

Navigare nella Storia: tecnologie immersive per la valorizzazione delle Ville Venete lungo il Fiume Brenta

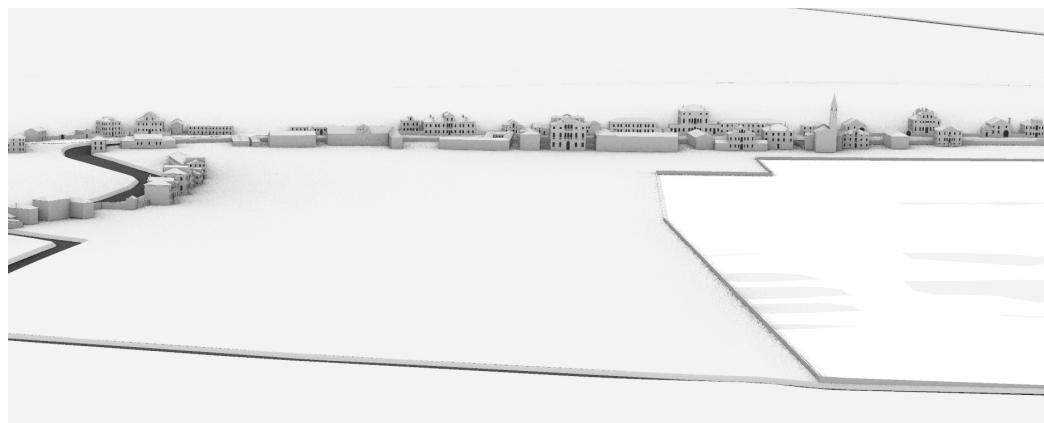
Giuseppe D'Acunto
Antonio Calandriello
Gabriele Casarano
Luca Catana

Abstract

Le Ville Venete lungo il fiume Brenta rappresentano un patrimonio storico di inestimabile valore, testimoni di un'epoca in cui architettura, paesaggio e cultura si intrecciavano in un equilibrio perfetto. Tuttavia, il passare del tempo e le trasformazioni territoriali hanno modificato in modo significativo il loro aspetto originario, rendendo spesso difficile una piena comprensione del loro contesto storico e architettonico. Il progetto *Ville Venete Virtual Reality Boat* (ViVe VR-Boat) si propone di superare questa difficoltà attraverso l'utilizzo combinato di diverse tecnologie digitali, offrendo una sintesi visiva che restituiscia un'immagine coerente del paesaggio e delle architetture del XVIII secolo. L'integrazione tra fonti storiche, rilievi diretti e realtà virtuale si configura come un modello innovativo non solo per la divulgazione culturale, ma anche per la conservazione e la valorizzazione del patrimonio storico, dimostrando il potenziale delle tecnologie immersive, come la realtà virtuale e aumentata, per la ricerca e la fruizione interattiva dei beni culturali.

Parole chiave

Modello 3D, ricostruzione digitale, valorizzazione del patrimonio, realtà virtuale, fotogrammetria.



Ricostruzione digitale di Mira (Venezia) nel 1750 (elaborazione grafica degli autori).

Introduzione

La valorizzazione del patrimonio architettonico attraverso strumenti digitali rappresenta una delle sfide più rilevanti nel campo della conservazione culturale. Le Ville Venete lungo il Brenta, capolavori di un'epoca caratterizzata da una raffinata cultura architettonica e da un rapporto sinergico con il paesaggio, si trovano in un contesto paesaggistico e urbanistico in continua trasformazione [Baldan 2005]. La necessità di sviluppare nuove strategie per la documentazione e la divulgazione si è resa sempre più evidente, portando all'adozione di tecnologie innovative capaci di ricostruire in modo scientificamente rigoroso le caratteristiche architettoniche e paesaggistiche di queste residenze. Il progetto ViVe VR-Boat [1] si pone l'obiettivo di integrare le tecniche avanzate del rilievo alla modellazione digitale per offrire una rappresentazione chiara della configurazione originaria delle ville, permettendo così di esplorare il paesaggio storico della Riviera del Brenta e offrendo nuove possibilità di fruizione, anche attraverso esperienze immersive che mirano a trasportare virtualmente l'utente nel contesto storico.

Il processo preliminare alla ricostruzione digitale ha comportato un'approfondita indagine storica finalizzata alla ricostruzione dell'assetto originario delle ville. Sono stati analizzati documenti d'archivio, incisioni storiche, mappe catastali e atti notarili per individuare la conformazione originaria degli edifici e le successive modifiche subite nel corso dei secoli. Tra le fonti di particolare rilievo, le incisioni prospettiche realizzate da Gian Francesco Costa del XVIII secolo [Costa 1927] hanno rappresentato un riferimento essenziale per comprendere la distribuzione spaziale delle ville e – in relazione con il contesto ambientale e urbanistico – cristallizzare le loro modifiche ad un periodo preciso. Oltre alle vedute, è stato condotto uno studio sistematico dei catasti storici, in particolare il Catasto Napoleonico (1807-1817), il Catasto Austriaco (1817-1845) e il Catasto Austro-Italiano (1846-1929). L'analisi di questi documenti ha permesso di individuare le trasformazioni territoriali, le modifiche della sagoma e le variazioni nella gestione delle proprietà nel tempo [Da Mosto 1937]. La comparazione tra le diverse fonti ha evidenziato non solo le modifiche agli edifici, ma anche le trasformazioni del paesaggio circostante, che hanno inciso sulla percezione e sulla fruizione delle ville nel corso dei secoli (fig.1).

Elaborazione di modelli tridimensionali basati sul rilievo

La ricostruzione digitale si è avvalsa di un impianto metodologico già ampiamente sperimentato e consolidato in altre sedi ma che, in questo specifico caso, si connota di una serialità operativa che ha permesso di lavorare su ampia scala. In particolare, la ricerca si basa su tre fasi di lavoro distinte, ognuna con un obiettivo ben preciso: una prima parte incentrata sul rilievo diretto delle ville in esame e del paesaggio limitrofo, con particolare attenzione al rapporto tra la villa e gli argini del fiume Brenta; una seconda fase di ricostruzione per via indiretta, basata sull'analisi delle diverse fonti scritte e grafiche precedentemente individuate, che propongono delle puntuali descrizioni del tratto preso in esame, sia riguardanti il paesaggio sia riguardanti



Fig. 1. Individuazione stato dell'arte dei casi studio e delle loro pertinenze (elaborazione grafica degli autori).

le singole ville selezionate; l'ultima fase si concentra sul confronto tra i modelli ricavati da fonti differenti, al fine di restituire digitalmente il contesto architettonico così come appariva nel 1750. Per garantire un'accurata documentazione delle ville ancora esistenti, sono state utilizzate tecniche di rilievo avanzato, tra cui la fotogrammetria digitale e la scansione laser 3D. Il rilievo digitale è stato effettuato mediante fotogrammetria 'terrestre' effettuando una serie di prese fotografiche mantenendo la camera parallela alle superfici principali dell'edificio, successivamente, per ridurre coni d'ombra a sottosquadri, sono state effettuate delle acquisizioni inclinando la fotocamera di 45° [Formenton, Conton 1995]. Seguendo lo stesso schema, la fotogrammetria a terra è stata integrata dal rilievo aerofotogrammetrico 3D con drone, al fine di analizzare con precisione le forme, le posizioni e le dimensioni degli edifici e delle aree di interesse dello studio. Importando le immagini nel software di elaborazione fotogrammetrica, è stato possibile ottenere la nuvola di punti e un modello mesh utile per comprendere la conformazione volumetrica e definire la *texture* dell'edificio (fig. 2).

Le *texture* sono state derivate dalle fotografie ad alta risoluzione, permettendo di mappare sui modelli 3D le informazioni cromatiche e materiche – tipologia di intonaco, laterizio, pietra



Fig. 2. Nuvola di punti ottenuta dal rilievo fotogrammetrico, Villa Valmarana (elaborazione grafica degli autori).

d'Istria ecc. – osservate sugli edifici esistenti. Per le ricostruzioni del XVIII secolo, tali informazioni sono state integrate con dati desunti da fonti storiche, pittoriche e analisi comparative su coeve architetture conservate, al fine di restituire un aspetto il più fedele possibile all'epoca. La scansione laser 3D ha fornito dati metrici estremamente precisi, consentendo di ottenere una documentazione completa delle geometrie e dei dettagli architettonici (fig. 3).

L'uso combinato delle due tecniche ha integrato la capacità della fotogrammetria di restituire *texture* e dettagli superficiali con l'elevata accuratezza metrica geometrica della scansione



Fig. 3. Nuvola di punti ottenuta tramite laser scanner, Villa Valmarana (elaborazione grafica degli autori).

laser, permettendo di scalare opportunamente il modello ottenuto tramite fotogrammetria. I dati acquisiti sono stati elaborati per produrre modelli tridimensionali realistici, nei quali sono state integrate informazioni materiche e cromatiche rilevate sul campo. Il confronto tra i modelli ottenuti con la fotogrammetria e quelli generati attraverso le restituzioni prospettiche ha evidenziato differenze significative in alcune porzioni delle ville, permettendo di affinare ulteriormente la ricostruzione digitale.

Elaborazione di modelli tridimensionali basati sulla restituzione prospettica

A questa prima fase di rilievo strumentale è seguito un secondo lavoro di rilievo metrico-formale, questa volta indiretto, utilizzando delle informazioni raccolte nella fase di ricerca storica: le restituzioni prospettiche. La restituzione prospettica permette di ottenere piante e alzati utili alle ricostruzioni digitali tridimensionali degli edifici a partire da immagini bidimensionali prospettiche, ricostruendo la profondità spaziale attraverso l'analisi delle linee recedenti in profondità e dei punti di fuga presenti nelle incisioni storiche. In particolare, le vedute prese in esame sono delle incisioni della metà del Settecento, attribuite a Gianfrancesco Costa. Queste immagini ritraggono le ville e gli edifici lungo entrambi gli argini del fiume Brenta, da un punto di vista idealmente collocato sulla riva opposta del canale rispetto agli edifici rappresentati. Tutte le vedute del Costa ritraggono il fronte urbano principale secondo una vista molto scorciata, in piena coerenza con una tendenza scenica in voga tra i vedutisti del XVIII secolo, mentre restituiscono una rappresentazione meno deformata del prospetto principale delle ville più importanti. Attraverso le consuete operazioni di restituzione prospettica, sempre intesa come procedimento inverso della costruzione scorciata dell'immagine, è stato possibile ricavare il riferimento interno e quello esterno delle vedute prese in esame, per poi ottenere le relative proiezioni mongiane della facciata principale. Inevitabilmente, dato il punto di vista particolarmente scorciato, le prospettive registravano un grado di errore rispetto al dato oggettivo, ritenendo quindi che le vedute presentino diverse interpretazioni soggettive dell'autore, forse nell'intento di evitare di sottoporre a forti aberrazioni marginali alcuni dettagli architettonici e decorativi. Di conseguenza, le incisioni storiche restituiscono dati dimensionali e formali non sempre sovrapponibili con le informazioni ricavate dai rilievi diretti. Le restituzioni prospettiche sono state particolarmente utili per individuare elementi architettonici non più presenti o parzialmente demoliti, permettendo una prima ipotesi di ricostruzione digitale (figg. 4, 5). A partire da questi modelli, è stato possibile definire una base di confronto con le strutture ancora esistenti e valutare il grado di fedeltà delle incisioni storiche rispetto alla realtà architettonica attuale. Una volta completata la fase di restituzione prospettica, si è proceduto alla verifica dei

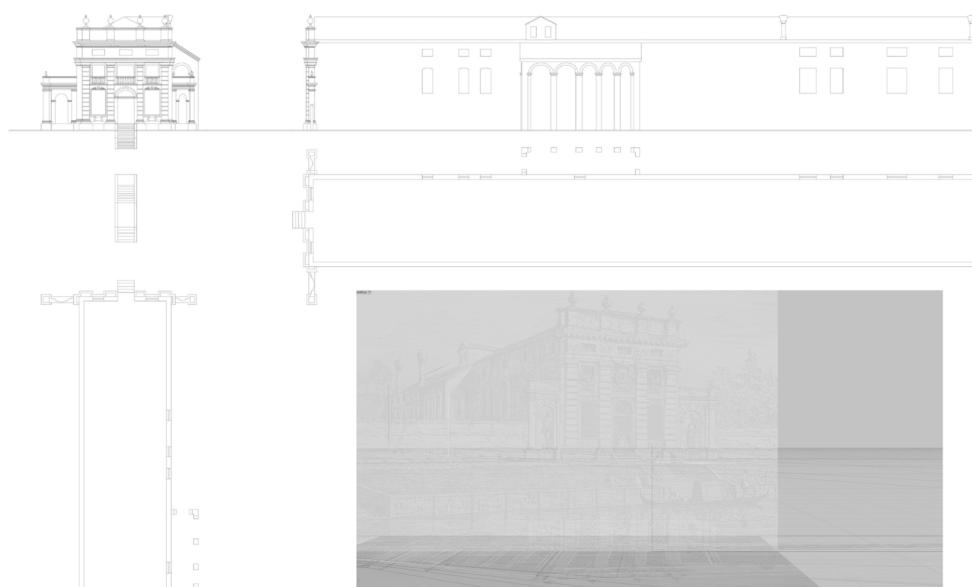


Fig. 4. Proiezioni mongiane ottenute dalla restituzione prospettica, Villa Valier (elaborazione grafica degli autori).

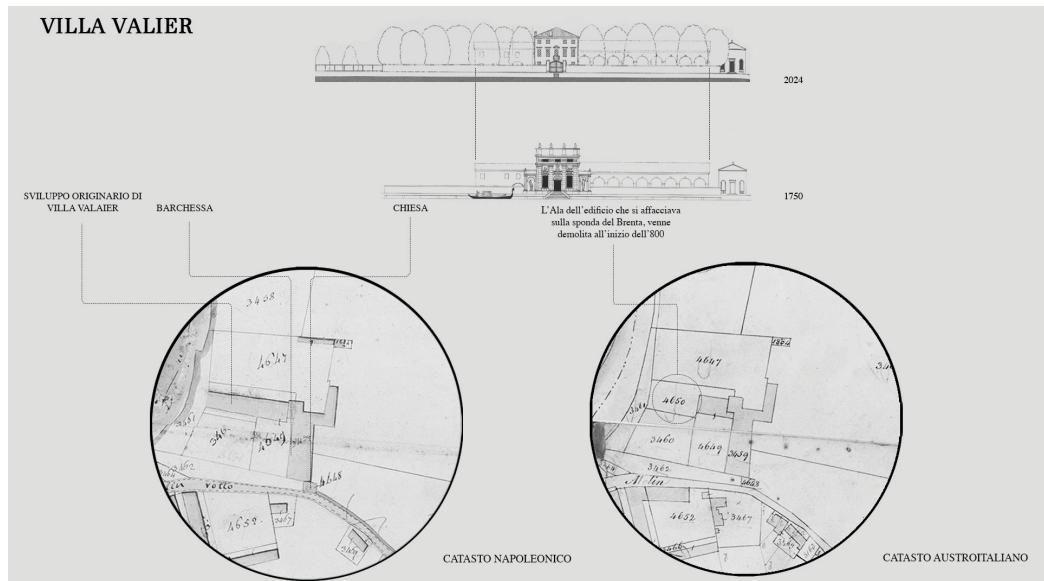


Fig. 5. Confronto dell'impianto architettonico di Villa Valier tra il Catasto Napoleonico e il Catasto Austro-Italiano (elaborazione grafica degli autori).

modelli ottenuti attraverso un confronto con i rilievi effettuati sul campo. L'utilizzo combinato di rilievi diretti e modelli storici ha consentito di individuare le principali trasformazioni subite dalle ville nel tempo. Alcuni edifici hanno mantenuto gran parte delle loro caratteristiche originarie, mentre altri sono stati soggetti a interventi di demolizione, ricostruzione o alterazione. Grazie a questa fase di confronto, è stato possibile sviluppare modelli tridimensionali ad alta fedeltà che rappresentano un punto di riferimento per lo studio dell'evoluzione architettonica delle ville venete lungo il Brenta (fig. 6). Una volta completato il confronto tra i modelli tridimensionali e i rilievi diretti, il progetto è proseguito con un altro importante aspetto dell'analisi: la comparazione tra il paesaggio attuale e quello documentato nei catasti storici. Questa fase ha permesso di evidenziare le trasformazioni territoriali che hanno interessato il corso del Brenta e le sue sponde, influenzando la posizione e la morfologia delle ville e delle infrastrutture connesse. Il confronto tra cartografie storiche e dati provenienti dal rilievo aerofotogrammetrico e dai dati altimetrici provenienti dalla Carta Tecnica della regione Veneto ha rivelato cambiamenti significativi nel tracciato del fiume, nella disposizione dei giardini e nelle relazioni tra edifici e contesto paesaggistico. L'analisi delle variazioni topografiche ha evidenziato come alcune ville un tempo prospicienti il fiume si trovino ora a una maggiore distanza dall'alveo, a causa di interventi idraulici successivi. Allo stesso tempo, la riduzione delle superfici verdi originarie e la progressiva urbanizzazione di



Fig. 6. Modello digitale, Villa Valier (elaborazione grafica degli autori).

alcune aree hanno alterato l'equilibrio tra architettura e paesaggio. La ricostruzione di questi elementi paesaggistici si è basata sull'interpretazione dei catasti storici, che spesso delineano le aree a giardino, i brogli e le coltivazioni, e sulle incisioni d'epoca, che offrono scorcii sulla disposizione delle alberature e degli spazi verdi [Rallo 2003, pp. 217-235]. Nel modello digitale, questi elementi sono stati rappresentati tramite la modellazione di masse vegetali generiche ma volumetricamente coerenti con le fonti, e la texturizzazione delle superfici per differenziare aree verdi, coltivate e percorsi, contribuendo alla comprensione del rapporto villa-contesto. L'integrazione tra rilievi storici e dati satellitari è avvenuta tramite la georeferenziazione delle mappe catastali storiche su ortofoto attuali e *Digital Terrain Model* (DTM) recenti. Utilizzando punti di controllo stabili (edifici storici ancora esistenti, incroci stradali consolidati, elementi idrografici persistenti), è stato possibile sovrapporre con precisione le cartografie storiche al dato attuale, evidenziando le trasformazioni del tracciato del fiume, l'espansione urbana e le modifiche nell'uso del suolo. Questo processo ha permesso di quantificare le variazioni e di ricostruire l'evoluzione del paesaggio con un buon grado di accuratezza, fornendo una base metrica per le visualizzazioni storiche.

Sintesi dei modelli digitali e comunicazione del patrimonio storico

Il processo di modellazione tridimensionale delle Ville Venete lungo il Brenta non si esaurisce nella creazione di singole ricostruzioni architettoniche, ma trova il suo compimento nell'integrazione di questi modelli in un unico ambiente digitale coerente e strutturato. Ogni villa, ogni frammento di informazione desunto dalle fonti storiche, dai rilievi metrici e dall'analisi del paesaggio è stato elaborato individualmente, rispettando le specificità di ogni manufatto, ma con l'obiettivo ultimo di confluire in un modello unitario. Ciò che ne deriva non è un semplice modello come somma delle singole ricostruzioni, ma un prodotto di sintesi capace di restituire un'immagine complessiva della Riviera del Brenta come appariva nel XVIII secolo, integrando elementi architettonici, paesaggistici e urbanistici in una visione d'insieme basata su dati scientificamente verificati e storicamente attendibili (fig. 7). Il valore di tale operazione risiede nella possibilità di comunicare il patrimonio storico e architettonico anche a coloro che non dispongono degli strumenti per interpretare



Fig. 7. Vista a volo d'uccello del modello digitale di Mira (Venezia) nel 1750 (elaborazione degli autori).

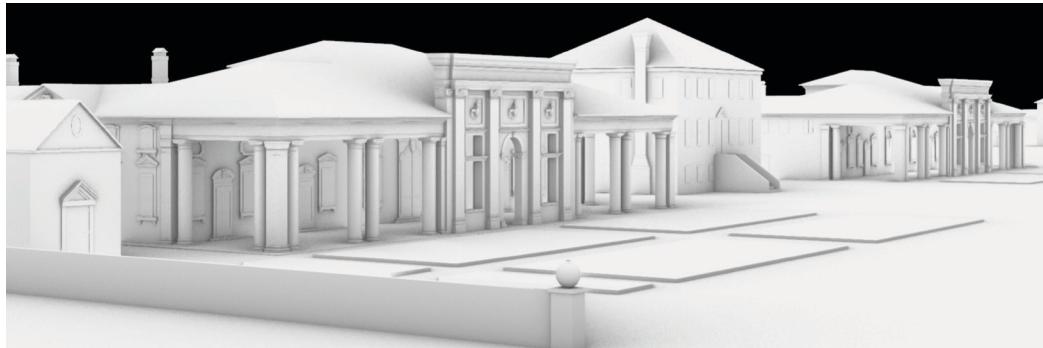


Fig. 8. Modello digitale di Villa Valmarana inserito nel contesto paesaggistico (elaborazione grafica degli autori).



Fig. 9. Modello digitale raffigurante il tratto della Riviera del Brenta presso Mira vecchia (elaborazione grafica degli autori).

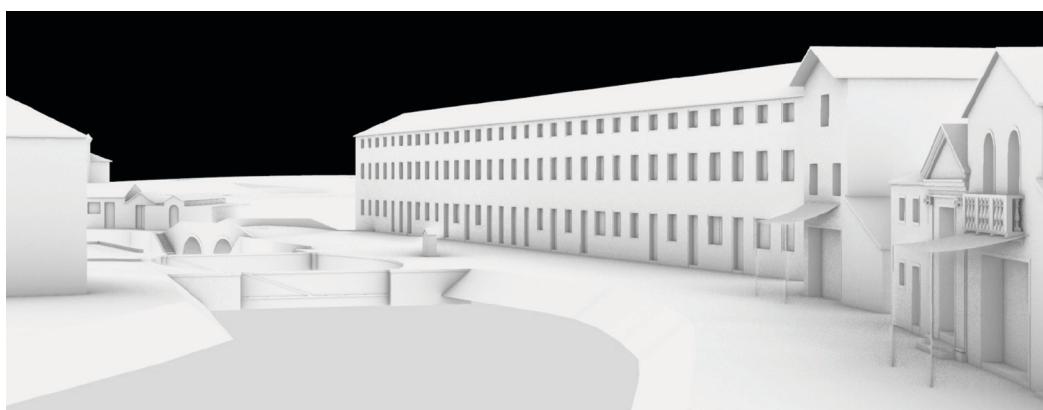


Fig. 10. Modello digitale raffigurante il tratto della Riviera del Brenta presso Mira vecchia (elaborazione grafica degli autori).

direttamente i disegni tecnici, le mappe catastali o le incisioni storiche. Non tutti sono in grado di leggere e interpretare planimetrie storiche o confrontare le variazioni catastali, ma attraverso la sintesi visiva offerta dal modello digitale, questi dati possono essere tradotti in una forma intuitiva e immediatamente comprensibile. Questo processo non solo democratizza l'accesso alla conoscenza storica, ma favorisce anche una maggiore consapevolezza del valore del patrimonio e delle trasformazioni che lo hanno interessato nel tempo. L'aggregazione e la restituzione tridimensionale delle informazioni consentono di superare il limite della frammentazione documentaria e di offrire una rappresentazione chiara e accessibile del contesto storico, rendendo comprensibili e tangibili le trasformazioni avvenute nel tempo. Il modello digitale rappresenta così un ponte tra la ricerca accademica e la divulgazione culturale, uno strumento attraverso cui la conoscenza storica si fa esperienza visiva e narrativa. In questo scenario, le tecnologie immersive giocano un ruolo cruciale. I modelli 3D così elaborati sono infatti predisposti per essere esplorati attraverso sistemi di Realtà Virtuale (VR), consentendo all'utente di 'navigare' fisicamente all'interno del paesaggio ricostruito del XVIII secolo, o mediante applicazioni di Realtà Aumentata (AR) che potrebbero sovrapporre informazioni storiche e ricostruzioni al paesaggio attuale *in situ*. Tali modalità di frui-

zione trasformano l'utente da spettatore passivo a esploratore attivo, amplificando la comprensione e l'impatto emotivo della visita, sia essa virtuale o reale. L'importanza di questa sintesi risiede anche nel suo potenziale di analisi e verifica: attraverso il confronto tra il modello integrato e le fonti originali, è possibile individuare incongruenze, proporre nuove ipotesi ricostruttive e affinare la comprensione dei processi di trasformazione architettonica e territoriale.

L'inserimento di ogni villa all'interno di una rete spaziale e storica più ampia permette di comprendere il loro ruolo non solo come singoli edifici, ma come parte di un sistema abitativo, produttivo e culturale più vasto, strettamente connesso alla navigazione fluviale, all'economia veneziana e all'evoluzione del territorio. Uno degli obiettivi principali di questa operazione è restituire una percezione del paesaggio storico non più leggibile nella realtà attuale. La Riviera del Brenta ha subito modifiche sostanziali nel corso dei secoli: interventi idraulici, trasformazioni urbanistiche, mutamenti nella gestione agraria e nella viabilità hanno alterato profondamente la relazione tra ville, fiume e territorio. Il modello sintetico consente di visualizzare queste variazioni, di comprendere le dinamiche di trasformazione e di restituire una visione della Riviera del XVIII secolo che non è più accessibile attraverso la semplice osservazione diretta (figg. 8-10). Questa ricostruzione non sostituisce lo studio delle fonti primarie, ma ne amplia la comprensibilità e ne potenzia la fruizione, permettendo di immergersi in un contesto storico con un grado di dettaglio mai raggiunto prima. In questa prospettiva, la digitalizzazione non è solo uno strumento di conservazione e analisi, ma diventa un mezzo di rappresentazione e narrazione. La possibilità di esplorare virtualmente la Riviera del Brenta del XVIII secolo, di osservare le ville nella loro configurazione originaria e di coglierne il rapporto con il fiume e il territorio circostante, rappresenta una forma di comunicazione del passato che integra rigore scientifico e immediatezza espressiva.

Note

[1] Il progetto è risultato vincitore del bando promosso dal Ministero delle Imprese e del Made in Italy [Decreto Ministeriale n. 16 del 20 gennaio 2023]. Partners di progetto: Università Ca' Foscari di Venezia, Università Iuav di Venezia, Invisible Cities srl, Strategy Innovation srl, Il Burchiello srl, Tiscali Italia SpA.

Riferimenti bibliografici

- Baldan, N. (2005). *Ville e palazzi nella Riviera del Brenta: da Fusina al Portello di Padova*. Mira: Centro Studi Riviera del Brenta; Padova: Libreria Padovana Editrice.
- Costa, G. (1927). *Delle delicie del fiume Brenta espresse ne' palazzi e casini situati sopra le sue sponde dalla sboccatura nella laguna di Venezia fino alla citta di Padova disegnate ed incise da Gianfrancesco Costa*. Venezia: Filippi [prima ed. 1750-1756].
- Da Mosto, A. (1937). *L'Archivio di Stato di Venezia: Indice generale, storico, descrittivo ed analitico*. Roma: Biblioteca d'arte.
- Formenton, G., Conton, G. (1995). *Guida a Villa Valmarana in Riviera del Brenta*. Oriago: Medoacus.
- Rallo, G. (2003). Tracce di paesaggio storico nella Riviera del Brenta. In G. Guerci, L. Pelissetti, L. Scazzosi, L. (a cura di). *Oltre il giardino: le architetture vegetali e il paesaggio*. Firenze: Leo S. Olschki. pp. 217-235.

Riferimenti archivistici

- Catasto Austriaco, Archivio di stato di Venezia, Venezia, 1807-1846.
- Catasto Austro-Italiano, Archivio di stato di Venezia, Venezia, 1846-1929.
- Catasto Napoleonicco, Archivio di stato di Venezia, Venezia, 1807-1817.

Autori

Giuseppe D'Acunto, Università Iuav di Venezia, dacunto@iuav.it
Antonio Calandriello, Università Iuav di Venezia, acalandriello@iuav.it
Gabriele Casarano, Università Iuav di Venezia, gcasarano@iuav.it
Luca Catana, Università Iuav di Venezia, lcatana@iuav.it

Per citare questo capitolo: Giuseppe D'Acunto, Antonio Calandriello, Gabriele Casarano, Luca Catana. (2025). Navigare nella Storia: tecnologie immersive per la valorizzazione delle Ville Venete lungo il Fiume Brenta. In L. Carlevaris et al. (a cura di). *èkphrasis. Descrizioni nello spazio della rappresentazione/èkphrasis. Descriptions in the space of representation*. Atti del 46° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Milano: FrancoAngeli, pp. 757-772. DOI: 10.3280/oa-1430-c794.

Sailing through History: Enhancing the Venetian Villas along the Brenta River through Immersive Technologies

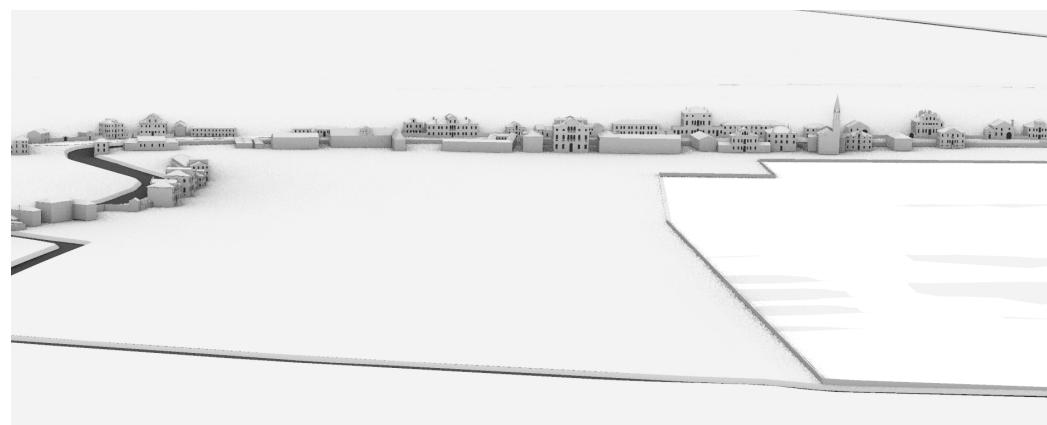
Giuseppe D'Acunto
Antonio Calandriello
Gabriele Casarano
Luca Catana

Abstract

The Venetian Villas along the Brenta River represent a historical heritage of inestimable value, bearing witness to an era in which architecture, landscape, and culture were intertwined in perfect harmony. However, the passage of time and territorial transformations have significantly altered their original appearance, often making it difficult to fully understand their historical and architectural context. The Ville Venete Virtual Reality Boat project (ViVe VR-Boat) aims to overcome this difficulty through the combined use of various digital technologies, offering a visual synthesis that provides a coherent image of the 18th-century landscape and architecture. The integration of historical sources, direct surveys, and virtual reality presents an innovative model not only for cultural dissemination but also for the conservation and enhancement of historical heritage, demonstrating the potential of immersive technologies such as virtual and augmented reality for research and interactive engagement with cultural assets.

Keywords

3D model, digital reconstruction, heritage enhancement, virtual reality, photogrammetry.



Digital model of Mira (Venice) in 1750 (graphic elaboration by the authors).

Introduction

The enhancement of architectural heritage through digital tools represents one of the most significant challenges in the field of cultural conservation. The Venetian Villas along the Brenta masterpieces from an era characterized by refined architectural culture and a synergistic relationship with the landscape are located within a landscape and urban context that is constantly evolving [Baldan 2005]. The need to develop new strategies for documentation and dissemination has become increasingly evident, leading to the adoption of innovative technologies capable of scientifically reconstructing the architectural and landscape features of these residences. The ViVe VR-Boat project [1] aims to integrate advanced surveying techniques with digital modeling to offer a clear representation of the original configuration of the villas, thereby enabling exploration of the historical landscape of the Brenta Riviera and offering new modes of engagement, including immersive experiences that virtually transport users to the historical setting. The preliminary process for digital reconstruction involved an in-depth historical investigation aimed at reconstructing the original layout of the villas. Archival documents, historical engravings, cadastral maps, and notarial deeds were analyzed to identify the original configurations of the buildings and their subsequent transformations over the centuries. Among the most significant sources, the perspective engravings by Gian Francesco Costa from the 18th century [Costa 1927] served as an essential reference for understanding the spatial distribution of the villas and, in relation to their environmental and urban context, anchoring their modifications to a specific historical period. In addition to the engravings, a systematic study was conducted of historical cadastres, particularly the Napoleonic Cadastre (1807-1817), the Austrian Cadastre (1817-1845), and the Austro-Italian Cadastre (1846-1929). Analysis of these documents made it possible to identify territorial transformations, changes in building outlines, and variations in property management over time [Da Mosto 1937]. The comparison of various sources highlighted not only changes to the buildings themselves but also alterations in the surrounding landscape that affected the perception and use of the villas throughout history (fig. 1).

Development of Three-Dimensional Models Based on Surveying

The digital reconstruction relied on a methodological framework that has been widely tested and consolidated elsewhere, but in this specific case, it featured an operational seriality that allowed work on a larger scale. The research was structured into three distinct phases, each with a specific objective: the first focused on direct surveying of the villas and surrounding landscape, with particular attention to the relationship between the villa and the banks of the Brenta River. The second phase involved indirect reconstruction based on the analysis of previously identified written and graphic sources that provide detailed descriptions of the study area both the landscape and the selected villas. The final phase



Fig. 1. Identification of the current state of the case studies and their related properties (graphic elaboration by the authors).

focused on comparing models derived from different sources to digitally reconstruct the architectural context as it appeared in 1750. To ensure accurate documentation of the existing villas, advanced surveying techniques were employed, including digital photogrammetry and 3D laser scanning. The digital survey was carried out using terrestrial photogrammetry, capturing a series of photographs with the camera kept parallel to the main surfaces of the buildings. To reduce shadow cones in recesses, additional photos were taken with the camera angled at 45° [Formenton, Conton 1995]. This terrestrial photogrammetry was supplemented by 3D aerial photogrammetry via drone to precisely analyze the shapes, positions, and dimensions of buildings and study areas. By importing the images into photogrammetric processing software, it was possible to generate a point cloud and a mesh model useful for understanding volumetric configuration and defining the building's textures (fig. 2). Textures were derived from high-resolution photographs, allowing the mapping of color and material information – plaster types, brickwork, Istrian stone etc. – onto the 3D models of existing structures. For the 18th century reconstructions, this information was supple-



Fig. 2. Point cloud obtained from the photogrammetric survey, Villa Valmarana (graphic elaboration by the authors).

mented by data drawn from historical, pictorial, and comparative analyses of similar preserved architecture to ensure as faithful a representation as possible to the period. The 3D laser scanning provided highly precise metric data, allowing for a complete documentation of geometric and architectural details (fig. 3).

The combined use of these two techniques integrated the photogrammetry's ability to render surface textures with the high geometric accuracy of laser scanning, enabling appropriate scaling of the photogrammetric model. The acquired data were processed to



Fig. 3. Point cloud obtained through laser scanning, Villa Valmarana (graphic elaboration by the authors).

produce realistic 3D models into which material and chromatic information observed in the field was integrated. Comparing the photogrammetric models with those generated from perspective engravings revealed significant differences in some parts of the villas, enabling further refinement of the digital reconstruction.

Development of Three-Dimensional Models Based on Perspective Restitution

Following this initial instrumental survey phase, a second indirect metric-formal survey was carried out using information gathered during the historical research phase: the perspective renderings. Perspective restitution makes it possible to derive plans and elevations useful for 3D digital reconstructions from 2D perspective images, reconstructing spatial depth by analyzing receding lines and vanishing points in the historical engravings. The images analyzed include mid-18th century engravings attributed to Gianfrancesco Costa, which depict the villas and buildings on both sides of the Brenta River from a viewpoint ideally located on the opposite bank of the canal. All of Costa's views depict the urban façade from a sharply angled perspective consistent with the theatrical trend common among 18th century view painters while providing a less distorted representation of the main façades of the more prominent villas. Through standard perspective restitution operations conceived as a reverse process of the foreshortened image construction it was possible to derive internal and external references from the selected views and obtain corresponding orthographic projections of the main façades. Given the particularly skewed vantage point, these perspectives inevitably contain a degree of error relative to objective data, and they likely reflect subjective interpretations by the artist, perhaps intended to avoid extreme marginal distortions of architectural and decorative details. As a result, the historical engravings provide dimensional and formal data that are not always directly comparable to information obtained through direct surveys. Nevertheless, the perspective renderings were especially useful in identifying architectural elements that are no longer present or have been partially demolished, enabling an initial hypothesis for digital reconstruction (figs. 4, 5).

From these models, a basis of comparison with existing structures was established to assess the accuracy of the historical engravings relative to present architectural realities. Once the perspective restitution phase was completed, the models were validated by comparing them with field survey data. The combined use of direct surveys and historical models enabled identification of major transformations undergone by the villas over time. Some buildings have retained much of their original features, while others have been subjected to demolition, reconstruction, or modification.

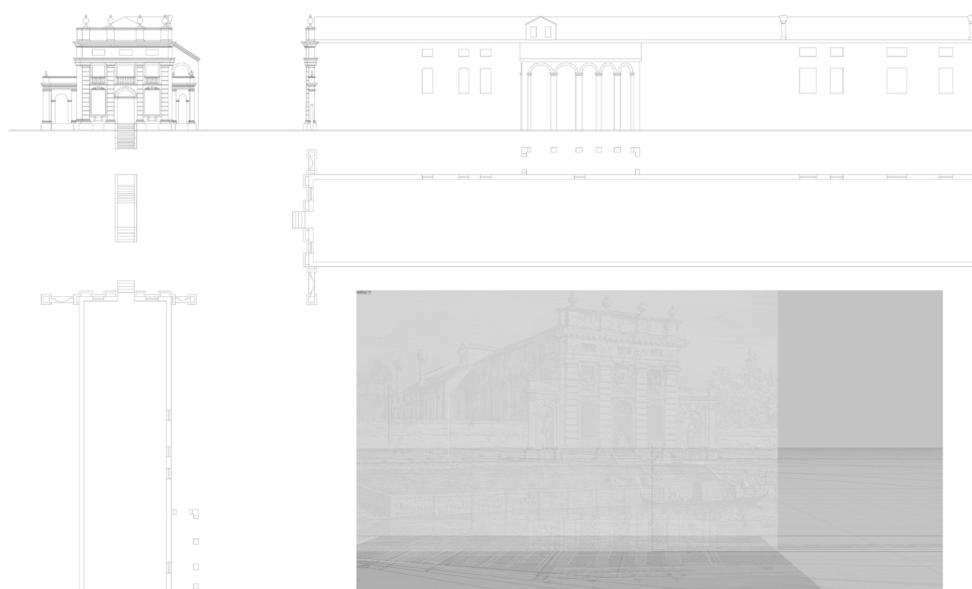


Fig. 4. Monge projections obtained from perspective restitution, Villa Valier (graphic elaboration by the authors).

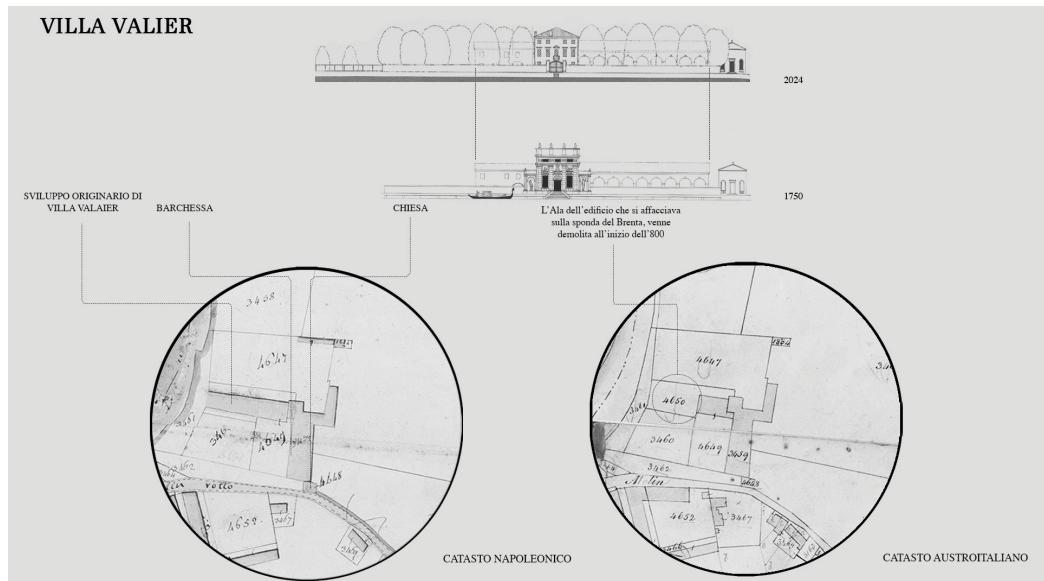


Fig. 5. Comparison of the architectural layout of Villa Valier between the Napoleonic Cadastre and the Austro-Italian Cadastre.
Authors' elaboration.

Thanks to this comparative phase, high-fidelity 3D models were developed that serve as reference points for studying the architectural evolution of the Venetian villas along the Brenta (fig. 6). Once the comparison between the 3D models and the direct surveys was completed, the project advanced to another key analytical stage: comparing the current landscape with that documented in historical cadastral maps. This phase revealed the territorial transformations affecting the course of the Brenta River and its banks, which in turn influenced the position and morphology of the villas and related infrastructure. Comparing historical maps with aerial photogrammetry and elevation data from the Veneto Region's Technical Map revealed significant changes in the river's path, garden layouts, and relationships between buildings and the surrounding landscape. The topographic variations showed that some villas, once adjacent to the river, are now located further from its course due to later hydraulic interventions. Meanwhile, the reduction of original green areas and increasing urbanization in certain zones have disrupted the architectural-landscape balance. The reconstruction of these landscape elements was based on interpreting historical cadastral maps –which often outline gardens, groves, and cultivated lands and period engravings that show glimpses of tree placement and green space arrangements [Rallo 2003, pp. 217-235]. In the digital model, these elements were represented using generic but volumetrically

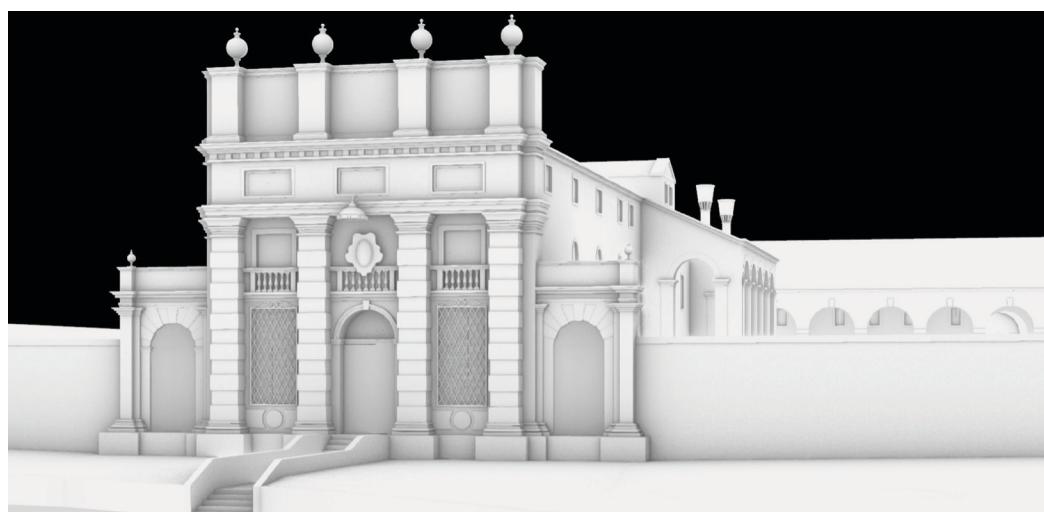


Fig. 6. Digital model, Villa Valier (graphic elaboration by the authors).

consistent vegetation masses and surface texturing to differentiate green areas, cultivated plots, and pathways, helping clarify the relationship between villa and context. The integration of historical surveys and satellite data was achieved by georeferencing historical cadastral maps onto current orthophotos and recent Digital Terrain Models (DTMs). By using stable control points –still-existing historic buildings, established road intersections, persistent hydrographic features–, it was possible to precisely overlay historical maps with present data, revealing changes in the river's path, urban expansion, and land use modifications. This process enabled quantification of these variations and reconstruction of the landscape's evolution with a high degree of accuracy, providing a metric basis for historical visualizations.

Synthesis of Digital Models and Communication of Historical Heritage

The 3D modeling process of the Venetian Villas along the Brenta does not end with the creation of individual architectural reconstructions, but is fulfilled in the integration of these models into a single coherent and structured digital environment. Each villa, each fragment of information drawn from historical sources, metric surveys, and landscape analysis, was processed individually respecting the specificity of each structure but with the ultimate goal of merging into a unified model. The result is not simply an aggregate of individual reconstructions, but a synthesized product capable of presenting an overall image of the Brenta Riviera as it appeared in the 18th century. This integrated model combines architectural, landscape, and urban elements into a comprehensive vision based on scientifically verified and historically reliable data (fig. 7).

The value of such an effort lies in its ability to communicate historical and architectural heritage to those who may not have the tools to interpret technical drawings, cadastral maps, or historical engravings. Not everyone can read and understand historical plans or analyze cadastral changes, but through the visual synthesis offered by the digital model, this data can be translated into an intuitive and immediately comprehensible format. This process not only democratizes access to historical knowledge but also fosters greater



Fig. 7. Digital model of Mira (Venezia) del 1750 (graphic elaboration by the authors).

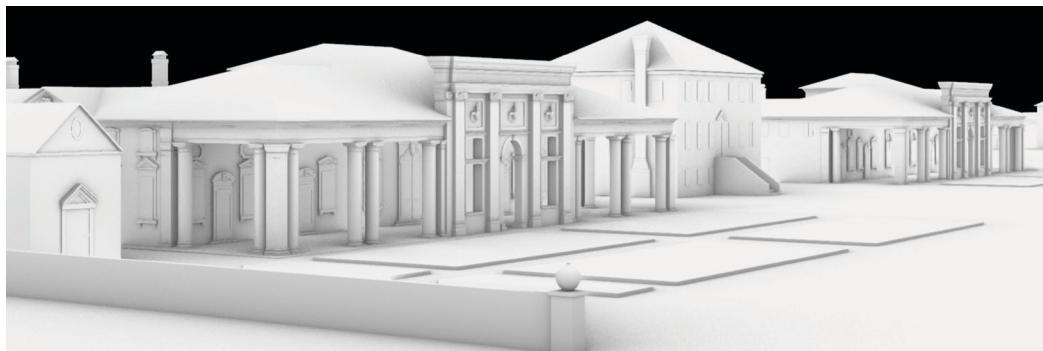


Fig. 8. Digital model of Villa Valmarana integrated into the landscape context (graphic elaboration by the authors).



Fig. 9. Digital model depicting the section of the Riviera del Brenta near Mira Vecchia (graphic elaboration by the authors).

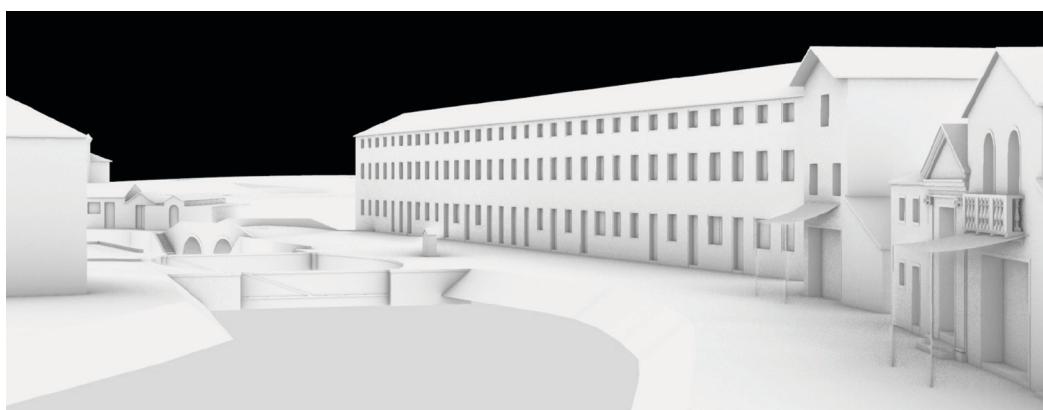


Fig. 10. Digital model depicting the section of the Riviera del Brenta near Mira Vecchia (graphic elaboration by the authors).

awareness of the value of heritage and its transformations over time. The aggregation and 3D representation of information overcome the limitations of fragmented documentation and provide a clear and accessible representation of the historical context, making past transformations tangible and understandable.

The digital model thus becomes a bridge between academic research and cultural dissemination a tool through which historical knowledge becomes a visual and narrative experience. In this context, immersive technologies play a crucial role. The 3D models developed are designed to be explored through Virtual Reality (VR) systems, allowing users to 'navigate' physically through the reconstructed 18th century landscape, or via Augmented Reality (AR) applications that can overlay historical information and reconstructions onto the current landscape *in situ*. These modes of engagement transform the user from a passive observer into an active explorer, enhancing understanding and emotional impact whether the visit is virtual or physical. This synthesis is also valuable for analysis and verification. By comparing the integrated model with original sources, it is possible to identify inconsistencies, propose new reconstruction hypotheses, and refine our understanding of architectural and territorial transformation

processes. Situating each villa within a broader spatial and historical network allows for an understanding of their role not merely as isolated buildings, but as part of a larger residential, productive, and cultural system closely linked to river navigation, the Venetian economy, and territorial evolution.

One of the main objectives of this operation is to restore a perception of the historical landscape that is no longer visible today. The Brenta Riviera has undergone substantial modifications over the centuries: hydraulic interventions, urban transformations, changes in agricultural practices, and road systems have profoundly altered the relationship between villas, river, and surrounding land. The synthetic model allows for visualization of these changes, understanding of transformation dynamics, and recovery of a vision of the 18th century Riviera that can no longer be accessed through simple observation (figs. 8, 9, 10). This reconstruction does not replace the study of primary sources but enhances their comprehensibility and usability, allowing immersion in a historical context with unprecedented detail. In this perspective, digitization is not only a tool for conservation and analysis but becomes a medium for representation and storytelling. The opportunity to virtually explore the 18th century Brenta Riviera, observe the villas in their original form, and understand their relationship with the river and surrounding territory represents a powerful form of historical communication that blends scientific rigor with expressive immediacy.

Notes

[1] The project was selected as the winner of the call promoted by the Ministry of Enterprises and Made in Italy [Ministerial Decree No. 16 of January 20, 2023]. Project partners: Ca' Foscari University of Venice, Iuav University of Venice, Invisible Cities srl, Strategy Innovation srl, Il Burchiello srl, Tiscali Italia SpA.

Reference List

- Baldan, N. (2005). *Ville e palazzi nella Riviera del Brenta: da Fusina al Portello di Padova*. Mira: Centro Studi Riviera del Brenta; Padova: Libreria Padovana Editrice.
- Costa, G. (1927). *Delle delicie del fiume Brenta espresse ne' palazzi e casini situati sopra le sue sponde dalla sboccatura nella laguna di Venezia fino alla citta di Padova disegnate ed incise da Gianfrancesco Costa*. Venezia: Filippi [first ed. 1750-1756].
- Da Mosto, A. (1937). *L'Archivio di Stato di Venezia: Indice generale, storico, descrittivo ed analitico*. Roma: Biblioteca d'arte.
- Formenton, G., Conton, G. (1995). *Guida a Villa Valmarana in Riviera del Brenta*. Oriago: Medoacus.
- Rallo, G. (2003). Tracce di paesaggio storico nella Riviera del Brenta. In G. Guerci, L. Pelissetti, L. Scazzosi, L. (a cura di). *Oltre il giardino: le architetture vegetali e il paesaggio*. Firenze: Leo S. Olschki. pp. 217-235.

Archival References

- Catasto Austriaco, Archivio di stato di Venezia, Venezia, 1807-1846.
- Catasto Austro-Italiano, Archivio di stato di Venezia, Venezia, 1846- 1929.
- Catasto Napoleonic, Archivio di stato di Venezia, Venezia, 1807-1817.

Authors

Giuseppe D'Acunto, Iuav University of Venice, dacunto@iuav.it
Antonio Calandriello, Iuav University of Venice, acalandriello@iuav.it
Gabriele Casarano, Iuav University of Venice, gcasarano@iuav.it
Luca Catana, Iuav University of Venice, lcatana@iuav.it

To cite this chapter: Giuseppe D'Acunto, Antonio Calandriello, Gabriele Casarano, Luca Catana. (2025). Sailing through History: Enhancing the Venetian Villas along the Brenta River through Immersive Technologies. In L. Carlevaris et al. (Eds.), *ekphrasis. Descrizioni nello spazio della rappresentazione/ekphrasis. Descriptions in the space of representation*. Proceedings of the 46th International Conference of Representation Disciplines Teachers. Milano: FrancoAngeli, pp. 757-772. DOI: 10.3280/oa-1430-c794.