

Scan-to-BIM per l'analisi del patrimonio architettonico-paesaggistico dell'isola di Santo Spirito a Venezia

Luca Chiavacci
Gianlorenzo Dellabartola
Alberto Pettineo

Abstract

L'isola di Santo Spirito, tema del presente studio, è stata nel corso dei secoli oggetto di numerose modifiche e rimaneggiamenti, passando da complesso monastico a struttura militare, fino all'attuale stato di abbandono. L'indagine rientra tra le azioni previste del progetto ERC *Venice's Nissology (Ve-Niss)* e mira a documentare e reinterpretare il patrimonio costruito dell'insediamento lagunare, indagandone le relazioni tra spazio e architettura attraverso l'uso di tecnologie digitali. A partire da prassi consolidate di rilievo digitale integrato con tecniche *image-based* e *range-based*, è stata strutturata una banca dati tridimensionale a supporto dell'implementazione di un modello informativo dell'isola che si presta a considerazioni ad ampio spettro anche in rapporto al paesaggio lagunare. L'approccio adottato ha previsto la segmentazione semantica della nuvola di punti, la classificazione funzionale e la modellazione parametrica in ambiente BIM. Il modello *as-built* ha reso esplicite le trasformazioni storiche e strutturali dell'isola, documentando forme, materiali e significati. Sono stati prodotti disegni, piante, sezioni e prospetti, integrati con modelli digitali interattivi al fine di esplicitare una lettura critica del patrimonio architettonico.

Parole chiave

Modelli informativi, rilievo digitale integrato, H-BIM, segmentazione semantica, laguna di Venezia.



Schema concettuale del
processo scan-to-BIM di
restituzione del modello
parametrico.

Il paesaggio lagunare tra relazioni, segni e memoria

Il paesaggio lagunare con la sua fitta trama di isole e l'acqua che ne definisce e scandisce ogni limite, in un gioco di mutazioni ordinate, rappresenta un caso paradigmatico in cui architettura e ambiente si intrecciano in modo inscindibile. Questo scenario, caratterizzato dalla frammentazione territoriale e dalla pluralità di microcosmi, si presta a un'indagine che esplori il complesso significato del patrimonio costruito nella sua associazione di elementi in un rapporto a diverse scale di dettaglio [1]. Ogni edificio non è soltanto un oggetto architettonico, composto da geometrie e aggregazioni di entità generatrici più o meno complesse, ma un insieme di segni e significati che trasmettono un'identità culturale mutevole, una memoria storica che non è mai separata dal contesto territoriale [Parinello 2023; Pettineo *et al.* 2024]. Paesaggio che non si limita ad essere un fondale scenico suggestivo ma si carica di significati all'interno di un sistema complesso di relazioni, dove l'architettura non è il solo risultato della tecnica, ma un processo di comunicazione tra ambiente naturale e spazio antropico [2]. In questo senso, l'architettura è un mediatore tra l'uomo e il paesaggio in cui il rapporto 'parte-tutto' [3] si manifesta nelle connessioni tra i singoli elementi architettonici in relazione alle singole isole e alla laguna nel suo complesso [Galeazzo 2024a]. Nel contesto lagunare ogni elemento, edificio e isola – con le loro funzioni e carattere peculiari – diventano testimonianze, dove la memoria dell'architettura è intrinseca nella sua materialità: ogni pietra, ogni spazio racconta una storia che va oltre la forma, rimandando a un sistema più ampio di intrecci culturali [Parinello *et al.* 2024].

Attraverso l'integrazione di metodologie di indagine digitale il presente studio vuole investigare questo complesso sistema di relazioni tramite l'implementazione di banche dati multiscalarari e processi di modellazione *scan-to-BIM* applicati al caso studio dell'isola di Santo Spirito. La ricerca rientra all'interno del progetto ERC *Venice's Nissology (VeNiss)* [4], il cui obiettivo è mettere in evidenza le connessioni tra le terre insulari, analizzandone le specificità e presentandole non solo come entità fisiche, ma come componenti essenziali di un tessuto socio-culturale più ampio [Galeazzo 2024b].

Attraverso l'uso di modelli interattivi sintetici, la laguna storica si trasforma in una narrazione digitale che documenta le trasformazioni e gli sviluppi delle isole veneziane, offrendo una rappresentazione dinamica delle loro trasformazioni fisiche e sociali. Il team di ricerca, che coinvolge esperti in tecniche di rilevamento e rappresentazione, storici dell'architettura e figure specializzate nello sviluppo di piattaforme informative, mira a far rivivere questi insediamenti, un tempo densamente popolati, rivelando aspetti significativi della loro configurazione fisica e della loro organizzazione socio-economica. Nell'ambito del progetto, il Laboratorio di Ricerca Sperimentale *DARWIN*, dell'Università degli Studi di Firenze, si focalizza sull'applicazione di sistemi di rilievo digitale integrato e lo sviluppo di sistemi di sintesi rappresentativi del patrimonio architettonico [5]. Questo approccio mira a far emergere una visione critica e interpretativa delle isole selezionate come casi studio, traducendo le informazioni raccolte in elaborati grafici che vanno oltre la semplice rappresentazione visiva, offrendo una lettura approfondita e articolata dei segni e delle tracce storiche presenti [6].



Fig. 1. Attuale stato di conservazione dell'isola di Santo Spirito.

Fig. 2. Confronto tra la rappresentazione dell'isola in un'acquaforte di Francesco Tironi del 1779 e l'immagine dello stato attuale.



L'isola di Santo Spirito tra storia e memoria digitale

L'isola di Santo Spirito rappresenta un caso critico delle trasformazioni strutturali e funzionali che hanno interessato l'arcipelago veneziano nel corso dei secoli. Inizialmente abitata dai Canonici regolari di Sant'Agostino a partire dal 1140, l'isola ha attraversato diverse fasi di utilizzo religioso e militare, riflettendo i mutamenti socio-politici della capitale [Nicolini 2023]. Il complesso monastico originario, costruito dai Canonici, comprendeva una chiesa e un monastero che furono successivamente ampliati e ristrutturati sotto l'egida dei Cistercensi e, dal 1430, degli Eremitani padovani di Santa Giustina [Biferali 2018].

Un momento cruciale nella storia architettonica dell'isola si ebbe nella metà del XVI secolo, quando si intraprese un ambizioso progetto di ristrutturazione guidato da Jacopo Sansovino. La chiesa ad aula unica preesistente venne dotata di una nuova facciata monumentale caratterizzata da un portico su pilastri che fungeva da vestibolo e da un coro elevato illuminato da ampie finestre a edicola [Morresi 2000]. L'edificio liturgico, decorato con preziosi teleri di Tiziano e un pavimento in cotto, subì significativi spogli durante la soppressione dei Canonici nel 1656, con il trasferimento di gran parte delle opere alla Basilica della Salute a Venezia. Nel 1670, l'isola accolse i Frati Minori Osservanti del convento di San Francesco di Candia, sfuggiti alla caduta di Iraklio. La loro permanenza si protrasse fino alle soppressioni napoleoniche del 1806, dopo le quali l'isola si trasformò ulteriormente a seguito dell'occupazione austriaca nel XIX secolo e successivamente nel corso della Prima e della Seconda Guerra Mondiale, periodi nei quali essa fu riconvertita per scopi difensivi e logistici, ospitando edifici militari specificamente progettati per il deposito e la gestione di munizioni ed esplosivi. L'isola possedeva probabilmente anche alcune postazioni di avvistamento e controllo, dal momento che la sua collocazione strategica all'interno



Fig. 3. Peculiarità e caratteri degli edifici esistenti.

della laguna sud consentiva un'ampia visuale sui canali di accesso a Venezia. Seppure non siano sopravvissuti bastioni difensivi veri e propri, la conformazione del sito e la sua funzione militare suggeriscono la possibile presenza di strutture leggere per la sorveglianza, forse edifici temporanei in legno o postazioni con mitragliatrici durante la Seconda Guerra Mondiale, a supporto del sistema difensivo lagunare. Dopo un lungo periodo di abbandono, l'isola è stata venduta nel 2002-2003 dal Demanio alla società Poveglia srl, entrando in una fase di restauro che, nonostante il ripristino delle murature della chiesa ormai spoglia e del rifacimento dei tetti crollati, si protrae senza essere mai stata completata da oltre vent'anni.

Oggi l'isola si presenta in uno stato di totale degrado e abbandono; la chiesa cinquecentesca rimasta spoglia, è riconoscibile grazie alle tre finestre ancora presenti sulla facciata. Della cavana e dell'edificio appartenente al convento rimangono poco più che ruderi circondati da impalcature. Al di sotto di terrapieni sono individuabili bunker risalenti alla Seconda Guerra Mondiale, come anche il grande edificio in calcestruzzo armato adibito a stoccaggio di materiale esplosivo. La crescita incontrollata della vegetazione ha avvolto molte delle strutture, mentre l'azione dell'umidità e delle maree ha contribuito all'erosione e alla caduta di molte delle murature perimetrali.

L'attività di rilievo architettonico in contesti complessi richiede una pianificazione accurata, volta a prevenire criticità operative e a garantire l'affidabilità dei risultati. Fondamentale in questa fase è l'analisi preliminare della documentazione storica, cui segue una verifica diretta sul campo, necessaria per confrontare le fonti archivistiche con l'evidenza materiale. Questo processo consente di definire una strategia operativa solida, non solo per quanto riguarda le fasi di acquisizione, ma anche nella scelta e integrazione delle tecnologie più idonee, in funzione delle condizioni di accessibilità e dei tempi di intervento. L'obiettivo è ottenere dati completi e coerenti, funzionali a una rappresentazione architettonica precisa e tempestiva [Dell'Amico 2021; Picchio *et al.* 2024].

Nel caso specifico del rilevamento delle isole lagunari, la strumentazione impiegata ha previsto una combinazione di tecnologie statiche e dinamiche, scelte di volta in volta in funzione delle necessità operative. In particolare, è stato privilegiato l'uso di sistemi di

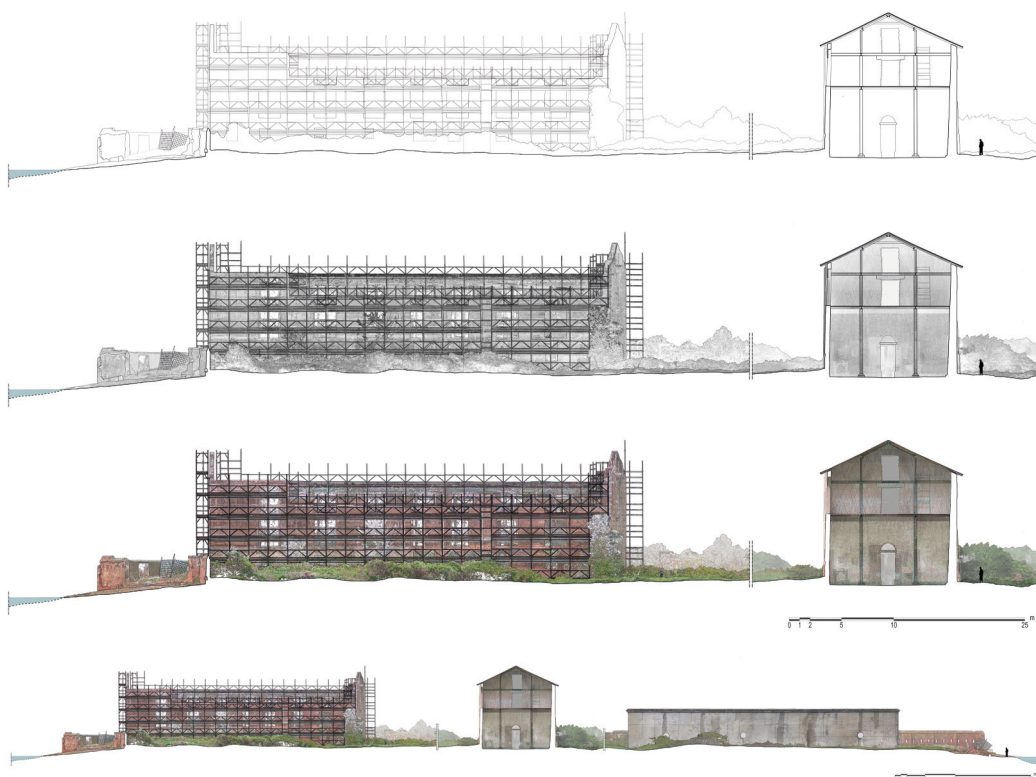


Fig. 4. Sezione trasversale e dettaglio a fil di ferro e con sovrapposti nuvola di punti e fotopiano.

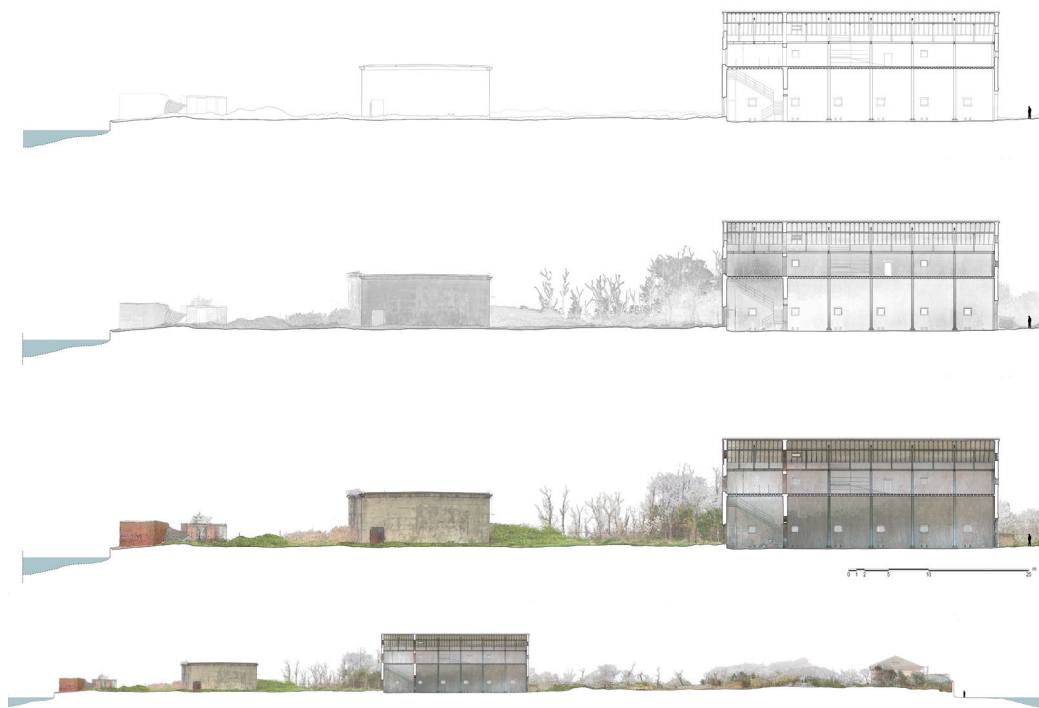


Fig. 5. Sezione longitudinale e dettaglio a fil di ferro e con sovrapposti nuvola di punti e fotopiano.

laser scanning terrestre statico (TLS) per la definizione della struttura principale del rilievo lungo gli assi viari principali e lungo i perimetri interni delle isole, laddove l'accessibilità lo consentiva. A complemento di questi sistemi, si è fatto ricorso a soluzioni di *laser scanning* mobile (MLS), particolarmente efficaci nelle operazioni di fast survey e nell'acquisizione di ambienti di difficile accessibilità o solo parzialmente esplorabili. L'integrazione dei dati è stata ulteriormente arricchita attraverso database fotogrammetrici, alimentati da acquisizioni terrestri, da piattaforme aeree a pilotaggio remoto (UAV) e, dove necessario, da rilievi subacquei. Parallelamente ai dati morfologici, sono stati acquisiti anche dati geospaziali mediante l'utilizzo di punti GPS, successivamente integrati alle nuvole di punti generate. La complessità dell'intervento emerge chiaramente dall'articolazione della metodologia strumentale adottata, che ha reso necessario il ricorso a una pluralità di dispositivi e tecniche di acquisizione per perseguire l'obiettivo di una documentazione il più possibile esaustiva e metodologicamente solida.

In questo contesto l'atto del rilievo, inteso come processo di acquisizione e interpretazione di dati eterogenei, diventa uno strumento di interpretazione critica consentendo di analizzare forme, materiali e significati, reinterprestandoli attraverso il disegno e la rappresentazione di forme tridimensionali. Dove il disegno è inteso come linguaggio, dialoga e comunica attraverso dinamiche che permeano trasversalmente i tecnicismi delle discipline scientifiche [Parrinello 2024].

L'architettura non è mai solo una questione di forma e materia, ma si intreccia con una molteplicità di dati che spaziano dalla storia, alla geografia, alla cultura e alla tecnologia. La gestione dei dati eterogenei risulta fondamentale quando si affrontano contesti complessi come quello lagunare. La possibilità di raccogliere, integrare e analizzare queste informazioni è fondamentale per cogliere pienamente un contesto architettonico. In quest'ottica, la creazione di modelli semantici di catalogazione rappresenta un valido strumento per la comprensione visuale delle complessità architettoniche.

Questi sistemi, che vanno oltre la semplice archiviazione, permettono di organizzare e interpretare le informazioni in modo che i vari elementi architettonici siano leggibili non solo come singole entità, ma come parti di un sistema interconnesso, carico di significati storici, culturali e funzionali [La Placa, Picchio 2022].

Fig. 6. Banca dati 3D multisorgente.



Un modello di sintesi per la comprensione delle relazioni tra Spazio e Architettura

La sintesi dei dati e la conseguente interpretazione grafica ha permesso di operare una riscrittura digitale del complesso di Santo Spirito attraverso la modellazione tridimensionale in ambiente BIM. Il processo di digitalizzazione dell'isola ha previsto l'integrazione dei dati provenienti dalle attività di rilevamento digitale, supportati da elaborati bidimensionali, gestiti all'interno del software *BIM-authoring* scelto per il progetto, *Autodesk Revit*. La metodologia per l'implementazione del modello parametrico ha interessato la strutturazione di dataset, ottimizzati attraverso lo sviluppo di processi di decimazione, sotto-campionamento e segmentazione della nuvola di punti [7] [Pierdicca et al. 2020]; questo nell'ottica di una definizione di unità morfometriche facilmente leggibili e gestibili rispetto agli obiettivi di progetto, evidenziando le singole entità geometriche e tecnologiche dei palinsesti architettonici [8]. Tale ordinamento e codifica delle informazioni favoriscono una migliore visualizzazione e interoperabilità del dato acquisito funzionale alla modellazione *scan-to-BIM*. Questa interpretazione ragionata risponde all'esigenza di semplificare le geometrie e le strutture architettoniche in entità elementari, mantenendo una leggibilità dei caratteri in funzione dei processi interpretativi [Parrinello 2022]. La nuvola di punti è stata suddivisa e codificata in più file corrispondenti alle principali unità tipologiche-funzionali del contesto architettonico: topografia, chiesa, foresteria, bunker, cavana, polveriera e mura perimetrali. Le singole unità tipologiche-funzionali sono state esportate in più file, ottenendo dei dataset ottimizzati per il processo di parametrizzazione degli elementi. In questa fase, tramite l'applicativo *Autodesk Recap Pro*, è stato eseguito un secondo livello di segmentazione del dato, distinguendo, per ogni unità morfometrica, regioni specifiche corrispondenti agli elementi tecnologici come murature esterne, interne, coperture, pavimentazioni, strutture e solai, rispettando la classificazione per categorie del software BIM. La macro-suddivisione, e la successiva micro-suddivisione hanno permesso di ottenere una chiara organizzazione delle componenti strutturali e formali. L'adozione di un sistema di ordinamento dei file, basato su un sistema di codifica definito in fase preliminare, ha garantito una facile gestione e lettura del dato, utili per le successive fasi di disegno e modellazione parametrica [Galeazzo, Panarotto, Dellabartola 2024]. Grazie all'interoperabilità con *Autodesk Recap Pro*, è stato possibile importare la nuvola di punti elaborata e georiferita, sfruttando il sistema di coordinate GPS acquisito in fase di rilievo.

L'approccio metodologico per l'implementazione, la gestione e l'organizzazione dei modelli è stato sviluppato all'interno del progetto durante i primi due anni di lavoro dall'unità di ricerca dell'Università degli Studi di Padova [Panarotto 2024], con l'obiettivo di strutturare un protocollo replicabile e facilitare la collaborazione tra le diverse figure coinvolte. La suddivisione dello spazio architettonico è stata influenzata sia dai fattori costruttivi specifici del caso studio, sia dalle necessità di interoperabilità.

Un aspetto cruciale del protocollo è stato l'adozione di tale linguaggio coerente per organizzare il database. Il codice alfanumerico considera sia le nuvole di punti, sia le componenti, includendo la nomenclatura delle famiglie e i piani di riferimento su cui ancorare gli elementi principali del

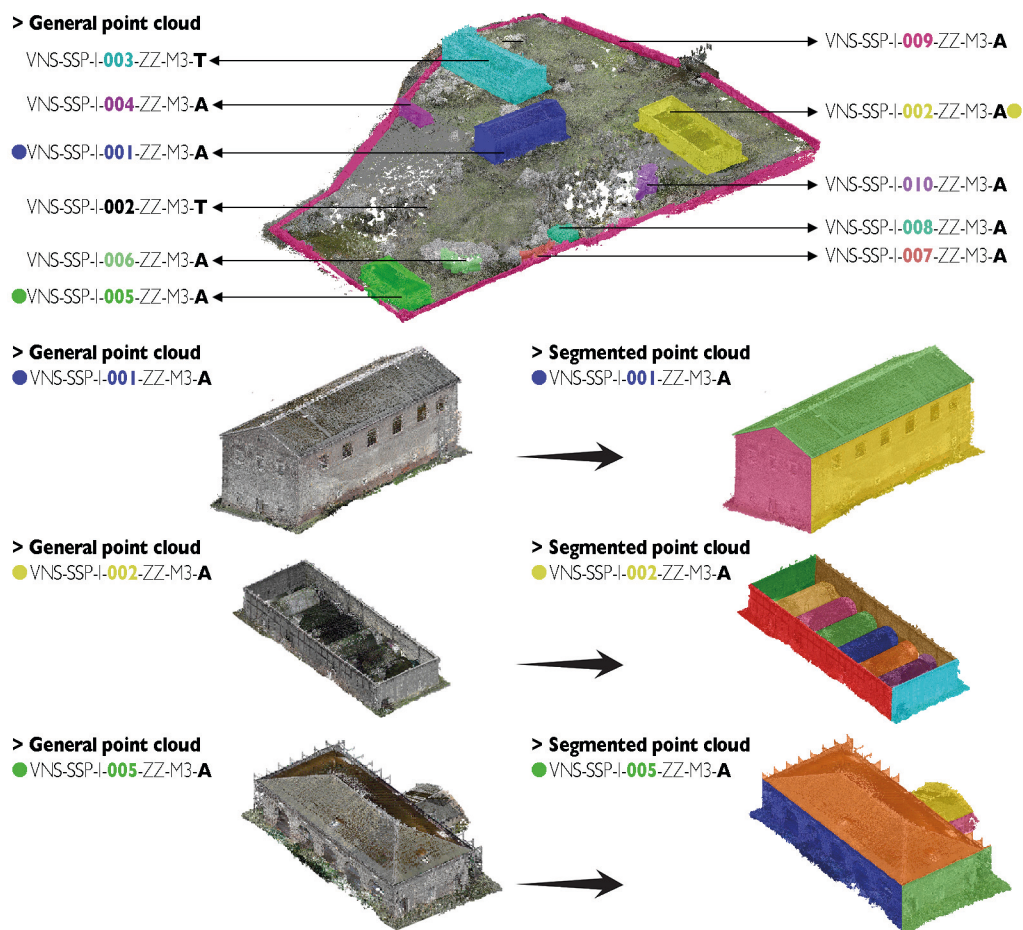


Fig. 7. Segmentazione della nuvola di punti e relativa codifica dei file.

modello. Il *Level of Information Need* (LOIN) definito per l'intero progetto delle isole dell'arcipelago veneziano, si allinea con *Level of Detail* (LOD) fra un valore di 200/300, durante la fase di modellazione del caso specifico dell'isola di Santo Spirito, è stato sperimentato un LOD 400, in quanto ogni elemento è rappresentato con dimensioni, posizione e orientamento corretto e si interfaccia correttamente con gli altri componenti del modello [9]. Per il *Level of Accuracy* (LOA), invece, si è optato per un LOA con rappresentazione geometrica che riflette fedelmente lo stato attuale dell'oggetto reale, sfruttando la qualità della nuvola di punti acquisita. La rappresentazione ha riguardato non solo gli elementi geometrici principali, ma anche i segni deformativi attribuibili al naturale decorso del tempo e le tracce delle trasformazioni riconducibili agli interventi e ai cambiamenti apportati dall'uomo nel corso dei secoli, fornendo informazioni che orientano i dati associati al modello verso letture storiografiche e considerazioni macroscopiche. Nella modellazione della topografia, la complessità del dato derivante dall'acquisizione laser, intrinseca alla numerosa presenza di elementi vegetativi e di tutto ciò che occlude la leggibilità della morfologia del suolo, anche rispetto al modificarsi della linea di battaglia delle sponde in relazione alle maree, ha reso necessaria una separazione per le successive fasi di ricostruzione. In tal senso, il dato relativo al solo terreno è stato estratto dalla nuvola di punti e utilizzato per generare le curve di livello che, una volta importate in ambiente BIM, hanno consentito la ricostruzione della morfologia dell'isola. La sperimentazione è stata strutturata utilizzando i singoli file di progetto, suddivisi per ciascuna entità architettonica e organizzati attraverso una codifica alfanumerica. Questi sono stati successivamente gestiti all'interno di un unico modello federato (FSC), basato su un sistema di coordinate condivise e georiferite. La scelta di utilizzare modelli federati con coordinate condivise offre il vantaggio di rendere interoperabili le attività dei modellatori HBIM, mantenendo la corretta localizzazione spaziale delle entità e consentendo al modello di essere implementato nel tempo [Sanseverino, Antinozzi, Di Filippo 2023; Panarotto 2024].

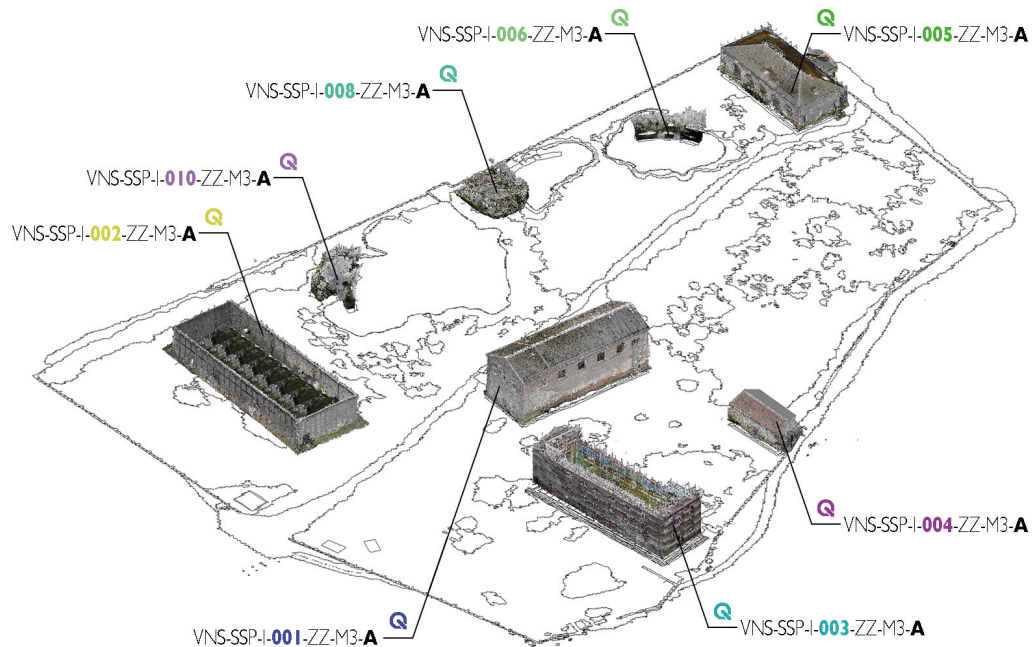


Fig. 8. Importazione delle nuvole di punti nel software di BIM-authoring, con georeferenziazione proveniente da ambiente GIS.

La modellazione degli elementi architettonici sulla base delle specificità metriche, ottenute dalla nuvola di punti, garantisce un dettaglio nel disegno che considera le complessità geometriche come muri fuori squadra, superfici irregolari e deformazioni strutturali. La modellazione degli edifici è stata affrontata adottando due approcci diversificati attraverso l'utilizzo di famiglie di sistema, per gli elementi standardizzati e la creazione di famiglie *ad hoc*, per elementi con geometrie complesse o motivi decorativi. Particolare attenzione è stata dedicata alle aperture. Questi elementi sono stati modellati come famiglie parametriche e successivamente inserite nel progetto [10]. Una volta creati i piani di sezione e definiti i livelli delle quote, codificati secondo il protocollo, questi ultimi sono stati associati agli elementi geometrici come muri, pilastri, travi principali, travetti e coperture. Durante l'intera fase di modellazione, la possibilità di visualizzare in tempo reale la nuvola di punti ha svolto un ruolo fondamentale, garantendo un controllo continuo sull'accuratezza del modello, migliorandone l'aderenza con il dato metrico. Attraverso l'impostazione di viste ortogonali, a partire da piani di taglio significativi (piante e sezioni), è stato possibile esportare elaborati utili per la rappresentazione di ogni singolo edificio e dell'intera isola, consentendo un confronto diretto con i disegni derivanti dalla restituzione in ambiente CAD, valutando il grado di descrizione e verificando in che misura il modello rispecchi i fattori ambientali dell'isola e le caratteristiche dei singoli elementi.

Conclusioni

Le considerazioni che emergono dal disegno dell'isola di Santo Spirito evidenziano il ruolo delle pratiche consolidate di rilevamento e produzione di elaborati digitali in relazione alle opportunità offerte dai protocolli di modellazione parametrica. In particolare, viene analizzato il rapporto tra il modello, la possibilità di esportare elaborati tecnici utilizzando la rappresentazione tridimensionale e il disegno attraverso processi standard, a partire dalla banca dati digitale. In questo senso la capacità di restituire i caratteri dell'architettura sotto forma di disegni tecnici a partire dal modello parametrico ha permesso in maniera rapida la realizzazione di un apparato iconografico esaustivo dell'intera isola.

Tuttavia il processo automatico di restituzione dei disegni comporta la perdita delle peculiarità intrinseche nell'architettura del luogo, limitando quella soggettività del segno che l'operatore trasmette durante il ridisegno. Questo limite è dovuto principalmente alla

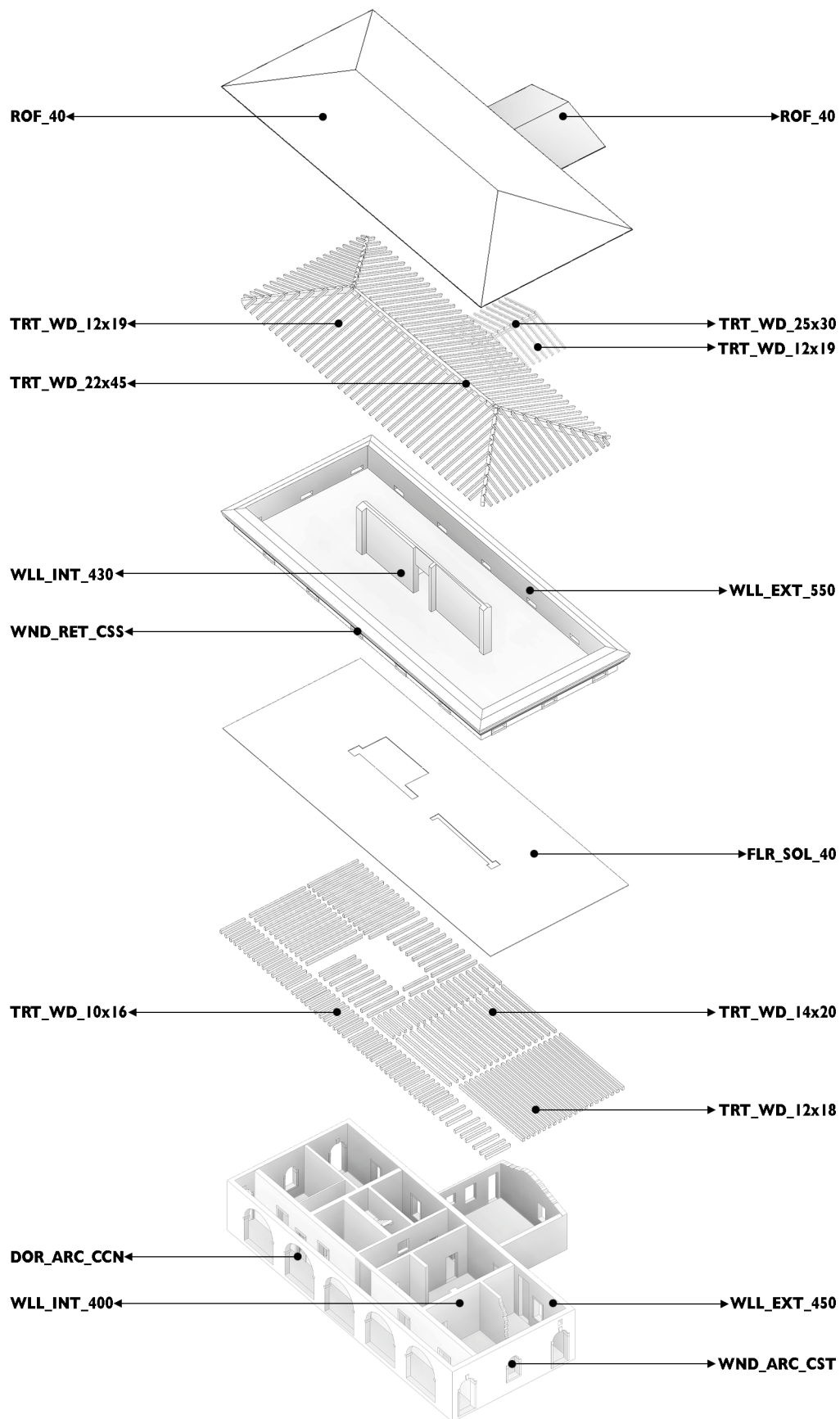


Fig. 9. Spaccato assometrico di un edificio dell'isola, sono evidenziate alcune componenti codificate secondo il protocollo di organizzazione del modello.

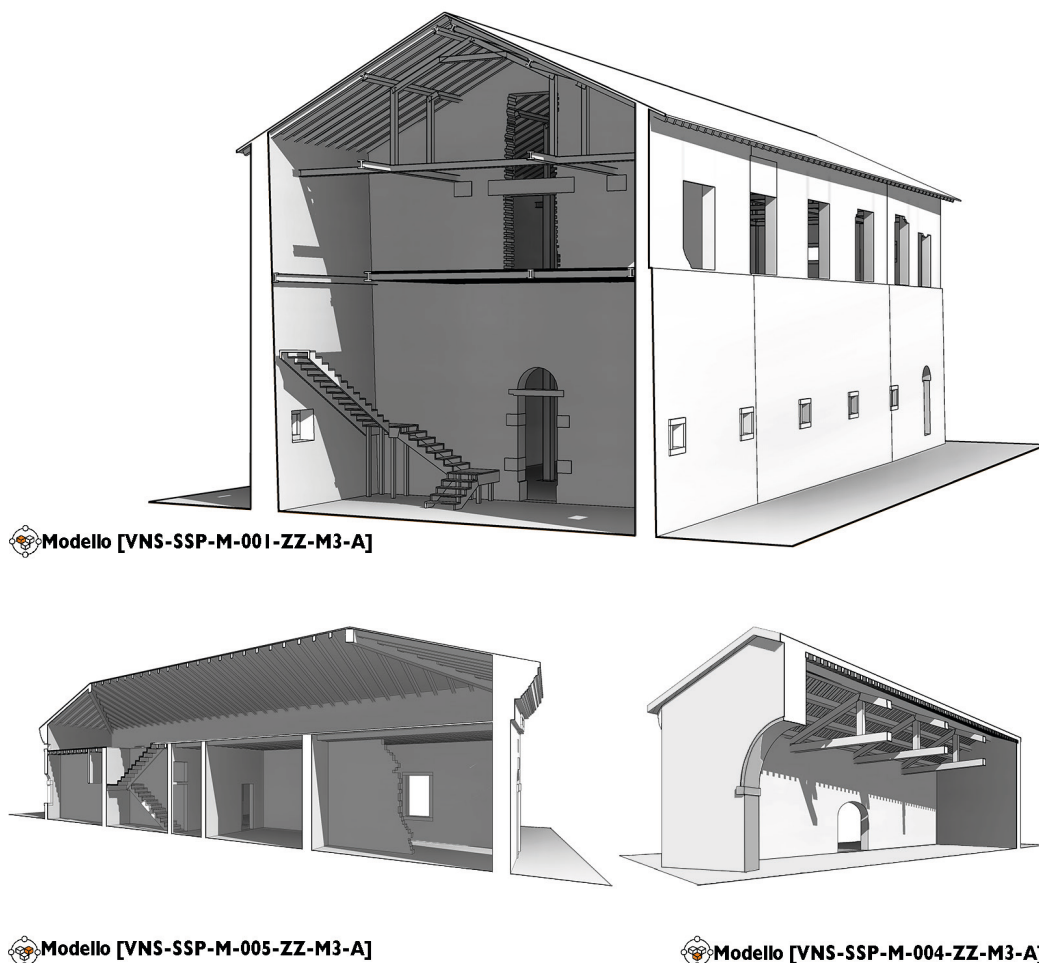


Fig. 10. Viste del modello parametrico: in alto la chiesa, in basso a sinistra la foresteria e in basso a destra la cavana.

natura stessa del modello, che implica inevitabili approssimazioni nelle forme e nelle geometrie. Il modello parametrico, strutturato attraverso la segmentazione della nuvola di punti e l'organizzazione delle informazioni, rappresenta comunque una base di dati ricca e strutturata, grazie all'integrazione di informazioni e metadati che nel disegno tradizionale restano impliciti. In questa direzione la frammentazione storica e materiale di questi complessi lagunari offre spunti interessanti per la sperimentazione di sistemi di visualizzazione e modellazione applicate all'HBIM.

L'HBIM, in questo contesto, si configura come una metodologia in grado di superare la semplice rappresentazione geometrica, integrando dati complessi, come le caratteristiche materiche o i rapporti diretti tra entità geometriche, fornendo una solida base di partenza per lo sviluppo di ulteriori analisi e considerazioni ad ampio spettro nel campo della conservazione e della valorizzazione del patrimonio architettonico. Il modello non è solo una fotografia digitale dello stato di fatto, ma anche una piattaforma implementabile per futuri studi e analisi, evidenziando l'importanza di sviluppare un protocollo operativo flessibile, che possa essere replicato su altre realtà dell'arcipelago veneziano.

In un'epoca in cui la tecnologia sembra dominare ogni aspetto della conoscenza, il progetto dimostra come l'innovazione non sia un fine, ma uno strumento al servizio di una comprensione più profonda e sfaccettata del passato. Attraverso questo dialogo fra tradizione e innovazione, tra storia e tecnologia, è possibile intraprendere azioni di valorizzazione del patrimonio lagunare che oggi versa in uno stato di abbandono, rivestendo un ruolo di secondo piano rispetto ai poli principali e attrattivi della città di Venezia, ma che un tempo era al centro della rete culturale della laguna.

Fig. 11. Schema concettuale dello sviluppo del sistema informativo articolato a livello territoriale, architettonico e di dettaglio.



Note

[1] Lo studio a diversi livelli del paesaggio, analizzato in termini di dimensioni secondo una relazione generale-particolare, si intreccia con riflessioni sul livello di definizione dei sistemi rappresentativi: Parrinello 2023; Parrinello, Picchio, La Placa 2024.

[2] "L'individuo si orienta essenzialmente verso gli 'oggetti', si adatta cioè fisiologicamente e tecnologicamente a entità fisiche, intrattiene rapporti con il prossimo e afferra realtà astratte e 'significanti', trasmessi dai vari linguaggi destinati alla comunicazione": Norberg-Schulz, 1982, p.9.

[3] Inteso come relazione gerarchica dove uno specifico elemento è parte di un sistema complesso che a sua volta è parte di una unità di ordine superiore: Goulette 1999.

[4] 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 Harvard University 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.

[5] Le azioni di rilievo sono svolte in collaborazione congiunta tra il Laboratorio di ricerca sperimentale DARWIN dell'Università degli Studi di Firenze (responsabile scientifico prof. Sandro Parrinello) ed il Laboratorio di Ricerca DAda-LAB (responsabile scientifico prof. Francesca Picchio) dell'Università degli Studi di Pavia, e l'azienda MetaHeritage (CEO Daniele Bursich).

[6] Uno degli *output* principali del progetto è lo sviluppo di una piattaforma *online* in grado di fornire strumenti per l'esplorazione e la rappresentazione delle dinamiche a lungo termine che hanno interessato alcune delle isole minori dell'arcipelago veneziano. Attraverso modelli digitali e rappresentazioni bidimensionali, il progetto si propone di sottolineare il loro ruolo cruciale nel contesto delle pratiche politiche, sociali e culturali della Venezia storica.

[7] La pre-elaborazione e il filtraggio delle nuvole di punti, effettuati tramite il software *Leica Cyclone 3DR*.

[8] In particolare il sotto-campionamento della nuvola si è reso necessario a causa dell'elevato numero di punti presenti in ogni scena, spesso ridondanti (maggiori di 20 milioni per scena). La riduzione dei punti, oltre a necessità di comprensione del dato va nella direzione di una migliore gestione del dato, in termini di fluidità di visualizzazione, all'interno dell'interfaccia *BIM-authoring*.

[9] 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.

[10] Inteso come l'importazione all'interno del file di modello della singola entità architettonica dell'edificio, e non direttamente nel modello federato.

Riferimenti bibliografici

- Biferali, F. (2018). Arte e riforma a Venezia. Tiziano in Santo Spirito in Isola. In *Ateneo Veneto*, CCV, terza serie, 17/1, pp. 25-36.
- Dell'Amico, A. (2021). Mobile laser scanner mapping system's for the efficiency of the survey and representation processes. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, pp. 199-205.
- Galeazzo, L. (2024a). Risemantizzare paesaggi perduti: un database per l'arcipelago veneziano. In *TRIBELON*, 1(2), pp. 64-75.
- Galeazzo, L. (2024b). Venice's Nissology: Mapping and Modelling Venice's Aquascape in a Historical Perspective. In *Storia Urbana. Mapping Early Modern European Cities. Digital Projects of Public History*, 173, pp. 31-45.
- 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 M. J. Viñals, C. López González (Eds.). *Heritage Digital Technologies and Tourism Management-HEDIT2024*. Valencia: Universitat Politècnica de València, pp. 1-13.
- Goulette, J. P. (1999). Sémantique formelle de l'espace. Application au raisonnement spatial qualitatif en architecture. In *Intellectica*, 29(2), pp. 9-34.
- La Placa, S., Picchio, F. (2022). Strategie per la rappresentazione dei segni e degli iconemi del paesaggio irriguo pavese. In C. Battini, E. Bistagnino (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità / Dialogues. Visions and visuality*. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Genova, 14-17 settembre 2022. Milano: FrancoAngeli, pp. 1590-1607.
- Morresi, M. (2000). *Jacopo Sansovino*. Milano: Electra.
- Nicolini, N. (2023). *L'isola di Santo Spirito nella laguna veneziana. Dallo splendore all'abbandono, analisi per il progetto di recupero e riantropizzazione*. Roma: Aracne.
- Norberg-Schulz, C. (1982). *Esistenza, Spazio e Architettura*. Roma: Officina edizioni.
- Panarotto, F. (2024). Misura e rappresentazione di un patrimonio storico-architettonico perduto: l'arcipelago lagunare veneziano. In F. Bergamo, A. Calandriello, M. Ciammaichella, I. Friso, F. Gay, G. Liva, C. Monteleone (a cura di). *Misura / Dismisura - Measure / Out of Measure*. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Padova-Venezia, 12-14 settembre 2024. Milano: FrancoAngeli, pp. 3429-3452.
- Paminello, S. (2022). Modelli informativi della città per la gestione delle trasformazioni urbane/City information models for the management of urban transformation. In *Disegno, Rilievo e Progettazione*, vol. 3, pp. 23-35.
- Paminello, S. (2023). Documentare una rotta culturale tra procedure di rappresentazione e di materializzazione del paesaggio. In M. Cannella, A. Garozzo, S. Morena (a cura di). *Transizioni / Transitions*. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Palermo, 14-16 settembre 2023. Milano: FrancoAngeli, pp. 1806-1823.
- Paminello, S. (2024). La permanenza del segno in un linguaggio senza contorni e in continua evoluzione. In *TRIBELON*, 1, pp. 4-7.
- Paminello, S., Bigongiari, M., Dell'Amico, A., Dellabartola, G., Pettineo, A. (2024). Il Disegno delle isole "minori" dell'arcipelago veneziano. In Bergamo, F., Calandriello, A., Ciammaichella, M., Friso, I., Gay, F., Liva, G., Monteleone, C. (a cura di). *Misura / Dismisura - Measure / Out of Measure*. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Padova-Venezia, 12-14 settembre 2024. Milano: FrancoAngeli, pp. 541-560.
- Paminello, S., Picchio, F., La Placa, S. (2024). The Construction of an Informative 3D Model for the Monitoring of City Heritage Risk. In R. Orabi, F. Thiel (Eds.). *Reviving Aleppo: Urban, Legal and Digital Approaches for Post-War Recovery*. Cham: Springer International Publishing, pp. 243-274.
- Pettineo, A., Dell'Amico, A., Picchio, F., Paminello, S. (2024). H-BIM e GIS per l'analisi e la ricostruzione filologica del castello di Almonecir in Spagna. In *DN*, 14, pp. 6-16.
- Picchio, F., Calia, M., La Placa, S., Laera, R. (2024). Strategie di documentazione integrata e di rilievo speditivo per la valorizzazione dei contesti fragili. In A. Cardaci, F. Picchio, A. Versaci (a cura di). *ReUSO 2024. Documentazione, restauro e rigenerazione sostenibile del patrimonio costruito*. Sassari: Publica, pp. 1923-1933.
- Pierdicca, R., Paolanti, M., Matrone, F., Martini, M., Morbidoni, C., Malinverni, E., Lingua, A. (2020). Segmentazione semantica delle nuvole di punti utilizzando tecniche di apprendimento profondo per il patrimonio culturale. In *Bollettino della società italiana di fotogrammetria e topografia*, (1), pp. 1-9.
- Sanseverino, A., Antinozzi, S., Di Filippo, A. (2023). Sistemi cooperativi informativi in ambiente HBIM per la gestione del patrimonio culturale. In *DN*, 11, pp. 35-51.

Autori

Luca Chiavacci, Università degli Studi di Firenze, luca.chiavacci@unifi.it

Gianlorenzo Dellabartola, Università degli Studi di Padova/Università degli studi di Firenze, gianlorenzo.dellabartola@unipd.it

Alberto Pettineo, Università degli Studi di Firenze, alberto.pettineo@unifi.it

Per citare questo capitolo: Luca Chiavacci, Gianlorenzo Dellabartola, Alberto Pettineo (2025). Scan-to-BIM per l'analisi del patrimonio architettonico-paesaggistico dell'isola di Santo Spirito a Venezia. 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. 577-600. DOI: 10.3280/oa-1430-c786.

Scan-to-BIM for Architectural and Landscape Heritage analysis of Venice's Santo Spirito Island

Luca Chiavacci
Gianlorenzo Dellabartola
Alberto Pettineo

Abstract

The island of Santo Spirito, subject of the present study, has undergone numerous modifications and remodelling over the centuries, changing from a monastic complex to a military structure, up to its current state of abandonment. The investigation is part of the actions planned by the ERC *Venice's Nissology* (VeNiss) project, which aims to document and reinterpret the Lagoon settlement built heritage and investigate the relationships between space and architecture through the use of digital technologies. Starting from consolidated practices of integrated digital survey using image-based and range-based techniques, a three-dimensional database was structured to support the implementation of an information model of the island that lends itself to wide-ranging considerations also concerning the lagoon landscape. The approach adopted included semantic segmentation of the point cloud, functional classification and parametric modelling in a BIM environment. The as-built model made explicit the historical and structural transformations of the island, documenting forms, materials and meanings. Drawings, plans, sections, and elevations were produced and integrated with interactive digital models to make a critical reading of the architectural heritage explicit.

Keywords

Information models, multisource digital survey, H-BIM, semantic segmentation, Venice lagoon.



Conceptual outline of the scan-to-BIM process of parametric model restitution.

The lagoon landscape between relationships, signs and memory

The lagoon landscape, with its intricate array of islands and the water that shapes its every boundary, exemplifies a case where architecture and environment are closely interlinked. This scenario, characterised by territorial fragmentation and the plurality of microcosms, lends itself to an investigation that explores the complex significance of the built heritage in its association of elements at different scales of detail [1]. Each building is not just an architectural object, composed of geometries and aggregations of more or less complex generating entities, but a set of signs and meanings that convey a changing cultural identity, a historical memory that is never separated from the territorial context [Parrinello 2023; Pettineo *et al.* 2024]. Landscape that is not limited to being an evocative scenic backdrop but is permeated with meanings within a complex system of relationships, where architecture is not merely the result of technique, but a process of communication between the natural environment and anthropic space [2]. In this sense, architecture is a mediator between human and landscape in which the part-whole relationship [3] is manifested in the connections among the individual architectural elements in relation to the single islands and the lagoon as a whole [Galeazzo 2024a]. In the lagoon context, each element, building and island –with their peculiar functions and character– becomes a witness, where the memory of architecture is intrinsic in its materiality: each stone, each space tells a story that transcends mere form, referring to a broader system of cultural interweavings [Parrinello *et al.* 2024].

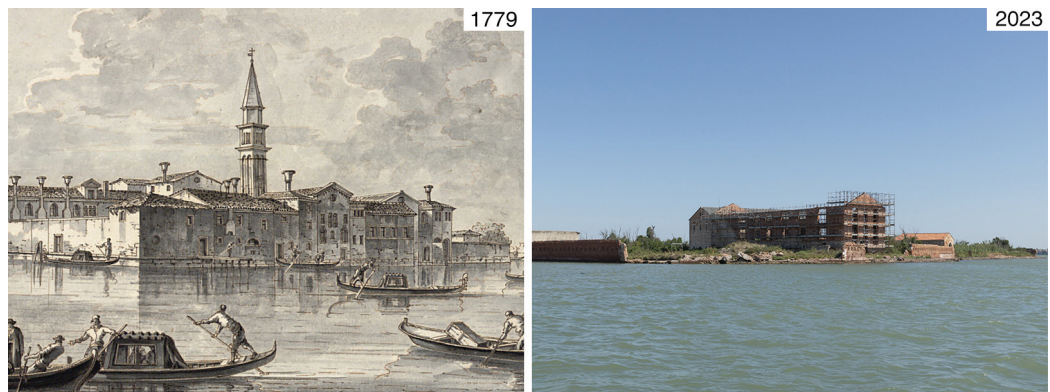
Through the integration of digital survey methodologies, the present study aims to investigate this complex system of relationships through the implementation of multi-scalar databases and scan-to-BIM modelling processes applied to the case study of Santo Spirito island. The research is part of the ERC project *Venice's Nissology (VeNiss)* [4], whose aim is precisely to highlight the connections between island lands, analysing their specificities and presenting them not only as physical entities, but as essential components of a broader socio-cultural network [Galeazzo 2024b].

Using synthetic interactive models, the historical lagoon is converted into a digital narrative documenting the transformations and developments of the Venetian islands, offering a dynamic representation of their physical and social transformations. The research team, involving experts in surveying and representation techniques, architectural historians and specialists in developing information platforms, aims to bring these once densely populated settlements to life by revealing significant aspects of their physical configuration and socio-economic organisation. Within the project, the *DARWIN* Experimental Research Laboratory of the University of Florence focuses on applying integrated digital survey systems and developing representative synthesis systems of the architectural heritage [5]. This approach aims to bring out a critical and interpretative vision of the islands selected as case studies, translating the information collected into graphic works beyond a simple visual representation, offering a thorough and articulate reading of the signs and historical traces present [6].



Fig. 1. Current state of conservation of the Santo Spirito island.

Fig. 2. Comparison between the depiction of the island in a 1779 etching by Francesco Tironi and the image of the current state.



The island of Santo Spirito between history and digital memory

The island of Santo Spirito represents a critical case of the structural and functional transformations that have affected the Venetian archipelago over the centuries. Initially inhabited by the Canons Regular of St Augustine from 1140, the island went through various phases of religious and military use, reflecting the capital's socio-political changes [Nicolini 2023]. The original monastic complex, built by the Canons, comprised a church and a monastery that were later enlarged and renovated under the aegis of the Cistercians and, from 1430, of the Paduan Hermits of Santa Giustina [Biferali 2018]. A crucial moment in the island's architectural history occurred in the mid-16th century, when an ambitious renovation project led by Jacopo Sansovino was undertaken. The pre-existing one-room church was given a new monumental façade with a portico on pillars that served as a vestibule and an elevated choir lit by large aedicule windows [Morresi 2000]. The liturgical building, decorated with precious canvases by Titian and a terracotta floor, underwent significant stripping during the suppression of the Canons in 1656, when most of the works were transferred to the Basilica della Salute in Venice. In 1670, the island welcomed the Friars Minor Observant of the St. Francis of Candia monastery, who had escaped Heraklion's fall.

Their stay lasted until the Napoleonic suppressions of 1806, after which the island was further transformed by the Austrian occupation in the 19th century and later during the First and Second World Wars, periods in which it was converted for defence and logistical purposes, housing military buildings specifically designed for the storage and handling of ammunition and explosives.



Fig. 3. Peculiarities and characters of existing buildings.

The island probably also possessed some lookout and control posts, since its strategic location within the southern lagoon allowed a broad view of the canals leading to Venice. Although no actual defensive bastions have survived, the site's conformation and military function suggest the possible presence of light surveillance structures, perhaps temporary wooden buildings or machine-gun emplacements during World War II, to support the lagoon defence system. After a long period of abandonment, the island was sold in 2002-2003 by the State Property Office to the Poveglia srl company, entering a restoration phase that, despite the restoration of the bare church walls and the reconstruction of the collapsed roofs, has been going on for over twenty years without ever being completed.

Today, the island is in total decay and abandonment; the 16th-century church, which has remained bare, is recognisable thanks to the three windows still on the façade. There are more remains of the *cavana* and the building belonging to the convent than ruins surrounded by scaffolding. Bunkers from the Second World War can be seen underneath embankments and the large reinforced concrete building used to store explosive compound. The uncontrolled growth of vegetation has enveloped many of the structures, while the action of humidity and tides has contributed to the erosion and collapse of many of the perimeter walls.

Architectural surveying in complex contexts demands precise and methodical planning to anticipate operational challenges and ensure reliable results. A crucial initial step is the thorough analysis of historical documentation, followed by on-site verification to compare archival sources with the existing architectural evidence. This process supports the development of a robust strategy, guiding both the survey operations and the selection of appropriate technologies, based on site accessibility and time constraints. The ultimate aim is to acquire comprehensive, coherent data suitable for an accurate and timely architectural representation [Dell'Amico 2021; Picchio *et al.* 2024].

In surveying the lagoon islands, a combination of static and dynamic technologies was employed, selected case by case in response to operational requirements. Particular

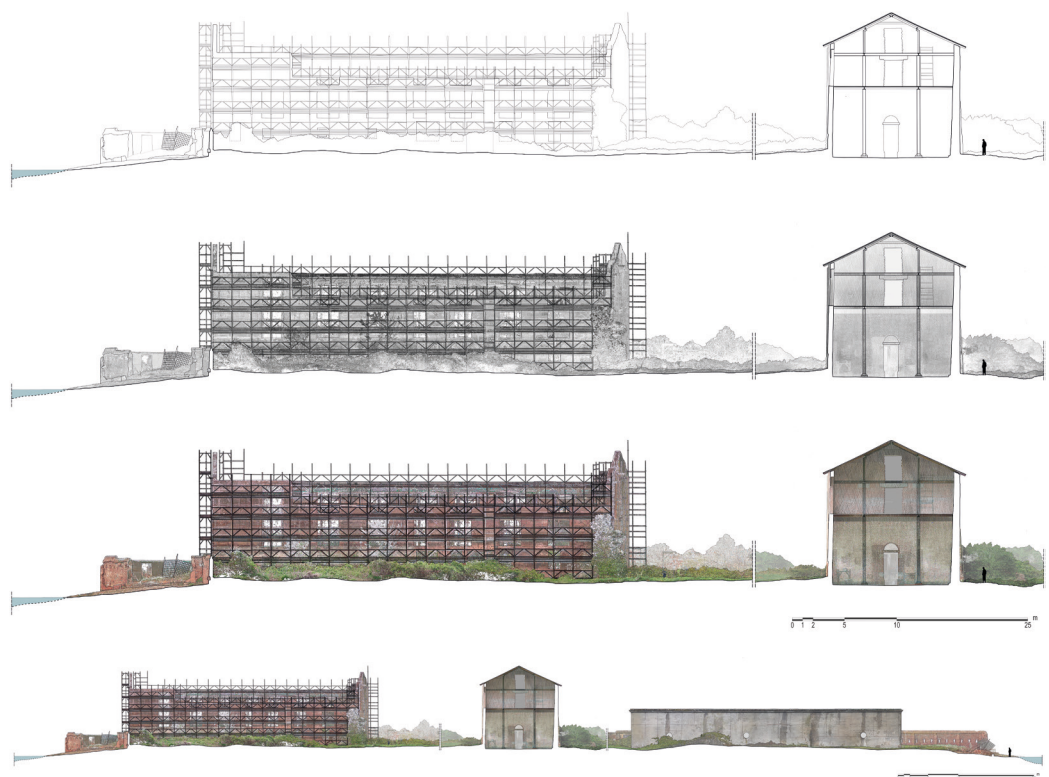


Fig. 4. Cross section and drawing detail wireframe and with overlays point cloud and orthoimage.

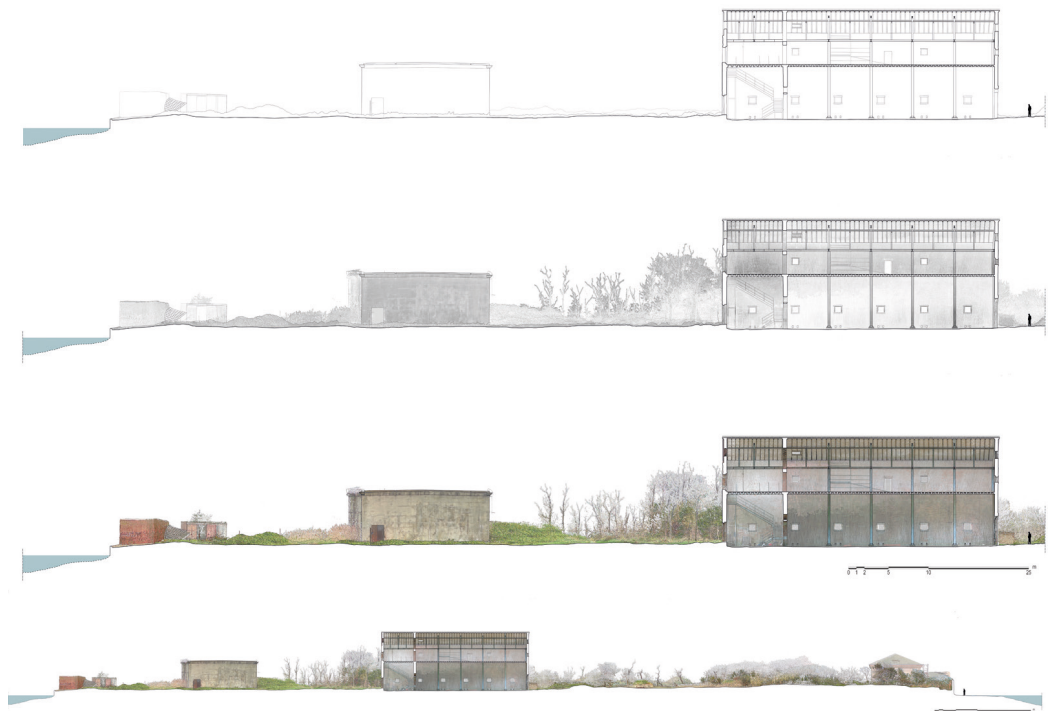


Fig. 5. Longitudinal section and drawing detail wireframe and with overlays point cloud and orthoimage.

emphasis was placed on using terrestrial laser scanning (TLS) systems to define the main survey framework along the primary circulation axes and the internal perimeters of the islands, wherever access allowed. These were complemented by mobile laser scanning (MLS) solutions, which were particularly effective for rapid survey operations and documenting areas that were inaccessible or only partially navigable. The dataset was further enhanced by integrating photogrammetric databases, incorporating terrestrial imagery, UAV-based aerial acquisitions, and, where necessary, underwater surveys. In parallel with the morphological data, geospatial information was collected using GPS points, which were subsequently aligned and integrated with the point cloud models.

The complexity of the case study is evident in the articulated methodological approach, which required the deployment of a wide range of tools and acquisition techniques to achieve comprehensive and methodologically sound documentation.

Within this framework, surveying –conceived as a process of acquiring and interpreting heterogeneous data– becomes a critical interpretative tool. It enables the analysis of form, materiality, and meaning, rearticulated through drawing and the three-dimensional representation of space.

Here, drawing is understood as a language in its own right: it engages in a transversal dialogue, bridging disciplinary boundaries and operating across the technical lexicons of the scientific domain [Parrinello 2024].

Architecture is never just a question of form and matter; it is intertwined with a multiplicity of information ranging from history, geography, culture and technology. Managing heterogeneous data is crucial when dealing with complex contexts such as the lagoon. Collecting, integrating and analysing this information is critical to fully grasping an architectural context. With this in mind, creating semantic cataloging models is a valuable element in the visual understanding of architectural complexities. These systems, which go beyond simple archiving, make it possible to organise and interpret information so that the various architectural elements can be read not only as individual entities, but as parts of an interconnected system laden with historical, cultural and functional meanings [La Placa, Picchio 2022].



Fig. 6. Multi-source 3D Database.

A synthesis model for understanding the relationship between Space and Architecture

The data synthesis and subsequent graphic interpretation enabled a digital reconstruction of the Santo Spirito complex through 3D modelling in a BIM environment. The digitisation process of the island integrated data from digital survey activities, supported by two-dimensional drawings, all managed within the chosen BIM-authoring software, Autodesk Revit. The methodology for implementing the parametric model involved structuring datasets optimised through decimation, sub-sampling, and point cloud segmentation processes [7] [Pierdicca *et al.* 2020]. This approach aimed to define morphometric units that could be easily interpreted and managed concerning the project objectives, highlighting the individual geometric and technological components of the architectural palimpsests [8]. Such sorting and encoding of information promote better visualisation and interoperability of the acquired data functional to scan-to-BIM modelling. This reasoned interpretation responds to the need to simplify geometries and architectural structures into elementary entities, while maintaining character legibility as a function of interpretive processes [Parrinello 2022]. The point cloud was divided and coded into several rows corresponding to the central typological-functional units of the architectural context: topography, church, guest quarters, bunker, cavana, powder magazine, and perimeter walls. The individual typological-functional units were exported into multiple files, obtaining optimised datasets for the parameterisation process of the elements. At this stage, using the *Autodesk Recap Pro* application, a second level of segmentation of the dataset was performed, distinguishing, for each morphometric unit, specific regions corresponding to the technological elements such as exterior masonry, interior masonry, roofing, flooring, structures and floors, respecting the category classification of the BIM software. Macro-subdivision, and subsequent micro-subdivision allowed for a clear organisation of structural and formal components. Adopting a file sorting system based on a coding system defined at the preliminary stage ensured easy management and reading of the data, useful for the subsequent stages of parametric design and modelling [Galeazzo, Panarotto, Dellabartola 2024]. Thanks to the interoperability with *Autodesk Recap Pro*, it was possible to import the processed and georeferenced point cloud, taking advantage of the GPS coordinate system acquired during the survey phase.

The methodological approach for implementing, managing, and organising the models was developed within the project during the first two years of work by the research unit of the University of Padua [Panarotto 2024], with the aim of structuring a replicable protocol and facilitating collaboration among the different figures involved. The subdivision of the architectural space was influenced by both the specific construction factors of the case study and the need for interoperability. A crucial aspect of the protocol was adopting such a consistent language to organize the database. The alphanumeric code considers point clouds and components, including the nomenclature of families and reference planes on which to anchor the main components of the model.

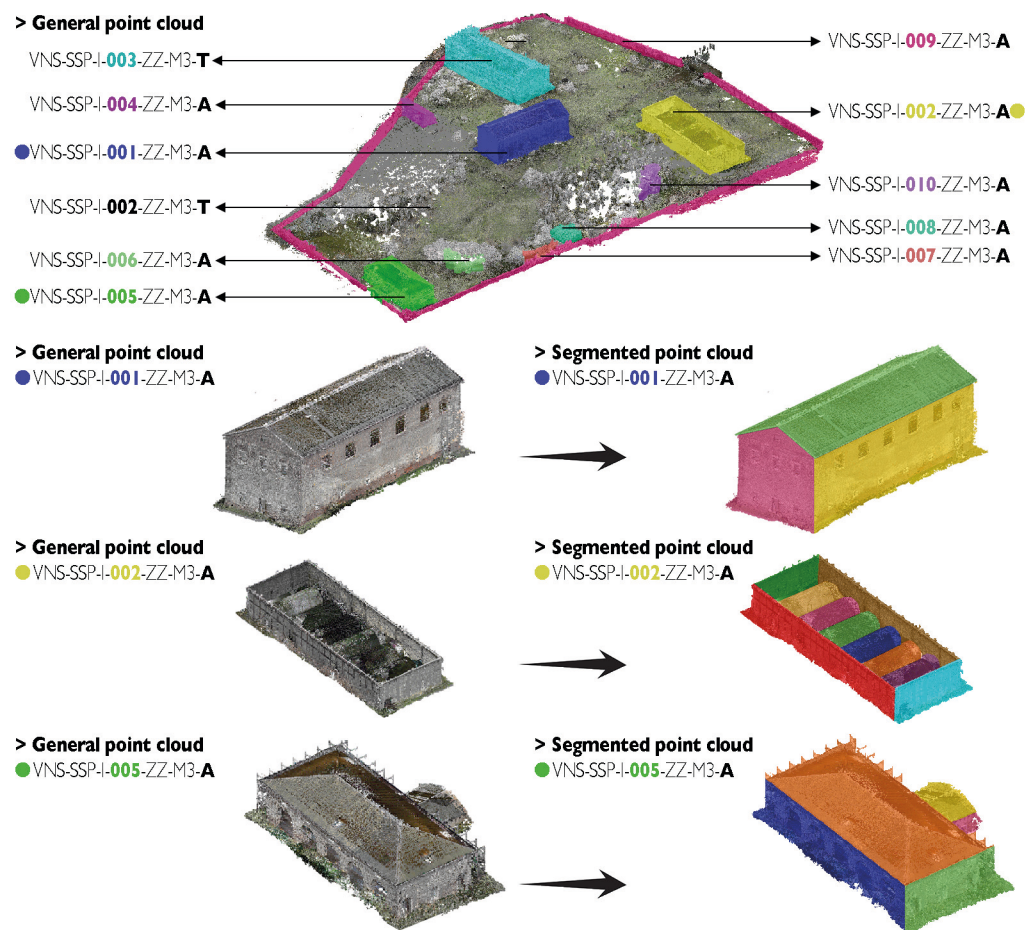


Fig. 7. Point cloud segmentation and related file coding.

Unlike the Level of Detail (LOD) defined for the whole project of the Venetian archipelago islands, which is between a value of 200/300, during the modelling phase of the specific case of the island of Santo Spirito, a 400 LOD was experimented with, as each element is represented with correct size, position and orientation and interfaces properly with the other elements of the model [9]. For Level of Accuracy (LOA), however, a LOA F, the highest level of accuracy, was chosen, with geometric representation faithfully reflecting the actual state of the real object, taking advantage of the quality of the acquired point cloud. The representation covered not only the main geometric elements, but also deformation marks attributable to the natural course of time and traces of transformations attributable to human interventions and changes over the centuries, providing information that steers the data associated with the model toward historiographic readings and macroscopic considerations. In modelling the topography, the complexity of the data from laser acquisition, inherent in the numerous presence of vegetative elements and everything that occludes the legibility of the morphology of the land, including concerning the changing shoreline of the banks about the tides, made it necessary to separate for the subsequent stages of reconstruction. As such, the terrain-only data was extracted from the point cloud and used to generate contour lines, which, once imported into the BIM environment, enabled the reconstruction of the morphology of the island. The experimentation was structured using individual project files, subdivided for each architectural entity and organized through alphanumeric coding. These files were managed within a single federated model (FSC) that utilised a shared, georeferenced coordinate system. The decision to use federated models with shared coordinates offers the advantage of making the activities of HBIM modellers interoperable, maintaining the correct spatial location of entities and allowing the model to be implemented over time [Sanseverino, Antinozzi, Di Filippo 2023; Panarotto 2024].

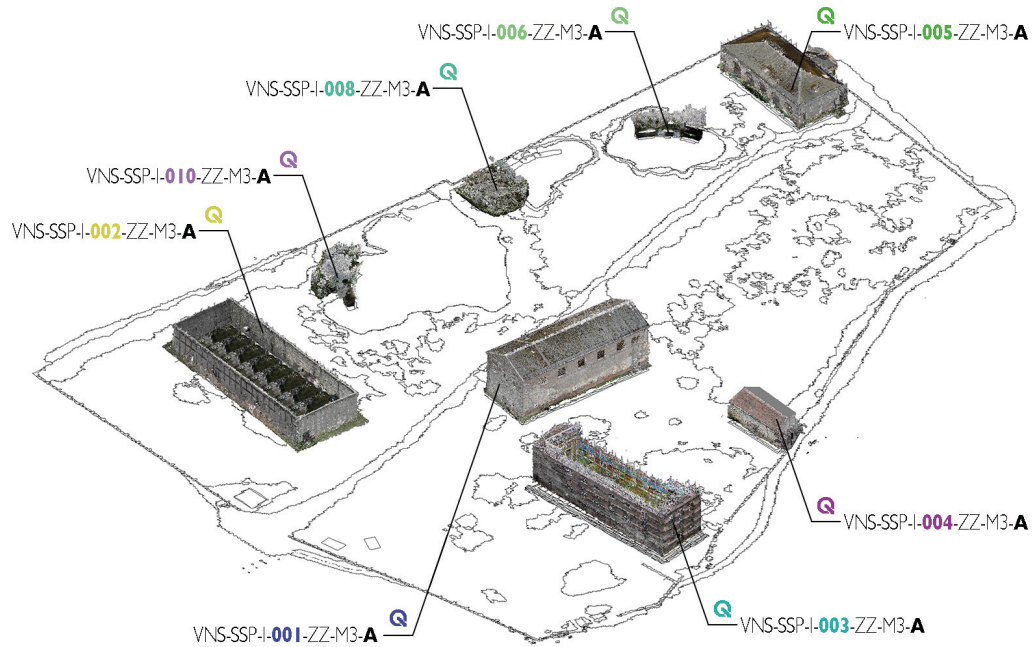


Fig. 8. Import of point clouds into BIM-authoring software, with georeferencing from GIS environment.

The modeling of architectural elements based on metric specificities, obtained from the point cloud, ensures detail in the drawing that considers geometric complexities such as out-of-square walls, irregular surfaces and structural deformations. Building modeling was approached by taking two different methods using system families, for standardised elements, and the creation of ad hoc families, for elements with complex geometries or decorative patterns. Special emphasis was placed on the openings. These elements were modelled as parametric families and then incorporated into the design [10]. Subsequently, once section planes and elevation levels were defined and coded according to the protocol, geometric elements such as walls, columns, main beams, joists, and roofs were associated with these reference levels. Throughout the modelling phase, the ability to visualise the point cloud in real-time played a key role, providing continuous control over the model's accuracy and improving its adherence to the metric data. By setting up orthogonal views, from significant cut planes (plans and sections), it was possible to export elaborates useful for the representation of each building and the entire island, allowing direct comparison with drawings derived from restitution in the CAD environment, assessing the degree of description and verifying the extent to which the model reflects the environmental factors of the island and the characteristics of individual elements.

Conclusion

The considerations that emerge from the drawing of Santo Spirito island highlight the role of established survey practices and the production of digital elaborates concerning the opportunities offered by parametric modelling protocols. Specifically, this analysis focuses on the relationship between the model and the potential for exporting technical illustrations through three-dimensional representations and drawings derived from a digital database using standard processes. In this sense, the ability to reproduce architectural features in the form of technical drawings from the parametric model has quickly enabled the creation of a comprehensive iconographic apparatus of the entire island. However, the automatic process of reproducing drawings results in the loss of the inherent peculiarities in the contextual architecture, limiting that subjectivity of the sign that the operator

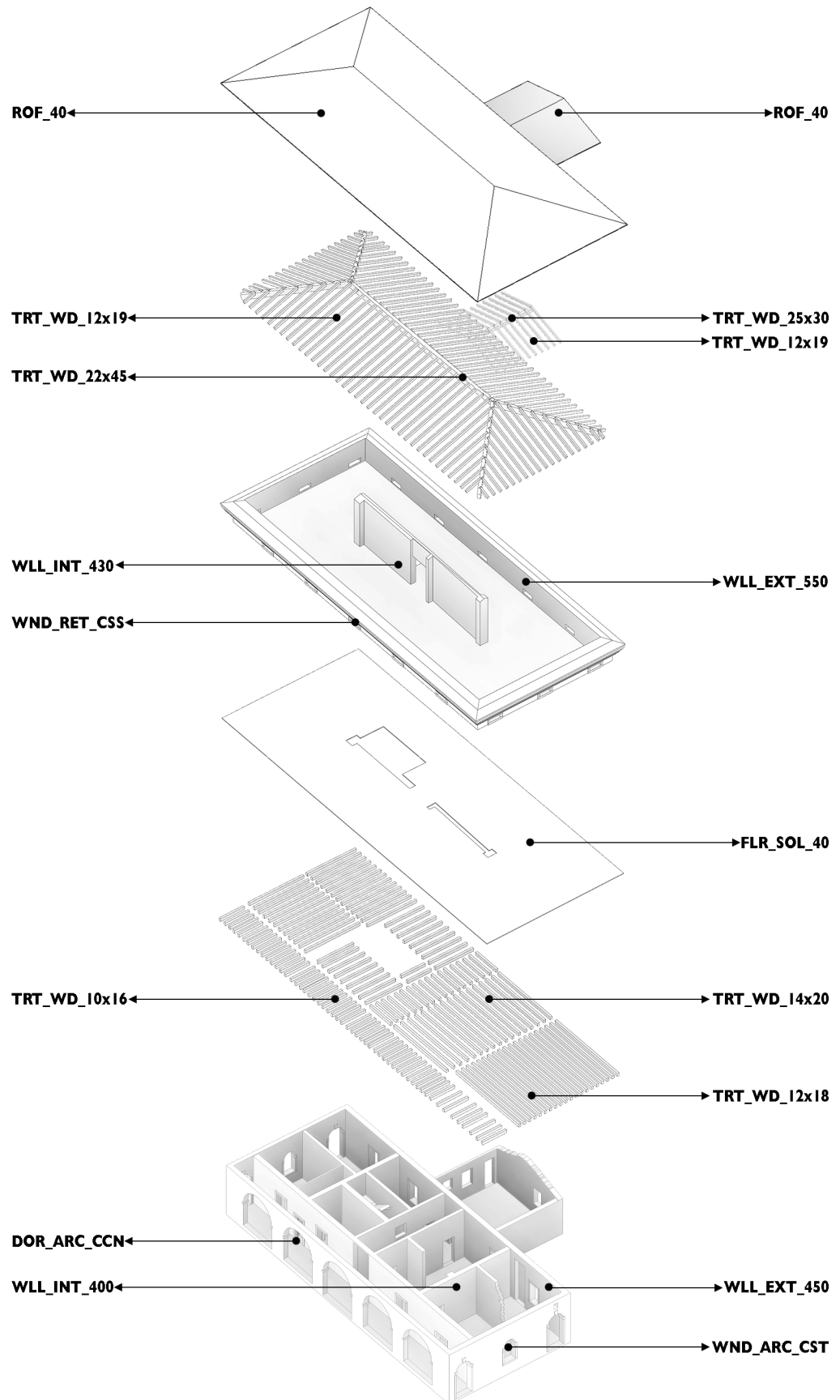


Fig.9. Axonometric cross-section of a building, highlighting specific components coded according to the model organisation protocol.

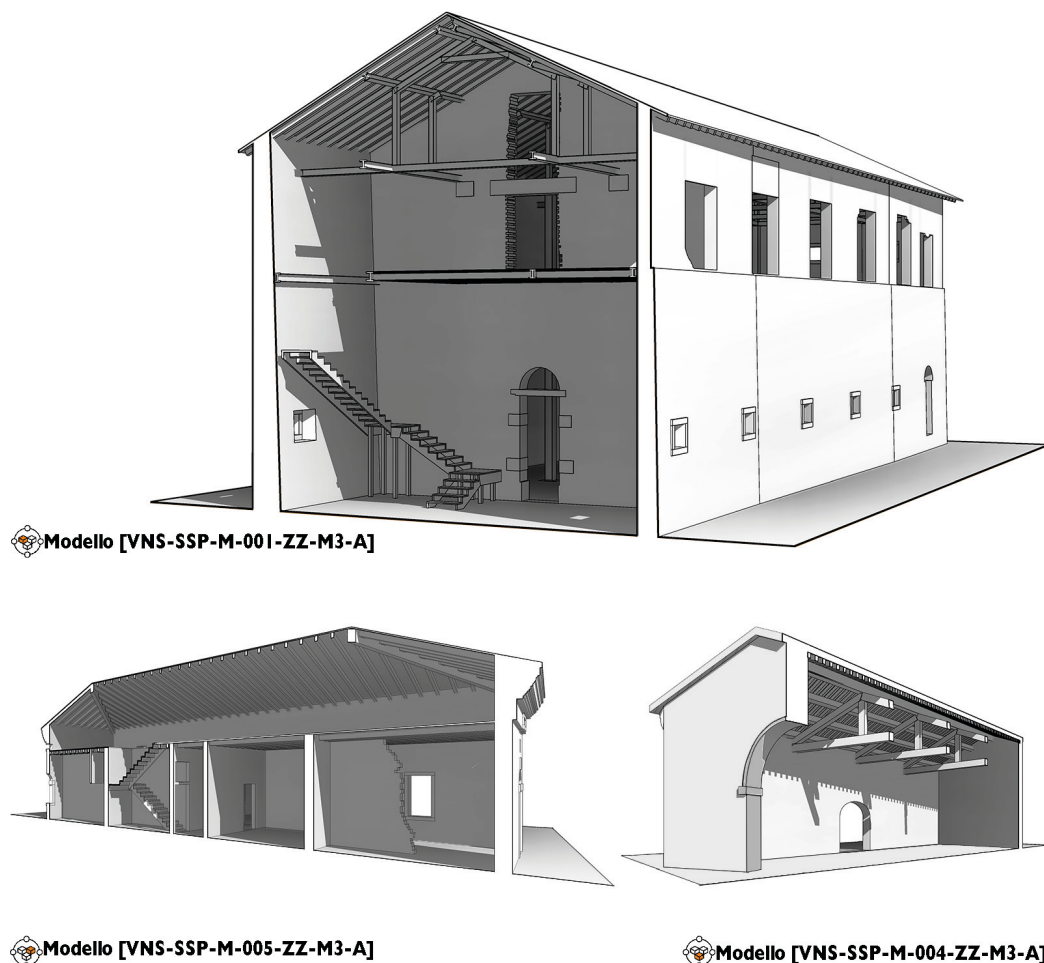


Fig.10. Views of the parametric model: top left the church, bottom left the guest quarters and bottom right the *cavana*.

conveys during drawing. This limitation is mainly due to the nature of the model itself, which implies inevitable approximations in shapes and geometries.

However, the parametric model, structured through point cloud segmentation and information organization, represents a rich and structured database, thanks to integrating information and metadata implicit in traditional drawing. In this direction, these lagoon complexes' historical and material fragmentation offers interesting insights for experimenting with visualisation and modelling systems applied to HBIM.

HBIM, in this context, is configured as a methodology capable of going beyond simple geometric representation, integrating complex data, such as material characteristics or direct relationships between geometric entities, providing a solid starting point for the development of further analysis and wide-ranging considerations in the field of architectural heritage conservation and enhancement. The model is not only a digital record of the actual state but an implementable platform for future studies and analyses, highlighting the importance of developing a flexible operational protocol that can be replicated in the other realities of Venetian archipelago.

In an age when technology seems to dominate every aspect of knowledge, the project demonstrates how innovation is not an end purpose, but a tool to provide a deeper and more multifaceted understanding of the past. Through this dialogue between tradition and innovation, between history and technology, it is possible to undertake actions to enhance the lagoon heritage that today is in a state of neglect, playing a secondary role compared to the central and attractive poles of the city of Venice, but was once at the centre of the cultural network of the lagoon.



Fig. 11. Conceptual outline of the information system development at spatial, architectural and detailed level.

Notes

[1] The study at different levels of the landscape, analysed in terms of dimensions according to a general- specific relationship, is intertwined with reflections on the level of definition of representative systems [Paminello 2023; Paminello, Picchio, La Placa 2024].

[2] *"L'individuo si orienta essenzialmente verso gli 'oggetti', si adatta cioè fisiologicamente e tecnologicamente a entità fisiche, intrattiene rapporti con il prossimo e afferra realtà astratte e 'significanti', trasmessi dai vari linguaggi destinati alla comunicazione"*: Norberg-Schulz 1982, p. 9.

[3] Understood as a hierarchical relationship where a specific element is part of a complex system that is itself part of a higher order unit: Goulette 1999.

[4] 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 by an ERC Starting Grant (G.A. 101040474) for the duration of five years (2023-2027). The research, coordinated by Professor Ludovica Galeazzo and conducted within the Department of Cultural Heritage of the University of Padua (DBC) in partnership with Harvard University and the Department of Architecture of the University of Florence (DIDA), represents an innovative application of digitisation technologies for the creation of a geo-spatial semantic infrastructure. This system makes it possible to explore, through a spatio-temporal narrative, the complex historical events of the more than sixty islands of Venice, starting from the 16th century.

[5] The survey activities are carried out in joint collaboration between the *DARWIN* Experimental Research Laboratory of the University of Florence (scientific coordinator Prof. Sandro Paminello), *DAdA-LAB* Research Laboratory (scientific coordinator Prof. Francesca Picchio) of the University of Pavia, and the *MetaHeritage* company (CEO Daniele Bursich).

[6] One of the main outputs of the project is the development of an online platform able to provide tools for the exploration and representation of the long-term dynamics that affected some of the minor islands of the Venetian archipelago. Through digital models and two-dimensional representations, the project aims to highlight their crucial role in the context of the political, social and cultural practices of historical Venice.

[7] The pre-processing and filtering of the point clouds was carried out using *Leica Cyclone 3DR* software.

[8] In particular, the subsampling of the cloud became necessary due to the large number of points in each scene, which are often redundant (more than 20 million per scene). The reduction of points, as well as the need to understand the data, goes in the direction of better data management, in terms of visualisation fluidity, within the BIM-authoring interface.

[9] While the term LOD is still commonly used in professional practice as a conventional metric to describe the level of geometric development, it has, from a regulatory standpoint, been replaced by the more comprehensive concept of Level of Information Need (LOIN), as defined in UNI EN 17412-1:2021 and adopted by UNI 11337. LOIN integrates three distinct dimensions of information –geometric, alphanumeric, and documentary– allowing for a more precise and context-specific definition of the informational requirements associated with each modelled object. In this article, however, reference is made exclusively to the geometric component, as the alphanumeric and documentary data will be incorporated at a later stage, following the completion of the modelling of the various historical phases outlined in the research project.

[10] Intended as the import inside the model file of the individual architectural building entity, and not directly into the federated model.

Reference List

- Biferali, F. (2018). Arte e riforma a Venezia. Tiziano in Santo Spirito in Isola. In *Ateneo Veneto*, CCV, terza serie, 17/1, pp. 25-36.
- Dell'Amico, A. (2021). Mobile laser scanner mapping system's for the efficiency of the survey and representation processes. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, pp. 199-205.
- Galeazzo, L. (2024a). Risemantizzare paesaggi perduti: un database per l'arcipelago veneziano. In *TRIBELON*, 1(2), pp. 64-75.
- Galeazzo, L. (2024b). Venice's Nissology: Mapping and Modelling Venice's Aquascape in a Historical Perspective. In *Storia Urbana. Mapping Early Modern European Cities. Digital Projects of Public History*, 173, pp. 31-45.
- 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 M. J. Viñals, C. López González (Eds.). *Heritage Digital Technologies and Tourism Management-HEDIT2024*. Valencia: Universitat Politècnica de València, pp. 1-13.
- Goulette, J.P. (1999). Sémantique formelle de l'espace. Application au raisonnement spatial qualitatif en architecture. In *Intellectica*, 29(2), pp. 9-34.
- La Placa, S., Picchio, F. (2022). Strategie per la rappresentazione dei segni e degli iconemi del paesaggio irriguo pavese. In C. Battini, E. Bistagnino (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità / Dialogues. Visions and visuality*. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Genova, 14-17 settembre 2022. Milano: FrancoAngeli, pp. 1590-1607.
- Morresi, M. (2000). *Jacopo Sansovino*. Milano: Electra.
- Nicolini, N. (2023). *L'isola di Santo Spirito nella laguna veneziana. Dallo splendore all'abbandono, analisi per il progetto di recupero e riantropizzazione*. Roma: Aracne.
- Norberg-Schulz, C. (1982). *Esistenza, Spazio e Architettura*. Roma: Officina edizioni.
- Panarotto, F. (2024). Misura e rappresentazione di un patrimonio storico-architettonico perduto: l'arcipelago lagunare veneziano. In F. Bergamo, A. Calandriello, M. Ciammaichella, I. Friso, F. Gay, G. Liva, C. Monteleone (a cura di). *Misura / Dismisura - Measure / Out of Measure*. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Padova-Venezia, 12-14 settembre 2024. Milano: FrancoAngeli, pp. 3429-3452.
- Paminello, S. (2022). Modelli informativi della città per la gestione delle trasformazioni urbane/City information models for the management of urban transformation. In *Disegno, Rilievo e Progettazione*, vol. 3, pp. 23-35.
- Paminello, S. (2023). Documentare una rotta culturale tra procedure di rappresentazione e di materializzazione del paesaggio. In M. Cannella, A. Garozzo, S. Morena (a cura di). *Transizioni / Transitions*. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Palermo, 14-16 settembre 2023. Milano: FrancoAngeli, pp. 1806-1823.
- Paminello, S. (2024). La permanenza del segno in un linguaggio senza contorni e in continua evoluzione. In *TRIBELON*, 1, pp. 4-7.
- Paminello, S., Bigongiari, M., Dell'Amico, A., Dellabartola, G., Pettineo, A. (2024). Il Disegno delle isole "minori" dell'arcipelago veneziano. In Bergamo, F., Calandriello, A., Ciammaichella, M., Friso, I., Gay, F., Liva, G., Monteleone, C. (a cura di). *Misura / Dismisura - Measure / Out of Measure*. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Padova-Venezia, 12-14 settembre 2024. Milano: FrancoAngeli, pp. 541-560.
- Paminello, S., Picchio, F., La Placa, S. (2024). The Construction of an Informative 3D Model for the Monitoring of City Heritage Risk. In R. Orabi, F. Thiel (Eds.). *Reviving Aleppo: Urban, Legal and Digital Approaches for Post-War Recovery*. Cham: Springer International Publishing, pp. 243-274.
- Pettineo, A., Dell'Amico, A., Picchio, F., Paminello, S. (2024). H-BIM e GIS per l'analisi e la ricostruzione filologica del castello di Almonecir in Spagna. In *DN*, 14, pp. 6-16.
- Picchio, F., Calia, M., La Placa, S., Laera, R. (2024). Strategie di documentazione integrata e di rilievo speditivo per la valorizzazione dei contesti fragili. In A. Cardaci, F. Picchio, A. Versaci (a cura di). *ReUSO 2024. Documentazione, restauro e rigenerazione sostenibile del patrimonio costruito*. Sassari: Publica, pp. 1923-1933.
- Pierdicca, R., Paolanti, M., Matrone, F., Martini, M., Morbidoni, C., Malinverni, E., Lingua, A. (2020). Segmentazione semantica delle nuvole di punti utilizzando tecniche di apprendimento profondo per il patrimonio culturale. In *Bollettino della società italiana di fotogrammetria e topografia*, (1), pp. 1-9.
- Sanseverino, A., Antinozzi, S., Di Filippo, A. (2023). Sistemi cooperativi informativi in ambiente HBIM per la gestione del patrimonio culturale. In *DN*, 11, pp. 35-51.

Authors

Luca Chiavacci, University of Florence, luca.chiavacci@unifi.it
Gianlorenzo Dellabartola, University of Padua, gianlorenzo.dellabartola@unipd.it
Alberto Pettineo, University of Florence, alberto.pettineo@unifi.it

To cite this chapter: Luca Chiavacci, Gianlorenzo Dellabartola, Alberto Pettineo (2025). Scan-to-BIM for Architectural and Landscape Heritage analysis of Venice's Santo Spirito Island. In L. Carlevaris et al. (Eds.). *èkphrasis. Descrizioni nello spazio della rappresentazione/èkphrasis. Descriptions in the space of representation*. Proceedings of the 46th International Conference of Representation Disciplines Teachers. Milano: FrancoAngeli, pp. 577-600. DOI: 10.3280/oa-1430-c786.