POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Tecnologie di rappresentazione digitale tra reale e virtuale: modellazione, interpretazione, presentazione

Original
Tecnologie di rappresentazione digitale tra reale e virtuale: modellazione, interpretazione, presentazione / Pupi, E. - In: Dottorato in Patrimonio Architettonico. Formazione e ricerca 37°- 40° ciclo / PhD Programme in Architectural Heritage. Training and Research Activities 37th - 40th cycle / Naretto M., Beltramo S., Chiabrando F.. - ELETTRONICO. - Torino : Politecnico di Torino, 2025. - ISBN 979-12-81583-33-7. - pp. 127-130

Availability:
This version is available at: 11583/3017618 since: 2026-11-06T10:52:02Z

Publisher:
Politecnico di Torino

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

21 November 2026

Politecnico di Torino

ScuDo
Scuola di Dottorato ~ Doctoral School
WHAT YOU ARE, TAKES YOU FAR

Dottorato in Patrimonio Architettonico

Formazione e ricerca 37° - 40° ciclo

PhD Programme in Architectural Heritage
Training and Research Activities
37th - 40th cycle

DAD
Dipartimento di Architettura e Design

Dottorato in Patrimonio Architettonico

Formazione e ricerca 37° - 40° ciclo

PhD Programme in Architectural Heritage
Training and Research Activities
37th - 40th cycle

a cura di / *edited by*
Monica Naretto, Silvia Beltramo, Filiberto Chiabrando

Politecnico di Torino, Corso di Dottorato in / *PhD Programme in*
Patrimonio Architettonico - PA (già Beni Architettonici e Paesaggistici - BAP)
Architectural Heritage (former Architectural and Landscape Heritage)

Dipartimenti coinvolti / *Involved Departments*
Dipartimento di Architettura e Design - DAD
Dipartimento Energia "Galileo Ferraris" - DENERG
Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica - DISEG
Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio - DIST

Sede amministrativa / *Administrative Office*
Dipartimento di Architettura e Design - DAD

Segreteria / *Secretary's Office*
Antonietta Cerrato, Walter Da Soller

Rappresentanti delle dottorande e dei dottorandi / *Representatives of PhD Candidates*
Giulia Formato (38° ciclo, BAP), Matteo Barisone (39° ciclo, PA)

Contatti / *Contact*
dottorati.dad@polito.it

Sito web / *Web Site*
www.polito.it/didattica/dottorato-di-ricerca-e-scuola-di-specializzazione/corsi-attivi/patrimonio-architettonico-architectural-heritage

Progetto grafico / *Book design*
Giulia Beltramo, con Aurora Bartoli e Chiara Lorenza Remondino

Le immagini riprodotte sono degli Autori, ove non differentemente indicato / *Images belong to the authors unless otherwise indicated*

ISBN: 979-12-81583-33-7
Edizioni del Politecnico di Torino - 2025



Distribuito con Licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale
Licensed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

Indice

01 **Saluti di apertura** *Opening Greetings* /p. 5

02 **Il Corso di Dottorato** *PhD Programme Overview* /p. 13

03 **Collegio docenti e Comitato** *Academic and Advisory Board* /p.25

04 **Strutture di ricerca** *Research Structures* /p.37

05 **Offerta formativa** *Course Catalogue* /p.43

06 **Tesi e ricerche** *Thesis and Research* /p.77

06.
Tesi
e ricerche

Tecnologie di rappresentazione digitale tra reale e virtuale: modellazione, interpretazione, presentazione

Enrico Pupi

enrico.pupi@polito.it
38° ciclo, Dottorato in Beni Architettonici e Paesaggistici

Tutor
Roberta Spallone

Co-Tutor
Pablo Rodríguez-Navarro

Settore Scientifico Disciplinare
Disegno

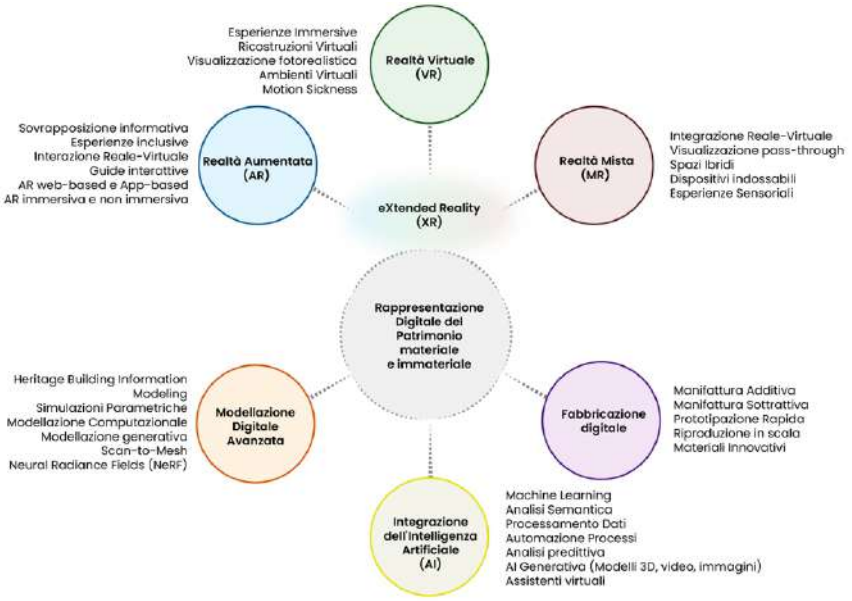
Finanziatori
NextGenerationEU, Partenariato Esteso MICS (Made in Italy Circolare e Sostenibile), PNRR

Parole chiave
patrimonio architettonico, modellazione digitale, fabbricazione digitale, realtà estesa (XR), intelligenza artificiale (AI)

La ricerca indaga il complesso e dinamico panorama delle metodologie di rappresentazione e delle tecnologie digitali, esplorando come queste ridefiniscano il continuum tra la dimensione reale e quella virtuale nel contesto specifico del patrimonio architettonico. Superando una visione strettamente tecnica, lo studio esamina come l'integrazione sinergica di dispositivi tangibili (come modelli fisici e sistemi interattivi), risorse intangibili (dati storici, valori culturali), software avanzati e infrastrutture di supporto abiliti non solo nuove forme di prototipazione, replica e interazione, ma anche, e soprattutto, inedite tipologie di esperienze immersive del bene culturale e innovative modalità di interpretazione.
Partendo da un'analisi critica dello stato dell'arte – modellazione digitale avanzata, fabbricazione digitale, Realtà Estesa (XR) e le emergenti applicazioni dell'Intelligenza Artificiale (AI) – la tesi si focalizza sull'applicazione di queste tecnologie a casi studio significativi, quale possibile esemplificazione di processi integrati nell'ambito del patrimonio culturale tangibile e intangibile.
Un'attenzione determinante è dedicata alla valutazione dell'interoperabilità tra diverse piattaforme software, strumenti di analisi e tecnologie XR. L'identificazione dei limiti operativi e concettuali correnti è propedeutica alla proposta di soluzioni mirate a potenziare la rappresentazione dinamica e multiscalare degli oggetti reali e virtuali, consapevoli che l'innovazione metodologica e concettuale, non può prescindere da una profonda comprensione altresì di natura tecnica.
La ricerca intende sviluppare e validare flussi di lavoro efficienti, sostenibili e scalabili. Questi mirano all'integrazione consapevole dell'ecosistema della Realtà Estesa (XR – AR, VR, MR), anche attraverso l'impiego di dispositivi a basso costo, con l'obiettivo di democratizzare l'accesso alla conoscenza e promuovere esperienze culturali accessibili e inclusive. Vengono esplorate tecniche di modellazione digitale interpretativa avanzate, capaci di ottimizzare l'interazione tra modelli digitali e artefatti fisici. In questo ambito, un'enfasi particolare è posta sull'esplorazione critica e metodologicamente rigorosa del potenziale dell'Intelligenza Artificiale Generativa (GenAI), non solo come strumento per la creazione di rappresentazioni innovative, ma come agente che interroga e potenzia i processi stessi di interpretazione e visualizzazione del patrimonio.
Fra i casi studio indagati rientrano la modellazione ricostruttiva e l'esperienza in realtà virtuale immersiva della Biblioteca del Piffetti presso Villa della Regina a Torino, la ricostruzione virtuale, la fruizione immersiva del Parlamento provvisorio, la modellazione fisica di

	Rilievamento digitale	Documentazione storica	Modellazione digitale	Modellazione plastica	Realtà estesa (XR)	Intelligenza artificiale (AI)
Biblioteca del Piffetti (Quirinale, Roma): Digitalizzazione, modellazione e ricollocazione virtuale a Villa della Regina (Torino)	●	◉	◉ **Geometrica**		◉ Realtà Aumentata (AR) **Realtà Virtuale (VR)**	
Museo di Palazzo Carignano: Accessibilità attraverso rilievo, modellazione e comunicazione multimodale	●	●	◉ **Geometrica H - BIM**	◉ **Manifattura additiva e sottrattiva**	◉ Realtà Aumentata (AR) **Realtà Virtuale (VR)**	
Modellazione digitale avanzata della Torre del Mar (Borriana, Castellón): dalla fabbricazione digitale alla fruizione immersiva attraverso la realtà estesa	●	●	◉ **Geometrica**	◉ **Manifattura additiva**	◉ **Realtà Aumentata (AR) Realtà Virtuale (VR) Realtà Mista (MR)**	
Circular Design for Natural Fibers: Modellazione e visualizzazione di processi sostenibili		●	◉ **Parametrica BIM**	● Manifattura additiva	◉ **Realtà Aumentata (AR) Realtà Mista (MR)**	◉
Scalone d'Onore del Palazzo Birago di Borgaro (Torino): Dal modello digitale al modello fisico in scala	●	●	◉ **Geometrica**	◉ **Manifattura additiva**		
Il modello in scala del Castello di Mirafiori: Fruizione inclusiva del patrimonio culturale		●	●	◉ **Manifattura additiva e sottrattiva**	● Realtà Aumentata (AR)	
Infortreat - Reconstructing the Early Modern bastioned front	●	●	◉ **Parametrica H - BIM**			
Campus Architettura del Politecnico di Torino tra progetto e modello: public engagement e divulgazione		●	● Geometrica	◉ **Manifattura additiva e sottrattiva**	◉ Realtà Aumentata (AR) **Realtà Virtuale (VR)**	
EMOTIONAL: Storytelling immersivo per i valori contemporanei e la sostenibilità del Made in Italy		●			◉ Realtà Virtuale (VR) **Realtà Mista (MR)**	●
P.A.T.H.O.S. (Perception of Architecture, Territory and Heritage. Observation and Sensation)						◉
Tecniche di condizionamento dell'inferenza nella generazione di immagini relative al patrimonio architettonico e all'ambiente costruito						◉

Tabella sinottica che mette in relazione i casi studio oggetto di indagine con le metodologie di ricerca applicate. In grassetto, i casi studio di maggiore interesse / *Synoptic table relating the investigated case studies to the applied research methodologies. The most relevant case studies are reported in bold*



Metodologia della ricerca. Integrazione tra le principali aree tecnologiche indagate – Modellazione Digitale Avanzata, Fabbricazione Digitale, Realtà Estesa (XR) e Intelligenza Artificiale (AI) – per la modellazione, interpretazione e presentazione del patrimonio architettonico materiale e immateriale / *Research's methodological framework. The integration between the main technological areas investigated—Advanced Digital Modelling, Digital Fabrication, eXtended Reality (XR), and Artificial Intelligence (AI)—for the modelling, interpretation, and presentation of tangible and intangible architectural heritage.*

quest'ultimo e dello scalone per il progetto di accessibilità del Museo di Palazzo Carignano a Torino, la digitalizzazione e riproduzione in scala della Torre de la Mar (Burriana) nei pressi di Castellón in Spagna, fino all'esplorazione del patrimonio legato al "Made in Italy", inteso come un complesso sistema di valori, processi, artigianalità e innovazione. Gli studi condotti offrono una base scientifica diversificata per l'applicazione critica e la validazione delle metodologie proposte, contribuendo a costruire una visione concreta sul futuro della rappresentazione digitale.

Dottorato in Patrimonio Architettonico / *PhD in Architectural Heritage*
Politecnico di Torino, 2025