

COLLANA
3D MODELING & BIM

PROLIFERAZIONI

A CURA DI TOMMASO EMPLER,
ADRIANA CALDARONE, ALEXANDRA FUSINETTI

PUBBLICA

ISBN 9788899586591

Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti (a cura di)

3D Modeling & BIM 2025 - Proliferazioni

© PUBLICA, Alghero, 2025

ISBN 9788899586591

Pubblicazione Ottobre 2025

Questa pubblicazione è distribuita in modalità Open Access.

La valutazione dei contributi pubblicati è avvenuta con la modalità del double blind review da parte di referee facenti parte di un apposito comitato scientifico.

The evaluation of the published contributions was carried out through a double-blind review process by referees belonging to a dedicated scientific committee.

Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
Sapienza Università di Roma

DIPARTIMENTO DI STORIA
DISEGNO E RESTAURO
DELL'ARCHITETTURA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Progetto grafico: Pasquale Micelli, Silvia Ridolfi
Crediti immagine di copertina: Rinaldo D'Alessandro

PUBLICA

Dipartimenti di Architettura, Design e Urbanistica
Università degli Studi di Sassari
www.publicapress.it



INDICE

Summary

PRESENTAZIONE 16

Introduction

Tommaso Empler

IL MODELLO 3D TRA DOCUMENTAZIONE E VALORIZZAZIONE CULTURALE 22

3D Model Between Documentation
and Cultural Valorization

Alexandra Fusinetti

“L’ASCOLTO DEL TEMPO”: LA MODELLAZIONE HBIM PER LA CONSERVAZIONE E LA VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO STORICO 28

“Listening to the time”: HBIM modelling for the conservation
and enhancement of historical heritage

Simona Alauria, Laura Baratin

LA COMPUTER GRAFICA PER LA RAPPRESENTAZIONE 3D DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO 46

Computer Graphics for the 3D Representation
of Architectural Heritage

Gianluca Barile

IL BIM NELL’EDILIZIA SANITARIA: RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E STRUTTURALE DEL CORPO F DEL P.O. ONCOLOGICO A. BUSINCO DI CAGLIARI 56

BIM in healthcare construction: functional and structural
redevelopment of building F at the A. Businco Oncology
Hospital in Cagliari

Massimiliano Benga, Maria Antonia Russo

AI STYLE TRANSFER. UTILIZZO E CONTROLLO DI WORKFLOW NODALI PER L'ESPRESSIVITÀ DEL DISEGNO ARCHITETTONICO	66
---	-----------

AI Style transfer. Use and Control of Node-Based Workflows
for the Expressiveness of Architectural Drawing

Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Andrea Miglioni, Chiara Mommi

MUSE. VERSO UN DIGITAL TWIN PER LA FRUIZIONE MUSEALE	76
---	-----------

MUSE. Towards a Digital Twin for Museum Enjoyment

*Flavia Camagni, Andrea Casale, Bruno Fanini, Elena Ippoliti,
Sofia Menconero, Noemi Tomasella*

FISICO-DIGITALE E RITORNO: LA MODELLAZIONE COME ATTO CELEBRATIVO DEL DESIGN ITALIANO	88
---	-----------

From Physical to Digital and Back:
Modeling as a Tribute to Italian Design

Vittoria Castiglione

STRATEGIE DI MODELLAZIONE PARAMETRICA PER LO STUDIO DEL FORTE DI SANT'ANDREA NELLA LAGUNA DI VENEZIA	100
---	------------

Parametric Modelling approaches for the study
of St. Andrea Fortress in the Venetian Lagoon

Luca Chiavacci, Alberto Pettineo

STANDARDIZZAZIONE DEI MODELLI BIM 7D PER STUDI LCA: UNA METODOLOGIA BASATA SUL LIVELLO DI FABBISOGNO INFORMATIVO	114
---	------------

Standardizing 7D BIM models for LCA studies:
a methodology based on the Level of Information Need

Giorgia Cipriani

L'HOTEL PALACE A MERANO: IPOTESI PER UNA CONOSCENZA INTEGRATA DIGITALE	126
---	------------

The Hotel Palace in Merano:
insights for integrated digital knowledge

Alberto Cristofolini, Elena Bernardini, Giovanna A. Massari, Alessandro Zuanni

**IL BAROCCO RITROVATO: LA RICOSTRUZIONE
VIRTUALE DELLE FASI SETTECENTESCHE DELLA
CATTEDRALE DI COSENZA COME STRUMENTO DI
COMPRENSIONE E DIVULGAZIONE**

138

The rediscovered baroque: the virtual reconstruction of the 18th-century phases of the cathedral of Cosenza as a tool for understanding and dissemination

Rinaldo D'Alessandro

**DOCUMENTAZIONE E RESTAURO DELLA LOGGIA DEI
VINI DI VILLA BORGHESE: IL PROCESSO HBIM**

150

Documentation and restoration of the Loggia dei Vini in Villa Borghese: the HBIM process

Serena Caldarelli, Maurizio Dalena

**DIGITALIZZAZIONE E MODELLAZIONE 3D PER
LA VALORIZZAZIONE E LA FRUIZIONE URBANA:
IL CASO DI TOLFA**

164

Digitization and 3D Modeling for Urban Enhancement and Accessibility: The Case of Tolfa

Mara Gallo, Marco Canciani, Alessandro D'Accolti, Giuseppe Fioravanti

**LA LOGICA DELLE SCALE NEOCLASSICHE:
PROLIFERAZIONI DELLA MODELLAZIONE
3D NELL'APPROCCIO HBIM**

176

The logic of neoclassical staircases: proliferation of 3D modeling within the HBIM approach

Elisabetta Caterina Giovannini, Davide Mastroianni

**RICOSTRUZIONE TEMPORALE 3D DEL CASINO
DI CACCIA QUATTROCENTESCO DEI MOZZONI A
BISUSCHIO TRAMITE FONTI D'ARCHIVIO**

190

A 3D Reconstruction of Mozzoni's Fifteenth-Century Hunting Lodge Using Archival Sources

Dina Jovanovic, Daniela Oreni

DIGITAL HUMANITIES FOR HBIM/GIS: SMART PARK FOR SMART CITY	202
---	-----

Digital Humanities for HBIM/GIS: Smart Park for Smart City

Emanuela Lanzara, Alessia del Vecchio

PROPOSTA DI METODO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE INFORMAZIONI IN AMBIENTE H-BIM: IL CASO DI CASTEL VISCARDO	216
---	-----

A Methodological Framework for Evaluating Information Quality
in H-BIM Environments: The Case Study of Castel Viscardo

Valentina Marceddu, Sara Tarola

STANDARD CATALOGRAFICI COME GUIDA DALL'ACQUISIZIONE AL BIM DEI BENI CULTURALI	228
--	-----

Cataloguing standards as a guide
from acquisition to BIM of cultural assets

Luca Martelli, Giulia Flenghi, Michele Russo

DIGITALIZZAZIONE E CONSERVAZIONE DI PORTA SAN PAOLO TRAMITE METODOLOGIA HBIM	244
---	-----

Digitalization and conservation of
Porta San Paolo through HBIM methodology

Daria Fedele, Marco Piccinini, Ludovica Prosciutti, Stefano Tognazzi

PROTOCOLLI SPERIMENTALI PER LA DIGITALIZZAZIONE DEL PATRIMONIO DIPINTO: LE TELE DELLA COLLEZIONE BARBERINI	250
---	-----

Experimental Protocols for the Digitisation of Painted Heritage:
The Canvases of the Barberini Collection

Alessandra Meschini, Jessica Romor, Marta Salvatore

CUMA. SPACE INFORMATION MODELLING	266
--	-----

Cuma.
Space information modelling

*Leopoldo Repola, Giovanni Varriale, Silvia Ilacqua, Diego Di Martire, Fabio Pagano,
Maria Alessandra Letizia*

**ACQUISIZIONI IMAGE-BASED PER UNA GESTIONE IN
MODALITÀ IMMERSIVA DELLA QUARTA DIMENSIONE
NEI PROCESSI BIM/HBIM** 280

Image-based Acquisitions for Immersive Management of the
Fourth Dimension in BIM/HBIM Processes

Maria Laura Rossi, Leonardo Paris

MUSE: IL RILIEVO DEL MOVIMENTO 290

MUSE: The survey of the movement

Danilo Avola, Gaia Maselli, Annalisa Massini, Daniele Pannone, Luca J. Senatore

**H-BIM PER LA PROGETTAZIONE E LA GESTIONE
DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA: UN CASO
STUDIO SU UN EDIFICIO ATER A SULMONA** 302

H-BIM for the Design and Management of Public Housing: A
Case Study on an ATER Building in Sulmona

Alessandra Tata, Elena Pallotta

**H-INFRA-BIM DELLE GRANDI DERIVAZIONI
IDROELETTRICHE: SFIDE E OPPORTUNITÀ** 314

H-InfraBIM of large hydropower diversions:
challenges and opportunities

Gianvito Marino Ventura, Francesca Maria Ugliotti

**BIM NELLE PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI: UNA
BARRIERA O UN CATALIZZATORE PER LA
DIGITALIZZAZIONE?** 328

BIM in Public Administrations:
A Barrier or a Catalyst for Digitalization?

Michele Zucco, Matteo Del Giudice, Mariapaola Vozzola

**RICOSTRUZIONE 3D DA VIDEO MONOCULARI
E A 360° A BASSA RISOLUZIONE IN SITI DEL
PATRIMONIO CULTURALE CON L'IA** 340

3D Reconstruction from Low-Resolution Monocular
and 360° Video in Cultural Heritage Sites with AI

Francesca Condorelli

**APPROCCIO SCAN-TO-BIM INTEGRATO CON
PROCESSI DI DECOSTRUZIONE GEOMETRICA**

352

ScanToBIM approach integrated by geometric
deconstruction processes

Riccardo Tavolare, Valeria Cera

**APPROCCI MULTISCALARI E METODOLOGIE
HBIM PER LA CONOSCENZA SUL PATRIMONIO
MINORE STORICO E MODERNO**

364

Multiscalar approaches and HBIM methodologies for the
knowledge on historic and modern minor heritage

Raffaele Pontrandolfi, Antonio Bixio

**PROCEDURE HBIM PER IL RILIEVO DI
VILLA FLORIO MASERI A PERSEREANO**

380

HBIM Procedure for the Survey of
Villa Florio Maseri in Persereano

Alberto Sdegno, Ferdinand Rexhaj

STRATEGIE DI MODELLAZIONE PARAMETRICA PER LO STUDIO DEL FORTE DI SANT'ANDREA NELLA LAGUNA DI VENEZIA

Parametric Modelling approaches for the study
of St. Andrea Fortress in the Venetian Lagoon

Authors

Luca Chiavacci¹, Alberto Pettineo¹

¹ Università degli Studi di Firenze, Laboratorio di ricerca e didattica sperimentale DARWIN

Email

luca.chiavacci@unifi.it
alberto.pettineo@unifi.it

Keywords

H-BIM
INFORMATION MODELS
VISUAL PROGRAMMING LANGUAGE
DIGITAL SURVEY
SCAN-TO-BIM

Abstract

Il presente contributo intende esplorare le possibilità offerte dall'applicazione di processi di parametrizzazione e modellazione informativa per la rappresentazione del Forte di Sant'Andrea a Venezia. Attraverso l'utilizzo di metodologie *Scan-to-BIM* viene sviluppato un modello informativo-descrittivo dei caratteri dell'opera fortificata.

This paper explores the potential of applying parametrisation processes and information modelling to represent the St. Andrea fortress in Venice. Using *scan-to-BIM* methodologies, an informational and descriptive model of the features of this fortified heritage site is developed.

Introduzione

Le azioni legate all'implementazione di un modello informativo del Forte di Sant'Andrea, oggetto di questa ricerca, si sviluppano all'interno del progetto ERC Venice's Nissology (*VeNiss*), che mira a documentare e reinterpretare il patrimonio costruito dell'insediamento lagunare veneziano¹. Collocato sull'isola omonima, all'imboccatura del bacino di San Marco, il forte rappresenta un esempio emblematico dell'opera di Michele Sanmicheli, ingegnere militare del Cinquecento [1]. La struttura dell'opera integra paramenti murari imponenti con soluzioni distributive che ottimizzano la disposizione dell'artiglieria rispetto alla rotta d'ingresso nella laguna, dando vita ad un'isola artificiale che sfrutta le configurazioni batimetriche della laguna [2] [3]. Attualmente in stato di abbandono, nonostante gli effetti della vegetazione spontanea, dell'erosione costiera e delle stratificazioni storiche, il forte conserva una notevole leggibilità formale e una buona coerenza tipologica, tenuto conto anche di recenti interventi che hanno tamponato aperture e realizzato murature in contrasto con l'assetto originario [4] (Fig. 1). In questo contesto, le attività di documentazione e restituzione digitale rappresentano strumenti utili per facilitare la comprensione delle strutture architettoniche, della storia e delle trasformazioni che il complesso ha subito. A partire da queste premesse, si inserisce il lavoro del Laboratorio di Ricerca e Didattica Sperimentale DARWIN, dell'Università degli Studi di Firenze, che si focalizza sullo sviluppo di metodologie di rilievo digitale e sistemi di sintesi rappresentativi del patrimonio architettonico lagunare, con l'obiettivo di offrire strumenti utili alla lettura critica e interpretativa delle isole analizzate come casi studio all'interno del progetto *VeNiss* [5]. Nel complesso sistema insulare della laguna, il Forte di Sant'Andrea è stato selezionato come caso esemplare per lo sviluppo di un modello dello stato di fatto, a partire da approcci di *scan-to-BIM*, in cui vengono integrate procedure di arricchimento semantico e gestione delle geometrie complesse attraverso *script* visivi. A partire dall'approccio *HBIM* sviluppato all'interno del progetto [6] [7], il lavoro sul Forte di Sant'Andrea mira ad approfondire la consistenza geometrica e il livello di dettaglio delle architetture del complesso, amplificando le possibilità di arricchimento informativo.

Stato dell'arte

L'approccio *Scan-to-BIM*, ormai ampiamente dibattuto e consolidato sia nella letteratura scientifica che nelle prassi operative, rappresenta uno strumento utile per la digitalizzazione del patrimonio architettonico, in particolare nei contesti caratterizzati da complessità geometriche e stratificazioni storiche, [8] [9]. Il processo non si limita alla restituzione geometrica, ma mira alla comprensione semantica delle

1_ Il progetto *Venice's Nissology. Reframing the Lagoon City as an Archipelago: A Model for Spatial and Temporal Urban Analysis* (16th-21st centuries) è stato finanziato con un ERC Starting Grant (G.A. 101040474) per la durata di cinque anni (2023-2027). La ricerca, coordinata dalla professoressa Ludovica Galeazzo, è condotta all'interno del Dipartimento dei Beni Culturali dell'Università degli Studi di Padova (DBC) in partnership con l'Università di Harvard e il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze (DIDA), rappresenta un'innovativa applicazione delle tecnologie di digitalizzazione per la creazione di un'infrastruttura semantica geo-spaziale. Questo sistema consente di esplorare, attraverso una narrazione spazio-temporale, le complesse vicende storiche delle oltre sessanta isole di Venezia, partendo dal Cinquecento.

Introduction

The activities related to implementing an information model of the S. Andrea Fort, which constitutes the subject of this research, are carried out within the framework of the ERC project Venice's Nissology (*VeNiss*). This project aims to document and reinterpret the built heritage of the Venetian lagoon settlement¹. Situated on the eponymous island at the entrance to the San Marco Basin, the fort represents a paradigmatic example of the work of Michele Sanmicheli, a sixteenth-century military engineer [1]. The structure combines imposing masonry with distributional solutions designed to optimise artillery positioning in relation to the main access route to the lagoon, thus forming an artificial island that takes advantage of the lagoon's bathymetric configurations [2] [3].

Currently in a state of neglect, and despite the effects of spontaneous vegetation, coastal erosion, and historical stratifications, the fort retains significant formal legibility and typological coherence. This remains true even in light of recent interventions, which have sealed openings and introduced masonry elements that contrast with the original layout [4] (Fig. 1).

In this context, documentation and digital survey activities serve as valuable tools to enhance the understanding of the architectural structures, the site's historical development, and the transformations it has undergone. On this basis, the work carried out by the Experimental Research and Teaching Laboratory DARWIN, at the University of Florence, focuses on developing digital survey methodologies and representation systems tailored to the architectural heritage of the lagoon. The aim is to provide tools to support critical and interpretative readings of the islands selected

1_ The project *Venice's Nissology. Reframing the Lagoon City as an Archipelago: A Model for Spatial and Temporal Urban Analysis* (16th-21st centuries) has been funded through an ERC Starting Grant (G.A. 101040474) for a five-year period (2023-2027). The research, coordinated by Professor Ludovica Galeazzo, is conducted within the Department of Cultural Heritage at the University of Padua (DBC), in partnership with Harvard University and the Department of Architecture (DIDA) at the University of Florence. It represents an innovative application of digital technologies for the creation of a geo-spatial semantic infrastructure. This system enables the spatial and temporal exploration of the complex historical development of more than sixty Venetian islands, starting from the sixteenth century.



Fig. 1: . Aspetti tipologici e peculiarità del Forte.

Fig. 1: Typological Aspects and Architectural Specificities of the Fort.

componenti costruttive dell'architettura storica, integrando strutture ontologiche e relazioni funzionali [10] [11] [12]. La morfologia degli edifici storici, caratterizzata da geometrie irregolari, deformazioni e stratificazioni, richiede l'impiego di tecniche di parametrizzazione capaci di restituire la complessità formale del costruito e di supportare una modellazione informativa coerente con le sue specificità architettoniche [13]. La misura in cui rappresentare l'irregolarità e quella in cui riuscire a configurare un modello che guida l'associazione tipologica e formale, costituiscono scelte che è necessario compiere per configurare un modello di tipo *BIM* altamente prestazionale. È una questione di identità del modello, di ciò che rappresenta e di come lo rappresenta, ponendo in relazione la struttura generativa delle forme, il DNA spaziale che configura il singolo elemento costruttivo, con la patina e con le alterazioni che nel tempo hanno reso quello specifico elemento unico.

Da tali criticità emergono riflessioni teoriche sull'impiego di geometrie standardizzate, le quali, se da un lato facilitano la modellazione e la parametrizzazione degli elementi, rendendo possibile la costruzione di abachi e glossari utili alla sistematizzazione del patrimonio architettonico, dall'altro sollevano questioni rilevanti circa il rischio di una semplificazione eccessiva. La varietà degli elementi, unita all'assenza nei *software* commerciali di librerie parametriche specifiche, impone l'adozione di soluzioni personalizzate o di strumenti

as case studies within the *VeNiss* project [5].

Within the complex insular system of the lagoon, the Forte di Sant'Andrea has been selected as a representative case study for developing an as-built model, based on scan-to-BIM approaches. These integrate semantic enrichment procedures and the management of complex geometries through visual scripting. Drawing on the HBIM methodology developed within the project [6] [7], the work on the S.Andrea Fort aims to investigate the geometric consistency and level of detail of the site's architectural elements, thereby expanding the potential for semantic data integration.

Recent solutions

The Scan-to-BIM approach, now widely discussed and consolidated in scientific literature and professional practice,

alternativi, capaci di restituire i caratteri di unicità e specificità degli elementi storici, evitando forme di standardizzazione eccessive che potrebbero compromettere la complessità formale e costruttiva dei singoli manufatti [14]. Per ovviare a questi limiti, si stanno diffondendo *workflow* basati su linguaggi di programmazione visuale che facilitano la rappresentazione e la gestione di forme ed elementi architettonici complessi all'interno dei *software* di *BIM Authoring* [15] [16]. È proprio questa fase di gestione e organizzazione delle informazioni a consentire la fruizione interattiva del modello, nella sua totalità, nell'insieme delle sue parti e in rapporto con il contesto lagunare [17] [18].

La sperimentazione all'interno del progetto ha prodotto, e intende implementare, sistemi integrati di tipo *HBIM-HGIS*, permettendo di espandere le capacità analitiche del modello. Tale integrazione, dal carattere fortemente sperimentale, non è tuttavia priva di criticità a cui il gruppo di ricerca sta lavorando. Tra queste l'eterogeneità dei formati e la difficoltà di rendere interoperabili i modelli mediante *workflow* complessi che rimandano all'utilizzo di numerosi *software*. Per superare questi ostacoli, si stanno affermando piattaforme *web-based* e *framework* che, attraverso l'impiego di formati standardizzati, facilitano la trasformazione dei dati *BIM* in ambienti *GIS*, rendendoli accessibili e interrogabili anche da parte di utenti non specializzati [19].

Soluzione proposta

L'approccio metodologico adottato è stato strutturato in un flusso di lavoro finalizzato all'ottimizzazione dell'intero processo operativo. A partire dall'analisi morfologica e compositiva del forte, sono state condotte operazioni di trattamento dei dati di rilievo e di organizzazione della banca dati multisorgente, impiegata come base morfometrica per la modellazione *HBIM*. L'analisi architettonica del manufatto, finalizzata all'identificazione, classificazione e codifica degli elementi costruttivi, ha permesso di organizzare i dati e la struttura architettonica attraverso un codice alfanumerico condiviso. Il codice è stato definito durante i primi due anni del progetto dall'unità di ricerca dell'Università degli Studi di Padova come *standard* comune per l'intero insieme dei casi studio previsti all'interno della ricerca² [20]. Tale indagine, di premessa allo studio rappresentativo, ha costituito un passaggio fondamentale per fornire una base concettuale e operativa solida per le successive fasi di modellazione e disegno dell'intero sistema.

Organizzazione e gestione dei dati provenienti dal rilievo digitale

La modellazione parametrica ha beneficiato dell'elevata accuratezza morfometrica dei dati acquisiti tramite rilievo digitale, realizzato con laser scanner (statico e mobile), tecniche di fotogrammetria terrestre e close range, il tutto georeferenziato mediante punti GPS acquisiti con stazione mobile GNSS [21] [22].

La nuvola di punti laser scanner, estesa a tutto il sistema fortificato e allineata all'interno del *software Leica Cyclone Core*, è stata segmentata attraverso una *macro-scomposizione* coerente con le suddivisioni già individuate in fase di studio preliminare (Fig. 2). Questa segmentazione ha consentito di generare sottoinsiemi indipendenti, ciascuno

constitutes a valuable tool for digitalising architectural heritage, particularly in contexts characterised by geometric complexity and historical stratification [8] [9]. This process goes beyond mere geometric reconstruction, aiming instead at a semantic understanding of the constituent elements of historic architecture by integrating ontological structures and functional relationships [10] [11] [12]. The morphology of historic buildings, marked by irregular geometries, deformations, and stratifications, requires the adoption of parameterisation techniques capable of capturing the formal complexity of the built environment while supporting an information model consistent with its architectural specificities [13].

Decisions regarding the degree to which irregularities are represented and the extent to which the model is configured to guide typological and formal associations are fundamental in shaping a high-performance BIM model. This concerns the identity of the model - what it represents and how it represents - linking the generative structure of forms, the spatial "DNA" defining each construction element, to the patina and alterations that have, over time, rendered each element unique.

These challenges prompt theoretical reflections on the use of standardised geometries. While such geometries facilitate modelling and parameterisation - enabling the construction of catalogues and glossaries to systematise architectural heritage - they also raise critical concerns regarding the risk of excessive simplification. The variety of elements, combined with the lack of specific parametric libraries in commercial software, necessitates the use of customised solutions or alternative tools capable of preserving the uniqueness and specificity of historical features, thereby avoiding over-standardisation that may compromise the formal and constructive complexity of individual artefacts [14]. To address these limitations, workflows based on visual programming languages are increasingly being adopted. These facilitate the representation and management of complex architectural forms and elements within BIM authoring environments [15] [16]. This phase of information management and organisation enables an interactive engagement with the model, both as a whole and in its

2_Nel caso del Forte di Sant'Andrea, tale codifica è stata ulteriormente ampliata, sia in termini di articolazione che di dettaglio, per rispondere alla maggiore complessità e granularità emersa durante la progressiva modellazione degli elementi del caso studio.

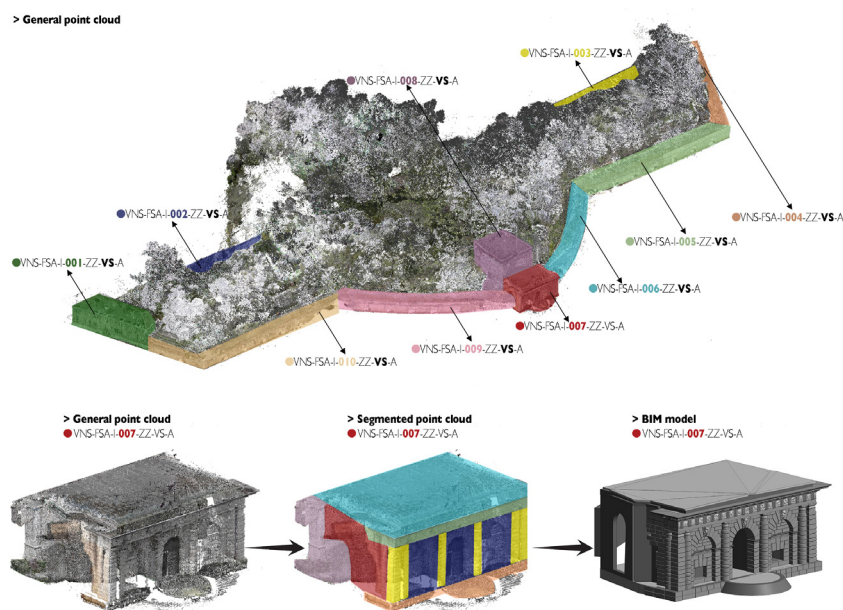


Fig. 2: . Schema di macro-segmentazione, con codifica alfanumerica, applicato alle porzioni esterne della cinta muraria e agli edifici annessi, e schema di micro-segmentazione relativo al portale di accesso.

Fig. 2: Model macro-segmentation structure, including alphanumeric assignment, referring to the external portions of the enclosure and adjoining buildings, and micro-segmentation of the entrance portal.

riferito a una specifica area del complesso, alleggerendo la dimensione dei file e agevolandone l'integrazione nel software di modellazione BIM.

Per ciascuna porzione, i dati laser scanner sono stati esportati e integrati con i corrispondenti dataset fotogrammetrici nel software *RealityCapture*, dove le immagini sono state elaborate tramite processi SfM, sfruttando il dato metrico fornito dal rilievo *range-based* per l'allineamento e la correzione dimensionale. I dataset fotogrammetrici relativi a ciascuna porzione sono stati quindi importati in *Leica Cyclone Core* e allineati al dato laser scanner in un sistema di coordinate globale.

Per ottimizzare ulteriormente i dati all'interno dell'ambiente di modellazione, le nuvole di punti integrate del dato fotogrammetrico sono state sottoposte a un processo di decimazione tramite il software *CloudCompare*, riducendo la densità all'interno di un range di distanza predefinito tra i punti della nuvola, facendo attenzione a conservare la completezza del dato e la coerenza geometrica rispetto al rilevato.

I file ottimizzati sono stati importati in *Autodesk Recap Pro*, dove si è proceduto a un'ulteriore *micro-suddivisione* dei modelli, rispetto ad un'interpretazione orientata sulla riconoscibilità degli elementi architettonici, funzionale alla successiva fase di modellazione parametrica.

Gestione del progetto HBIM e strutturazione delle componenti geometriche

L'articolata procedura di organizzazione e filtraggio del dato di rilievo ha consentito la strutturazione di un modello federato (FSC) all'interno del software di BIM authoring *Autodesk Revit*, basato su un sistema di coordinate condivise e georiferite, articolato in file di progetto distinti, ciascuno dei quali riferito a una porzione e strutturato per entità architettoniche secondo la codifica alfanumerica condivisa (Fig. 3). La scelta di utilizzare modelli federati con coordinate condivise consente l'interoperabilità tra i modelli, garantendo la corretta localizzazione spaziale delle

componenti, e concernendo il broader lagoon context [17] [18].

The experimental activities carried out within the project have resulted in, and seek to develop further, integrated HBIM-HGIS systems, thereby expanding the analytical potential of the model. However, this integration, by its very nature highly experimental, is not without its challenges, which the research team is actively addressing. These include the heterogeneity of file formats and the difficulties in achieving model interoperability through complex workflows involving multiple software platforms. To overcome such obstacles, web-based platforms and frameworks are emerging which, through standardised formats, facilitate the transformation of BIM data into GIS environments, making them accessible and queryable even by non-specialist users [19].

Proposed solution

Beginning with the morphological and compositional analysis of the fort, survey data were processed, and a multi-source database was organised, serving as the morphometric basis for the HBIM modelling. The architectural analysis of the structure, focused on the identification, classification, and codification of its construction elements, enabled the organisation of data and architectural components through a shared alphanumeric coding system. This coding was defined during the first two years of the project by the research unit at the University of Padua and established as a common standard for all case studies within the broader research framework² [20].

This investigation, serving as a premise to the representational study, constituted a key step in providing a solid conceptual and operational foundation for the subsequent modelling and design phases of the entire system.

Organisation and Management of Data from Digital Survey

Parametric modelling benefited from the high morphometric accuracy of data

2_ In the case of Fort Sant'Andrea, this coding system was further expanded, both in terms of articulation and level of detail, to address the greater complexity and granularity that emerged during the progressive modelling of the elements within the case study.

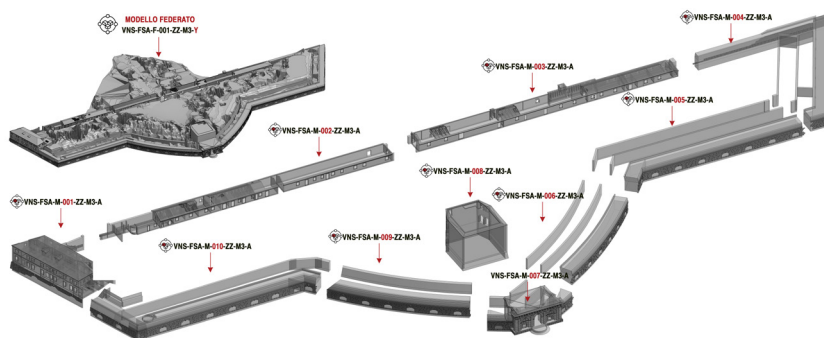


Fig. 3: Struttura del modello federato e schema semplificato della suddivisione delle porzioni esterne della cinta muraria e degli edifici.

Fig. 3: Structure of the federated model and simplified segmentation diagram of the external sections of the enclosure wall and the adjoining buildings.

entità e favorendo un'implementazione progressiva nel tempo. Inoltre, rende possibile l'adozione di LOD differenziati, equilibrando fedeltà geometrica e performance computazionale [23]. Dopo la segmentazione, classificazione e il collegamento della nuvola di punti all'interno dell'ambiente Revit, si è proceduto con la modellazione degli elementi a partire dal terreno. Per quest'ultimo, è stata filtrata la nuvola di punti laser scanner complessiva, al fine di isolare la morfologia del suolo dagli elementi architettonici e dalla vegetazione. Data la complessità orografica dell'isola e la fitta copertura vegetale, si è scelto di eseguire un filtraggio manuale in CloudCompare, così da garantire il massimo controllo da parte dell'operatore sull'accuratezza del risultato. Una volta isolati i punti relativi al terreno, sono state generate sezioni regolari utili all'estrazione di curve di livello tridimensionali a passo costante. Le curve, esportate in formato .dxf, sono state successivamente importate in ambiente BIM per la realizzazione del solido topografico, che funge da base altimetrica coerente per l'ancoraggio geometrico delle componenti del modello federato (Fig. 4). Il processo di modellazione del costruito ha seguito un'impostazione ibrida, calibrata in base alla natura e complessità geometrica degli elementi architettonici. Per le componenti che presentavano una geometria facilmente semplificabile, ovvero una forma riconducibile a modelli regolari con proporzioni costanti, come murature lineari o a profilo variabile, rampe rettilinee, coperture a falda semplice o aperture ricorrenti, si è fatto ricorso a famiglie di sistema native di Revit, garantendo una modellazione efficiente e normalizzabile, e interoperabile. In questo senso lo studio topologico preliminare ha permesso di individuare elementi con ricorrenze morfologiche significative, le cui variazioni dimensionali sono state gestite mediante parametri geometrici interni al software. Questo ha reso possibile la costruzione di una libreria di oggetti digitali adattabili, coerente con il patrimonio lagunare veneziano ma utilizzabile anche in altri casi studio (Figg. 5, 6). Durante tale fase, particolare attenzione è stata posta nella restituzione fedele dello stato di fatto, includendo all'interno della geometria modellata le condizioni di degrado visibili - come crolli parziali di coperture o murature - per garantire una rappresentazione accurata rispetto a quanto rilevato. Si è evitato il ricorso indiscriminato alla categoria "Modello Generico", in quanto priva di un significato disciplinare preciso e limitante sul piano della classificazione strutturata, della computazione e del coordinamento interoperativo. Gli elementi sono stati invece associati a categorie specifiche, coerenti con la loro funzione architettonica o strutturale, in modo da

acquired through digital survey techniques, which included static and mobile laser scanning, terrestrial and close-range photogrammetry, all georeferenced using GPS points collected with a GNSS mobile station [21] [22].

The laser scanner point cloud, covering the entire fortified system and aligned within Leica Cyclone Core software, was segmented through a *macro-division* reflecting the subdivisions previously identified during the preliminary study phase (Fig. 2). This segmentation enabled the generation of independent subsets, each corresponding to a specific area of the complex, thereby reducing file size and facilitating integration within the BIM modelling environment.

For each area, the laser scanner data were exported and integrated with corresponding photogrammetric datasets in RealityCapture, where the images were processed using SfM techniques. The range-based metric data were used to support alignment and dimensional correction. The photogrammetric datasets for each portion were then imported into Leica Cyclone Core and aligned with the laser scan data within a global coordinate system.

To further optimise the data for the modelling environment, the integrated point clouds, including the photogrammetric data, underwent a decimation process using CloudCompare software. This reduced point density within a predefined distance range between points, while preserving data completeness and geometric consistency with the surveyed reality.

The optimised files were then imported into Autodesk Recap Pro, where a further micro-segmentation of the models was carried out. This was based on an interpretation oriented towards the recognisability of architectural elements and enabled the subsequent phase of parametric modelling.

HBIM Project Management and Structuring of Geometric Components

The structured process of organising and filtering survey data enabled the development of a federated model (FSC) within the BIM authoring software Autodesk Revit. This model is based on a shared and georeferenced coordinate system and is articulated through distinct project files, each corresponding to a specific portion of the site and structured by architectural entities according to a shared alphanumeric coding system (Fig. 3).

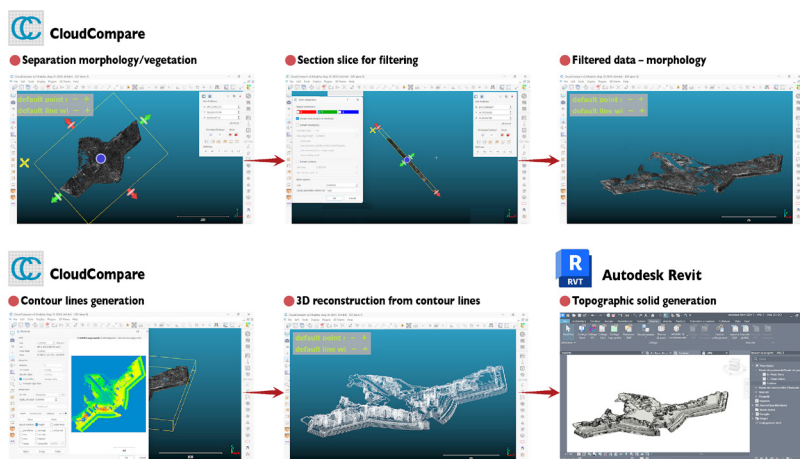


Fig. 4: Workflow per la ricostruzione della morfologia del suolo e la generazione del solido topografico a partire dal dato laser scanner.

Fig. 4: Workflow for morphology reconstruction and topographic solid generation from laser scanner data.

garantire l'integrabilità del modello nel flusso di lavoro *BIM*. Per componenti architettonici articolati ma regolari, come l'apparato del portale d'ingresso – ispirato alla grammatica classica e reinterpretato dal Sanmicheli secondo un linguaggio proprio della sua opera – si è fatto ricorso a famiglie nidificate. Ogni elemento (colonne, trabeazioni, cornici) è stato modellato come famiglia caricabile e integrato in un sistema gerarchico più ampio, assegnando le categorie appropriate in base alla funzione e secondo logiche costruttive e stilistico-compositive. Nel trattare elementi a geometria irregolare, con forme complesse non riconducibili a logiche parametriche, come apparati scultorei, decorazioni plastiche o porzioni danneggiate in modo non sistematico, la modellazione è avvenuta mediante l'importazione di *mesh* tridimensionali, elaborate a partire dalla nuvola di punti e ottimizzate tramite *software esterni*³. L'integrazione di queste geometrie è stata effettuata attraverso strumenti di scripting visuale, che hanno consentito un controllo del posizionamento, la possibilità di manipolare la densità della maglia triangolare e l'automatizzazione dei processi di assegnazione semantica, collegando ciascun oggetto modellato a codici identificativi e attributi informativi specifici (Fig. 7).

Risultati e considerazioni sulla strutturazione del modello

Il risultato finale consiste in un modello *HBIM* multilivello e navigabile, configurato come un archivio digitale che documenta lo stato di conservazione attuale del forte e, al contempo, risulta implementabile a fini progettuali, consentendo la ricostruzione di fasi evolutive e configurazioni storiche. L'applicazione del *workflow* metodologico ad un caso studio caratterizzato da geometrie e morfologia complessa ha consentito di rispondere alle sfide che il linguaggio *BIM* pone nella rappresentazione

Using federated models with shared coordinates ensures interoperability between the files, guaranteeing the correct spatial positioning of elements and supporting progressive implementation over time. Furthermore, it enables the adoption of differentiated Levels of Development (LOD), balancing geometric accuracy and computational performance [23].

Following segmentation, classification, and linking of the point cloud within the Revit environment, the modelling process began with the terrain. To model the latter, the overall laser scanner point cloud was filtered to isolate the ground morphology from architectural features and vegetation. Due to the island's complex topography and dense vegetation coverage, manual filtering in CloudCompare was chosen to ensure maximum operator control over the accuracy of the result.

Once the ground points were isolated, regular cross-sections were generated to extract three-dimensional contour lines at consistent intervals. These were exported in .dxf format and subsequently imported into the BIM environment to create the topographic solid, which serves as a coherent altimetric base for the geometric anchoring of the components of the federated model (Fig. 4).

The modelling process adopted a hybrid approach, calibrated according to each architectural element's nature and geometric complexity. For components with simplified or regular geometries - characterised by dimensional rules, constant proportions, or recurring forms, such as linear or variable-profile walls, straight ramps, simple pitched roofs, or standardised openings - native Revit system families were employed. This ensured an efficient, standardised, and interoperable modelling workflow. In this regard, the preliminary typological study identified elements with significant morphological recurrences, whose dimensional variations were managed through internal geometric parameters within the software. This enabled the construction of a library of adaptable digital objects, consistent with the heritage of the Venetian lagoon but also applicable to other case studies (Figs. 5, 6).

During this phase, particular attention was paid to accurately representing the as-is condition, including visible deterioration, such as partial collapses of roofs or walls, within the modelled geometry. The

3_ L'eterogeneità nella copertura dei dati di rilievo, con alcune aree documentate da laser scanner e altre solo da fotogrammetria, ha reso necessario l'uso di strategie diverse per la generazione delle *mesh*. In base alla qualità e alla natura del dato disponibile, sono stati utilizzati *dataset* fotogrammetrici (elaborati con RealityCapture) o dati da laser scanner/integrati (processati con CloudCompare).

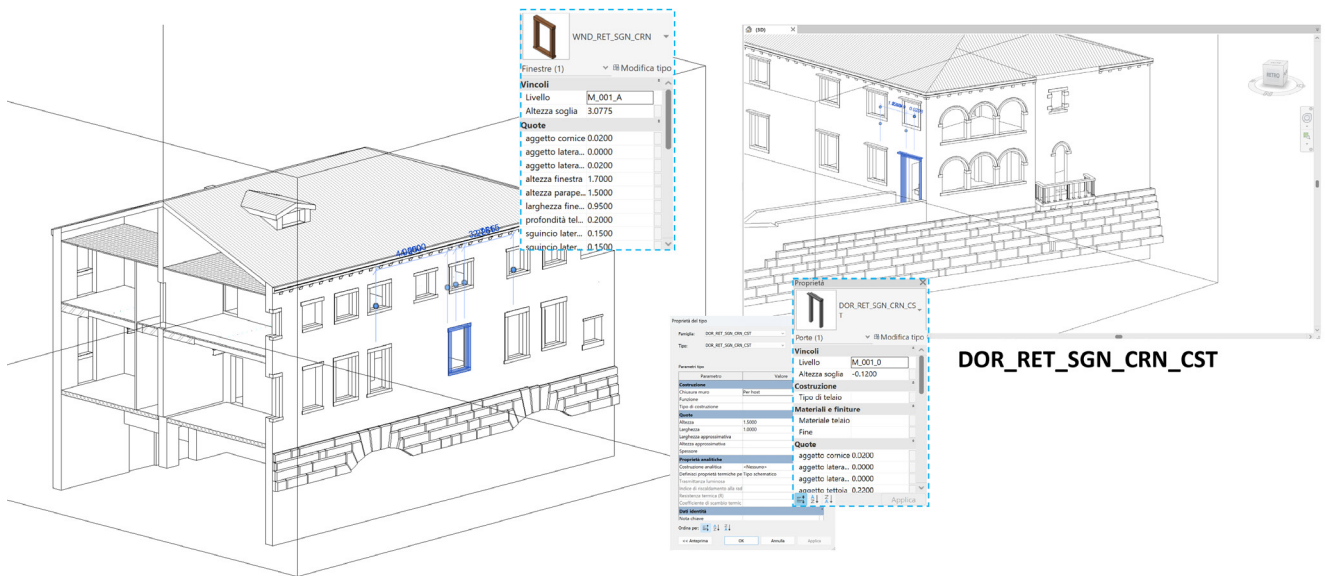


Fig. 5: Modellazione parametrica di porte e finestre in seguito allo studio tipologico preliminare, dove le ricorrenze morfologiche significative degli elementi architettonici sono state modellate nel software Revit, con variazioni dimensionali gestite tramite parametri geometrici.

Fig. 5: Parametric modelling of doors and windows following the preliminary typological study, where the significant morphological recurrences of the architectural elements were modelled in the Revit software, with dimensional variations managed through geometric parameters.

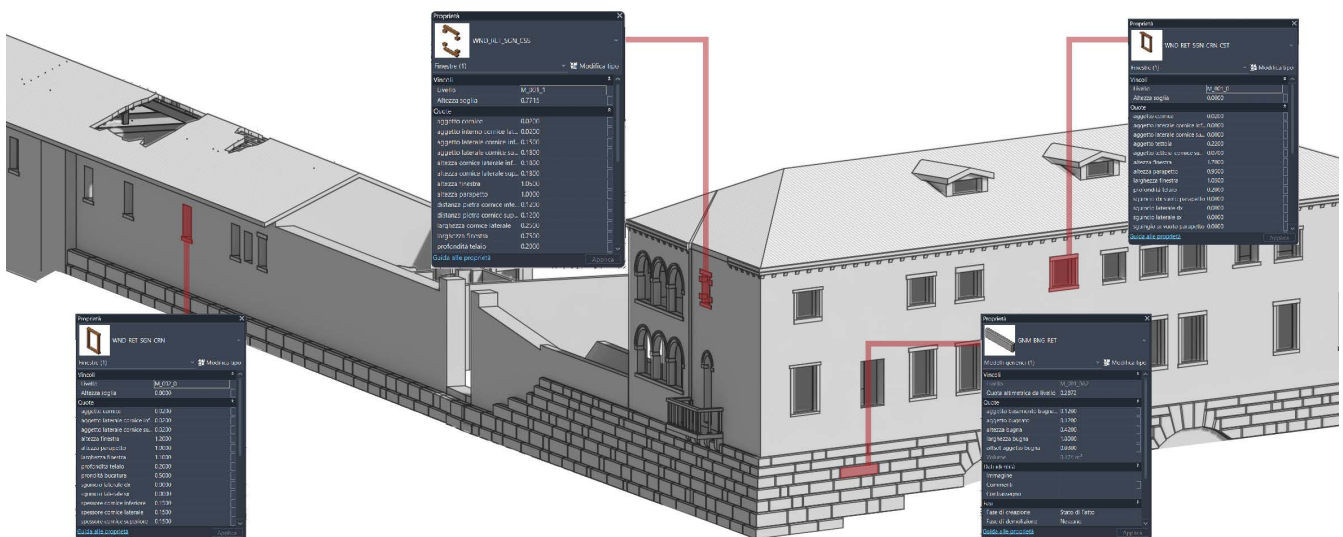


Fig. 6: Modellazione parametrica nel software Revit, con variazioni dimensionali degli elementi gestiti tramite parametri geometrici.

Fig. 6: Parametric modelling in Revit software, with dimensional variations of the elements managed through geometric parameters.

del patrimonio storico. Lo sviluppo di famiglie parametriche, effettuato in seguito ad un processo conoscitivo ed interpretativo delle forme che caratterizzano il patrimonio storico, ha generato una libreria di elementi architettonici, contribuendo alla creazione di elementi replicabili anche negli altri casi studio lagunari all'interno del progetto di ricerca *VeNiss*. All'interno del progetto, il protocollo di gestione dati è calibrato per consentire il funzionamento di un sistema *ad hoc* di fruizione nel modello su una piattaforma *web*, *ResearchSpace*, progettata per offrire fruizione interattiva e multiscalare ⁴ [24].

4_ Il protocollo di elaborazione dati è calibrato per supportare la fruizione del modello su una piattaforma *web*, sviluppata attraverso *ResearchSpace*, un'infrastruttura semantica open-source basata su knowledge graph. La piatta-

indiscriminate use of the "Generic Model" category was deliberately avoided, as it lacks precise disciplinary meaning and limits the model's structured classification, quantification, and coordination potential.

Instead, model elements were assigned to specific categories consistent with their architectural or structural function, ensuring the model's complete integrability within the BIM workflow. For architecturally articulated yet regular components, such as the entrance portal, inspired by classical grammar, and

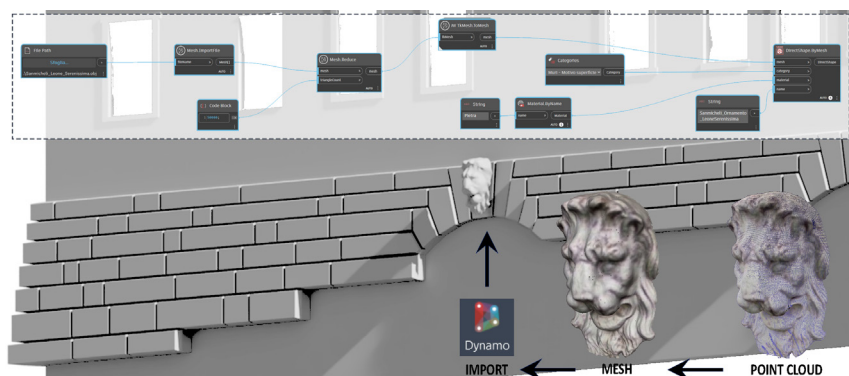


Fig. 7: Schema di collegamento delle mesh al modello attraverso nodo VPL.

Fig. 7: Diagram of mesh assignment to the model via a VPL node.

La piattaforma prevede l'interazione con le diverse componenti costruttive del sistema architettonico, relazionate con le fasi storiche del complesso in esame. Attraverso *query* e specifici menù di navigazione il modello si adatta alla conformazione richiesta e alle diverse configurazioni storiche, producendo, visualizzazioni filtrate e narrazioni storiche personalizzate su una base che corrisponde ad un sistema *GIS* sull'intera laguna veneziana. Ogni elemento modellato è stato accompagnato da specifici attributi informativi relativi a dati metrici, riferimenti storici, materiali e stato di conservazione, raggiungendo e implementando il *Level of Information Need (LOIN)* definito per l'intero progetto, allineato a un *LOD 200/300*. Nel caso specifico, il livello di accuratezza e dettaglio corrispondente a *LOA F* e *LOD 400*⁵, in quanto ogni elemento è rappresentato con dimensioni, posizione e orientamento corretto e si interfaccia correttamente con gli altri componenti del modello.

La modellazione digitale, sviluppata in ambiente *BIM* mediante strategie differenziate in funzione della complessità geometrica degli elementi ha permesso di ottenere una rappresentazione altamente descrittiva della morfologia architettonica, assicurando una stretta aderenza tra il modello virtuale e la realtà fisica rilevata (Figg. 8a, 8b).

forma integra modelli 2D e 3D, dati storici e spaziali, e permette all'utente di navigare il paesaggio lagunare veneziano in una dimensione spazio-temporale. Attraverso una mappa, una timeline e un sistema di navigazione interattiva, l'utente può esplorare le trasformazioni storiche delle isole, interrogare entità come edifici, eventi, persone, e visualizzare le diverse fasi costruttive e funzionali del patrimonio architettonico [cfr. Galeazzo et al. 2023].

5_ Sebbene nel contesto operativo si continui a fare riferimento ai *LOD* come parametro convenzionale per descrivere il grado di sviluppo geometrico, a livello normativo il concetto è stato sostituito dal più articolato *Level of Information Need (LOIN)*, come definito nella UNI EN 17412-1:2021 e recepito dalla UNI 11337. Il *LOIN* integra tre dimensioni informative (geometrica, alfanumerica e documentale) e consente una definizione più precisa e contestualizzata del fabbisogno informativo per ciascun oggetto modellato. In questo articolo, tuttavia, si fa riferimento esclusivamente alla componente geometrica, in quanto la parte informativa sarà oggetto di implementazione successiva, una volta completata la modellazione delle diverse fasi storiche previste dal progetto di ricerca.

reinterpreted by Sanmicheli in a language proper to his oeuvre, nested families were used. Each element (columns, entablatures, cornices) was modelled as a loadable family and integrated into a broader hierarchical system, with appropriate category assignments based on function and according to constructive and stylistic-compositional logic.

For elements with irregular geometries - featuring complex shapes unsuited to parametric modelling, such as sculptural apparatuses, plastic decorations, or structurally damaged areas - the modelling was carried out by importing three-dimensional meshes. These were generated from the point cloud and optimised using external software³. These geometries were integrated through visual scripting tools, which allowed precise placement control, manipulation of the mesh's triangular density, and the automation of semantic attribution processes. Each modelled object was associated with specific identification codes and informational attributes (Fig. 7).

Results and Reflections on Model Structuring

The result consists of a multilayered and navigable HBIM model configured as a digital archive that documents the fort's current state of conservation while also being suitable for future design applications. It allows for the reconstruction of historical phases and past configurations. The application of a structured methodological process to a case study characterised by complex geometries and morphology has made it possible to address the challenges posed by the BIM language in representing historic heritage. The development of parametric families, based on understanding and interpreting the forms typical of historical architecture, has resulted in implementing a library of architectural elements. These elements are also replicable across other lagoon case studies within the *VeNiss* research project.

Within the framework of the project, the data management protocol is calibrated

3_ The heterogeneity in survey data coverage, with some areas documented by laser scanning and others only through photogrammetry, required the adoption of different strategies for mesh generation. Depending on the quality and nature of the available data, either photogrammetric datasets (processed with RealityCapture) or laser scan/integrated data (processed with CloudCompare) were used.

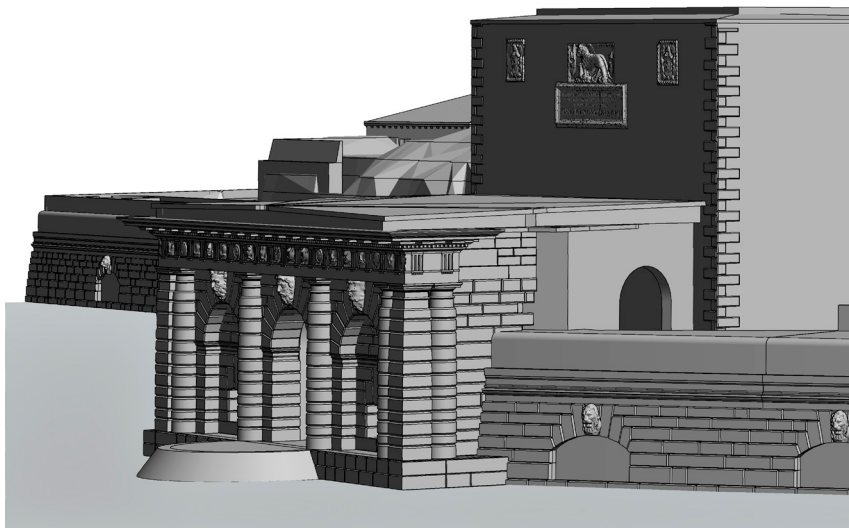


Fig. 8a: Viste prospettiche del modello digitale del Forte di Sant'Andrea sviluppato in ambiente BIM.

Fig. 8a: Perspective view of the digital model of Fort Sant'Andrea developed in a BIM

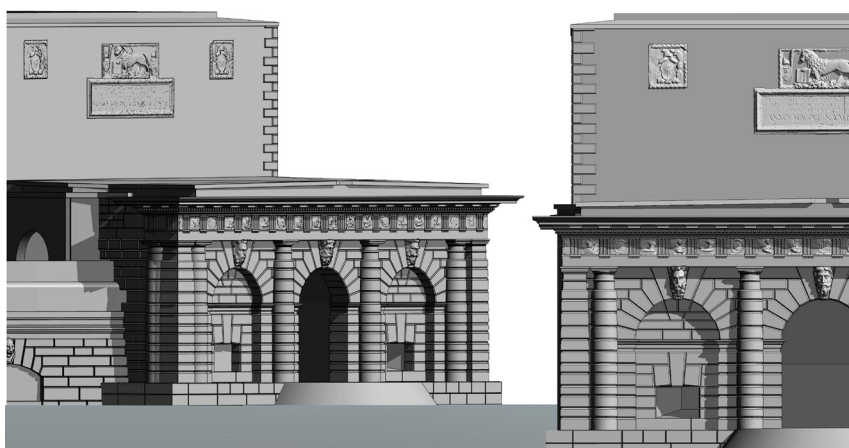


Fig. 8b: Viste prospettiche del modello digitale del Forte di Sant'Andrea sviluppato in ambiente BIM.

Fig. 8b: Perspective views of the digital model of Fort Sant'Andrea developed in a BIM environment.

to support the operation of a dedicated system for model interaction via the ResearchSpace web platform, designed to enable interactive and multiscale access⁴ [24]. The platform allows users to engage with different constructive components of the architectural system linked to the historical phases of the complex under study. Through queries and specific navigation menus, the model adapts to the selected configuration and historical context, offering filtered visualisations and customised historical narratives, based on GIS system covering the entire Venetian lagoon.

Each modelled element is accompanied by specific informational attributes, including metric data, historical references, materials, and conservation status, thereby achieving and implementing the Level of Information Need (LOIN) defined for the overall project and aligned with LOD 200/300. In this specific case, the level of accuracy and detail corresponds to LOA F and LOD 4005, as each element is represented with correct dimensions, position, and orientation, and integrates properly with the other model components. The digital modelling process, developed within a BIM environment through differentiated strategies according to each element's geometric complexity, enabled the creation of a highly descriptive representation of the architectural morphology, ensuring close adherence between the virtual model and the surveyed physical reality (Figs. 8a, 8b).

⁴ The data processing protocol is calibrated to support the use of the model on a web-based platform developed through ResearchSpace, an open-source semantic infrastructure based on knowledge graphs. The platform integrates 2D and 3D models, historical and spatial data, and enables users to explore the Venetian lagoon landscape within a spatial and temporal dimension. Through a map interface, timeline, and interactive navigation system, users can investigate the historical transformations of the islands, query entities such as buildings, events, and individuals, and visualise the various construction and functional phases of the architectural heritage [cf. Galeazzo et al. 2023].
⁵ Although the term LOD continues to be used in operational contexts as a conventional parameter to describe the level of geometric development, from a regulatory perspective it has been replaced by the more comprehensive concept of Level of Information Need (LOIN), as defined in UNI EN 17412-1:2021 and incorporated into UNI 11337. LOIN integrates three information dimensions, geometric, alphanumeric, and documentary, allowing for a more precise and context-specific definition of the information requirements for each modelled object. In this article, however, reference is made solely to the geometric component, as the informational aspect will be developed in a later phase, once the modelling of the various historical stages foreseen by the research project has been completed.

Bibliografia

[1] DAVIES, P. & HEMSOLL, D., (2004), *Michele Sanmicheli*, Electa, Milano

[2] CANIATO, G., (2012), Le fortificazioni litoranee durante la Repubblica Veneta, in *Il sistema delle fortificazioni dei litorali*, CANIATO, G.; MAVIAN, L.; OPERTI, I. (eds), Regione del Veneto, Venezia

[3] CONCINA, E., (1995), Le fortificazioni lagunari fra il tardo Medioevo e il secolo XIX, in *La laguna di Venezia*, CANIATO, G.; TURRI, E.; ZANETTI, M. (eds), Cierre, Verona

[4] GALEAZZO, L., PARRINELLO, S., (2024), Historical and 3D Survey Analyses for an Informative Database on the Venetian fort of Sant'Andrea, in *Defensive Architecture of the Mediterranean*, Universiteti Politeknik i Tiranës / edUPV

[5] PARRINELLO, S.; BIGONGIARI, M.; DELL'AMICO, A.; DELLABARTOLA, G.; PETTINEO, A., (2024), Il Disegno delle isole "minori" dell'arcipelago veneziano, in *DISEGNO*, Gangemi Editore, Roma, 541-560

[6] GALEAZZO, L., (2024), Risemantizzare paesaggi perduti: un database per l'arcipelago veneziano, in *TRIBELON – Journal of Drawing and Representation of Architecture, Landscape and Environment*, Firenze University Press

[7] GALEAZZO, L.; PANAROTTO, F.; DELLABARTOLA, G., (2024), Integration of Historical Sources, HGIS and HBIM for Cultural Heritage Sites: The Digital Reconstruction of the Islands in the Venice Lagoon, in *Proceedings Heritage Digital Technologies and Tourism Management – HEDIT2024*, Universitat Politècnica de València, Valencia, 1-13

[8] GARCIA-GAGO, J. M.; SÁNCHEZ-APARICIO, L. J.; SOILÁN, Marío; GONZÁLEZ-AGUILERA, D., (2022), HBIM for supporting the diagnosis of historical buildings: case study of the Master Gate of San Francisco in Portugal, in *Automation in Construction*, Elsevier, Amsterdam, 141, 104453

[9] SAMPAIO, A. Z.; TOMÉ, J.; GOMES, A. M., (2023), Heritage building information modelling implementation first steps applied in a castle building: historic evolution identity, data collection and stratigraphic modelling, in *Heritage*, MDPI, Basel, 6(10), 6472-6493

[10] CROCE, V.; CAROTI, G.; PIEMONTE, A.; BEVILACQUA, M. G., (2021), From survey to semantic representation for Cultural Heritage: the 3D modeling of recurring architectural elements, in *ACTA IMEKO*, 10(1), 98-108

[11] NIETO-JULIÁN, J. E.; FARRATEL, J.; BOUZAS CAVADA, M.; MOYANO-CAMPOS, J., (2022), The Semantic Discretization of Architectural Heritage as the Basis of a HBIM Restoration and Conservation Project, in *New Technologies in Building and Construction*, BIENVENIDO-HUERTAS, D.; MOYANO-CAMPOS, J. (eds), Springer, Singapore

[12] PARRINELLO, S.; PETTINEO, A., (2025), Databases and Information Models for Semantic and Evolutionary Analysis in Fortified Cultural Heritage, in *Heritage*, 8(1), 29

[13] BERTACCHI, S.; PARRINELLO, S., (2012), Il disegno delle architetture militari. Le torri costiere spagnole del Cinquecento, in *Actas: comunicaciones y pósters, XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación*, UPV, (ed), Universitat Politècnica de València, Valencia, 1079-1079

[14] SOMMER, E.; KOEHL, M.; GRUSSENMEYER, P., (2025), Parametric Modelling Techniques for Rhine Castle Models in Blender, in *Heritage*, MDPI, Basel

[15] ROMAN, O.; AVENA, M.; FARELLA, E. M.; REMONDINO, F.; SPANÒ, A., (2023), A semi-automated approach to model architectural elements in Scan-to-BIM processes, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, ISPRS, 48, 1345-1352

[16] QUATTRINI, R.; SACCO, G. L. S.; DE ANGELIS, G.; BATTINI, C., (2023), Knowledge-based modelling for automatizing HBIM objects. The vaulted ceilings of Palazzo Ducale in Urbino, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, ISPRS, 48, 1271-1278

[17] SANSEVERINO, A.; ANTINOZZI, S.; DI FILIPPO, A., (2022), Sistemi cooperativi informativi in ambiente HBIM per la gestione del patrimonio culturale. Enriched cooperative systems in HBIM platforms for the management of cultural heritage. *DN* 11, 35-51.

[18] PARRINELLO, S.; PETTINEO, A., (2024), Traditional architectures along the cultural route of James I of Aragon in the province of Valencia: Leveraging laser scanning and BIM for heritage management, in *Materials Research Proceedings*, Vol. 40, pp 350-357.

[19] PETTINEO, A.; DELL'AMICO, A.; PICCHIO, F.; PARRINELLO, S., (2024), H-BIM e GIS per l'analisi e la ricostruzione filologica del castello di Almencir in Spagna, in *DN – Disegno e Narrazione*, Gangemi Editore, Roma.

[20] PANAROTTO, F., (2024), Misura e rappresentazione di un patrimonio storico-architettonico perduto: l'arcipelago lagunare veneziano / Measurement and representation of lost historical-architectural heritage: the Venetian lagoon archipelago, in *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*, FrancoAngeli, Milano, 3429-3452

[21] DELLABARTOLA, G.; PARRINELLO, S., (2024), Il Paesaggio dell'Arcipelago Veneziano. Rilievo integrato e stratigrafia della memoria mediante sistemi di rappresentazione digitale, in *VL 2024 International Conference on Visualizing Landscape*

[22] PARRINELLO, S.; PICCHIO, F., (2023), Digital strategies to enhance cultural heritage routes: from integrated survey to digital twins of different European architectural scenarios, in *Drones*, MDPI, Basel, 7(9), 576

[23] PARRINELLO, S.; DELL'AMICO, A., (2021), From survey to parametric models: HBIM systems for enrichment of cultural heritage management, in *From Building Information Modelling to Mixed Reality*, Springer International Publishing, Cham, 89-107

[24] GALEAZZO, L.; GRILLO, R.; SPINACI, G., (2024), A Geospatial and Time-based Reconstruction of the Venetian Lagoon in a 3D Web Semantic Infrastructure, in *IRCDL 2024 Proceedings*, pp. 212-225