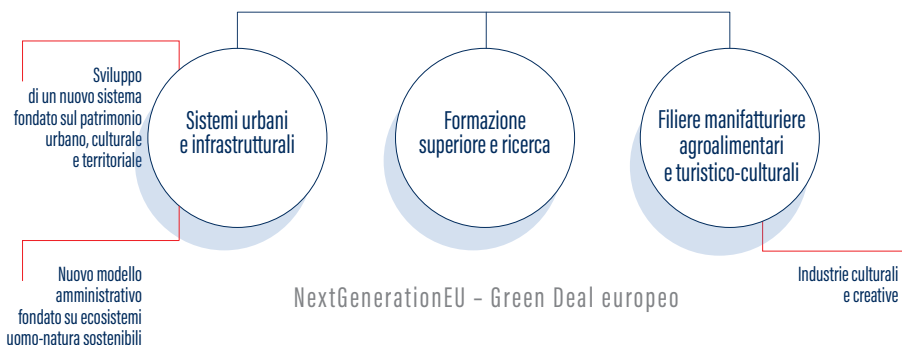
Approccio
interdisciplinare

6 Seminari tematici
1 Quaderno pubblicato

+100 Relatori
55 Interventi pubblicati



Innovazione del sistema sociale, produttivo e territoriale del paese



SFIDA

Nuovi modelli di inclusione e welfare

Nuovi modelli lavorativi

Nuovi modelli di insediamento

Nuova relazione uomo-natura "One Health"

OBIETTIVO CREARE LE COMUNITÀ DEL FUTURO

ATTRAVERSO LA DEFINIZIONE DI



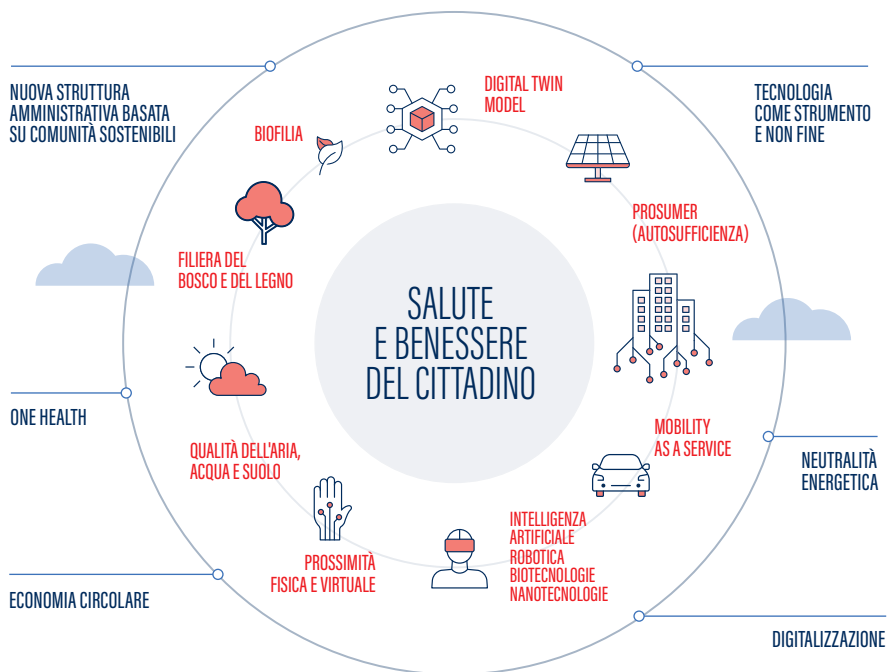
PATTI DI COMUNITÀ

Diversità e Prossimità

Obiettivo 11 Agenda 2030:

Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili

- Nuove comunità educanti
- Nuove tutele mercato del lavoro
- Nuove comunità energetiche
- Nuove comunità ecologiche
- Nuovi lavori generati dalla green, orange, gray economy



Sommario

Presentazione

Tiziano Treu 13

L'approccio interdisciplinare al servizio della transizione ecologica

Maurizio Savoncelli..... 15

Dalle diseguaglianze alla crescita equa e sostenibile

Saverio Mecca..... 17

1 - PROSSIMITÀ E GENERATIVITÀ EQUA E SOSTENIBILE DEI TERRITORI 47

Benessere equo e sostenibile e nuove prossimità

Leonardo Becchetti 49

Lavoro, tecnologie e nuovi scenari di geografia sociale

Luisa Corazza..... 57

La complessità urbana e la sua relazione con la morfologia dei tessuti urbani e la prossimità

Salvador Rueda..... 63

Ripartiamo da qui. Nessuno si salva da solo. Territori e comunità

Marco Bussone 85

Indicatori territoriali su Benessere e sostenibilità, le analisi ISTAT e le nuove prospettive

Barbara Baldazzi..... 93

La classificazione funzionale urbano-rurale dei Sistemi locali del lavoro: prime evidenze su dati socio-economici

Luisa Franconi, Marianna Mantuano, Daniela Ichim 103

Progetto ISPRA "Statistiche ambientali per le politiche di coesione 2014-2020"

Maria Siclari, Mariaconcetta Giunta, Giovanni Finocchiaro 115

2 - COME CAMBIANO LA SOCIETÀ LE CITTÀ E I TERRITORI NELLE TRANSIZIONI DIGITALI E AMBIENTALI..... 121

Transizioni, cambiamento e complessità, nuove e vecchie diseguaglianze

Pina Debbi 123

Il termostato e la tetrade. Progettare "ecologicamente" il futuro della formazione

Stefano Moriggi 131

Lo <i>smart working</i> oltre l'emergenza sanitaria: il futuro del lavoro a un bivio	
Mariano Corso	137
Alla ricerca di un nuovo senso del lavoro: la figura del "<i>work architect</i>" e l'ufficio come ambiente diffuso	
Marco Bentivogli	141
Generi, generazioni, culture e territori: diversità come valore economico e utilità	
Barbara Quacquarelli	147
Il lavoro da casa nel mercato del lavoro dopo la pandemia: fuga dalle grandi città o trasformazione dei centri urbani?	
Giuseppe Croce, Sergio Scicchitano.....	153
Biofilia: un legame innato tra uomo e natura	
Alessandro Miani	167
Città "biofiliche": sfide e opportunità nella politica della pianificazione del verde urbano	
Francesco Ferrini	173
Resilienza urbana e salute: <i>creative diversity for our common futures</i>	
Angela Colucci.....	181
Il supporto intergenerazionale e le aspettative in vista della perdita di autonomia degli anziani nelle aree interne in Molise	
Cecilia Tomassini, Micol Pizzolati	193
Medicina territoriale, presidi e telemedicina per nuove prossimità	
Gianluca Altamura.....	199
Edifici e comunità salubri e resilienti: strumenti per lo sviluppo del mercato immobiliare e dell'economia	
Daniele Guglielmino	205
Prossimità, transizione digitale e accessibilità equilibrata al sistema della ricerca e della formazione superiore	
Monique Bossi.....	215
3 - PROSSIMITÀ E GENERATIVITÀ EQUA E SOSTENIBILE DEI TERRITORI: VERSO NUOVE COMUNITÀ.....	223
Oltre la trasversalità del territorio nel PNRR: per una nuova "urbanità territoriale"	
Luciano De Bonis.....	225

Smart mobility, sfida per il futuro delle città: la mobilità è un servizio sociale, cioè è welfare	
Gian Paolo Gualaccini.....	233
L'Autogoverno dei territori montani	
Annibale Salsa.....	235
Green Communities per la transizione ecologica dei territori e delle comunità	
Marco Bussone.....	247
Lavoro e politiche del lavoro al tempo delle grandi transizioni: le sfide delle aree deboli	
Antonio Viscomi.....	253
I luoghi come infrastruttura sociale dei nuovi modelli di economia civile	
Paolo Venturi, Andrea Baldazzini	261
Una via italiana all'innovazione. Ecosistemi innovativi, aree marginali e prossimità: il caso dell'Harmonic Innovation Hub	
Francesco Cicione.....	267
La reciprocità come leva per costruire opportunità di Nuova Economia Civile per la rigenerazione partecipata dei territori	
Raffaele, Semplici	285
Da prossimità geografica a sequenze di intra-azioni (entanglement). Approcci collaborativi per la rigenerazione urbana in chiave ecosistemica	
Gabriella Esposito, Stefania Ragozino, Maria Patrizia Vittoria.....	295
L'impatto sociale e la sua valutazione come piattaforma per il re-design delle strategie organizzative e territoriali	
Serena Miccolis, Luca De Benedictis.....	313
Il PNRR, gli asili nido e l'eguaglianza delle opportunità	
Gianfranco Viesti.....	319
Patrimoni culturali dei territori	
Leandro Ventura.....	323
Cultura di prossimità e istituzioni culturali e dello spettacolo in Alto Adige	
Antonio Lampis.....	329
Rigenerazione Urbana e Prossimità	
Leonardo Tedeschi	333

Il Metabolismo delle Città Post-Pandemiche tra Governance e Policy Yahya Shaker.....	341
Il patrimonio artistico dei territori: il progetto Restituzioni Silvia Foschi.....	347
L'European Energy Awards. Un programma europeo per la transizione energetica dei comuni e la tutela della salute pubblica Rosita Romeo	355
Salute degli edifici, salute delle persone e riqualificazione energetica Paola Allegri.....	359
4 - PROSSIMITÀ, BIG DATA E DIGITAL TWINS PER IL GOVERNO CONSAPEVOLE DEL TERRITORIO	361
La transizioni verso i Digital Twins per il governo consapevole del territorio Federico Cinquepalmi, Sofia Agostinelli, Berardo Naticchia	363
Digital Twin e intelligenza collettiva per la gestione dell'ambiente costruito Berardo Naticchia.....	371
Big Data e Digital Twins per la gestione della transizione ecologica e digitale nella Space Economy Domenico Lopreiato.....	379
Digital Twin: dai processi industriali ai sistemi complessi Carlo Cavazzoni	385
Big Data georeferenziati e statistiche territoriali l'esperienza ISTAT Roberta Radini	387
L'osservazione della Terra all'interno dell'Unione europea, strumento fondamentale per la gestione del territorio e per affrontare i cambiamenti globali Federico Cinquepalmi.....	393
L'"Urban Digital Twin", l'incertezza e l'osservazione della terra: il programma europeo Copernicus Andrea Taramelli.....	401
Smart City verso i Digital Twins Paolo Nesi.....	405

Dal BIM ai *Digital Twins* per la gestione dei patrimoni edilizi delle Università

Giuseppe Martino Di Giuda, Daniele Accardo, Mirko Locatelli,
Silvia Meschini..... 415

Dal BIM al *Digital Twin* nella gestione informativa del patrimonio edilizio esistente

Carlo Biagini, Andrea Bongini, Nicola Mitolo, Paolo Nesi..... 423

Un'esperienza ambientale aumentata dell'edificio attraverso il coinvolgimento degli utenti

Antonella Trombadore, Debora Giorgi, Gisella Calcagno,
Giacomo Pierucci 431

Dal BIM al *Digital Twin* per la gestione dei cantieri

Vito Getuli 445

SIT - Sistemi Informativi Territoriali per un Catasto al passo con i tempi

Paolo Nicolosi 453

DAL BIM AL *DIGITAL TWIN* NELLA GESTIONE INFORMATIVA DEL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE

Carlo Biagini, Andrea Bongini¹
Nicola Mitolo, Paolo Nesi²

Introduzione

Con l'avvento dell'approccio Industria 4.0 [1] anche il settore delle costruzioni è stato coinvolto nello sviluppo di sistematici processi di digitalizzazione [2] e appare ormai avviata in modo irreversibile la sua progressiva trasformazione in un comparto produttivo *data-driven*.

In questi anni inoltre l'introduzione della gestione informativa con gli strumenti e le metodologie del *Building Information Modeling* (BIM) nei contratti pubblici di fornitura, servizi e appalto dei lavori ha messo in evidenza la necessità di definire flussi strutturati e pianificati di scambio di dati e informazioni tra le varie fasi del processo di consegna e di esercizio di asset immobiliari.

La fase di esercizio in particolare impegna circa l'70% dei costi complessivi di investimento e gestione del ciclo di vita di un edificio e le attività di management e monitoraggio di spazi, componenti edilizi e impianti rivestono un ruolo decisivo nel garantire il benessere degli utenti e la salute e sicurezza nei luoghi dell'abitare e del lavoro. Da tempo le ricerche in tema di *Facility e Asset Management* hanno infatti visto focalizzare la loro attenzione sull'impiego e l'ottimizzazione di strumenti e metodologie BIM finalizzati ad una più efficiente gestione di asset del patrimonio edilizio esistente [3], [4] e questo anche nella prospettiva di contribuire in modo significativo al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Green Deal europeo [5] e di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030 [6].

La disponibilità di basi di dati affidabili e aggiornate in real-time sulle condizioni di operatività ed efficienza di un asset fisico è quindi una questione centrale per poter pianificare efficaci azioni di controllo e gestire la manutenzione programmata, nonché situazioni di emergenza. In questo contesto l'implementazione di *Digital Twin* di asset immobiliari rappresenta uno dei passaggi obbligati della transizione digitale del settore delle costruzioni, in quanto la connessione in tempo reale del mondo fisico con l'ambiente digitale apre nuovi scenari nella gestione predittiva del comportamento e delle prestazioni del sistema edilizio nell'intero ciclo di vita.

I big data raccolti attraverso il DT consentono di potenziare la gestione informativa sviluppata attraverso i modelli BIM, che possono dare supporto alla

1 - Dipartimento di Architettura, Università di Firenze

2 - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Firenze

sperimentazione di tecniche di Intelligenza Artificiale (AI) per l'ottimizzazione dei vari processi di analisi, simulazione, valutazione predittiva e decisionali, che riguardano la qualità dell'ambiente costruito e l'interazione dell'uomo con i propri spazi di vita.

A tal fine il flusso di dati provenienti da tecnologie digitali di *Internet of Things* (IoT) dislocati all'interno degli edifici o per il monitoraggio real-time della qualità ambientale degli spazi e dei livelli prestazionali di componenti edilizie ed impiantistiche, può essere opportunamente integrato con l'informazione strutturata implementata all'interno di modelli BIM di asset, andando così a preconstituire basi di dati coerenti per lo sviluppo di processi decisionali e analisi predittive riferite allo specifico contesto edilizio.

In architettura l'integrazione di dati tra BIM e IoT declina pertanto la creazione di DT, combinando l'informazione digitale relativa alle caratteristiche geometriche degli spazi e le proprietà tecnico-costruttive dei componenti dei vari sub-sistemi edilizi con i dati provenienti in continuo dai sensori, e rendendo disponibile agli operatori in tempo reale l'attività di monitoraggio attraverso opportune forme di visualizzazioni dei dati.

Dal BIM al Digital Twin

Negli ultimi anni lo sviluppo intensivo di tecnologie digitali per l'acquisizione di dati da sensoristica variamente dislocata per una molteplicità di usi e obiettivi, sia all'interno degli edifici che nell'ambiente urbano, ha reso necessario un ampliamento dei tradizionali domini semantici del settore delle costruzioni con particolare riferimento ai processi di gestione informativa *BIM-based*. Infatti il modello informativo deve essere in grado di accogliere ed archiviare non solo dati "statici", prodotti nelle fasi di rilievo e/o progettazione, ma anche di gestire dati "dinamici", provenienti in real-time da dispositivi per il monitoraggio della qualità ambientale degli spazi architettonici ed urbani. In tal senso la *smart-city* offre già oggi numerosi esempi di acquisizione ed integrazione di dati riferibili a differenti domini semantici nel campo della gestione di infrastrutture e servizi (mobilità, trasporti, energia, turismo, cultura, ambiente, ecc.), che evidenziano da un lato la complessità del trattamento dei dati in termini di GDPR (*general data protection regulation*), dall'altro la molteplicità degli standard di scambio (formato e comunicazione), che possono influenzarsi reciprocamente. Approccio analogo può essere esteso dall'ambito urbano al *Building Information Modelling*, trasferendo al contesto edilizio le procedure di *big data analytics* per lo sviluppo di processi decisionali e analisi predittive. Il modello BIM come database può infatti esplicare la duplice funzione di repository per la raccolta e archiviazione dell'informazione sull'edificio, e al tempo stesso di vettore informativo di dati acquisiti in continuo quali input per più complesse analisi. Nel BIM l'integrazione tra dato "statico" e dato "dinamico" apre scenari di grande interesse nella prospettiva di implementazione di *Digital Twin* di asset immobiliari.

Nel 2002 Michael Grieves proponeva un modello di gestione del ciclo di vita di un prodotto basato su tre componenti: lo spazio reale, lo spazio virtuale ed un meccanismo di connessione tra i due mondi per lo scambio di dati [7]. Il termine *Digital Twin* appare invece per la prima volta nel 2010 in una pubblicazione della NASA [8], riferito però al settore aeronautico, per poi passare, sempre più spesso, anche in altre discipline con differenti annotazioni e caratteristiche. Alcuni studi [9] mostrano come le ricerche aventi come parole chiave Digital Twin sono esponenzialmente aumentate a partire dal 2016, rivelando come molti settori industriali si stanno adoperando per investire in queste nuove tecnologie. Tra i grandi player del settore delle costruzioni che stanno facendo ingenti investimenti nello sviluppo di strumenti per l'implementazione di DT troviamo ad esempio Autodesk [10] e buildingSMART [11].

La peculiarità principale del DT è quella di connettere il mondo fisico e quello digitale tramite uno scambio bidirezionale in tempo reale di informazioni in ingresso ed in uscita, che si riflettano automaticamente sui due asset gemelli. È proprio questa sua dinamicità, che lo differenzia da modelli CAD o di simulazione di tipo statico, i quali offrono in genere una "fotografia" dell'asset, in grado di cambiare solo in seguito all'inserimento manuale di nuove informazioni. Non esiste però un'unica soluzione di DT, poiché questa potrà variare di volta in volta sulla base di specifiche esigenze. La letteratura più recente è tuttavia concorde nell'evidenziare che sussistano ancora numerosi ostacoli all'implementazione di DT di asset immobiliari del patrimonio edilizio esistente tra cui: la scarsa consapevolezza del management dei vari enti gestori di far parte di un sistema più grande interconnesso; la mancanza di standard e protocolli per lo scambio di dati e la loro interoperabilità; i problemi emergenti legati alla sicurezza, la privacy e la proprietà dei dati.

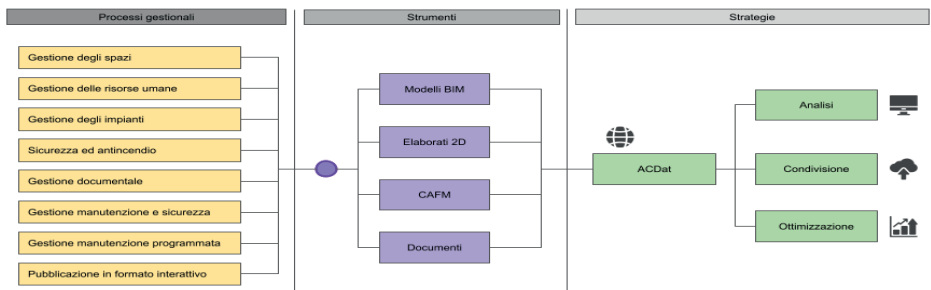


Figura 1 - Struttura di un flusso informativo BIM-to-Digital Twin

Metodologia per l'implementazione di DT di asset del patrimonio edilizio esistente

Nello studio di seguito presentato si è inteso delineare un workflow operativo per la raccolta e gestione di grandi moli di dati, con l'obiettivo di implementare DT di asset di patrimoni immobiliari esistenti, creati sulla base dell'integrazione tra BIM e IoT, orientata a successivi sviluppi di *big data analytics* e applicazioni di AI. L'obiettivo primario è quello di supportare le decisioni dei vari operatori interessati nelle fasi di esercizio degli edifici per pianificare azioni manutentive programmate e/o correttive, generare contenuti, raccomandazioni, best practices e formulare previsioni sugli asset gestiti. Un particolare approfondimento è stato condotto per l'ottimizzazione dei processi di integrazione tra BIM e IoT in relazione alle problematiche di interoperabilità e scambio di *data-set* nella creazione di DT, e per consentire la visualizzazione in *real-time* dei dati di monitoraggio a partire da modelli BIM per il FM.

All'interno di una collaborazione con l'Area Edilizia dell'Università di Firenze è in corso da alcuni anni una ricerca per l'implementazione di modelli BIM di asset del patrimonio immobiliare dell'Ateneo, avente quale obiettivo la gestione informativa finalizzata al Facility e all'Asset Management. E' questo un tema che ha avuto anche recentemente un significativo sviluppo in termini di definizione di requisiti contrattuali da porre a base di gara negli affidamenti di servizi integrati, gestionali e operativi da eseguirsi negli edifici delle pubbliche amministrazioni con particolare riferimento a quelli delle istituzioni universitarie [12]. Si tratta infatti di patrimoni immobiliari che presentano in molti casi comuni caratteristiche d'uso e si prestano pertanto ad una elevata tipizzazione dei servizi da attivare.

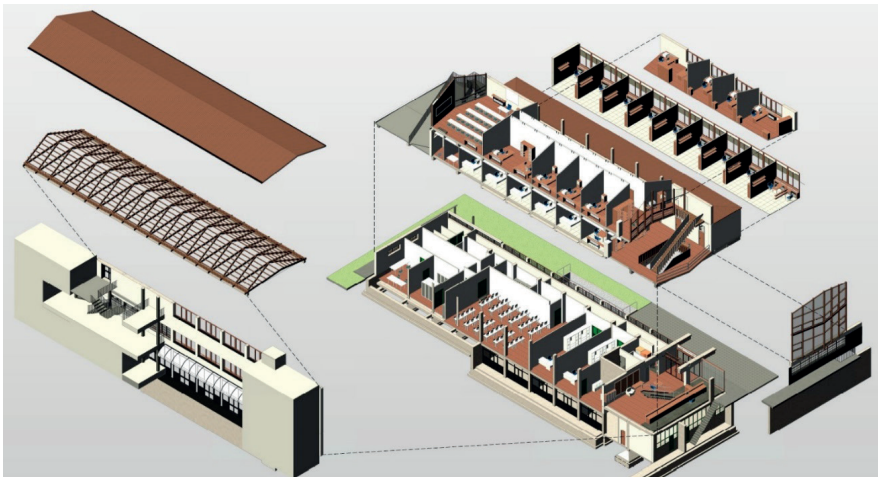


Figura 2 - Esplosione di un modello BIM di edificio universitario (modellazione di G. Manetti)

Il portfolio dell'ateneo fiorentino comprende numerosi cespiti, differenti sia sotto il profilo funzionale, costruttivo, impiantistico, ecc., che per valore storico-architettonico, i quali richiedono metodologie di intervento e sistemi manutentivi diversi da caso a caso. Molte sono le difficoltà nella loro gestione informativa soprattutto a causa dell'eterogeneità dei dati e informazioni disponibili, trattandosi in molti casi di documentazione ancora in formato cartaceo.

Si rende pertanto necessario il passaggio ad una gestione informativa [13] condotta con gli strumenti e le metodologie BIM, affinché dati e informazioni sugli edifici siano prodotte, conservate e scambiate in modo sicuro, affidabile e coerente all'interno di un ACDat, che permetta non solo il caricamento di file ma anche la scrittura di metadati ad essi relativi [14].

Le prime fasi della modellazione devono pertanto comprendere una rilevante attività di selezione e catalogazione dei dati disponibili, a partire dalle informazioni estratte dalle fonti di archivio e dagli elaborati grafici di rilievo, definendo i livelli di sviluppo informativo necessari in rapporto ai differenti obiettivi e BIM Uses previsti [15] dal programma di lavoro. Il modello parametrico viene quindi implementato con l'obiettivo di creare una federazione di modelli disciplinari, suddividendo il complesso edilizio per specialità (architettonica, strutturale, impiantistica ed arredi) sulla base dell'anagrafica tecnica resa disponibile dall'ente. I dati relativi alle attività di governo degli asset vengono trasferiti al modello mediante set di parametri condivisi, che rispecchiano il fabbisogno informativo definito dell'Ufficio Area Edilizia.

Le fasi successive affrontano l'integrazione dei dati tra il modello BIM e dispositivi IoT in formati aperti ed interoperabili [16]. La creazione di un DT, deve essere in grado di combinare non solo i dati provenienti in continuo dai sensori per renderli disponibili agli operatori attraverso opportuni *devices*, ma anche l'informazione digitale relativa alle caratteristiche degli asset spaziali, edilizi, impiantistici, ecc. residenti nel modello informativo. Nella sperimentazione eseguita il DT implementa una sensoristica ambientale, collocata all'interno degli immobili, capace di registrare dati di temperatura e umidità. La soluzione adottata per la raccolta dei dati è Snap4City [17], la piattaforma open source elaborata dal gruppo di ricerca del DISIT Lab dell'Università di Firenze, che nasce per la gestione della Smart City, ma che ultimamente sta ampliando il suo campo di applicazione anche agli edifici attraverso l'integrazione di modelli BIM in formato IFC.

Di seguito sono riportate sinteticamente le 6 fasi operative, in cui è stato articolato il processo di implementazione del DT [18]:

1. *creation*, introduzione di sensori per la misura di input ambientali e tecnici derivanti dal mondo fisico;
2. *communication*, procedura di connessione/integrazione bidirezionale tra mondo fisico e ambiente digitale;
3. *aggregation*, raccolta dei dati all'interno di un repository, per renderli disponibili nelle fasi successive;

4. *analysis*, analisi e visualizzazione dei dati con modalità differenti a seconda dello scopo;
5. *insight*, creazione di dashboard, nelle quali riportare l'andamento reale del valore di un certo parametro, da confrontare con quello previsto, così da avere un riscontro immediato in caso di malfunzionamenti;
6. *action*, identificazione del problema segnalato nello step precedente, che può generare un'azione diretta sull'asset tramite attuatore, oppure un avviso di *alert* verso l'operatore/utente.

Questo processo deve essere sostenuto da un'adeguata infrastruttura di raccolta ed elaborazione dei dati provenienti dagli asset, che si avvale delle seguenti tecnologie IT: a) *Internet of Things (IoT)*, adozione di sensori smart e non invasivi per il rilevamento in tempo reale di input provenienti dal mondo fisico; b) *Edge Computing*, unità di calcolo poste in loco in grado di elaborare i dati provenienti dai device e trasmetterli ad un server centrale; c) *Cloud Computing*, piattaforme cloud come supporto computazionale per la gestione di big data.

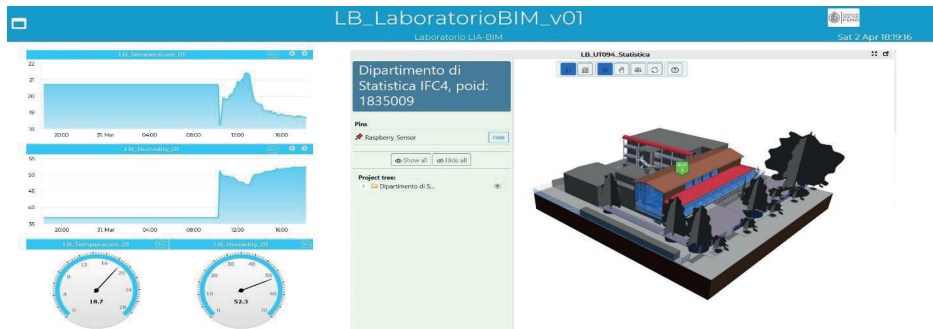


Figura 3 - BIM-to-Digital Twin. Dashboard di controllo delle prestazioni ambientali

Conclusioni e sviluppi

L'integrazione di dati BIM e IoT per la creazione di un DT di asset del patrimonio costruito, fornisce informazioni utili per il controllo e monitoraggio delle prestazioni di un edificio durante le fasi di esercizio, migliorando le capacità decisionali dei facility manager e favorendo la partecipazione dell'utente all'ottimizzazione delle performance dell'edificio anche in un'ottica più ampia di razionalizzazione delle risorse.

Il workflow operativo presentato è esemplificativo di un possibile approccio all'implementazione di DT attraverso l'integrazione di modelli informativi BIM e sistemi IoT, orientati alla raccolta, elaborazione e visualizzazione di dati ambientali, utilizzando una piattaforma open source già nota in ambito smart city, derivando da un approccio a scala urbana una efficace applicazione a scala edilizia.

Il modello informativo realizzato con una piattaforma di BIM authoring

necessita di una esportazione in formato IFC. Un aspetto fondamentale della metodologia proposta è quello di mantenere in ogni step della procedura l'interoperabilità tra le varie discipline e le diverse piattaforme di aggregazione e gestione dei dati. A tal fine la piattaforma Snap4City offre un significativo supporto, essendo in grado di gestire una gran quantità di protocolli e formati di scambio. Questo approccio sconta tuttavia ancora oggi alcune limitazioni: le procedure di implementazione del DT devono essere sviluppate in un linguaggio di programmazione VPL, che sebbene abbastanza intuitivo, necessita da parte dell'operatore di competenze di base sulla scrittura di script e di nozioni sui diversi tipi di formati e protocolli utilizzati; un'ulteriore problematica è legata all'integrazione di dati del modello BIM, che ad oggi può essere utilizzato solo a livello geometrico, in quanto l'interfaccia disponibile non può visualizzare tutti i contenuti semantici dei vari componenti edilizi, ma solo la loro posizione gerarchica all'interno del file IFC.

L'utilizzo di modelli informativi BIM per la creazione di DT per il monitoraggio dei parametri ambientali e tecnici degli edifici, costituisce la prima fase di una sperimentazione di tecniche di Big Data analytics e Intelligenza Artificiale applicata allo sviluppo di processi di analisi, simulazione e valutazione predittiva nell'ambito del Facility Management. In questa prospettiva saranno condotti ulteriori approfondimenti per migliorare l'efficienza del workflow operativo per l'implementazione di DT.

Credits

L'implementazione di DT di edifici è stata condotta mediante la piattaforma open source Snap4City elaborata dal gruppo di ricerca del DISIT Lab dell'Università di Firenze, diretto dal prof. Paolo Nesi, che si occupa di gestione, analisi e predizione di dati eterogenei e multi-dominio in ambito di smart cities e nei cui server è stato effettuato il caricamento dei modelli BIM.

La fase di raccolta di dati e informazioni relativi agli asset immobiliari dell'Università di Firenze è stata supportata dall'Area Edilizia, diretta dall'Arch. Francesco Napolitano con la collaborazione dell'Ing. Giovanni Falchi.

La modellazione BIM degli edifici è stata sviluppata presso il Laboratorio LIA-BIM del Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze, diretto dal prof. Carlo Biagini.

Riferimenti bibliografici

- [1] Ministero dello Sviluppo Economico, "Piano Nazionale Industria 4.0," *Ministero dello Sviluppo Economico*, no. c, pp. 1-4, 2017.
- [2] B. Daniotti, A. Pavan, C. Bolognesi, C. Mirarchi, and M. Signorini, "Digital Transformation in the Construction Sector: From BIM to Digital Twin," in *Digital Transformation [Working Title]*, IntechOpen, 2022. doi: 10.5772/intechopen.103726.
- [3] C. Mirarchi, A. Pavan, F. de Marco, X. Wang, and Y. Song, "Supporting facility mana-

- gement processes through end-users' Integration and coordinated BIM-GIS technologies," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 7, no. 5, 2018, doi: 10.3390/IJGI7050191.
- [4] L. Marzi, R. di Giulio, B. Turillazzi, and S. Pitzianti, *Integration of BIM-GIS systems for energy efficient hospital buildings. The STREAMER research and the case study of the Careggi Polyclinic (Florence)*. Maggioli, 2016.
- [5] Commissione Europea, *Il Green Deal europeo*, 11 dicembre 2019, [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75e-d71a1.0006.02/DOC_1&format=PDF
- [6] ONU, *Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*, 25 settembre 2015, [Online]. Available: <https://unric.org/it/wp-content/uploads/sites/3/2019/11/Agenda-2030-Onu-italia.pdf>
- [7] M. Grieves and J. Vickers, "Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems," *Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems: New Findings and Approaches*, no. August, pp. 85–113, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-38756-7_4.
- [8] M. Shafto, M. Conroy, R. Doyle, and E. Glaessgen, "DRAFT Modeling, Simulation, information Technology & Processing Roadmap," *Technology Area*, pp. 1–27, 2010, [Online]. Available: https://www.nasa.gov/pdf/501321main_TA11-MSITP-DRAFT-Nov2010-A1.pdf
- [9] M. Singh, E. Fuenmayor, E. P. Hinchy, Y. Qiao, N. Murray, and D. Devine, "Digital twin: Origin to future," *Applied System Innovation*, vol. 4, no. 2, pp. 1–20, 2021, doi: 10.3390/asi4020036.
- [10] Autodesk, "Demystifying Digital Twin For Architecture, Engineering, and Construction," 2020, [Online]. Available: <https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/digital-twin/aec-demystifying-digital-twin-ebook-en.pdf>
- [11] buildingSMART *et al.*, "Enabling an Ecosystem of Digital Twins," *Enabling an Ecosystem of Digital Twins*, p. 8, 2020, [Online]. Available: <https://buildingsmart-1xbd3ajdayi.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/05/Enabling-Digital-Twins-Positioning-Paper-Final.pdf>
- [12] Cespig, Capitolato Tecnico per l'affidamento di servizi integrati, gestionali ed operativi da eseguirsi negli immobili in uso alle pubbliche amministrazioni, [Online]. Available: <https://www.consip.it/bandi-di-gara/gare-e-avvisi/gara-facility-management-uffici-4>.
- [13] G. M. di Giuda, P. E. Giana, M. Schievano, and F. Paleari, "Guidelines to integrate BIM for asset and facility management of a public university," in *Research for Development*, 2020, pp. 309–318. doi: 10.1007/978-3-030-33570-0_28.
- [14] R. Paparella and C. Zanchetta, *Il BIM tra modello e documento. L'utilizzo di standard IFC e piattaforme ACDat nella gestione immobiliare*. Esculapio, 2022.
- [15] C. Biagini, P. Capone, V. Donato, and N. Facchini, "Towards the BIM implementation for historical building restoration sites," *Automation in Construction*, vol. 71, pp. 74–86, Nov. 2016, doi: 10.1016/j.autcon.2016.03.003.
- [16] P. Borin and C. Zanchetta, *IFC: Processi e modelli digitali openBIM per l'ambiente costruito*. Maggioli, 2020.
- [17] C. Badii, P. Bellini, A. Difino, P. Nesi, G. Pantaleo, and M. Paolucci, "Microservices suite for smart city applications," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 21, 2019, doi: 10.3390/s19214798.
- [18] A. Parrott and L. Warsaw, "Industry 4.0 and the digital twin," *Deloitte University Press*, pp. 1–17, 2017, [Online]. Available: <https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/industry-4-0/digital-twin-technology-smart-factory.html>.



CNEL

ISBN 979-12-81448-00-1



9 791281 448001

www.cnel.it

