

Fabrizio Banfi & Andrea Matteo Azzolini

Shaping Digital Architects |

dal CAD e BIM alla rappresentazione interattiva del progetto tramite linguaggi di programmazione visuale

In un contesto ontologico in continua trasformazione, la progettazione architettonica è attraversata da un'osmosi tra tradizione e innovazione, in cui la matrice culturale della disciplina si arricchisce costantemente di nuovi strumenti e metodologie.

Questo volume si inserisce in un caleidoscopico scenario di evoluzioni digitali, esaminando le tappe decisive che spaziano dal disegno tradizionale alla virtualizzazione avanzata dei progetti, mettendo in luce l'interazione tra il mondo fisico e quello digitale.

Diviso in quattro sezioni, il testo esplora il passaggio dalle rappresentazioni CAD ai modelli digitali tridimensionali, ponendo l'accento sull'adozione del Building Information Modelling (BIM) come paradigma ermeneutico della progettazione contemporanea. Un'analisi approfondita delle caratteristiche e dei principi fondanti del BIM, accompagnata da una riflessione sulle normative internazionali, evidenzia l'importanza dell'inclusione e della sostenibilità, sia nella gestione dei dati che nel ciclo di vita dell'edificio, con particolare attenzione alla trasformazione di un progetto CAD in un modello BIM parametrico. La terza parte affronta la trasformazione della progettazione attraverso l'impiego di strumenti interattivi, rivelando come la combinazione di modelli BIM e piattaforme di realtà estesa (XR) dia vita a esperienze immersive che vanno oltre la rappresentazione statica. L'integrazione con motori di gioco favorisce un'interazione più profonda e una partecipazione attiva degli utenti, creando una pleora di possibilità progettuali che rispondono a logiche mutevoli, dove l'accessibilità e la partecipazione diventano centralità imprescindibili del processo creativo.

Il libro si propone non solo come un compendio di riferimento per i professionisti del domani, ma coadiuva riflessioni teoriche e applicazioni pratiche, configurandosi come uno strumento utile a chi desidera esplorare le frontiere digitali dell'architettura, dove la rappresentazione non è più solo un atto di descrizione, ma una potente leva di trasformazione culturale e progettuale. Con uno stile rigoroso ma accessibile, il testo invita a riflettere sul futuro della progettazione come uno spazio di convergenza tra i fondamenti della Scienza della Rappresentazione, tecnologia, sostenibilità e umanità, dove ogni singolo progetto diventa un atto di innovazione collettiva e partecipata.

Fabrizio Banfi è senior researcher presso il Dipartimento di Architettura, Ambiente Costruito e Ingegneria delle Costruzioni (ABC) del Politecnico di Milano, con una specializzazione in virtual heritage, BIM, HBIM, tecnologie XR (realtà virtuale e aumentata), rilievo 3D, game engine e digital twin. La sua ricerca spazia dalla digitalizzazione e conservazione del patrimonio culturale, alla rappresentazione del progetto in tutte le sue forme e lo sviluppo di esperienze museali virtuali immersive. Nel 2016 ha vinto una posizione internazionale finanziata dal Social Sciences and Humanities Research Council (SSHRC) per il programma canadese "New Paradigm/New Tools for Architectural Heritage", una collaborazione tra la Carleton University (Ottawa) e Autodesk Research Toronto. Questo progetto ha portato al conseguimento di un dottorato di ricerca in Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (ABC-PhD) con lode e al premio SIFET 2018 per la miglior tesi nazionale. Dal 2019 è membro del corpo docente Erasmus per il workshop "Architectural Heritage Documentation for Conservation" presso il RLICC della Katholieke Universiteit Leuven. Ha partecipato a importanti progetti di digitalizzazione nazionali e internazionali volti alla tutela e restauro, tra cui il Parlamento canadese, la Basilica di Collemaggio a L'Aquila dopo il terremoto del 2009, il sito archeologico di la Villa dei Quintili, il Mausoleo di Cecilia Metella, l'Appia Antica a Roma, la chiesa e la rocca di Arquata del Tronto dopo il terremoto del 2016 e la grotta di Lamalunga e i resti dell'Uomo di Neanderthal ad Altamura, Bari. Come co-direttore del Gicarur ABClab, guida progetti pionieristici sul patrimonio digitale, collaborando con enti nazionali e internazionali. Con oltre 100 pubblicazioni scientifiche, è professore al Politecnico di Milano, dove insegna corsi di Ingegneria Edile e delle Costruzioni, Progettazione Architettonica. Presiede le commissioni "BIM nell'industria delle costruzioni" e "BIM e Digital Twin" presso la Scuola di Dottorato ABC ed insegna a diversi master BIM di secondo livello a Milano, Mantova e Padova. È membro del comitato editoriale e organizzativo di diverse riviste e conferenze internazionali. Partecipa all'associazione RRepresentation Advances And Challenges, dal 2020 è socio ordinario dell'Unione Italiana per il Disegno e membro attivo della CIPA Heritage Documentation, per la quale ha organizzato numerose conferenze e workshop. Ha anche insegnato all'Università di Padova, all'Università di Trento, all'Università IULM e alla Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e Paesaggistici, contribuendo alla formazione di futuri professionisti nella digitalizzazione e conservazione del patrimonio architettonico e culturale.

Andrea Matteo Azzolini è Professore a contratto presso il Dipartimento di Architettura, Ambiente Costruito e Ingegneria delle Costruzioni (ABC) del Politecnico di Milano da oltre dieci anni, con una specializzazione in urbanistica e architettura. Ha completato il Dottorato in Architettura, Urbanistica Conservazione dei Luoghi dell'Abitare e del Paesaggio presso il Politecnico di Milano nel 2014 con la tesi "Learning from Playgrounds" interrogandosi sul ruolo di Architettura e Urbanistica rispetto alle nuove modalità di riappropriazione e trasformazione dello spazio aperto in Luoghi Collettivi Diffusi. Ha partecipato a numerosi convegni e pubblicazioni in alcuni casi curandone in prima persona l'edizione. Al Politecnico di Milano insegna Composizione Architettonica e ha insegnato Progettazione Architettonica e Progettazione Architettonica e Urbana. La sua attività di ricerca è legata principalmente alla progettazione integrata tra le discipline. Affianca alla ricerca e all'insegnamento un'intensa attività professionale da oltre quindici anni come architetto libero professionista abilitato collaborando con diversi studi di architettura e società di ingegneria dove si occupa della progettazione integrata in BIM di edifici pubblici di vario genere, spazi pubblici e del coordinamento tecnico delle aree disciplinari all'interno dello studio. È inoltre professionista abilitato antincendio iscritto all'Albo Ministeriale dal 2018 e tecnico abilitato alla redazione di certificazioni energetiche in Regione Lombardia dal 2009. Assieme ad alcuni colleghi ha fondato nel 2014 lo studio collettivo bottega architettonica che si occupa di progettazione integrata taylor-made. È Project Manager certificato PM-base dal 2022 e certificato UNI 11648 dal 2024 come esperto di metodologie di gestione dei progetti. Da luglio 2024 ricopre anche il ruolo di Assessore con delega all'Urbanistica, Edilizia Privata e Rigenerazione Urbana presso il Comune di Cusano Milanino per supportare una concreta e attiva rigenerazione del territorio.

Fabrizio Banfi
Andrea Matteo Azzolini

Shaping Digital Architects |

Fabrizio Banfi
Andrea Matteo Azzolini

Shaping Digital Architects |
dal CAD e BIM alla rappresentazione
interattiva del progetto tramite
linguaggi di programmazione visuale

978-88-916-7475-3



9 788891 674753

€ 34,00

SAGGI

ARCHITETTURA
INGEGNERIA
SCIENZE



politecnica

MAGGIOLI
EDITORE

Le informazioni contenute in questo libro sono state verificate e documentate con la massima attenzione e precisione. Gli autori, insieme a Maggioli S.p.A. e a tutte le persone e le società coinvolte nella creazione, produzione e distribuzione dell'opera, declinano ogni responsabilità derivante dal loro utilizzo. Per quanto riguarda citazioni e riproduzioni grafiche, cartografiche e fotografiche di proprietà di terzi presenti nel volume, l'editore resta a disposizione degli aventi diritto che non sono stati individuati. Questo progetto è un'iniziativa privata e non ha alcuna affiliazione diretta con le varie software house citate nel testo. È alimentato esclusivamente dall'impegno e passione nel condividere la propria esperienza in questo specifico ambito disciplinare.

Il testo è stato sottoposto alla procedura di valutazione del doppio referaggio anonimo (double-blind peer review) in conformità con i criteri definiti per la pubblicazione nella collana Politecnica.

ISBN 9788891674753

© Copyright 2025 Maggioli S.p.A.

**Maggioli Editore è un marchio di Maggioli S.p.A.
Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001:2015**

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) Via del Carpino, 8
Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622595
www.maggiolieditore.it
e-mail: clienti.editore@maggioli.it

È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, anche ad uso interno e didattico, non autorizzata.

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento, totale o parziale, con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i Paesi.

Il catalogo completo è disponibile su www.maggiolieditore.it e www.theplan.it

Finito di stampare nel mese di febbraio 2025 nello stabilimento Maggioli S.p.A. Santarcangelo di Romagna (RN)



Fabrizio Banfi
Andrea Matteo Azzolini

Shaping Digital Architects |

dal CAD e BIM alla rappresentazione
interattiva del progetto tramite
linguaggi di programmazione visuale

Shaping Digital Architects |
From CAD and BIM to interactive project representation
through visual programming languages

The background of the page is a light, warm-toned gradient. At the bottom, there is a complex, abstract network of thin, grey lines connecting small, dark dots, resembling a molecular structure or a data network. The lines and dots are more concentrated in the bottom left and right corners, fading into the background towards the center.

“This is not just a question of changing skillset
It is a change of mindset”

| Julie Dodd

Indice

11 | **Presentazione**

I | **Introduzione**

15 | Dal disegno alla realtà virtuale: nuove frontiere della
comunicazione progettuale

21 | Obiettivi di ricerca: l'evoluzione della progettazione
architettonica tra CAD, BIM e realtà estesa

II | **Dalla rappresentazione CAD del progetto ai modelli digitali**

27 | Storia, definizione e principi della rappresentazione digitale

38 | Oltre la linea. Il disegno come strumento di ideazione, analisi
e interazione nel progetto architettonico

54 | Software CAD più utilizzati per la rappresentazione del
progetto e i suoi principi base

64 | Obiettivi e livello di approfondimento del progetto

79 | Le fasi del progetto

III | La rivoluzione del Building Information Modelling (BIM)

- 95 | La storia, definizione e caratteristiche del BIM
- 113 | La digitalizzazione della progettazione edilizia e l'impatto delle normative BIM nel panorama internazionale
- 123 | I livelli di sviluppo (level of development – LOD) e normativa di riferimento
- 133 | Dai LOD al livello di fabbisogno informativo
- 136 | I livelli di maturità e le dimensioni del BIM
- 146 | Il quadro normativo del BIM in Italia
- 172 | Il valore dell'interoperabilità e dell'informazione digitale nel BIM come strumento comunicativo: gestire e integrare software, dati e formati nel processo progettuale
- 177 | Dai formati IFC all'openBIM: sfide e opportunità nell'integrazione dei dati nel ciclo di vita dell'edificio
- 197 | Verso un'architettura integrata BIM
- 251 | CDE e ACDat: strumenti fondamentali nella gestione e condivisione dei dati di progetto nell'edilizia, con riferimento alle normative nazionali italiane
- 259 | Trasformazione di un progetto CAD e NURBS in un modello BIM: dalle principali logiche generative alla parametrizzazione delle primitive geometriche in oggetti BIM
- 278 | La gestione del progetto: fondamenti di Project Management

IV | Strumenti di ultima generazione per la rappresentazione interattiva del progetto

- 309 | L'integrazione tra modelli BIM e piattaforme di sviluppo XR e motori di gioco
- 328 | Le opportunità offerte e le sfide nell'integrazione dei modelli BIM nello sviluppo di applicativi VR tramite i motori di gioco
- 332 | Cos'è un motore di gioco? Un'analisi tecnica
- 348 | Dal modello alla partecipazione: la dinamica tra simulazione e interazione nei mondi virtuali
- 362 | Integrazione del visual programming language (VPL) nella rappresentazione del progetto: dal modello BIM all'esperienza interattiva
- 372 | Oltre a rappresentazioni statiche: sviluppare un ambiente virtuale interattivo in prima e terza persona
- 380 | La web-VR: nuovi livelli di accessibilità e interazione del progetto

390 | **Note conclusive**

393 | **Breve glossario**

395 | **Comitato scientifico**

Presentazione

Maria Pompeiana Iarossi

In una fase di rapidissima evoluzione dei sistemi di rappresentazione digitale, il volume *“Shaping Digital Architects / Dal CAD e BIM alla rappresentazione interattiva del progetto tramite linguaggi di programmazione visuale”* di Fabrizio Banfi e Andrea Matteo Azzolini si propone come importante strumento che mostra come essi possano efficacemente supportare la progettazione architettonica e la loro comunicazione.

Ma, soprattutto e in una visione più ampia, esso s'interroga sulla capacità dei nuovi strumenti d'innescare una trasformazione radicale e profonda del pensiero progettuale in sé stesso, suggerendo già nel titolo l'urgenza di un'ulteriore riflessione su come tale mutamento possa e debba efficacemente riverberarsi sulla formazione dell'architetto.

L'articolazione del volume mette a fuoco gli snodi concettuali della rivoluzione digitale, a partire dai suoi esordi con i sistemi CAD, di cui viene descritta l'evoluzione storica, fin dai loro primi passi sul finire degli anni Cinquanta del secolo scorso e mostra come, nonostante il progressivo ampliamento delle potenzialità operative riscontrabile nello sviluppo dei sistemi vettoriali, essi continuino ad afferire ad una dimensione ancora profondamente proiettiva degli enti geometrici fondamentali, sancendo il permanere della centralità della linea, protagonista indiscussa del tradizionale disegno al tratto.

Rispetto a questo primo scenario, che potremmo definire di *digitization* di contenuti elaborati entro un orizzonte che concettualmente è ancora quello proprio del disegno analogico, un radicale mutamento di paradigma verso l'effettiva *digitalization* del processo progettuale è invece riconosciuto nell'avvento della modellistica digitale e del disegno parametrico.

Se infatti i sistemi di rappresentazione vettoriale si erano in un certo senso limitati a rendere più performanti le prestazioni del disegno analogico a supporto del progetto (per rapidità di esecuzione e modifica degli elaborati grafici, nonché per la loro intrinseca maggior precisione della riduzione scalare) nel mondo dei modelli 3D, alla coppia di linee deputate a codificare la proiezione di un muro si sostituisce l'oggetto-muro. Dunque, all'atto del tracciare rette ciascuna canonicamente definita, secondo il dettato euclideo, da due punti ad essa appartenenti - si sostituisce l'esistere del muro in quanto tale e nelle sue relazioni spazialmente orientate con gli altri oggetti ed elementi della costruzione.

L'introduzione dell'ontologia BIM e dei sistemi ICT si pone dunque come un'autentica rivoluzione copernicana, offrendosi come un orizzonte in cui possono trovare cittadinanza e interagire i diversi e molteplici saperi ormai necessari nel sempre più complesso e multidisciplinare processo progettuale, sia che si tratti d'intervenire sul patrimonio costruito e sia nei casi in cui si misuri con la definizione del nuovo, non omettendo di evidenziare la necessità di criteri e standards condivisi per l'efficienza delle nuove condizioni d'interoperabilità.

La riflessione sulla crescente complessità nel processo progettuale e la molteplicità di attori che occorre mettere in gioco introducono all'ultima parte del volume, che affronta la necessità di fornire risposte e strumenti alle sempre più diffuse istanze di partecipazione e condivisione dei processi decisionali espresse dalla società contemporanea.

Le potenzialità offerte dall'integrazione e interazione dalle capacità simulate offerte da *VR-Virtual Reality* e *XR-Extended Reality* con i processi di *gamification* e i motori di gioco suggeriscono la possibilità di ripensare in senso sempre più partecipativo i processi ideativi. Grazie ad essi, a quella prima aspirazione ad una visualizzazione dal punto di vista dell'utente e/o del committente che la proiezione prospettica rinascimentale riusciva a soddisfare, vanno ad affiancarsi, come in un gioco di ruoli intercambiabili, le interazioni virtuali dinamiche esperibili, sia in prima che in terza persona, dal potenziale utente così come dal progettista durante la fase ideativa.

Una lettura che, rifiutando la riduzione dei nuovi sistemi di rappresentazione a mero strumento di comunicazione (o, peggio, di *embellissement* di contenuti elaborati altrove) apre la strada ad una visione dell'architetto contemporaneo come *homo ludens* per eccellenza che, nell'accezione di Johan Huizinga, sappia dar forma ad una interpretazione collettivamente condivisa della vita e del mondo.