

Modello reale e realtà virtuale fra dismisura e misura. Real model and virtual reality between measure and out of measure.

*Original*

Modello reale e realtà virtuale fra dismisura e misura. Real model and virtual reality between measure and out of measure / Bertola, G., Bruno, E., Pupi, E.. - ELETTRONICO. - (2024), pp. 2349-2366. (45° CONVEGNO INTERNAZIONALE DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNOATTI 2024 Padova e Venezia 12 - 13 - 14 settembre 2024) [10.3280/oa-1180-c590].

*Availability:*

This version is available at: 11583/2993781 since: 2024-10-28T11:34:57Z

*Publisher:*

FrancoAngeli

*Published*

DOI:10.3280/oa-1180-c590

*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)

# Modello reale e realtà virtuale fra dismisura e misura

Giulia Bertola  
Edoardo Bruno  
Enrico Pupi

## Abstract

Il lavoro qui presentato ha l'intento di proporre un approccio interdisciplinare per la narrazione del progetto architettonico e urbano. Ad oggi, le caratteristiche e i vantaggi dell'uso di modelli fisici in architettura sono numerosi e ben noti, mentre il potenziale dell'XR applicata a modelli reali è ancora in fase di esplorazione e sviluppo. Nonostante ciò, in molti casi vengono impiegati simultaneamente per condurre il soggetto all'interno di un mondo che è esperienza, superando il presupposto che gli oggetti in scala siano statici e immutabili. In particolare gli autori mostrano l'interazione di due sistemi di rappresentazione, uno reale e l'altro virtuale: il modello fisico in scala e l'esperienza immersiva VR approfondendo alcuni elementi di progetto emersi durante il concorso "Future Shanshui City Dwellings in Lishui Mountains International Urban Design Competition" del 2020, in cui il Politecnico di Torino si è aggiudicato il terzo premio. Il *workflow* ha infatti previsto la realizzazione di modelli reali in scala mediante tecniche di fabbricazione digitale e un progetto immersivo di VR mediante il software Twinmotion. L'intento è quello di dimostrare come entrambi gli approcci, reale e virtuale consentano, lavorando su scale differenti di produrre alterità, agendo come simulacri ed espandendo la nostra visione della realtà.

## Parole chiave

maquette, rappresentazione, realtà virtuale, concorso di architettura, fabbricazione digitale.



Fotografia del plastico di progetto e test dell'esperienza VR. Foto di Pietro Merlo; modello di Giulia Bertola, Enrico Pupi; esperienza VR di Enrico Pupi.

## Introduzione

Il presente contributo si inserisce all'interno di un filone di ricerca del Politecnico di Torino guidato dalla prof.ssa Roberta Spallone e dal prof. Marco Vitali del Dipartimento di Architettura e Design (DAD) in collaborazione con il laboratorio ModLab Arch e i gruppi di ricerca interdisciplinari della China Room e dell'Istituto di Architettura Montana. In particolare, vengono mostrati un modello in scala reale e la sua integrazione con tecnologie VR, realizzati presso il laboratorio ModLab Arch, in seguito alla partecipazione del Politecnico di Torino al concorso "Future Shanshui City Dwellings in Lishui Mountains International Urban Design Competition" nel 2020.

Il lavoro intende riflettere su come la narrazione del progetto architettonico richieda oggi un approccio sempre più interdisciplinare, supportato anche dall'utilizzo di strumenti virtuali per la simulazione dello spazio architettonico e urbano e dalle tecnologie di fabbricazione digitale utilizzate per la costruzione di modelli fisici.

Il modello di architettura è uno strumento di rappresentazione ancora attuale, capace di integrarsi con i nuovi strumenti digitali di AR (*Augmented Reality*), VR (*Virtual Reality*), MR (*Mixed Reality*) e AI (*Artificial Intelligence*). La *maquette* viene qui considerata come un artefatto "narrativo" a cui ancorare le informazioni per generare diversi livelli di interattività e immersione. Sulla base di ciò è nata l'esigenza di riflettere su come cambiano il comportamento dell'uomo e la sua percezione del progetto, se affiancati al modello reale in scala o se inseriti all'interno di un mondo virtuale.

Spesso, si parte dal presupposto che gli oggetti in scala siano statici e immutabili, che invitino alla critica ma rifiutino la riconfigurazione. All'interno di questo contesto di ricerca, si cerca invece di reinterpretare il modello architettonico, considerandolo un oggetto in continua evoluzione. Un luogo in cui poter affiancare e sovrapporre diverse visioni, su diverse scale, relative al paesaggio urbano e architettonico [Bertola et al. 2022, p. 425].

## Modello reale e interfacce digitali: percorsi di ricerca e stato dell'arte

Ad oggi, le caratteristiche e i vantaggi dell'uso di modelli fisici in architettura sono numerosi e ben noti, mentre il potenziale dell'AR, VR e AI, applicate a modelli reali è ancora in fase di esplorazione e sviluppo [Bertola et al. 2022, p. 425].

Molti studi si affacciano alla riconsiderazione del valore della materialità nell'epoca del postumano e l'interazione tra realtà fisiche e virtuali viene ripensata all'interno di una prospettiva nuova.

Il rapporto del virtuale con la realtà ha oggi forti implicazioni sull'evoluzione dell'ambiente e dei soggetti umani: virtuale e reale collaborano per portare il soggetto all'interno di un mondo che è esperienza. Macchine, media, tecnologie da una parte e uomo, sensazioni, esperienze e desideri dall'altra, sono rivolti verso la costruzione di un qualcosa che sta tra reale e virtuale [Carpo 2018].

L'interazione tra modelli fisici in scala e modelli virtuali crea un potente strumento in grado di rappresentare l'ambiente costruito (statico) in modo fisico, tattile e tridimensionale, consentendo al contempo la visualizzazione di elementi dinamici come proiezioni di ombre, persone e oggetti in movimento [Piga et al. 2017].

Di seguito vengono mostrati tre progetti che prevedono l'interazione tra modelli reali e interfacce digitali. Il primo è il progetto di tesi A.U.R.A. (*Augmented Urban Regeneration Accelerator*), sviluppato da Arthur Modine nel 2023, presso il Southern California Institute of Architecture (SCI-Arc). L'autore supera l'aspetto statico dei modelli reali in scala cercando di considerare l'architettura come uno strumento partecipativo in cui i progettisti sono incoraggiati a sovrapporre le loro visioni. A.U.R.A. è un modello fisico intelligente che si modifica in tempo reale [Modine 2023].

Il secondo, rientra all'interno della raccolta di progetti proposta in occasione della mostra *Model Behaviour* curata dalla Anyone Corporation e presentata dalla Irwin S. Chanin School of Architecture della Cooper Union, a New York nel 2022. Si tratta del progetto *Abyssinian*

*Cyber Vernaculus* di Miriam Hillawi Abraham, un progetto di studio delle chiese monolitiche etiopi di Lalibela. La designer ha utilizzando scansioni 3D fornite dal progetto Zamani, dedicato alla salvaguardia dei siti in estinzione, e disegni prodotti dai primi esploratori europei, per modellare gli edifici e i loro paesaggi in uno spazio di realtà virtuale, utilizzato poi per creare un videogioco esperienziale. Durante l'esposizione, l'esperienza interattiva in VR è stata affiancata da modelli reali realizzati mediante stampa 3D illustrativi della materialità monolitica dei siti attraverso la tattilità e l'aspetto fisico [Abraham 2022, p. 119].

Un ulteriore approccio, sempre presentato durante la medesima esposizione newyorkese è il lavoro dello studio americano Certain Measure, diretto da Andrew Witt. Attraverso il progetto *Twilight Crystalline Models Hunt Wistfully* del 2023, viene esplorato come l'intelligenza artificiale possa rielaborare il linguaggio naturale attraverso l'utilizzo di software specifici e arrivi a generare realtà visive. Durante l'esposizione vengono affiancati video multicanali e i modelli fisici generati dall'esperienza di AI [Witt 2022, p. 119].

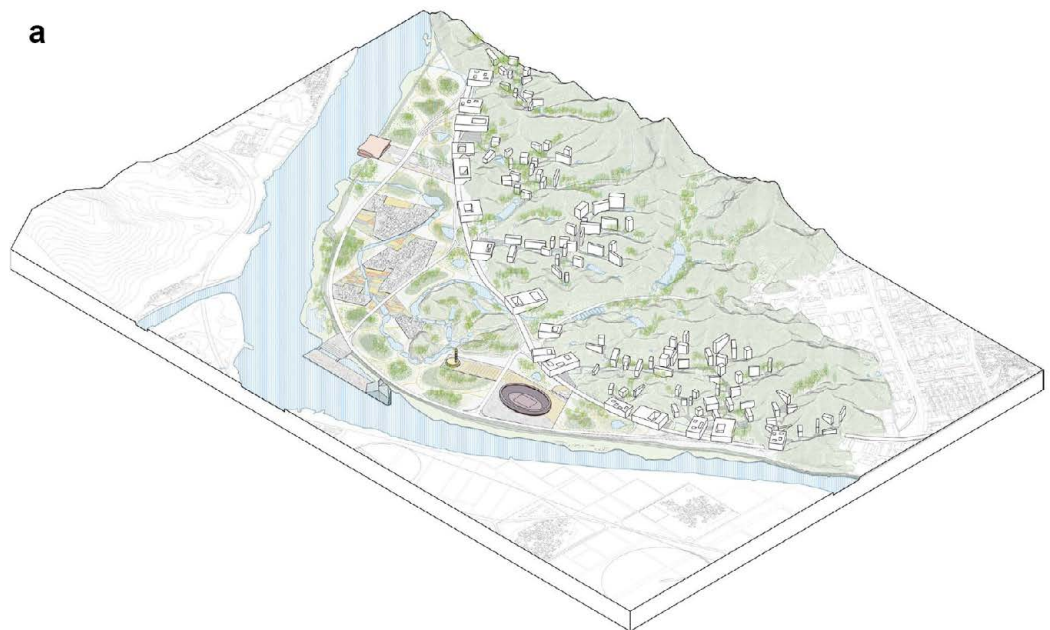
### **Il caso studio: the Rhyme of Lishui**

L'attività qui presentata è iniziata dopo l'aggiudicazione del Politecnico di Torino del terzo premio del "Future Shanshui City Dwellings in Lishui Mountains International Urban Design Competition" nell'ottobre 2020. Si tratta di un progetto sviluppato da 44 docenti, ricercatori, dottorandi e laureandi appartenenti ai gruppi di ricerca della China Room (DAD e DIST) e dell'Istituto di Architettura Montana del DAD in collaborazione con la South China University of Technology. Il lavoro si è concentrato sulla pianura di Lishui, una delle poche aree pianeggianti dello Zhejiang meridionale [Berta et al. 2023].

La trasformazione della valle di Lishui ha alimentato questioni che incrociano forme dell'urbanizzazione e figure del paesaggio. Il progetto ha dovuto mettere in campo soluzioni capaci di piegare metodologicamente le discipline del progetto architettonico e urbano nel momento in cui sono stati proiettati alla scala del territorio. Implicazioni insite nel programma stesso del concorso, dove il titolo "Future Shan-Shui City" (il termine cinese "ShanShui" identifica il concetto di paesaggio nella sua accezione più pittorica), ambiva a verificare le condizioni per cui l'espansione urbana potesse coniugarsi armoniosamente al territorio circostante. La modifica dei limiti urbani avrebbe attivato processi di re-ruralizzazione, e per questo motivo la proposta "Prosperous Lishui" ha incorporato la conflittualità territoriale come base metodologica. Le figure di paesaggio presenti in Lishui sono già ibridate. La loro instabilità, data dai recenti fenomeni peri-urbani, ha richiesto un intervento ricompositivo, che chiama in causa un mestiere che agisce nella tensione tra la cura del particolare e la messa a sistema in una scala che potrebbe proiettarsi all'infinito [Sampieri 2008, p. 33]. Il progetto si è concentrato sulla definizione di principi insediativi dove l'assetto infrastrutturale, l'abitare collettivo, gli aspetti logistici e produttivi della valle agricola potessero cooperare nella definizione di un ordine socio-spaziale, certamente locale, ma che ambissero al tempo stesso a rimodellare le strategie di crescita della municipalità. Un sistema dove architetture e connettività si accorpano fino a raggiungere il limite utile a preservare suolo produttivo. In particolare, all'interno di questo contributo viene presentato il caso del progetto sviluppato per l'area indicata dal concorso come "Rhyme of Sidu", stretta tra la riva destra del fiume Ou che solca la valle di Lishui e il pendio delle montagne che la circondano. Nuove comunità residenziali disposte a corte sono attraversate trasversalmente da una nuova linea metropolitana e viaria, mentre longitudinalmente la tettonica degli edifici si lega al declivio, al fine di ibridare elementi naturali e nuovo carico antropico. (fig. 1).

### **La dismisura della miniatura e il potere della scala**

In seguito alla partecipazione al concorso, per chiarire gli aspetti dimensionali, distributivi e funzionali, si è proceduto con la realizzazione presso il ModLab Arch, del modello plastico



**a**



**b**

Fig. 1. Disegni di progetto per l'area "Rhyme of Sidu". Prosperous Lishui. South China University of Technology: School of Architecture and Politecnico di Torino, China Room and Institute of Mountain Architecture, Future Shanshui City - Dwelling in Lishui Mountains International Urban Design Competition, 2021.

in scala 1:200, relativo all' area "Rhyme of Sidu". La progettazione del modello reale è stata derivata dal modello digitale complessivo, scegliendo di rappresentare solo una parte dell'edificio. In seguito sono state definite le tecniche di fabbricazione digitale (taglio laser e stampa 3D) in concomitanza alla scelta dei materiali: PLA colorato per i componenti strutturali e distributivi e per i mezzi di trasporto, cartone vegetale grigio e plexiglass opaco e trasparente per la base e i solai (figg. 2, 3).

Nell'ambito del programma "Future Shan-Shui City", il modello plastico, ha rappresentato uno strumento attraverso il quale mediare la complessità della valle di Lishui invertendo il rapporto di scala tra il corpo e l'oggetto [Davidson 2020, p.16].

Esso, essendo in scala ridotta rispetto all'oggetto reale, è stato impiegato a raccogliere e indicizzare le informazioni in sistemi misurabili e razionali, in modo che il progetto architettonico potesse essere poi sviluppato, perfezionato, misurato e il suo comportamento simulato [Vannucci 2020]. L'architettura spesso si limita a rispecchiare la scala media dell'esperienza umana, cristallizzando il nostro senso di routine della nostra posizione primaria e speciale. Il rovesciamento delle nostre aspettative di scala espande invece la nostra visione della realtà: l'architettura di oggi dovrebbe abbracciare il potenziale della miniatura e del gigantesco per creare dubbio e meraviglia nella realtà quotidiana [Wiscombe et al. 2020, p. 91] e permettendo la comprensione di orizzonti sempre più vasti [Calvino 2012, p. 117].

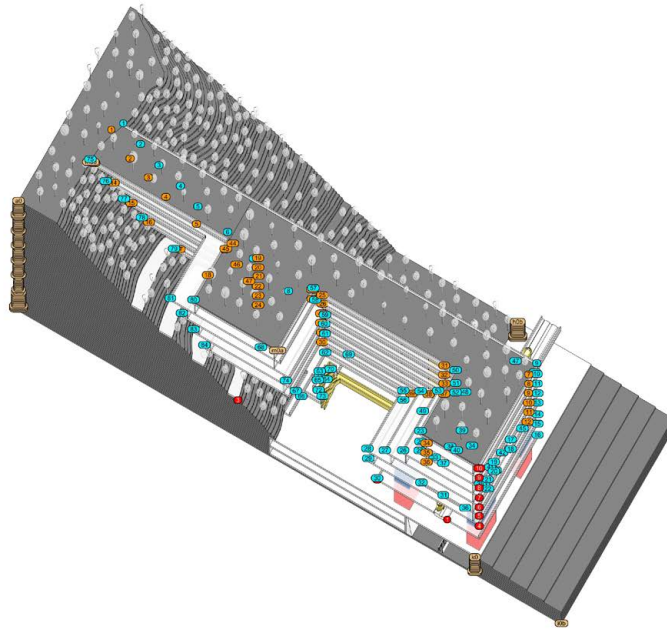


Fig. 2. Ingegnerizzazione del plastico per la produzione attraverso fabbricazione digitale, taglio laser e stampa 3D. Elaborazione di Giulia Bertola, Enrico Pupi.

Il modello, dopo aver interrotto la relazione uno-a-uno con l'oggetto che ha abilitato o informato, può inoltre reimpegnarsi in relazioni che giocano sulla scala. Sempre carico della potenzialità di produrre alterità [Stoppani 2019, p.106] il modello agisce quindi come un potente simulacro che permette un'abitazione immaginativa [Hubert 1981].

### VR e scala umana

L'applicazione di esperienze di realtà virtuale nel settore AEC (Architecture, Engineering, and Construction) è stata caratterizzata da un forte incremento nel corso degli ultimi decenni, dando luogo a una vasta gamma di indirizzi di ricerca [Zhang et al. 2020].

La sperimentazione dell'applicativo VR qui presentata, si pone l'obiettivo di fornire uno strumento di rappresentazione complementare alla dualità che intercorre tra modello fisico e modello digitale. La realizzazione dell'esperienza intende mettere a sistema i diversi aspetti

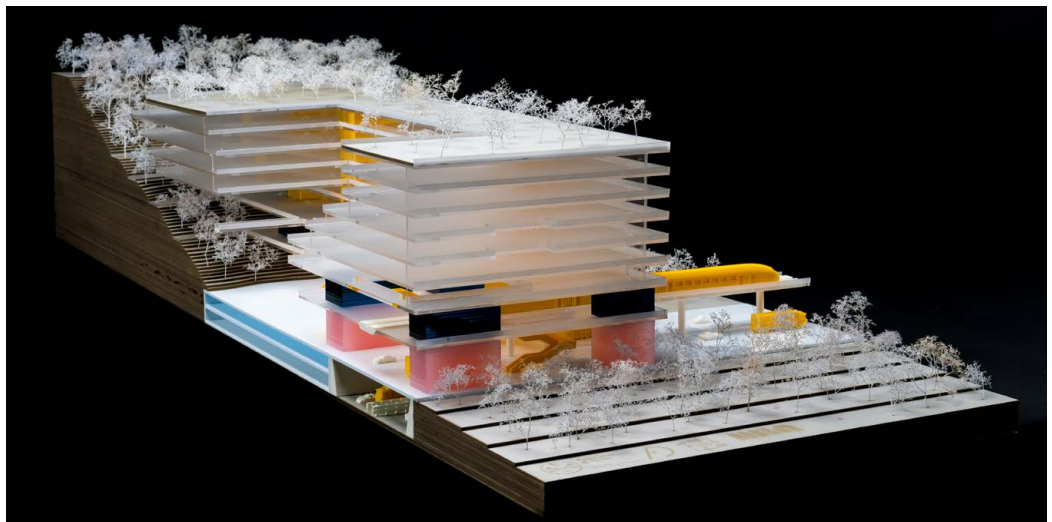


Fig. 3. Immagine del plastico di progetto. Foto di Pietro Merlo; modello di Giulia Bertola, Enrico Pupi.

che qualificano la dimensione del reale e quella del virtuale, mutuando da entrambe informazioni di tipo geometrico, dimensionale, cromatico e percettivo, migliorando la fruizione spaziale del modello virtuale attraverso l'utilizzo dell'ambiente immersivo [Paes et al. 2017]. In questo modo è possibile configurare un'esperienza finalizzata sia alla fruizione del progetto secondo la sua rappresentazione di natura concettuale, mediata dall'immagine del modello fisico, sia alla percezione della misura dell'architettura, intesa secondo il rapporto di scala tra persone e ambiente costruito.

La realizzazione delle attività qui presentate si è servita di un flusso di lavoro che ha incluso tecniche e metodi di rappresentazione consolidati: disegni, modelli fisici, modellazione digitale 3D, sistemi integrati CAD/CAM e sistemi di visualizzazione VR (fig. 4).

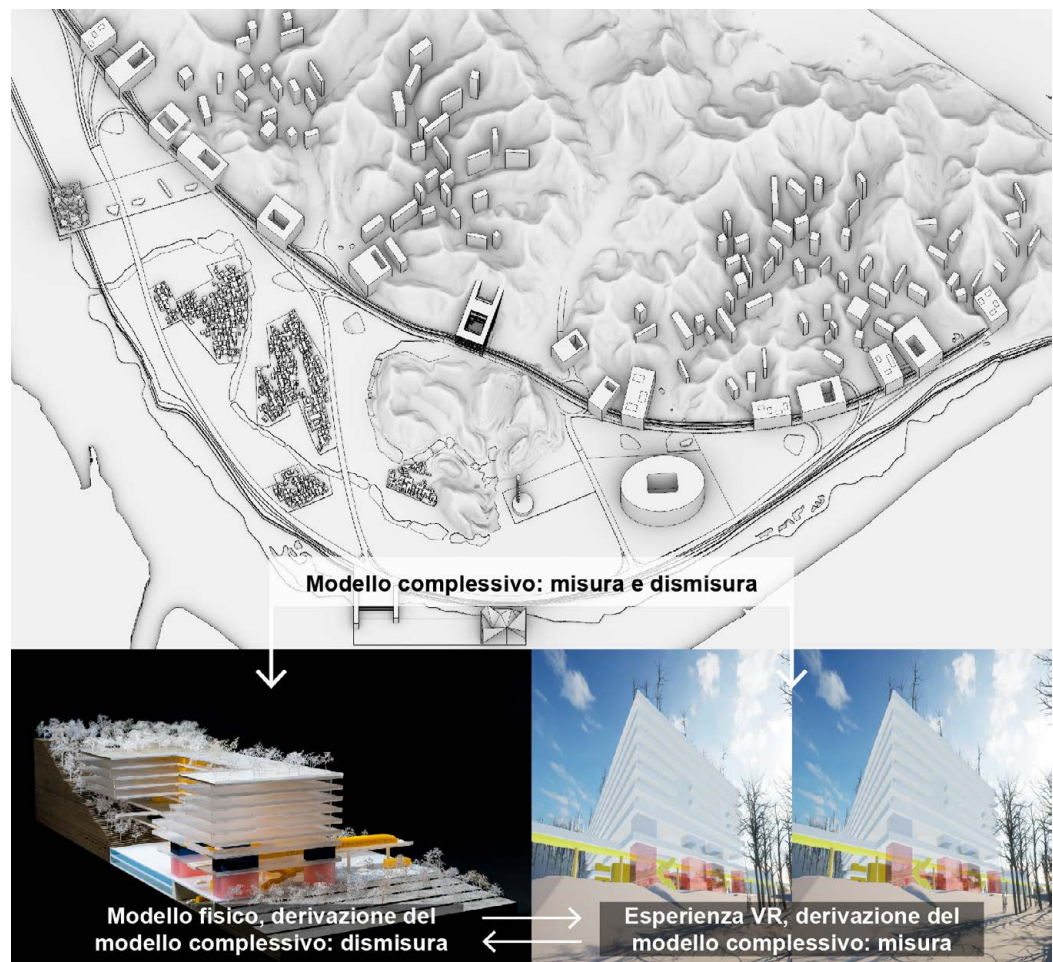


Fig. 4. Schema di funzionamento metodologico del flusso di lavoro. Elaborazione degli autori.

L'allestimento dell'ambiente digitale per la visualizzazione VR ha sfruttato il modello digitale utilizzato per la progettazione del plastico, riproponendo le scelte materiche effettuate per quest'ultimo.

Per la realizzazione dell'esperienza si è scelto di utilizzare l'ambiente di lavoro di Rhinoceros 7, servendosi della sincronizzazione in tempo reale della scena con il software Twinmotion 2023.1.2 attraverso il plug-in *Datasmith Exporter for Rhino*. La fruizione dell'esperienza si è servita di un visore Meta Quest 3 il cui collegamento Quest Link si è avvalso della connettività wireless *Air Link*, in alternativa è stato utilizzato il collegamento cavo Link sfruttando la larghezza di banda della connettività USB 3.0, al fine di ridurre al minimo la latenza. (figg. 5, 6).

All'interno dell'esperienza immersiva è stato possibile navigare il modello attraverso il movimento fisico reale oppure utilizzando la funzionalità integrata di teletrasporto mediante l'utilizzo del *controller*, in entrambi i casi la percezione della misura è determinante e influenzata da diversi fattori: nel modello digitale la dimensione degli oggetti deve rispettare la dimensione reale per garantire una corretta percezione spaziale; la corretta scala degli oggetti e degli ambienti è essenziale per il rapporto in termini di proporzioni; la distanza tra oggetti è fondamentale per la percezione della profondità.

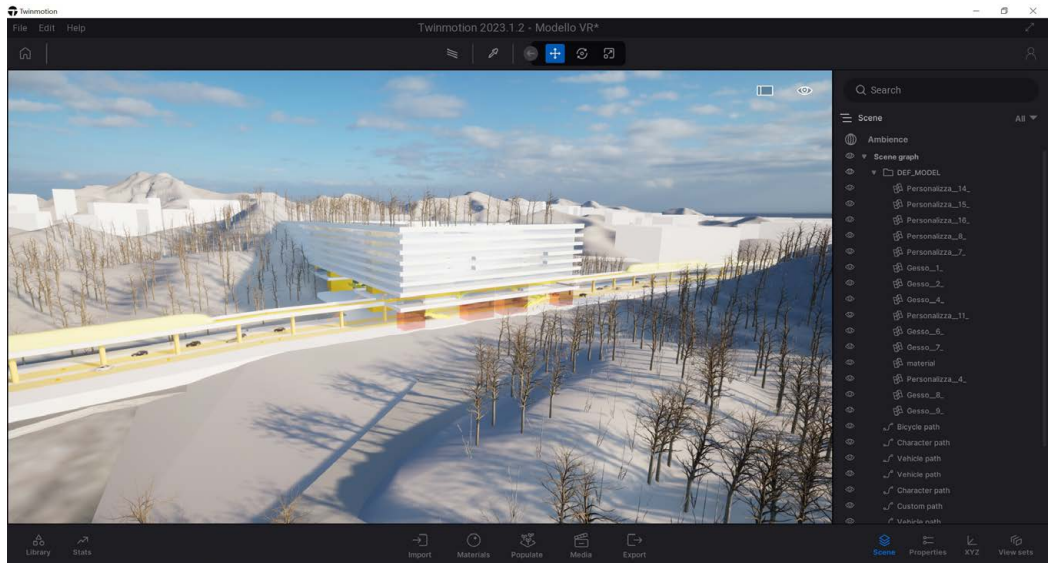


Fig. 5. Sincronizzazione del modello digitale con il software Twinmotion, dove è possibile caratterizzare l'aspetto del modello e preparare l'esperienza VR. Elaborazione by Enrico Pupi.



Fig. 6. Test dell'esperienza VR attraverso la navigazione della scena attraverso la funzione di teletrasporto. Esperienza VR di Enrico Pupi.

## Conclusioni

Relativamente al caso studio presentato, l'affiancamento dei modelli fisici con modelli virtuali immersivi ha permesso di avere diverse percezioni del progetto, esplorando diversi punti di vista e scale dimensionali. Se consideriamo come valido il presupposto per cui il paesaggio non è un oggetto, ma piuttosto un cosmo che assorbe e dissolve simboli e cose, insieme all'assenza di un soggetto privilegiato che lo osserva [Jullien 2017], il progetto della valle di Lishui ha assunto il ruolo di giustapporre ordini di senso e uso del suolo. Di fronte a ciò, i modelli reali e virtuali possono agire, dando forma e rappresentando realtà parallele caratterizzate da estetiche e leggi fisiche indipendenti.

Mentre il modello in scala reale ha però punti di vista privilegiati, l'esperienza VR permette di ampliare la consapevolezza spaziale dei modelli virtuali contribuendo ad una migliore comprensione della disposizione spaziale del modello 3D. È stato dimostrato infatti che l'utente, può elaborare più efficacemente le informazioni spazio-geometriche del progetto influenzando in maniera attiva sulle scelte progettuali [Paes et al. 2017].

Il presente lavoro potrebbe essere sviluppato introducendo nel modello virtuale ulteriori elementi appartenenti al paesaggio, cercando di mostrare ulteriormente ciò che non è rappresentabile attraverso il solo modello reale e restituendo informazioni che dispiegano mondi e complessità finora impensabili. Tutto ciò senza però perdere la spazialità unica che i modelli reali apportano. Solo comprendendo e riconoscendo i comportamenti che queste qualità spaziali producono infatti, l'architettura può partecipare pienamente al cambiamento del mondo [Davidson 2015, p.15].

## Crediti

Tutti gli autori condividono l'impianto metodologico del presente articolo. Tuttavia, i paragrafi intitolati "Modello reale e interfacce digitali: percorsi di ricerca e stato dell'arte" e "La dismisura della miniatura e il potere della scala" sono stati redatti da Giulia Bertola, il paragrafo intitolato "Il caso studio: the Rhyme of Lishui" è stato redatto da Edoardo Bruno, mentre il paragrafo intitolato "VR e scala umana" è stato redatto da Enrico Pupi.

## Riferimenti Bibliografici

- Abraham M. H. (2022). Abyssinian Cyber Vernaculus. In *Log* n. 56, pp. 118-119.
- Berta M., Bruno E., Ramondetti L. (2023). *Prosperous Lishui. A Project for Suburban China*, pp. 1-179. Los Angeles: ORO Editions.
- Bertola G. et al. (2022). Architectural Maquette. From Digital Fabrication to AR Experiences. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (a cura di). *REPRESENTATION CHALLENGES New Frontiers of AR and AI Research for Cultural Heritage and Innovative Design*, pp. 425-432. Milano: FrancoAngeli.
- Calvino I. (2012). *Lezioni americane*. Milano: Mondadori.
- Carpo M. (2018). Excessive Resolution. Designers meet the second coming of artificial intelligence. In *Architectural Record* n.6, pp. 135-136.
- Davidson C. (2020). Notes on a concept: Model Behaviour. In *Log*, n.50, pp. 9-16.
- Hubert C. (1981). The Ruins of Representation. In K. Frampton, S. Kolbowski (a cura di), *Idea as Model*. New York: Rizzoli International.
- Jullien F. (2017). *Essere o vivere: Il pensiero occidentale e il pensiero cinese in venti contrasti*. Milano: Feltrinelli.
- Modine A. (2023). *A.U.R.A. Augmented Urban Regeneration Accelerator*. <<https://gradthesis.sciarc.edu/student-page/arthur-modine/>> (consultato il 10 febbraio 2024).
- Paes D., Arantes E., Irizarry J. (2017). Immersive environment for improving the understanding of architectural 3D models: Comparing user spatial perception between immersive and traditional virtual reality systems. In *Automation in Construction* Vol. 84, pp. 292-303.
- Piga B. E. A., Petri V. (2017). Augmented Maquette for Urban Design. In T. Maver et al. (a cura di). *Envisioning Architecture: Space, Time, Meaning*, pp. 104-113. Glasgow: Freight Publishing.
- Sampieri A. (2008). *Nel paesaggio: Il progetto per la città negli ultimi vent'anni*. Roma: Donzelli.
- Stoppani M. (2019). *Unorthodox Ways to Think the City Representations, Constructions, Dynamics*. New York: Taylor & Francis Group.

Vannucci M. (9.11.2020). *Paolo Portoghesi: The Field Theory*. <<https://drawingmatter.org/paolo-portoghesi-the-field-theory/>> (consultato il 15 febbraio 2024).

Wiscombe T., Trotter M. (2020). The Inner Life of Model. In *Log*, n. 50, pp. 91-102.

Witt E. (2022). Twilight Crystalline Models Hunt Wistfully. In *Log*, n. 56, pp. 145-146.

Zhang Y. et al. (2020). Virtual reality applications for the built environment: Research trends and opportunities. In *Automation in Construction*, Vol. 118, art. 103311.

#### **Autori**

*Giulia Bertola*, Politecnico di Torino, [giulia.bertola@polito.it](mailto:giulia.bertola@polito.it).

*Edoardo Bruno*, Politecnico di Torino, [edoardo.bruno@polito.it](mailto:edoardo.bruno@polito.it).

*Enrico Pupi*, Politecnico di Torino, [enrico.pupi@polito.it](mailto:enrico.pupi@polito.it).

*Per citare questo capitolo:* Bertola Giulia, Bruno Edoardo, Pupi Enrico (2024). Modello reale e realtà virtuale fra dismisura e misura/Real model and virtual reality between measure and out of measure. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. pp. 2349-2366.

# Real model and virtual reality between measure and out of measure

Giulia Bertola  
Edoardo Bruno  
Enrico Pupi

## *Abstract*

The work presented here is intended to propose an interdisciplinary approach to architectural and urban design storytelling. The features and benefits of using physical models in architecture are numerous and well-known. At the same time, the potential of XR applied to accurate models is still being explored and developed. Nevertheless, in many cases, they are employed simultaneously to take the subject inside a world that is experience, surpassing the assumption that objects at scale are static and unchanging. In particular, the authors show the interaction of two representational systems, one real and the other virtual: the physical scale model and the VR immersive experience by delving into some of the design elements that emerged during the 2020 "Future Shanshui City Dwellings in Lishui Mountains International Urban Design Competition", in which the Politecnico di Torino won third prize. The workflow involved creating real-scale models using digital fabrication techniques and an immersive VR project using Twinmotion software. The intent is to demonstrate how both real and virtual approaches allow working on different scales to produce otherness, acting as simulacra and expanding our vision of reality.

## *Keywords*

maquette, representation, virtual reality, architectural competition, digital fabrication.



Project maquette  
photograph and VR  
experience testing.  
Pictures by Pietro Merlo;  
plastic model by Giulia  
Bertola, Enrico Pupi; VR  
experience by Enrico  
Pupi.

## Introduction

This contribution falls within a line of research at Politecnico di Torino led by Prof. Roberta Spallone and Prof. Marco Vitali of the Department of Architecture and Design (DAD) in collaboration with the ModLab Arch laboratory, the interdisciplinary research groups of the China Room and the Institute of Mountain Architecture. In particular, a physical scale model and its integration with VR technologies are shown, created at the ModLab Arch laboratory, following the participation of Politecnico di Torino in the “Future Shanshui City Dwellings in Lishui Mountains International Urban Design Competition” in 2020.

The work reflects on how the narration of architectural design today requires an increasingly interdisciplinary approach, also supported by virtual tools for simulating architectural and urban space and digital fabrication technologies used for constructing physical models. The architectural model is still a current representational tool, capable of integrating with new digital AR (Augmented Reality), VR (Virtual Reality), MR (Mixed Reality), and AI (Artificial Intelligence) tools. The maquette is considered a “narrative” artifact that anchors information to generate different levels of interactivity and immersion. Based on this, the need arose to reflect on how human behaviour and perception of the design change if accompanied by a real-scale model or inserted within a virtual world.

Often, scale objects are assumed to be static and immutable, inviting criticism but refusing reconfiguration. Within this research context, we instead seek to reinterpret the architectural model, considering it an ever-evolving object. A place where different visions can be juxtaposed and overlapped on various scales related to the urban and architectural landscape [Bertola et al. 2022, p.425].

## Real model and digital interfaces: research paths and state-of-the-art

To date, the characteristics and advantages of using physical models in architecture are numerous and well-known. At the same time, the potential of AR, VR, and AI applied to real models is still in the exploration and development phase [Bertola et al. 2022, p. 425].

Many emerging studies reconsider the value of materiality in the posthuman era, and the interaction between physical and virtual realities is being rethought with a new perspective. The virtual relationship with reality today has substantial implications for the evolution of the environment and human subjects: virtual and real collaborate to bring the subject into an experience world. Machines, media, and technologies on one side and humans, sensations, experiences, and desires on the other, aim to construct something between real and virtual [Carpo 2018].

The interaction between physical scale models and virtual models creates a powerful tool capable of representing the built environment (static) in a physical, tactile, and three-dimensional way while also allowing the visualization of dynamic elements such as shadow projections, people, and moving objects [Piga et al. 2017].

Below are three projects involving the interaction between real models and digital interfaces. The first is the thesis project A.U.R.A (Augmented Urban Regeneration Accelerator), developed by Arthur Modine in 2023 at the Southern California Institute of Architecture (SCI-Arc). The author overcomes the static aspect of real-scale models by considering architecture as a participatory tool where designers are encouraged to overlap their visions. A.U.R.A is an intelligent physical model that modifies itself in real-time [Modine 2023].

The second is part of the collection of projects proposed during the exhibition Model Behaviour, curated by Anyone Corporation and presented by the Irwin S. Chanin School of Architecture of Cooper Union in New York in 2022. This is the Abyssinian CyberVernaculus project by Miriam Hillawi Abraham, a study project of the Ethiopian monolithic churches of Lalibela.

The designer used 3D scans provided by the Zamani project, dedicated to safeguarding sites from extinction, and drawings produced by the first European explorers to model the buildings and their landscapes in a virtual reality space, then used to create an experiential

video game. During the exhibition, the interactive VR experience was accompanied by real models created through 3D printing, illustrating the monolithic materiality of the sites through tactility and physical appearance [Abraham 2022, p. 119].

A further approach, also presented during the same New York exhibition, is the work of the American studio Certain Measure, directed by Andrew Witt. The project *Twilight Crystalline Models Hunt Wistfully* of 2023 explores how artificial intelligence can rework natural language through specific software and generate visual realities. Multi-channel videos and the physical models generated by the AI experience were juxtaposed during the exhibition [Witt 2022, p. 119].

### **The case study: the *Rhyme* of Lishui**

The activity presented here began after Politecnico di Torino won third prize in the “Future Shanshui City Dwellings in Lishui Mountains International Urban Design Competition” in October 2020. It is a project developed by 44 professors, researchers, Ph.D. candidates, and students from the China Room research groups (DAD and DIST) and the Institute of Mountain Architecture of DAD in collaboration with the South China University of Technology. The work focused on the plain of Lishui, one of the few flat areas in southern Zhejiang [Berta et al. 2023].

The transformation of the valley of Lishui has fueled issues that intertwine forms of urbanization and landscape figures. The project had to implement solutions capable of methodologically bending architectural and urban design disciplines when projected to the territorial scale. Implications inherent in the competition program itself, where the title “Future Shanshui City” (the Chinese term “ShanShui” identifies the concept of landscape in its most pictorial sense) aimed to verify the conditions for which urban expansion could harmoniously combine with the surrounding territory. Modifying urban boundaries would activate re-ruralization processes, so the “Prosperous Lishui” proposal incorporated territorial conflict as a methodological basis. The landscape figures present in Lishui are already hybridized. Their instability, given by recent peri-urban phenomena, required a recomposing intervention, which calls into question operations that act in the tension between caring for the particular and putting it into a wider system: a scale that could be projected to infinity [Sampieri 2008, p. 33].

The project focused on defining settlement principles where the infrastructural layout, collective housing, and the logistic and productive aspects of the agricultural valley could cooperate in defining a socio-spatial order, certainly local, but at the same time aimed to remodel the growth strategies of the municipality: a system where architectures and connectivity cluster until reaching the proper limit to preserve productive land. In particular, within this contribution, the case of the project developed for the area indicated by the competition as “*Rhyme of Sidu*”, squeezed between the right bank of the Ou River that plows the Lishui valley and the slope of the surrounding mountains, is presented. A new metropolitan highway transversely crosses new residential communities arranged in courtyards, while longitudinally, the tectonics of the buildings are linked to the slope to hybridize natural elements and new anthropic load (fig. 1).

### **The out of measure of the miniature and the power of scale**

Following participation in the competition, a 1:200 scale plastic model relating to the “*Rhyme of Sidu*” area was made at the ModLab Arch to clarify the dimensional, distributional, and functional aspects. The design of the real model was derived from the overall digital model, choosing to represent only a part of the building. The digital fabrication techniques (laser cutting and 3D printing) were then defined in conjunction with the choice of materials: colored PLA for the structural and distributive components and the transportation assets, gray vegetal cardboard, and opaque and transparent plexiglass for the base and floors (figs. 2, 3).

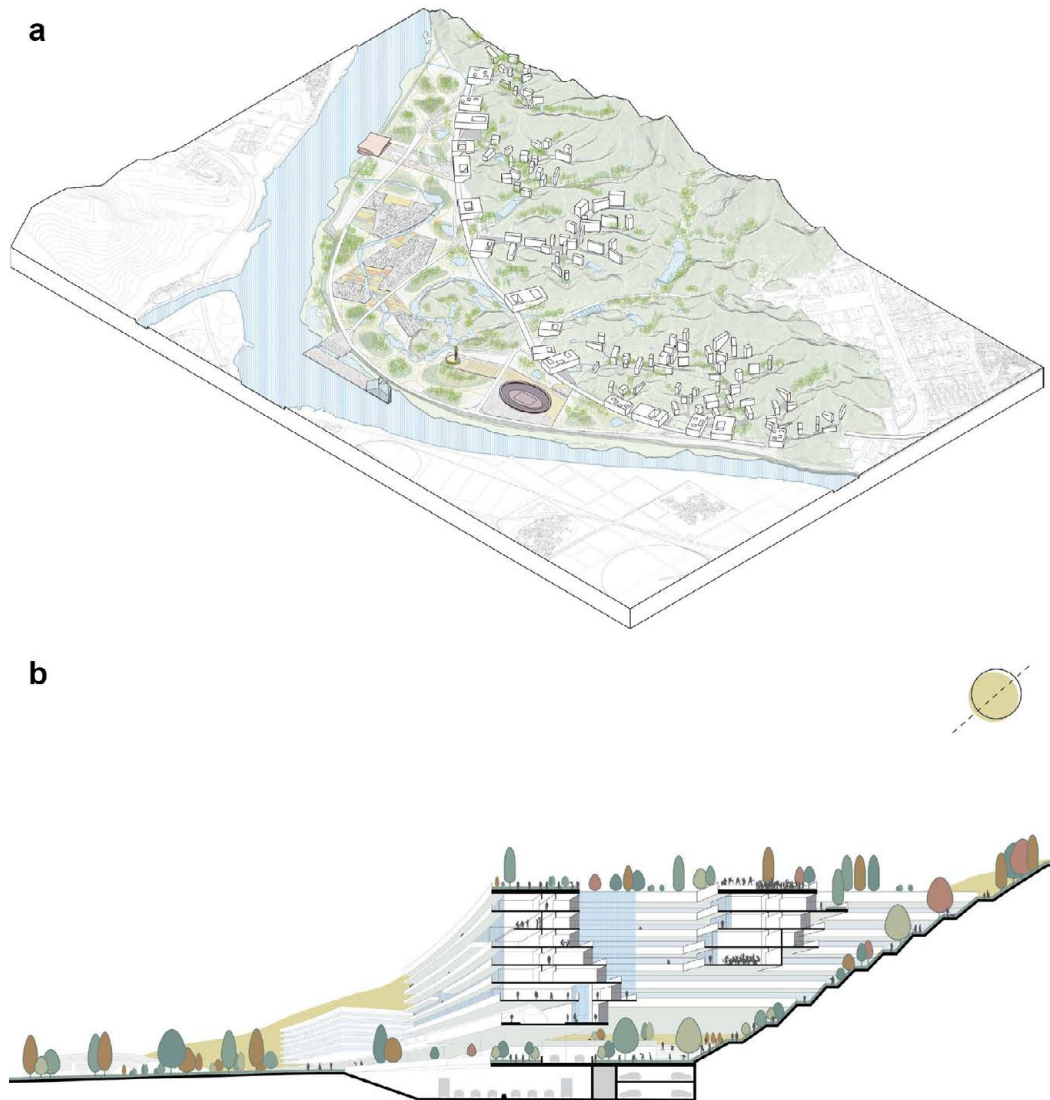


Fig. 1. Design drawings for the "Rhyme of Sidu" area. Prosperous Lishui. South China University of Technology: School of Architecture and Politecnico di Torino, China Room and Institute of Mountain Architecture, Future Shanshui City - Dwelling in Lishui Mountains International Urban Design Competition, 2021.

Within the "Future Shan-Shui City" program, the plastic model represented a tool to mediate the complexity of the valley of Lishui by inverting the scale relationship between the body and the object [Davidson 2020, p. 16]. Being on a reduced scale compared to the real object, it was used to collect and index information into measurable and rational systems so that the architectural project could be developed, perfected, measured, and its behavior simulated [Vannucci 2020]. Architecture often limits itself to reflecting the average scale of human experience, crystallizing our sense of routine of our primary and particular position. Reversing our scale expectations, on the other hand, expands our vision of reality: today's architecture should embrace the potential of the miniature and the gigantic in order to create doubt and wonder in everyday reality [Wiscombe et al. 2020, p. 91] and allow the understanding of ever-expanding horizons [Calvino 2012, p. 117]. The model can re-engage in relationships that play on the scale after interrupting the one-to-one relationship with the object it enabled or informed. Always carrying the potential to produce otherness [Stoppani 2019, p.106], the model thus acts as a powerful simulacrum that allows an imaginative dwelling [Hubert 1981].

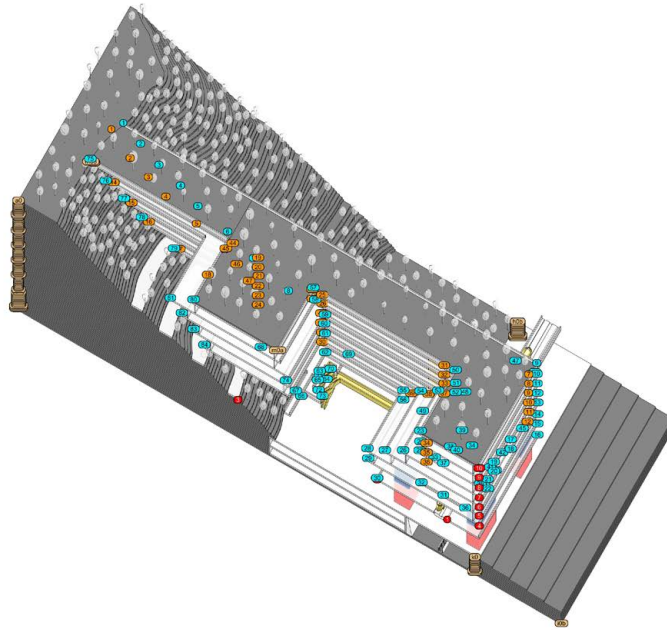


Fig. 2. Physical model engineering for production through digital fabrication, laser cutting, and 3D printing. Elaboration by Giulia Bertola, Enrico Pupi.

### VR and human scale

The application of virtual reality experiences in the AEC (Architecture, Engineering, and Construction) sector has been characterized by a substantial increase over the last few decades, giving rise to a wide range of research directions [Zhang et al. 2020].

The experimentation of the VR application presented here aims to provide a representational tool complementary to the duality between the physical and digital models. The realization of the experience intends to put into a system the different aspects that qualify the dimension of the real and the virtual, borrowing from geometric, dimensional, chromatic, and perceptual information, improving the spatial enjoyment of the virtual model through the immersive environment [Paes et al. 2017].

In this way, it is possible to configure an experience aimed at both the enjoyment of the project according to its conceptual representation, mediated by the image of the physical model, and the perception of the measure of architecture understood according to the scale relationship between people and the built environment.



Fig. 3. Image of the project maquette. Picture by Pietro Merlo; plastic model by Giulia Bertola, Enrico Pupi.

The realization of the activities presented here used a workflow that included consolidated representation techniques and methods: drawings, physical models, 3D digital modeling, integrated CAD/CAM systems, and VR visualization systems (fig. 4).

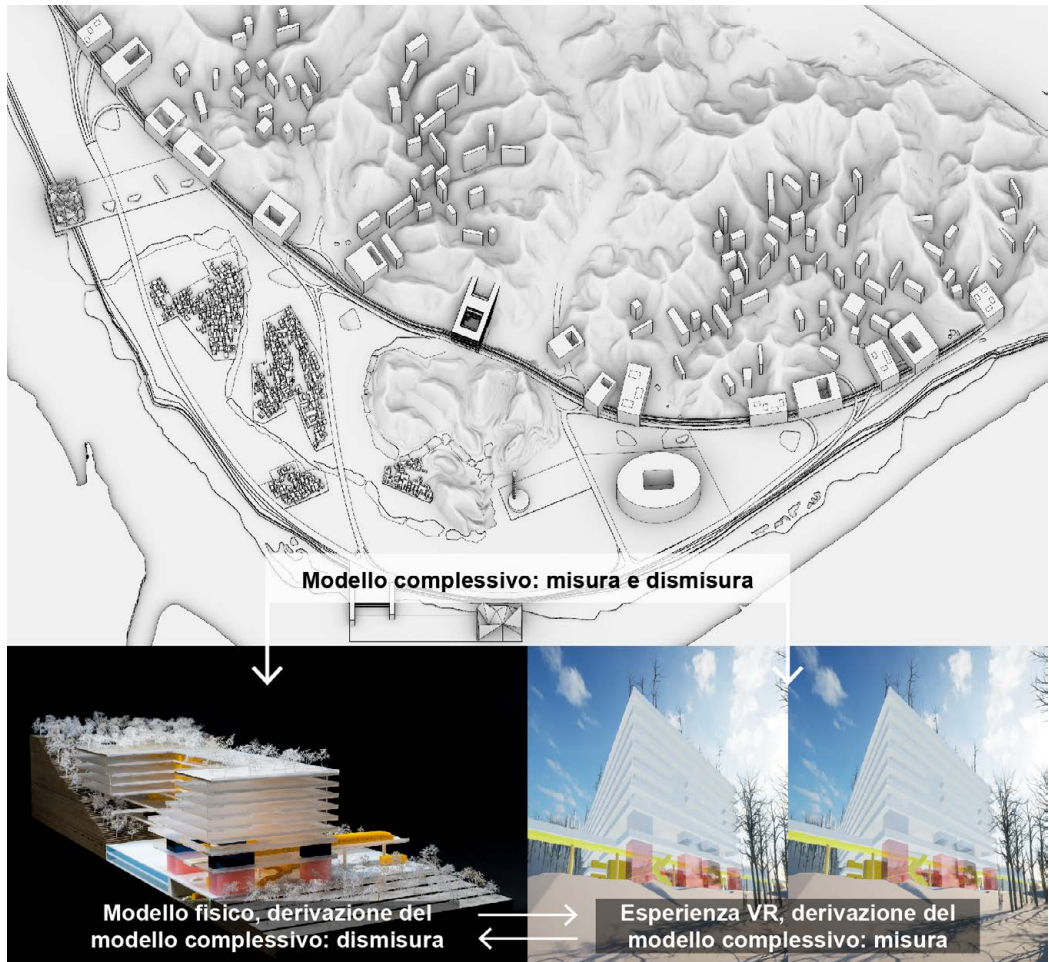


Fig. 4. Methodological diagram of the adopted workflow. Elaboration by the author.

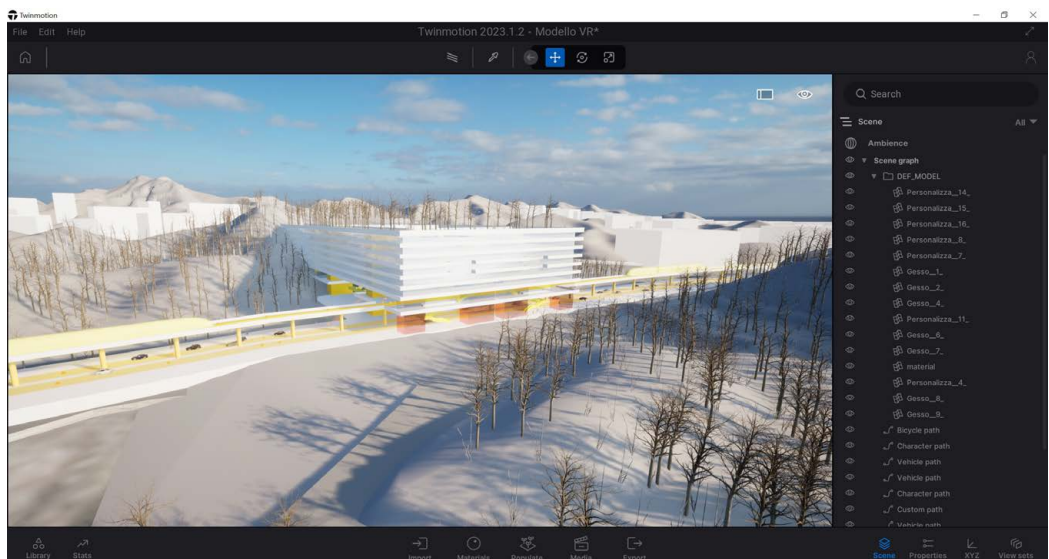


Fig. 5. Synchronization of the digital model with Twinmotion® software, where it is possible to characterize the model's appearance and prepare the VR experience. Elaboration by Enrico Pupi.

The setup of the digital environment for VR visualization employed the digital model used to design the plastic model, replicating the material choices made for the latter. To realize the experience, it was chosen to use the Rhinoceros 7 work environment, taking advantage of the real-time synchronization of the scene with the Twinmotion 2023.1.2 software through the Datasmith Exporter for Rhino plug-in.

The experience was enjoyed through a Meta Quest 3, whose Quest Link connection used the wireless Air Link connectivity; alternatively, the wired Link connection was used with the bandwidth of the USB 3.0 connectivity in order to minimize latency (figs. 5, 6).

Within the immersive experience, it was possible to navigate the model through natural physical movement or by using the integrated teleportation functionality via the use of the controller; in both cases, the perception of measure is decisive and influenced by several factors: in the digital model, the dimension of the objects must respect the real dimension to ensure correct spatial perception; the correct scale of objects and environments is essential for the proportion's relationship; the distance between objects is fundamental for the perception of depth.



Fig. 6. Testing the VR experience through scene navigation using the teleportation function. VR experience by Enrico Pupi.

## Conclusions

Regarding the presented case study, the juxtaposition of physical and immersive virtual models allowed for different perceptions of the project, exploring different viewpoints and dimensional scales. If we consider as valid the premise that the landscape is not an object but rather a cosmos that absorbs and dissolves symbols and things, together with the absence of a privileged subject observing it [Jullien 2017], the project of the valley of Lishui took the role of juxtaposing orders of meaning and land use. Faced with this, real and virtual models can act, shaping and representing parallel realities characterized by independent aesthetics and physical laws.

While the real-scale model has privileged viewpoints, the VR experience expands the spatial awareness of virtual models, contributing to a better understanding of the spatial arrangement of the 3D model. It has been demonstrated that the user can more effectively process the spatial-geometric information of the project, actively influencing design choices [Paes et al. 2017].

The present work could be developed by introducing further landscape elements into the virtual model, seeking to show what is not representable through the real model alone and restoring information that unfolds worlds and complexities hitherto unthinkable. All this without losing the unique spatiality that real models bring. Only by understanding and recognizing the behaviors that these spatial qualities produce architecture may it fully participate in changing the world [Davidson 2015, p.15].

### Credits

All the authors share the methodological framework of this article. However, the paragraphs titled "Real model and digital interfaces: research paths and state-of-the-art" and "The out of measure of the miniature and the power of scale" were written by Giulia Bertola, the paragraph titled "The case study: the Rhyme of Lishui" was written by Edoardo Bruno, while the paragraph titled "VR and human scale" was written by Enrico Pupi.

### References

- Abraham M. H. (2022). Abyssinian Cyber Vernaculus. In *Log* n. 56, pp. 118-119.
- Berta M., Bruno E., Ramondetti L. (2023). *Prosperous Lishui. A Project for Suburban China*, pp. 1-179. Los Angeles: ORO Editions.
- Bertola G. et al. (2022). Architectural Maquette. From Digital Fabrication to AR Experiences. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (Eds.), *REPRESENTATION CHALLENGES New Frontiers of AR and AI Research for Cultural Heritage and Innovative Design*, pp. 425-432. Milano: FrancoAngeli.
- Calvino I. (2012). *Lezioni americane*. Milano: Mondadori.
- Carpo M. (2018). Excessive Resolution. Designers meet the second coming of artificial intelligence. In *Architectural Record* n.6, pp. 135-136.
- Davidson C. (2020). *Notes on a concept: Model Behaviour*. In *Log* n.50, pp. 9-16.
- Hubert C. (1981). The Ruins of Representation. In K. Frampton, S. Kolbowski (Eds.), *Idea as Model*. New York: Rizzoli International.
- Jullien F. (2017). *Essere o vivere: Il pensiero occidentale e il pensiero cinese in venti contrasti*. Milano: Feltrinelli.
- Modine A. (2023). *A.U.R.A. Augmented Urban Regeneration Accelerator*. <<https://gradthesis.sciarc.edu/student-page/arthur-modine/>> (accessed 10 February 2024).
- Paes D., Arantes E., Irizarry J. (2017). Immersive environment for improving the understanding of architectural 3D models: Comparing user spatial perception between immersive and traditional virtual reality systems. In *Automation in Construction* Vol. 84, pp. 292-303.
- Piga B. E. A., Petri V. (2017). Augmented Maquette for Urban Design. In T. Maver et al. (Eds.), *Envisioning Architecture: Space, Time, Meaning*, pp. 104-113. Glasgow: Freight Publishing.
- Sampieri A. (2008). *Nel paesaggio: Il progetto per la città negli ultimi vent'anni*. Roma: Donzelli.
- Stoppani M. (2019). *Unorthodox Ways to Think the City Representations, Constructions, Dynamics*. New York: Taylor & Francis Group.
- Vannucci M. (9.11.2020). *Paolo Portoghesi: The Field Theory*. <<https://drawingmatter.org/paolo-portoghesi-the-field-theory/>> (accessed 15.02.2024).
- Wiscombe T., Trotter M. (2020). The Inner Life of Model. In *Log* n.50, pp. 91-102.
- Witt E. (2022). Twilight Crystalline Models Hunt Wistfully. In *Log* n.56, pp. 145-146.
- Zhang Y. et al. (2020). Virtual reality applications for the built environment: Research trends and opportunities. In *Automation in Construction* Vol. 118, art. 103311.

#### **Authors**

*Giulia Bertola*, Politecnico di Torino, giulia.bertola@polito.it

*Edoardo Bruno*, Politecnico di Torino, edoardo.bruno@polito.it

*Enrico Pupi*, Politecnico di Torino, enrico.pupi@polito.it

*To cite this chapter:* Bertola Giulia, Bruno Edoardo, Pupi Enrico (2024). Modello reale e realtà virtuale fra dismisura e misura/Real model and virtual reality between measure and out of measure. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers. Milano: FrancoAngeli*, pp. 2349-2366.