



Dall'archivio al modello: processi metodologici per valorizzare il patrimonio invisibile

Silvia La Placa
Francesca Galasso

Abstract

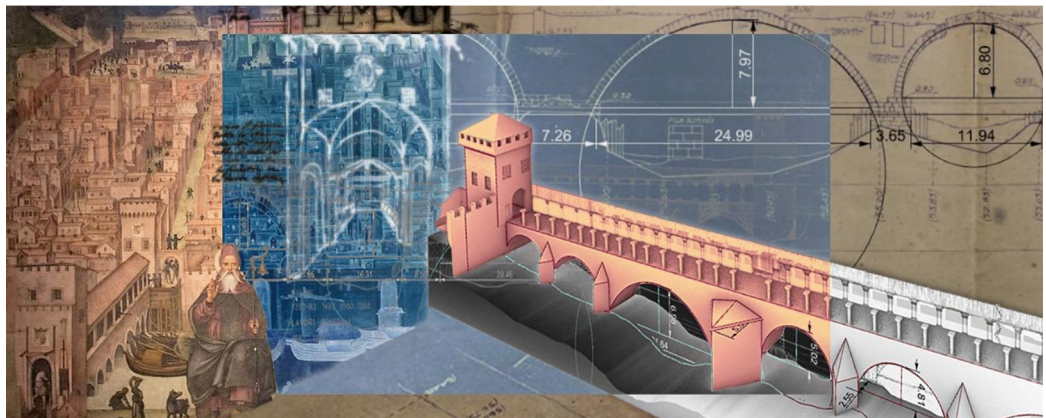
Il contributo illustra parte di una ricerca più ampia, che ha come ambizione la divulgazione e valorizzazione, attraverso modalità di rappresentazione interattive, delle fasi architettoniche che hanno caratterizzato il non più esistente Pontevecchio sul Ticino.

Nel 2021 la città di Pavia ha festeggiato i settanta anni del nuovo Ponte Coperto, realizzato a seguito della demolizione di quello Trecentesco. Nonostante l'annosa e feroce opposizione all'abbattimento e le proposte di restauro e ripristino delle antiche pile, danneggiate dai bombardamenti della II Guerra Mondiale, del ponte fortificato non rimangono che alcune rovine. Da queste premesse nasce l'esigenza di studiare, analizzare e restituire alla città, in forma virtuale, l'antico simbolo, avvalendosi delle possibilità oggi offerte dal digitale. La ricostruzione del patrimonio invisibile, e delle forme da questo assunte in oltre sei secoli di modifiche e stratificazioni, diviene possibile a partire da un approfondimento critico di rilievi ed elaborati conservati in numerosi archivi.

Le differenti componenti architettoniche, che nel tempo hanno qualificato il monumento a livello estetico e funzionale, sono riprodotte tramite l'applicazione di strategie di virtualizzazione e modellazione 3D. La sperimentazione, tesa al racconto delle macrofasi storiche e delle loro possibili modalità di verifica, si configura come un tentativo di sistematizzare una metodologia replicabile 'dall'archivio al modello digitale' per la narrazione di un patrimonio invisibile.

Parole chiave

patrimonio invisibile, ricostruzione virtuale, verifica dell'incertezza, Pontevecchio sul Ticino, Pavia



La ricostruzione del
Ponte Vecchio di Pavia.
Archivi digitali.

Introduzione

Nonostante il continuo sviluppo di pratiche e soluzioni innovative proposte all'interno di progetti nazionali e internazionali, attualmente i processi di digitalizzazione non rispondono appieno alle necessità legate alla ricostruzione virtuale [1] del Patrimonio Invisibile. In letteratura sono numerosi gli esempi di strategie e metodi adottabili [Parrinello et al. 2022; Apollonio 2016; Demetrescu 2015] che dimostrano come sia necessario integrare metodi e strumenti di rappresentazione digitale tridimensionale con attività di analisi e studio delle fonti storiche d'archivio, per avvalorare ipotesi ricostruttive e convalidare i modelli finali. Le sperimentazioni di ricostruzione virtuale ipotetica del patrimonio invisibile sono solitamente avvalorate da verifiche metriche [Apollonio et al. 2017; Parrinello et al. 2017], anche queste realizzate a partire da rilievi laser scanner e fotogrammetrici della morfologia attuale dei resti dell'opera indagata o dello stesso contesto in cui si trovava, se rimasto invariato [2]. Tuttavia, il patrimonio storico risulta per sua natura stratificato [Einaudi et al. 2020] e non sempre si dispone di elaborati grafici sufficienti alla ricostruzione di ogni fase evolutiva dell'architettura oggetto di indagine [3]. Nei casi in cui le immagini di partenza siano esclusivamente disegni o dipinti storici, privi di riferimenti metrici, occorre impiegare ulteriori tipi di fonti documentarie. Queste sono necessarie per riuscire a corredare il processo di analisi e di modellazione di informazioni circa i diversi possibili livelli di incertezza e quindi successiva accuratezza della riproduzione [Einaudi et al. 2020]. Nel prodotto virtuale dovrebbe essere possibile distinguere in modo immediato le porzioni verificate sulla base dell'opera originale, da quelle la cui ricostruzione è frutto di un'ipotesi non necessariamente metricamente verificata. Tuttavia, anche quando queste fossero ben distinguibili, risulta ancora molto complicato riconoscere le fonti e i processi logici utilizzati per formulare le ipotesi ricostruttive. La conseguenza è spesso riconducibile a una "scatola nera" [4] in cui le ricostruzioni sono considerate una finzione piuttosto che una rappresentazione coerente di una fase costruttiva del passato. L'utilizzo di modelli 3D diviene dunque non solo lo strumento tramite cui documentare e comunicare le differenti forme assunte da uno specifico bene nel tempo e oggi perdute, ma anche il mezzo tramite cui avere contezza dell'incertezza e dell'accuratezza che qualificano ogni componente architettonica digitalmente riprodotta [Picchio et al. 2019; Parrinello et al. 2020]. In questo senso, il patrimonio perduto del Pontevecchio sul Ticino si configura come caso studio emblematico, sul quale avviare una sperimentazione tesa alla visualizzazione diacronica e a una prima verifica delle fasi storiche susseguites in oltre sei secoli.

I tre ponti sul Ticino

La città di Pavia, posta a ridosso del Ticino, affonda le sue origini all'epoca delle tribù preromane, dalle quali fu fondata [5]. Lo stretto rapporto della città col fiume è testimoniato da numerosi documenti [6] che citano la presenza di un ponte che proseguiva il cardo romano, consentendo il raggiungimento dell'area della Lomellina, del Po, e delle tratte commerciali per Genova e per il mar Ligure (fig. 1). La valenza strategica dell'asse ha portato nel tempo a realizzare (e ricostruire) almeno tre ponti in pietra e muratura. Il primo, di datazione incerta, è considerato di età romana e ne è attestata la distruzione nel XIV secolo. Del ponte romano non sono pervenute fonti grafiche, ma, nei periodi di magra del fiume, sono visibili i resti di tre pile [7]. Il secondo, noto come Pontevecchio, fu costruito nel 1351 e venne distrutto nel 1948, dopo aver subito, senza mai essere restaurato, i bombardamenti del settembre del 1944. Il terzo è l'attuale ponte Coperto di Pavia, costruito circa trenta metri a valle dei precedenti nel 1951 [8]. La ricerca si concentra sul secondo ponte, il più longevo e storicamente stratificato, di cui oggi a Pavia e sul Ticino rimangono ancora poche tracce.

Fig. 1. (a sinistra) L'assedio di Pavia del 1525, xilografia, Musei Civici, Pavia; (a destra) Mappa catastale di Pavia, seconda metà dell'800, Archivio Storico Civico, Pavia.



Indagine per fasi del Pontevecchio

Il ponte coperto di Pavia, costruito sui ruderi del ponte romano, viene progettato come infrastruttura fortificata per volere degli organi amministrativi, in un momento storico di resistenza dei cittadini alla signoria dei Visconti [9]. Tuttavia, furono solo questi ultimi, poco dopo, a coordinare un significativo programma di rinnovo architettonico ed urbano, rendendo il manufatto un'opera connessa all'intero sistema fortificato pavese. Nel tempo, il rinnovamento della cinta muraria a ridosso della sponda sinistra del Ticino e le mutate esigenze politiche della città incidono sull'originaria fisionomia del ponte. I cambiamenti sono riportati in numerosi documenti testuali, affreschi e dipinti. Sulla base delle fonti, nella prima parte della ricerca sono state individuate cinque macrofasi evolutive. Queste, più di altre, sono apparse significative, in quanto il Pontevecchio sembra riflettere il mutare dei tempi, dei bisogni e delle condizioni commerciali e politiche di Pavia.

La descrizione della morfologia originaria del ponte è basata su un'ipotesi ricostruttiva strutturata a partire da fonti grafiche e testuali di circa un secolo posteriori alla data di realizzazione effettiva [10]. Le diverse prospettive da cui è rappresentato il ponte nei documenti dal XIV secolo (fig. 2) permettono di ricostruirne, seppure con elevata approssimazione metrica [11], le componenti architettoniche principali. Il ponte fortificato era costituito da otto arcate [12] di luce irregolare sorrette da massicci piloni. Alle estremità del monumento, dal profilo a schiena d'asino, svettavano due torri quadrangolari: quella lato città, segnaletica per il castello, e quella lato Borgo [13] munita, a partire dal XV secolo, di ponte levatoio. Ad ulteriore protezione della struttura, un centinaio [14] di colonnine marmoree rotonde sostenevano una copertura in coppi per tutta la lunghezza del ponte.

Nel 1561 Pavia viene dotata di nuove mura e la torre fortificata lato città è abbattuta per consentire la costruzione del bastione [15]. La configurazione del Ponte viene stravolta ulteriormente nel 1582, quando il tetto è scoperchiato da un nubifragio e rimangono integre solamente tre colonnine di sostegno, poi sostituite con pilastri rettangolari [16].

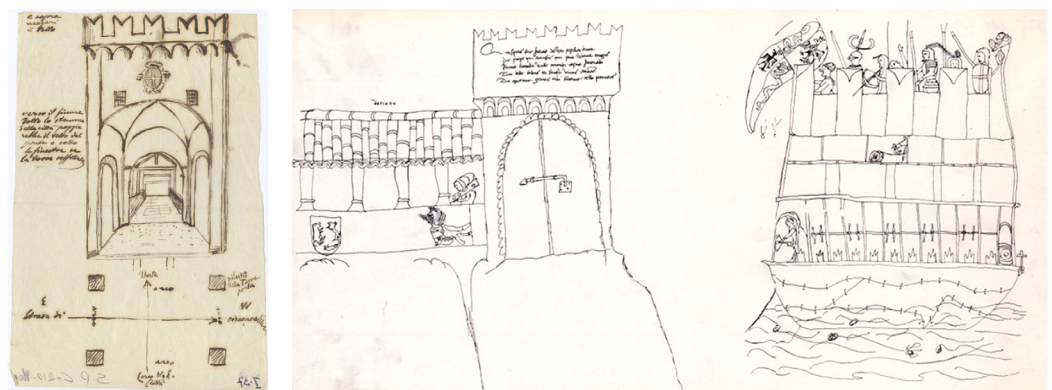


Fig. 2. (a sinistra) Disegno tratto dalla collezione dei Musei Civici; (a destra) schizzi conservati presso l'Archivio Disegni del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Pavia.

Una nuova cinta difensiva intorno al Borgo rende superflua la difesa della torre rimasta, che viene abbattuta per essere sostituita, nel 1598, con una porta monumentale (fig.3). La sua presenza, definendo il cambiamento morfologico del ponte, ne ha esplicitato il più profondo cambiamento funzionale, che, da parte del sistema difensivo, diviene punto di accesso privilegiato alla città.

Nel 1754 furono ultimati i lavori per la realizzazione di una cappella, finanziata dal popolo, che avrebbe permesso a cittadini e borghigiani di conservare la statua di Giovanni Nepomuceno, santo protettore dei ponti e degli annegati. La cappella è stata documentata in numerosi dipinti e fotografie [17]. La cappella arricchisce il Pontevecchio della funzione religiosa, allontanandolo ulteriormente del suo ruolo di fortificazione. A conferma di ciò, nel 1792, viene abbattuto il ponte levatoio del 1635 (l'unico rimasto) e l'arcata, tagliata per re-



Fig. 3. Porta Monumentale lato Borgo del Pontevecchio. Fotografie storiche conservate presso l'Archivio Aschieri-Calvi, Pavia.

alzarlo, viene ricostruita (fig. 4). Nel 1825, lato città, fu edificata su progetto dell'architetto Carlo Amati, una porta monumentale (fig. 5). Questa fu separata dal Pontevecchio nel 1898 quando, abbattendo le mura e modificando il bastione, fu distrutto l'androne che univa i due elementi. Numerosi documenti mostrano le differenze tra il progetto della porta e il monumento effettivamente realizzato [18], ed esplicitano altri significativi interventi risalenti alla seconda metà del secolo. Tra questi, l'apertura dei parapetti all'imbocco della città e la costruzione delle scale per permettere la discesa al fiume e dei balconcini di affaccio. Le modifiche ottocentesche suggeriscono ancora un nuovo utilizzo del ponte coperto, che diviene luogo di incontro e di sosta per i cittadini. Nel 1904, per ricucire la porta monumentale al Pontevecchio viene costruita una tettoia, sotto la quale scorre il traffico veicolare. Nel 1939, l'arco viene poi spostato a ridosso del ponte. Le modifiche urbane e morfologiche novecentesche, culminate nella demolizione del ponte coperto (fig. 6), sembrano riflettere un radicale cambiamento di prospettiva, in risposta alle mutate esigenze, anche connesse alla viabilità urbana.

Un metodo per la ricostruzione virtuale del ponte, come era e dove era

La ricostruzione virtuale è avvenuta a partire dai documenti d'archivio seguendo un approccio scientifico sistematico di: collezione e acquisizione delle informazioni; analisi e interpretazione dei documenti raccolti; segmentazione degli elementi costruttivi e definizione del grado di incertezza; rappresentazione digitale e verifica dei dati. L'obiettivo è sviluppare una metodologia per documentare e visualizzare attraverso un modello, concettuale e digitale, la gestione delle informazioni relative al processo ricostruttivo e conoscitivo. La ricerca archivistica condotta ha permesso di individuare 28 disegni e incisioni, 34 fotografie storiche, un libretto di cantiere e faldoni con centinaia di lettere e documenti (fig. 7).

A seguito di una prima classificazione delle fonti sulla base dell'evoluzione storica del Pontevecchio, la sperimentazione di ricostruzione virtuale dal disegno d'archivio al modello 3D ha riguardato la prima fase storica individuata, quella del ponte fortificato trecentesco. Tutte le misure relative alle componenti architettoniche, estratte dagli elaborati metrici, sono state

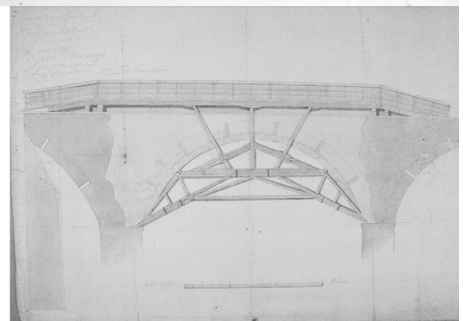
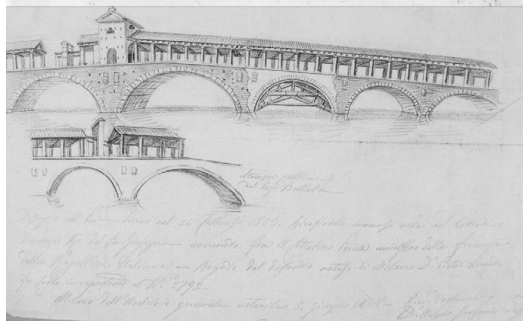
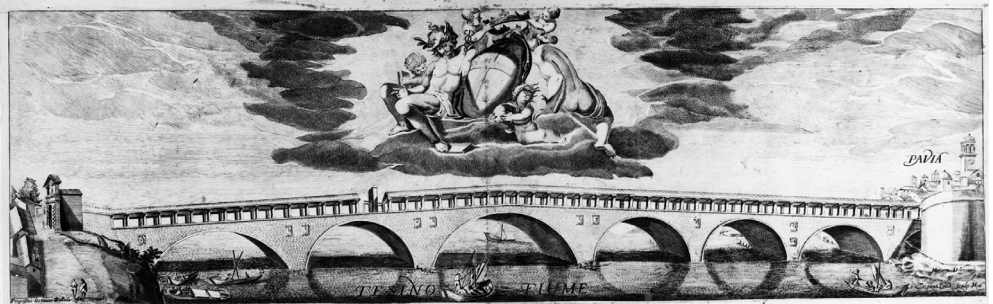


Fig. 4. (in alto) Fotografie storiche della cappella dedicata a Giovanni Nepomuceno; (al centro) incisione del Ponte Vecchio in cui è visibile il ponte levatoio costruito nel 1635; (in basso) ricostruzione dell'arcata mancante del ponte a seguito della distruzione del ponte levatoio. Tutte le immagini sono conservate presso i Musei Civici, Pavia.



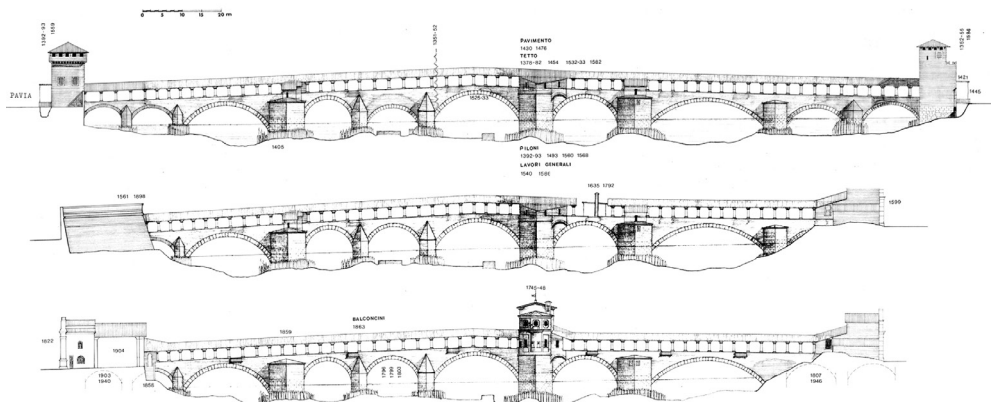
Fig. 5. (a sinistra) Il progetto della porta monumentale realizzato dall'architetto Amati; (a destra) due fotografie storiche dell'opera realizzata. Le immagini sono conservate presso l'Archivio Chiolini, Musei Civici, Pavia.



Fig. 6. Fotografie storiche del Pontevecchio dopo i bombardamenti del 1944. Particolare del cedimento dell'arcata e della distruzione della passerella pedonale temporanea che vi si appoggiava. Le fotografie sono conservate presso l'Archivio Aschieri-Calvi.



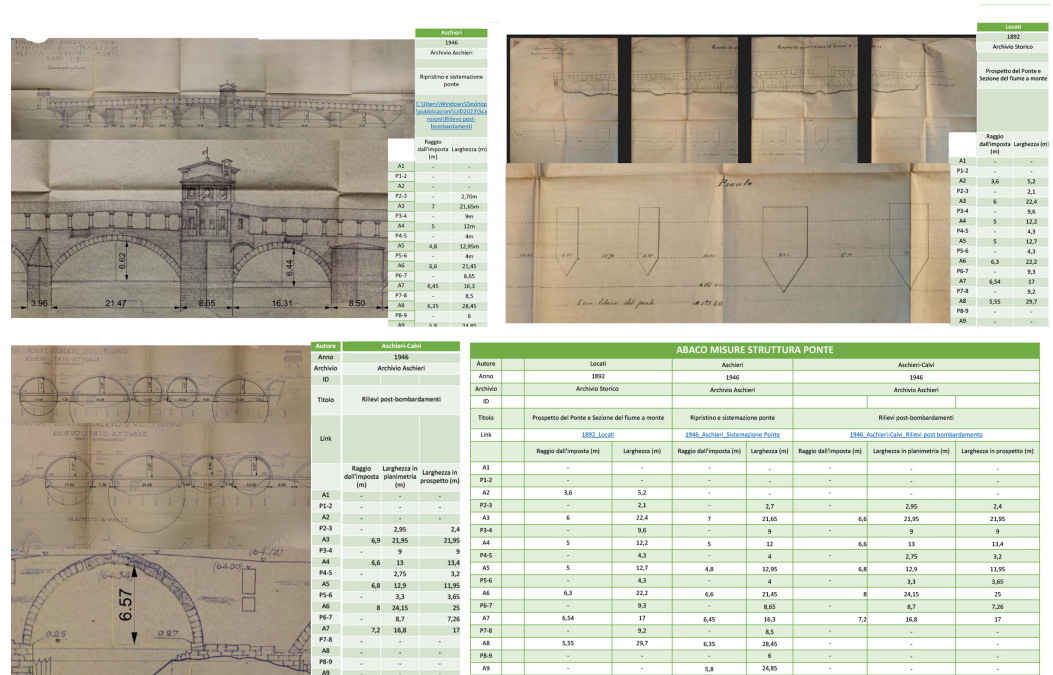
Fig. 7. (in alto) Alcuni momenti di raccolta dati negli Archivi di Pavia. Nelle immagini, esempi di tipologia di fonti analizzate: elaborati grafici di rilievo, progetti di ricostruzione, fotografie storiche e libretti di cantiere. (in basso) L'evoluzione costruttiva del ponte proposta dall'Architetto Aschieri, Archivio Disegni del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Pavia.



trascritte all'interno di una tabella, in modo da strutturare un primo abaco teso alla facilitazione delle successive azioni di ricostruzione (fig. 8). L'abaco ha consentito di individuare, soprattutto per ciò che concerne le strutture del ponte, discordanze metriche e dimensionali, rendendo obbligate ulteriori comparazioni tra le fonti per indirizzare la proposta di ricostruzione.

Rifacendosi alla tassonomia costruttiva e al vocabolario degli elementi dell'architettura classica, la struttura del ponte è stata suddivisa in diversi *Level of Elements* (fig. 9) [Apollonio, Giovannini 2015]. La scomposizione ha garantito un alto controllo relativo alle singole parti, individuando, per ciascuna di esse, la fonte da cui ricostruirle.

Fig. 8. Sistema di catalogazione delle misure relative alla struttura del ponte. (a sinistra) I disegni di Aschieri e Calvi; (a destra) la rappresentazione dei ponte di Locati con le misure desunte dagli elaborati del Genio Civile, Archivio Storico Civico, Pavia. I disegni sono stati sottoposti ad una prima fase di foto-raddrizzamento e, successivamente, gli elaborati sono stati quotati e le misure trascritte all'interno di un abaco.



Questo tipo di rappresentazione cognitiva [19] ha permesso di gestire in maniera chiara le informazioni metriche e grafiche delle fonti e il loro utilizzo durante la fase di modellazione 3D. Il processo ha assicurato la distinzione tra gli elementi basati su un tipo di ricostruzione metricamente oggettiva e quelli basati su un'approssimazione derivante da un'interpretazione soggettiva di disegni e affreschi.

Sulla base di questa suddivisione, sono stati definiti i gradi di incertezza degli elementi architettonici attraverso l'utilizzo di una scala colorimetrica. L'uso dei colori all'interno di una visualizzazione tridimensionale equivale ad una simbologia, seppur non ancora standardizzata e condivisa, che contribuisce "a tenere traccia di un processo di ricostruzione ipotetica" [20]. In accordo con quanto sostenuto da Apollonio [Apollonio 2016] e da Landes [Landes et al. 2019], sono state definite due differenti di scale colorimetriche, adattate al caso studio del Pontevecchio (fig. 10). La prima ha permesso di evidenziare le tipologie di fonti utilizzate nella ricostruzione, la seconda il loro grado di incertezza.

Sulla base delle precedenti azioni, è stata elaborata la prima ipotetica ricostruzione, restituendo la completezza formale della prima fase storica del ponte (fig. 11). Il risultato dell'intero processo ha definito tre aspetti fondamentali della rappresentazione: la forma generale del ponte, ovvero i caratteri legati alla geometria, alla dimensione e alla posizione spaziale; l'aspetto, ovvero le caratteristiche stilistiche del ponte medievale gli elementi costitutivi, ovvero le regole costruttive che ne hanno determinato la valenza storica e architettonica [Picchio, Dell'Amico 2018]. Per quanto concerne la verifica dell'incertezza, l'applicazione dei colori al modello ha permesso di avere contezza del valore scientifico della ricostruzione finale (fig. 12). La visualizzazione dell'incertezza si è dimostrata una soluzione efficiente di sintesi virtuale che permette di visualizzare chiaramente l'affidabilità degli elementi che com-

pongono il modello 3D. Inoltre, la possibilità di implementare il metodo impiegato rispetto alle fonti utilizzate, lo rende idoneo alla sua replicabilità per ogni fase storica individuata.

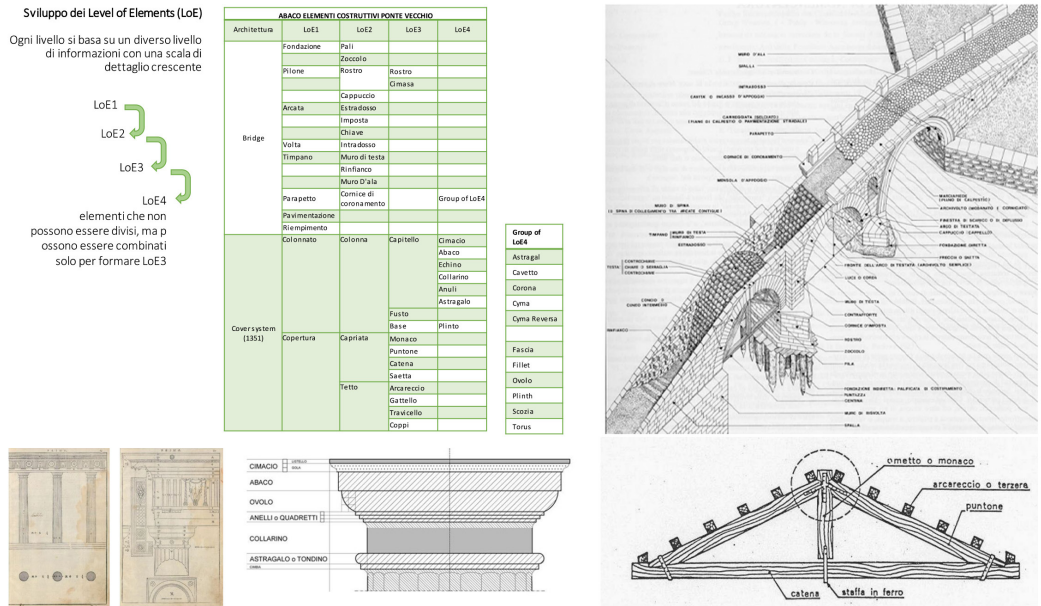
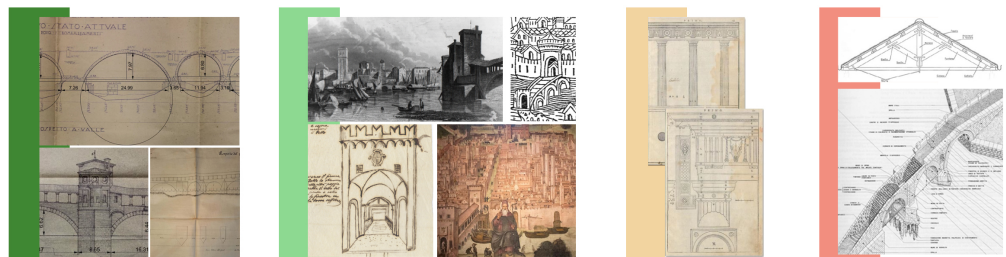


Fig. 9. Classificazione delle componenti architettoniche relative alla struttura del ponte e agli elementi della copertura. Al fine di strutturare un abaco completo, è stato necessario rifarsi ai trattati architettonici e alla tassonomia dei sistemi costruttivi del ponte. A destra, la nomenclatura del ponte, Galliazzo 2004; in basso, la nomenclatura delle componenti del capitello dorico, Palladio, I quattro libri dell'architettura.

Uncertainty	Landes et al., 2019	Very high level of knowledge confirmed by evidence and survey	High level of knowledge restored by logical deduction				Moderate knowledge modeled by analogy	Weak knowledge restituted by hypotheses	Pure assumption supposed to exist for defensive, structural or formal necessities
Archival sources	Apollonio, 2016	r.c. based on original drawing or sketch	r.c. based on sketch or documents	r.c. based on coeval design reference	r.c. based on architect's treatises /books	r.c. based on treatises references	r.c. based on specific architectural style	r.c. based on construction systems	r.c. failing references
	*vedi didascalia	r.c. based on survey drawings	r.c. based on sketch or documents reconstruction based on original design, survey documents, literature affected by a low level of dimensional accuracy	r.c. based on photography reconstruction based on historical photographs	r.c. based on coeval design reference reconstruction based on design reference dated to the same period of the drawing or building studied and which have significant stylistic similarities	r.c. based on architect's treatises /books reconstruction based on reference to treatises, books or architectural guidelines written by the architect, author of drawing or project studied	r.c. based on treatises references reconstruction based on reference to treatises or manuals to which the architect has or could have used his own reference	r.c. based on specific architectural style reconstruction based on interpretative hypotheses referring to specific architectural style	r.c. based on construction systems reconstruction based on interpretative hypotheses more threats, referring to the construction systems at that time in order to achieve solutions
1351	Zoccolo								
	Rostro								
	Cappuccio								
	Timpano								
	Colonne								
	Copertura								
	Torri medievali								
	Ponte levatoio								
	Arco laterale a Valle								
	Edifici su piloni								

Fig. 10. Classificazione dell'incertezza delle fonti sulla base delle scale cromatiche proposte da Apollonio 2016 e Landes et al. 2019. Ai fini della ricostruzione del Pontevecchio, è stato necessario aggiungere la voce relativa alle immagini fotografiche, che hanno supportato nella lettura dei dettagli costruttivi dei piloni del ponte, non visibili dagli elaborati grafici.



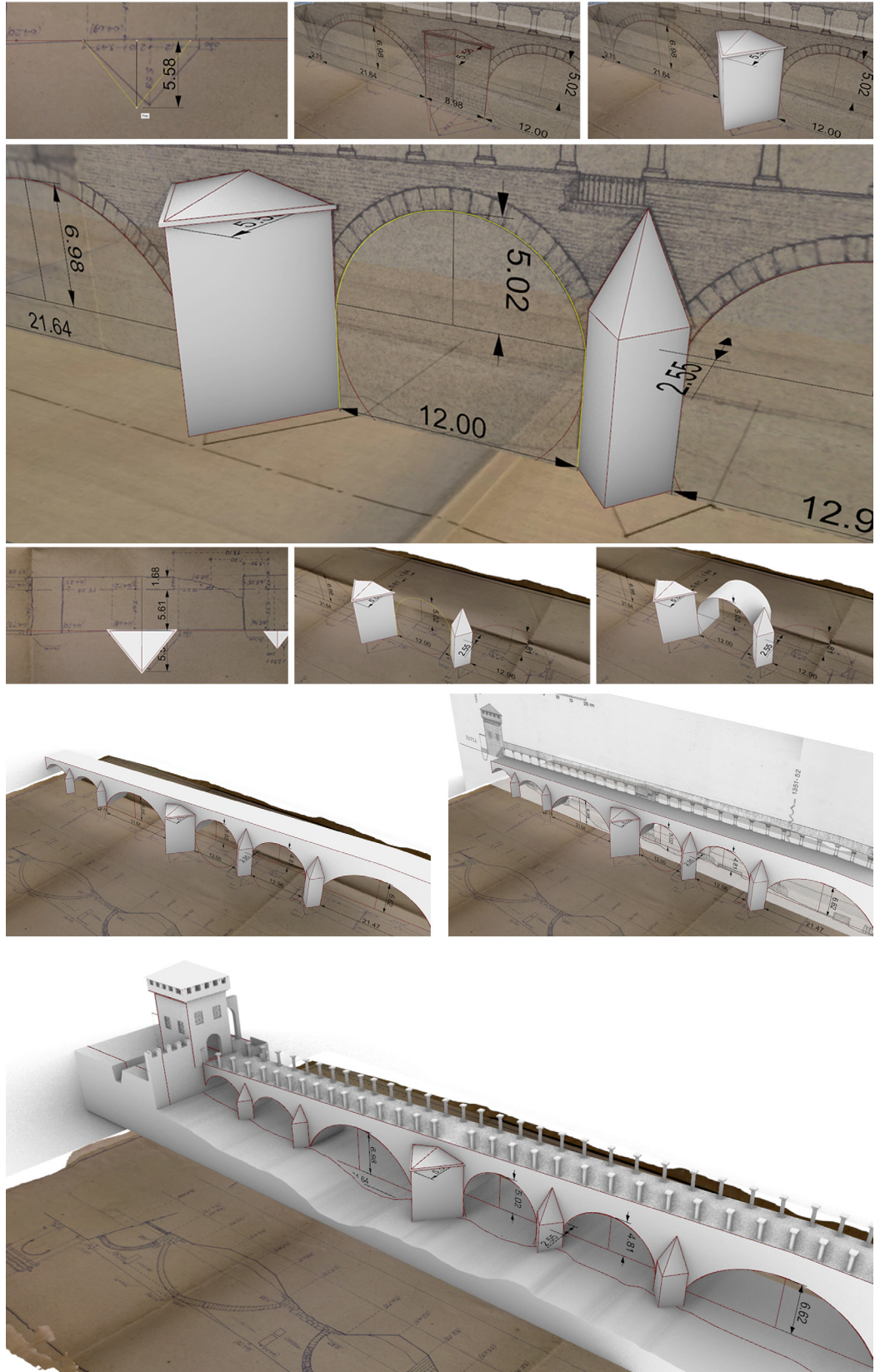


Fig. 11. Attività di ridisegno e modellazione del Pontevecchio a partire dagli elaborati tecnici prodotti dall'architetto Aschieri e dall'ingegnere Calvi subito dopo i bombardamenti del 1944. Elaborazioni grafiche delle autrici.

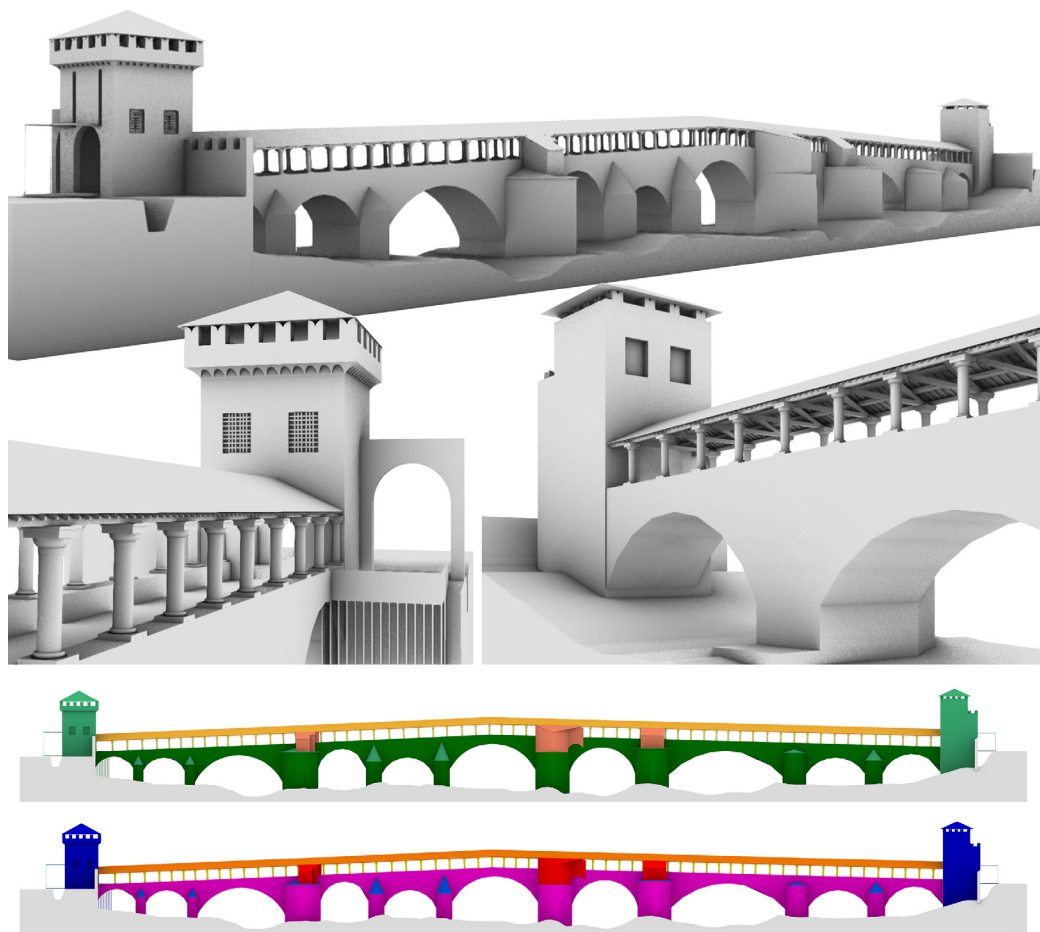


Fig. 12. (in alto) La rappresentazione digitale del Pontevecchio durante la prima fase storica (1351-1559). (in basso) La verifica dell'incertezza degli elementi costruttivi. Particolare attenzione è posta sull'assenza di riferimenti grafici relativi agli edifici che dovevano essere presenti sul ponte. La loro presenza è testimoniata da fonti testuali, senza però esplicitarne le caratteristiche strutturali e formali. Elaborazioni grafiche delle autrici.

Conclusioni

Il modello digitale del ponte non rappresenta unicamente un'immagine di un monumento perduto, quanto piuttosto uno strumento di conoscenza della ricchezza culturale che lo caratterizza. Il ponte virtuale diviene un elemento che 'cristallizza' interpretazioni e momenti del passato, e che accompagna le scienze della rappresentazione nel ruolo attivo di mediazione tra scoperta, fonti, resti materiali e comunità locale. L'implementazione della nuova rappresentazione del ponte all'interno di applicazioni di Realtà Aumentata o di Realtà Virtuale permetterà all'utente di avvalersi di una nuova modalità di fruizione del bene scomparso, trasformandolo in uno *smart cultural object* [Gaiani et al. 2015] che trasmette e genera conoscenza in modo attivo e dinamico attraverso i suoi contenuti e il suo significato espressivo ed estetico.

Note

[1] Lopez-Menchero, Grande 2011.

[2] Pettineo 2022.

[3] La riproduzione tridimensionale, pur avvalendosi di disegni tecnici e rappresentazioni pittoriche o fotografiche, risulta essere difficilmente verificabile, specialmente quando le immagini di cui si dispone sono state acquisite senza una logica fotogrammetrica. Apollonio et al. 2017.

[4] Demetrescu 2018.

[5] Per approfondimento, Scarpa 2020.

[6] Tra gli studi condotti per attestare la data di costruzione del ponte romano, si ricordano a titolo esemplificativo le ipotesi di Bernardo Sacco e Arturo Stenico. Chierico 2021.

[7] La prima pila, documentata nel 1893, è collocata sotto al quinto arco del Pontevecchio, tra le due pile trecentesche che lo sostenevano, e, dopo la demolizione del ponte fortificato, è oggi ben visibile. Nel 1976 e poi ancora nel 1981 emersero altre due pile. Peroni 1978.

[8] Per approfondimenti sulla posizione e l'architettura del ponte attuale, si veda Barbacci 1951.

[9] Si veda per approfondimento Peroni 1978.

[10] Per citarne alcuni: un disegno del 1451, conservato all'Archivio Storico di Pavia, le vedute di Bernardino Lanzani del 1522 e del 1524. Chierico 2021.

[11] Le dimensioni delle singole componenti architettoniche possono solamente essere valutate proporzionalmente tra loro e comunque sulla base di elaborati realizzati secoli più tardi o di verifiche condotte sui pochi resti visibili oggi. In entrambi i casi, non è possibile avere certezza metrica di come si configurasse il monumento. Un supporto lo offrono le testimonianze scritte, che utilizzano però unità di misura non metriche (piedi, braccia, ecc.).

[12] Non è possibile verificare con esattezza il numero delle arcate: a seconda degli autori ne vengono contate dalle otto alle undici. Questa variazione dipende dalle fonti (dipinti, elaborati e testi) utilizzate. Pavesi 1902.

[13] La località Borgo fronteggia il centro di Pavia ed è a questo direttamente connessa tramite il ponte.

[14] Esistono diverse ipotesi, nessuna delle quali confermata, sull'effettivo numero di colonne presenti sul Pontevecchio. Chierico 2021.

[15] La descrizione del ponte nelle diverse fasi individuate e di seguito riportate non ha la pretesa di raccontare ognuna delle modifiche apportate negli anni al Pontevecchio. In questa sede è stata data la precedenza a quelle ritenute più significative per l'analisi condotta.

[16] Si veda per approfondimento Calvi, Arecchi 1974.

[17] La documentazione grafica e testuale relativa alla Cappella settecentesca è consultabile presso gli archivi pubblici e privati siti in Pavia. Per ulteriori specifiche, si veda in fondo al testo.

[18] Per approfondimenti, si vedano i documenti conservati presso l'Archivio Storico di Pavia, Piazza Petrarca, 2.

[19] De Luca 2011; Apollonio 2012.

[20] Cazzaro 2022, p. 358.

Ringraziamenti

Si ringraziano i responsabili e il personale di: Archivio di Stato di Pavia, Archivio Storico Civico di Pavia, Archivio Disegni del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia e Archivio privato Calvi per aver messo a disposizione le fonti documentarie utilizzate per la ricerca.

Riferimenti bibliografici

Apollonio F.I. (2012). Strutture semantiche di modelli digitali 3D di opere palladiane. In AA.VV. *Palladio Lab. Architetture palladiane indagate con tecnologie digitali*, pp. 28-36, Vicenza: CISAAP.

Apollonio F.I. (2016). Classification Schemes for Visualization of Uncertainty in Digital Hypothetical Reconstruction. In *3D Research Challenges II*, LNCS 10025, pp. 119-35.

Apollonio F.I., Fallavollita F., Giovannini E.C., Foschi R., Corso S. (2017). The reconstruction of drawn architecture. In *Studies in Digital Heritage*, 1(2), pp. 380-395.

Apollonio F.I., Gaiani M., Sun Z. (2013). 3D modeling and data enrichment in digital reconstruction of architectural heritage. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, XL-5/W2, pp. 43-48.

Apollonio F.I., Giovannini E.C. (2015). A paradata documentation methodology for the Uncertainty Visualization in digital reconstruction of CH artifacts. In *SCIRES-IT*, 5(1), pp. 1-24.

Barbacci A. (1951). La ricostruzione del ponte coperto di Pavia. In *Architetti*, 2(11), pp. 21-26.

- Calvi G., Arecchi, A. (1974). *Un monumento distrutto del quale si è conservata l'immagine: il Ponte Coperto sul Ticino*. Pavia: Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Pavia.
- Cazzaro I. (2022). Dialoghi tra diverse discipline (e lingue): una terminologia condivisa per le ricostruzioni digitali 3D ipotetiche e per la classificazione del loro livello di incertezza. In C. Battini, E. Bistagnino (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*. pp. 351-372, Milano: FrancoAngeli.
- Chierico P.V. (2021). *Come non era e dove non era. Il giallo del ponte sul Ticino di Pavia*. Pavia: PIME editrice.
- De Luca L. (2011). Towards the semantic characterization of digital representations of architectural artifacts: programmatic lines of research. In *DisegnareCon*, 4(8), pp. 99-106.
- Dell'Amico A. (2022). Memoria e modello digitale. La costruzione di un sistema informativo per la salvaguardia del patrimonio architettonico diffuso dell'Upper Kama. In *Restauro Archeologico*. 30(1), pp. 32-53.
- Demetrescu E. (2015). Archaeological stratigraphy as a formal language for virtual reconstruction. Theory and practice. In *Journal of Archaeological Science*, 57, pp. 42-55.
- Demetrescu E. (2018). Virtual Reconstruction as a Scientific Tool. In S. Münster, K. Friedrichs, F. Niebling, A. Seidel-Grzesińska (a cura di). *Digital Research and Education in Architectural Heritage. 5th Conference, DECH 2017*. Dresden, 30-31 Marzo 2017, vol 817, pp. 102-116, Cham: Springer.
- Einaudi D., Spreafico A., Chiabrando F., Della Coletta C. (2020). From archive documentation to online 3D model visualization of no longer existing structures: the Turin 1911 project. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, XLIII-B2-2020, pp. 837-844.
- Gaiani M., Apollonio F. I., Martini B. (2015). A design framework for Smart Cultural Objects. In *Strategic Design Research Journal*, 8(1), pp.21-28.
- Galasso F., Parrinello S., Picchio F. (2021). From excavation to drawing and from drawing to the model. The digital reconstruction of twenty-year-long excavations in the archaeological site of Bedriacum. In *Journal of Archaeological Science: Reports*. 35.
- Galliazzo V. (2004). I ponti romani. In *Elementos de Ingeniería Romana*. <https://www.traians.net/pdfs/2004_ponti01.pdf>. (consultato il 2 febbraio 2023)
- Landes T., Heissler M., Koehl M., Benazzi T., Nivola T. (2019). Uncertainty visualization approaches for 3D models of castles restituted from archeological knowledge. In *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. 42, n. 2/W9, pp. 409-416.
- Lopez-Menchero VM., Grande A. (2011). The principles of the Seville Charter. In *Atti del Simposio CIPA 23*, Praga, 12-16 settembre 2011, pp. 2-6. <<https://www.cipaheritagedocumentation.org/wp-content/uploads/2018/12/L%20C3%B3pez-Menchero-Grande-The-principles-of-the-Seville-Charter.pdf>>. (consultato il 2 febbraio 2023)
- Miceli A., Morandotti M., Parrinello S. (2020). 3D survey and semantic analysis for the documentation of built heritage. The case study of Palazzo Centrale of Pavia University. In *VITRUVIO. International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, 5(1), pp. 65-80.
- Parrinello S. (a cura di). (2019). *Digital & Documentation: Databases and models for the enhancement of Heritage*. Pavia: Pavia University Press.
- Parrinello S., De Marco R., Galasso F. (2020) Un protocollo di modellazione urbana mediante abachi e modulo tecnologici. Dal rilievo digitale al sistema informativo 3D per il centro storico di Betlemme. In *Dienne*, 6, pp. 52-69.
- Parrinello S., Dell'Amico A. (2021). From survey to parametric models: HBIM systems for enrichment of cultural heritage management. In C. Bolognesi, D. Villa (a cura di). *From Building Information Modelling to Mixed Reality*. pp. 89-107, Cham: Springer.
- Parrinello S., Dell'Amico A., Galasso F. (2022). Arsinoe 3D. La narrazione digitale di uno scavo archeologico/Arsinoe 3D. A project for the digital narration of an archaeological excavation. In C. Battini, E. Bistagnino (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*, pp. 881-902, Milano: FrancoAngeli.
- Parrinello S., Picchio F., Bercigli M. (2016). The 'migration' of reality in virtual scenarios: databases and documentation systems for the musealization of complex environments. In *Disegnarecon*, 9(17), pp.14.1-14.8.
- Parrinello S., Picchio F., De Marco R. (2017). Pavia 3D: Reading and decomposition of the city for the construction of dynamic databases on heritage. In *Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2017. n 1*, pp. 33-45.
- Pavesi P. (1902). *Il Ponte Ticino*. Pavia: Tipografia Rossetti.
- Peroni A. (1978). Residenza signorile e costruzioni pubbliche. In A. Peroni, M.G. Albertini Ottolenghi, D. Vicini, L. Giordano (a cura di). *Pavia. Architettura dell'età sforzesca*, pp. 9-103, Torino: Istituto Bancario San Paolo di Torino.
- Pettineo A. (2022). Videogrammetry for the virtual philological reconstruction of the Scaliger fortifications in the territory of Verona. The case study of Montorio Castle. In S. Parrinello, S. Barba, A. Dell'Amico, A. di Filippo (a cura di). *D-SITE, Drones - Systems of Information on Cultural Heritage for spatial and social investigation*, pp. 104-111, Pavia: Pavia University Press.

Picchio F., Bercigli M., De Marco R. (2019). Digital Scenarios and Virtual Environments for the Representation of Middle Eastern Architecture. In C. Marcos (a cura di). *Graphic Imprints: The Influence of Representation and Ideation Tools in Architecture, EGA2018*, Alicante, 30 Maggio - 1 Giugno 2018, pp. 541-556.

Picchio F., Dell'Amico A. (2018). Signs and Structures of Oltrepò Pavese: Summary for the Graphic Representation of the Traditional Cityscape. In G. Amoruso (a cura di) *Putting Tradition into Practice: Heritage, Place and Design. Proceedings of 5th INTBAU International Annual Event 5*, Milano, 5-6 Luglio 2017, vol. 3, pp. 904-913, Cham: Springer.

Tozzi P. (1997). *Pavia Antica Città*. Varzi: Guardamagna.

Autori

Silvia La Placa, Università degli Studi di Pavia, silvia.laplaca@unipv.it

Francesca Galasso, Università degli Studi di Pavia, francesca.galasso@unipv.it

Per citare questo capitolo: La Placa Silvia, Galasso Francesca (2023). Dall'archivio al modello: processi metodologici per valorizzare il patrimonio invisibile/ From Archive to Model: Methodological Processes to Enhance Invisible Heritage. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1546-1571.



From Archive to Model: Methodological Processes to Enhance Invisible Heritage

Silvia La Placa
Francesca Galasso

Abstract

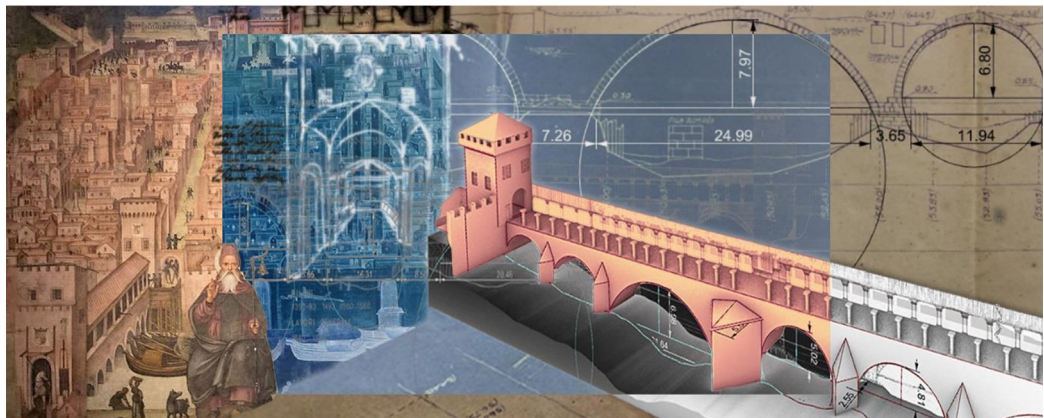
The contribution describes part of a broader research whose ambition is the dissemination and valorisation, through interactive modes of representation, of the architectural phases that characterised the no more existing Pontevecchio over the Ticino.

In 2021, the city of Pavia celebrated the 70th anniversary of the new Ponte Coperto, built following the demolition of the 14th-century one. Despite the long-standing and fierce opposition to the demolition and proposals to restore and repair the ancient piers, damaged by World War II bombings, all that remains of the fortified bridge are a few ruins. From these premises comes the need to study, analyse and return the ancient symbol to the city, in virtual form, making use of the possibilities offered today by digital technology. The reconstruction of the invisible heritage, and of the forms it has taken over more than six centuries of modifications and stratifications, becomes possible starting from a critical in-depth study of surveys and drawings preserved in numerous archives.

The different architectural components, which over time have qualified the monument on an aesthetic and functional level, are reproduced through the application of virtualisation and 3D modelling strategies. The experimentation, aimed at the narration of historical macro-phases and their possible verification methods, is configured as an attempt to systematise a replicable methodology 'from the archive to the digital model' for the narration of an invisible heritage.

keywords

Invisible heritage, Virtual reconstruction, Uncertainty verification, Pontevecchio sul Ticino, Pavia



The reconstruction of
Pavia's Ponte Vecchio.
Digital archives.

Introduction

Despite the continuous development of innovative practices and solutions proposed within national and international projects, currently digitisation processes do not fully meet the needs related to the virtual reconstruction [1] of the Invisible Heritage. Examples of adoptable strategies and methods are numerous in the literature [Parrinello et al. 2022; Apollonio 2016; Demetrescu 2015]. These demonstrate the need to integrate three-dimensional digital representation methods and tools with activities of analysis and study of historical archival sources, to corroborate reconstructive hypotheses and validate the final models. Experiments of hypothetical virtual reconstruction of the invisible heritage are usually supported by metric verifications [Apollonio et al. 2017; Parrinello et al. 2017]. These are carried out from laser scanner and photogrammetric surveys of the actual morphology of the remains of the investigated artwork or of the same context in which it was located, if unchanged [2]. However, historical heritage is by its own nature stratified [Einaudi et al. 2020] and it is not always possible to have sufficient graphical drawings to reconstruct each evolutionary phase of the architecture under investigation [3]. In cases where the source images are exclusively historical drawings or paintings without metric references, additional types of documentary sources must be employed. These are necessary to be able to accompany the analysis and modelling process with information about the different possible levels of uncertainty and thus subsequent accuracy of the reproduction [Einaudi et al. 2020]. In the virtual product, it should be possible to immediately distinguish the portions verified on the basis of the original work, from those whose reconstruction is the result of a hypothesis that is not necessarily metrically verified. However, even when these are clearly discernible, it is still very complicated to recognise the sources and logical processes used to formulate the reconstructive hypotheses. The consequence is often traceable to a “black box” [4] in which reconstructions are considered a fiction rather than a coherent representation of a constructive phase of the past. The use of 3D models thus becomes not only the tool through which to document and communicate the different forms assumed by a specific asset over time and now lost, but also the means through which to be aware of the uncertainty and accuracy that qualify each digitally reproduced architectural component [Picchio et al. 2019; Parrinello et al. 2020]. In this sense, the lost heritage of the Pontevecchio on the Ticino is configured as an emblematic case study, on which to launch an experiment aimed at diachronic visualisation and an initial verification of the historical phases that have followed one another over more than six centuries.

The three bridges over the Ticino

The city of Pavia, located close to the Ticino River, traces its origins back to the time of the pre-Roman tribes from which it was founded. The city's close relationship with the river is evidenced by numerous documents that mention the presence of a bridge that continued the Roman *cardo*, enabling the city to reach the Lomellina area, the Po, and the trade routes to Genoa and the Ligurian Sea (fig. 1). The strategic importance of the axis led to the construction (and reconstruction) of at least three stone and masonry bridges over time. The first, of uncertain date, is considered to be of Roman age and is attested to have been destroyed in the 14th century. No graphic sources have survived of the Roman bridge, but the remains of three piers are visible during periods of low river flow [5]. The second, known as Pontevecchio, was built in 1351 and was destroyed in 1948, after having been bombed in September 1944 without ever being restored. The third is the present Covered Bridge of Pavia, built about thirty metres downstream of the previous ones in 1951 [6]. The research focuses on the second bridge, the longest-lived and historically stratified bridge, of which few traces still remain today in Pavia and on the Ticino.



Fig. 1. (left) The Siege of Pavia in 1525, xylograph, Musei Civici, Pavia; (right) cadastral map of Pavia, second half of the 19th century, Archivio Storico Civico, Pavia.

Phases investigation of the Pontevecchio

The covered bridge in Pavia, built on the ruins of the Roman bridge, was designed as a fortified infrastructure at the request of the administrative bodies, at a time of historical resistance of the citizens to the Visconti Seigniorship [7]. However, it was only the latter who later coordinated a significant architectural and urban renovation programme, making the artefact a work connected to the entire fortified system of Pavia. Over time, the renewal of the city walls on the left bank of the Ticino and the changed political needs of the city affected the original features of the bridge. The changes are recorded in numerous textual documents, frescoes and paintings. Based on the sources, five evolutionary macro-phases were identified in the first part of the research. These, more than others, appeared significant, as the Pontevecchio seems to reflect the changing times, needs and commercial and political conditions of Pavia.

The description of the original morphology of the bridge is based on a reconstructive hypothesis structured from graphic and textual sources of about a century after the date of its actual realisation [8].

The different perspectives from which the bridge is illustrated in documents from the 14th century (fig. 2) allow us to reconstruct its main architectural components, albeit with a high degree of metric approximation [9]. The fortified bridge consisted of eight arches [10] of irregular light supported by massive piers. At the ends of the monument, with its hump-backed profile, two quadrangular towers stood out: the one on the city side, signalling the castle, and the one on the Borgo side [11] equipped with a drawbridge from the 15th century. To further protect the structure, a hundred [12] round marble columns supported a roofing tile covering the entire length of the bridge.

In 1561 Pavia was provided with new walls and the fortified tower on the city side was demolished to allow the construction of the bastion [13]. The configuration of the bridge was further disrupted in 1582, when the roof was blown off by a cloudburst and only three supporting columns remained intact, later replaced with rectangular pillars [14]. A new

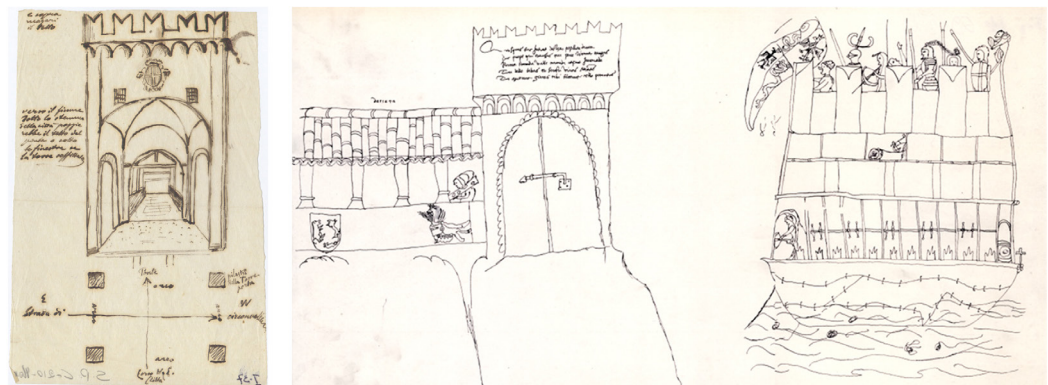


Fig. 2. (left) Drawing from the collection of the Musei Civici, Pavia; (right) sketches held in the Drawings Archive of the Department of Civil Engineering and Architecture, University of Pavia.

defensive wall around the Borgo made the remaining tower redundant. The tower was therefore demolished and replaced with a monumental gate in 1598 (fig.3).

By defining the morphological change of the bridge, its presence made explicit its deeper functional change. The bridge, which was part of the defensive system, became a privileged access point to the city. In 1754, work was completed on a chapel, financed by the people. This would have allowed citizens and townspeople to keep the statue of John of Nepomuk, patron saint of bridges and drowned people. The chapel has been documented in numerous paintings and photographs [15]. The chapel enriched Pontevecchio's religious function,



Fig. 3. Porta Monumentale on the Borgo del Pontevecchio side. Historical photographs preserved at the Aschieri-Calvi Archive, Pavia.

further distancing it from its role as a fortification. As a confirmation of this, in 1792, the drawbridge from 1635 (the only one remaining) was demolished and the archway, cut in order to build it, was rebuilt (fig. 4). In 1825, on the city side, a monumental gate was built according to the project of architect Carlo Amati (fig. 5). This was separated from the Pontevecchio in 1898 when, by demolishing the walls and modifying the bastion, the entrance hall that joined the two elements was destroyed. Numerous documents show the differences between the design of the gate and the realized monument [16]. The documents reveal significant interventions in the second half of the century. These include the opening of the parapets at the entrance to the city and the construction of the small balconies and of stairs to allow the descent to the river. The 19th-century modifications still suggest a new use for the covered bridge, which becomes a meeting and resting place for citizens. In 1904, a roof was built to reconnect the monumental gate to the Pontevecchio, under which vehicular traffic flows. In 1939, the arch was then moved to the back of the bridge. The twentieth-century urban and morphological modifications, culminating in the demolition of the covered bridge (fig. 6), seem to reflect a radical change in perspective, in response to changing needs, also related to the urban road system.

A method for the virtual reconstruction of the bridge, as it was and where it was

The virtual reconstruction was carried out from archive documents following a systematic scientific approach of: collection and acquisition of information; analysis and interpretation of the collected documents; segmentation of the construction elements and definition of the degree of uncertainty; digital representation and verification of the data. The objective is to develop a methodology to document and visualise through a model, both conceptual and digital, the management of information related to the reconstructive and cognitive process. The archival research carried out identified 28 drawings and engravings, 34 historical photographs, a site booklet and folders with hundreds of letters and documents (fig. 7). Following an initial classification of the sources on the basis of the historical evolution of Pontevecchio, the experimentation of virtual reconstruction from archive drawing to 3D model concerned the first identified historical phase, that of the 14th-century fortified bridge. All the measurements of the architectural components, extracted from the metric

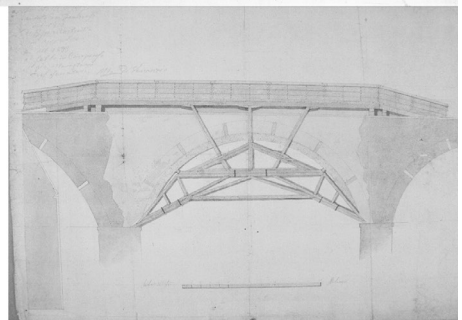
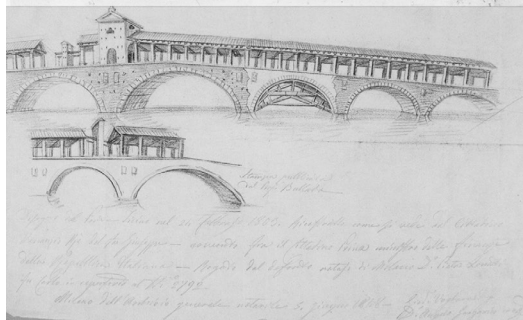
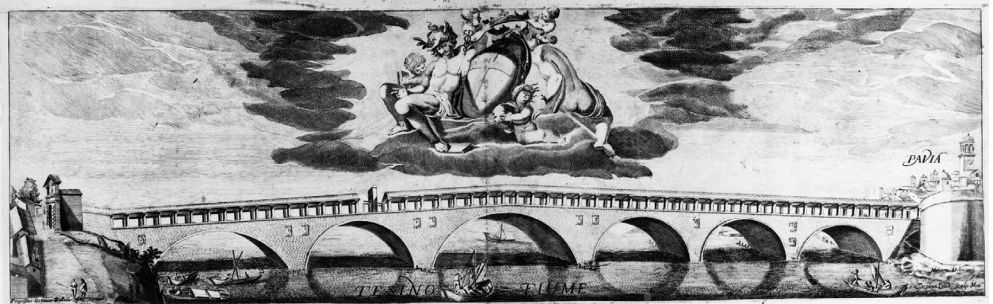


Fig. 4. (top) Historical photographs of the chapel dedicated to John of Nepomuk; (centre) engraving of the Ponte Vecchio where the drawbridge built in 1635 is visible; (below) reconstruction of the missing arch of the bridge following the destruction of the drawbridge. All images are preserved at the Musei Civici, Pavia.



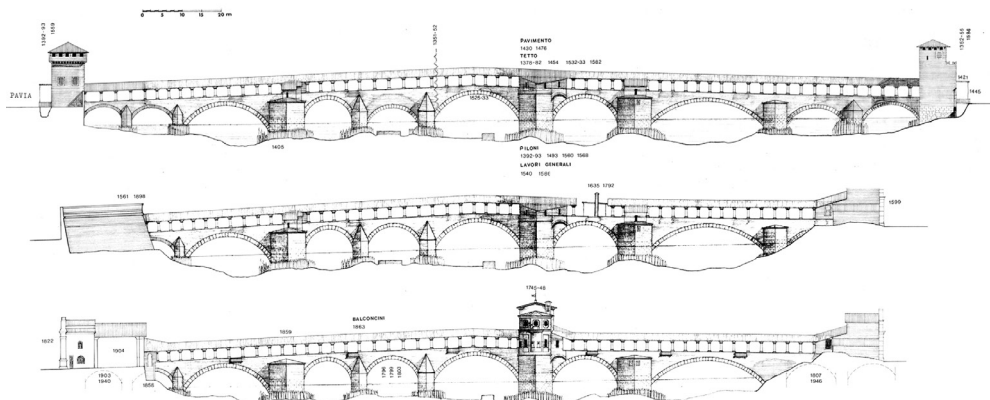
Fig. 5. (left) The project for the monumental gate by architect Amati; (right) two historical photographs of the completed work. The images are stored in the Chiolini Archive, Musei Civici, Pavia.



Fig. 6. Historical photographs of Pontevecchio after the bombing in 1944. Detail of the collapse of the archway and the destruction of the temporary footbridge that rested on it. The photographs are kept at the Aschieri-Calvi Archive.



Fig. 7. (top) Some moments of data collection in the Pavia Archives. In the pictures, examples of the types of sources analysed: graphic reliefs, reconstruction projects, historical photographs and construction site booklets. (below) The construction evolution of the bridge proposed by Architect Aschieri, the Drawings Archive of the Department of Civil Engineering and Architecture, University of Pavia.



drawings, were transcribed into a table in order to structure an initial abacus aimed at facilitating subsequent reconstruction actions (fig. 8).

The abacus made it possible to identify metric and dimensional discrepancies, especially with regard to the bridge structures, making further comparisons between the sources compulsory in order to direct the reconstruction proposal. Referring to the construction taxonomy

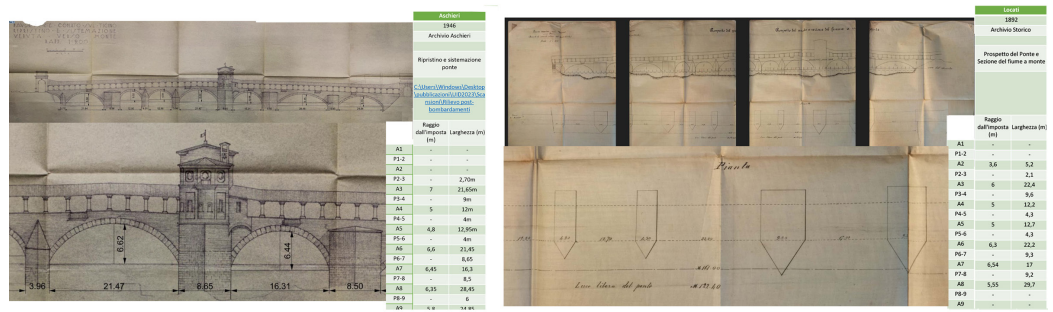


Fig. 8. Cataloguing system of the bridge structure measurements. (left) Drawings by Aschieri and Calvi; (right) the representation of Locati's bridge with the measurements taken from the drawings of the Civil Engineers, Archivio Storico Civico, Pavia. The drawings were subjected to an initial photo-rectification phase and, subsequently, the drawings were dimensioned and the measurements transcribed into an abacus.



Fig. 9. Classification of architectural components related to the bridge structure and roof elements. To structure a complete abacus, it was necessary to refer to architectural treatises and the taxonomy of bridge construction systems. (right) The nomenclature of the bridge, Galliazzo 2004; (below) the nomenclature of the components of the Doric capital, Palladio, The Four Books of Architecture.

and element vocabulary of classical architecture, the structure of the bridge was divided into different Level of Elements (Fig. 9) [Apollonio, Giovannini 2015].

The subdivision ensured a high degree of control over the individual parts, identifying the source from which to reconstruct them. This type of cognitive representation [17] made it possible to clearly manage the metric and graphical information of the sources and their use during the 3D modelling phase. The process ensured the distinction between elements based on a metrically objective type of reconstruction and those based on an approximation derived from a subjective interpretation of drawings and frescoes.

Based on this subdivision, the degrees of uncertainty of the architectural elements were defined through the use of a colour scale. The use of colours within a three-dimensional visualisation is equivalent to a symbology, albeit not yet standardised and shared, which helps “to keep track of a hypothetical reconstruction process” [18]. In accordance with Apollonio, [Apollonio 2016] and Landes [Landes et al. 2019], two different colorimetric scales were defined and adapted to the Pontevecchio case study (fig. 10). The first made it possible to highlight the types of sources used in the reconstruction, the second their degree of uncertainty.

Uncertainty	Landes et al., 2019	Very high level of knowledge confirmed by evidence and survey	High level of knowledge restored by logical deduction				Moderate knowledge modeled by analogy	Weak knowledge restituted by hypotheses		Pure assumption supposed to exist for defensive, structural or formal necessities
Archival sources	Apollonio, 2016	r.c. based on original drawing or sketch	r.c. based on sketch or documents	r.c. based on coeval design reference	r.c. based on architect's treatises /books	r.c. based on treatises references	r.c. based on specific architectural style	r.c. based on construction systems	r.c. based on construction systems	r.c. failing references
	*vedi didascalia	r.c. based on survey drawings	r.c. based on sketch or documents	r.c. based on photography	r.c. based on coeval design reference	r.c. based on architect's treatises /books	r.c. based on treatises references	r.c. based on specific architectural style	r.c. based on construction systems	r.c. failing references
		reconstruction based on original design survey drawing	reconstruction based on sketch or some documents, therefore affected by a low level of dimensional accuracy.	reconstruction based on historical photographs	reconstruction based on design reference dated to the same period of the drawing or building studied and which have significant stylistic similarities.	reconstruction based on reference to treatises, books or architectural guideline written by the architect, author of drawing or project studied	reconstruction based on reference to treatises or manual to which the architect has or could have used as his own reference	reconstruction based on interpretative hypothesis referring to specific architectural style	reconstruction based on interpretative hypothesis more thrusts, referring to the construction systems at that time in order to achieve solutions	reconstruction based on reconstructive conjectures failing references
1351	Zoccolo									
	Rostro									
	Cappuccio									
	Timpano									
	Colonne									
	Copertura									
	Torri medievali									
Ponte levatoio										
Arco laterale a Valle										
Edifici su piloni										

Fig. 10. Source uncertainty classification based on the colorimetric scales proposed by Apollonio, 2016 and Landes et al. 2019. For the purposes of the reconstruction of the Pontevecchio, it was necessary to add the entry on photographic images, which supported the reading of the construction details of the bridge piers, not visible in the graphical drawings.



On the basis of the previous actions, the first hypothetical reconstruction was elaborated, restoring the formal completeness of the bridge's first historical phase (fig. 11). The result of the entire process defined three fundamental aspects of the representation: the general shape of the bridge, i.e. the characters related to its geometry, size and spatial position; the appearance, i.e. the stylistic characteristics of the medieval bridge the constituent elements, i.e. the construction rules that determined its historical and architectural value [Picchio, Dell'Amico 2018]. With regard to the verification of uncertainty, the application of colours to the model made it possible to gain an insight into the scientific value of the final reconstruction (Fig. 12). The visualisation of the uncertainty proved to be an efficient virtual synthesis solution that allows the reliability of the elements making up the 3D model to be clearly visualised. Furthermore, the possibility of implementing the method used with respect to the sources used makes it suitable for replication for each identified historical phase.

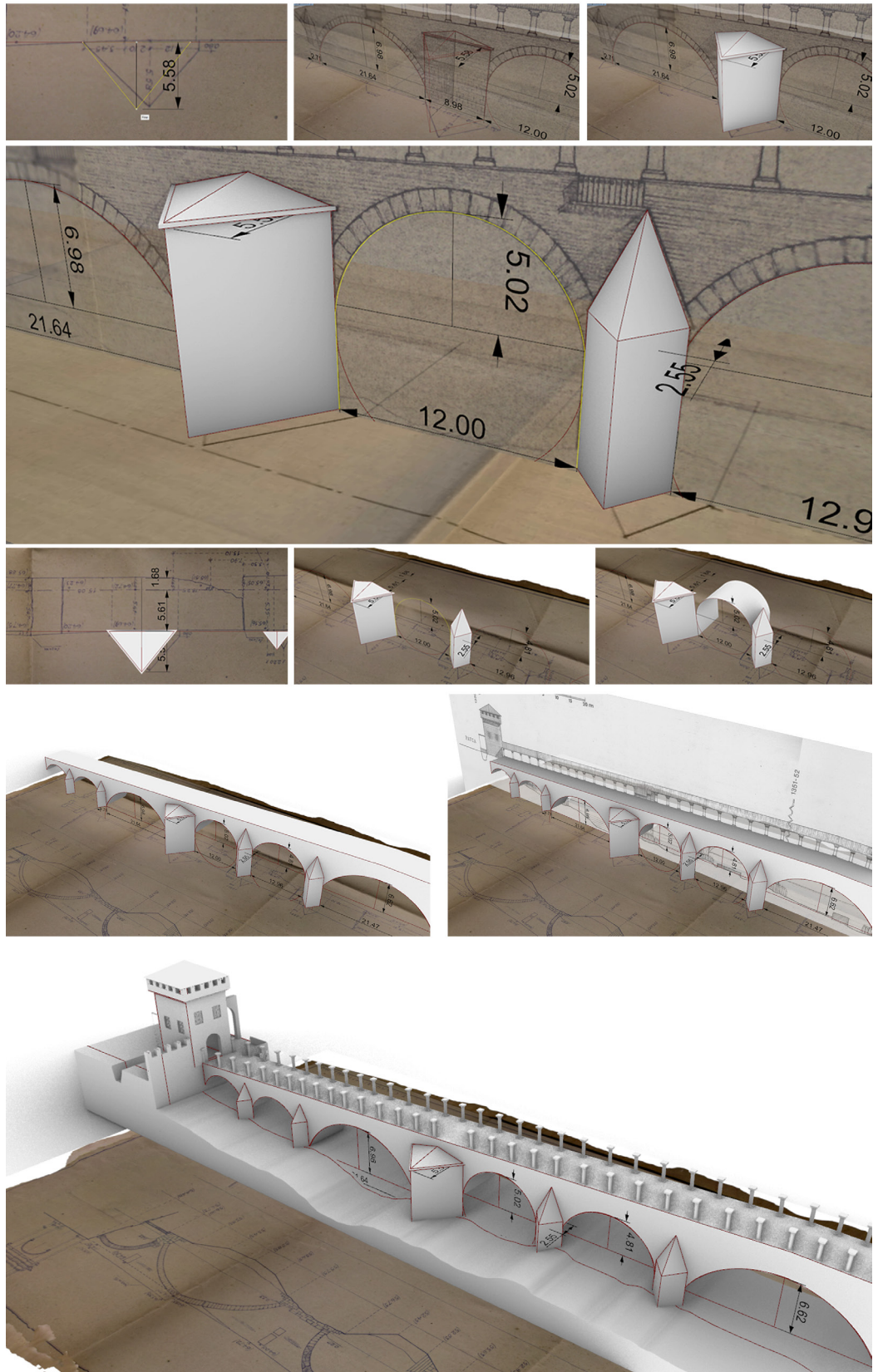


Fig. 11. Redesigning and modelling activities of the Pontevecchio starting from the technical drawings produced by architect Aschieri and engineer Calvi immediately after the 1944 bombing.

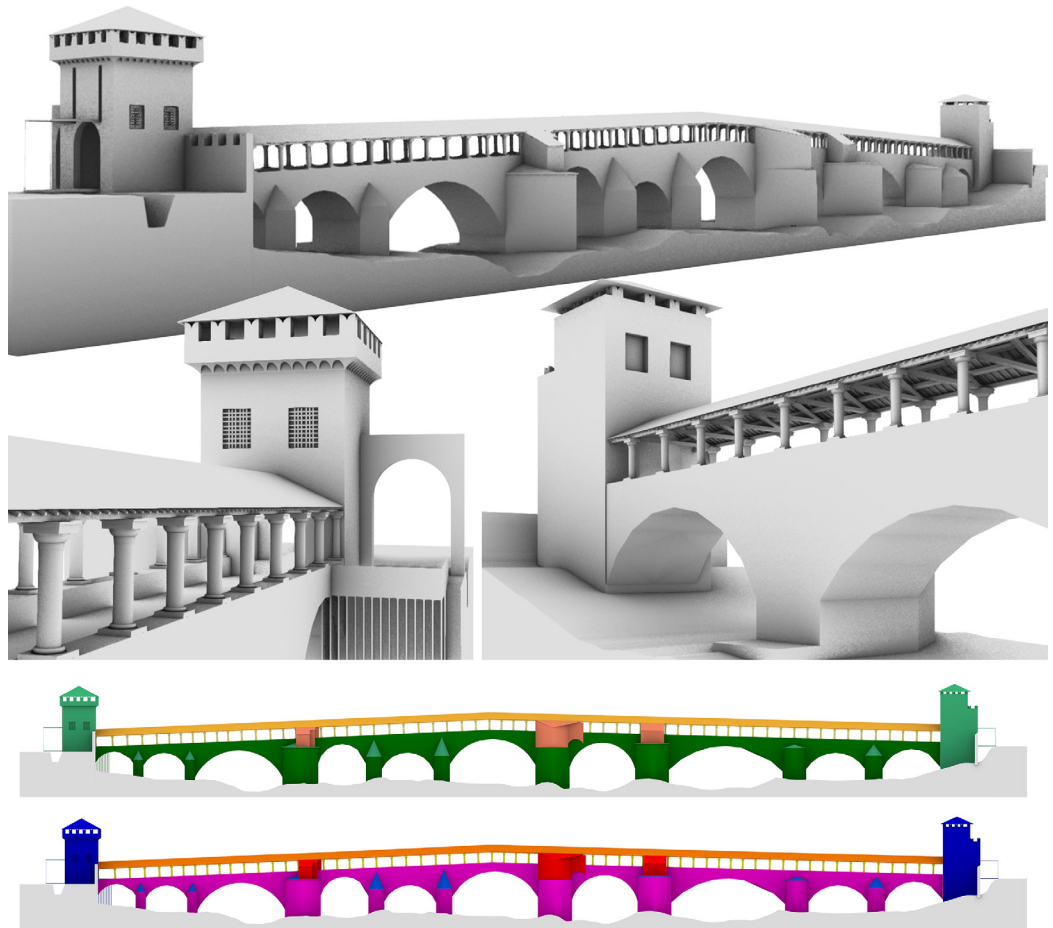


Fig. 12. (top) Digital representation of Pontevecchio during the first historical phase (1351-1559); (bottom) the uncertainty check of the construction elements. Particular attention is paid to the absence of graphic references to the buildings that must have been present on the bridge. Their presence is testified to by textual sources, but their structural and formal characteristics are not made explicit.

Conclusions

The digital model of the bridge does not merely represent an image of a lost monument, but rather a tool for understanding its cultural richness. The virtual bridge becomes an element that crystallises interpretations and moments from the past, and accompanies representation science in the active role of mediating between discovery, sources, tangible remains and the local community. The implementation of the new representation of the bridge within Augmented Reality or Virtual Reality applications will allow the user to make advantage of a new modality of fruition of the disappeared asset, transforming it into a smart *cultural object* [Gaiani et al. 2015] that transmits and generates knowledge in an active and dynamic way through its contents and its expressive and aesthetic meaning.

Notes

[1] Lopez-Menchero, Grande 2011.

[2] Pettineo 2022.

[3] Three-dimensional reproduction, even with the aid of technical drawings and pictorial or photographic representations, is difficult to verify, especially when the images available have been acquired without a photogrammetric logic. Apollonio et al. 2017.

[4] Demetrescu 2018.

[5] The first pier, documented in 1893, is located under the fifth arch of Pontevecchio, between the two 14th-century piers that supported it, and, after the demolition of the fortified bridge, today is clearly visible. In 1976 and again in 1981, two more piers emerged. Peroni 1978.

[6] For more on the location and architecture of the current bridge, Barbacci 1951.

[7] See for more details Peroni, 1978.

[8] To mention a few: a drawing from 1451, kept in the Pavia Historical Archives, and Bernardino Lanzani's views from 1522 and 1524. Chierico, 2021.

[9] The dimensions of the individual architectural components can only be estimated proportionally to each other and in any case based on drawings made centuries later or verifications conducted on the few remains visible today. In both cases, it is not possible to be metrically sure how the monument was configured. Written records offer some support, but in these non-metric units of measurement (feet, arms, etc.) are used.

[10] It is not possible to verify the exact number of arches: depending on the authors, eight to eleven are counted. This variation depends on the sources (paintings, drawings and texts) used. Pavesi 1902.

[11] The Borgo locality faces the centre of Pavia and is directly connected to it by the bridge.

[12] There are several hypotheses, none of which have been confirmed, about the actual number of columns on the Pontevecchio. Chierico 2021.

[13] The description of the bridge in the various phases identified and reported below does not claim to describe each of the modifications made to Pontevecchio over the years. Priority has been given here to those considered most significant for the analysis conducted.

[14] See for more details Calvi, Arecchi 1974.

[15] The graphic and textual documentation on the 18th-century chapel can be consulted in public and private archives in Pavia. For further specifications, see the end of this text.

[16] For further information, see the documents kept at the Historical Archives of Pavia, Square Petrarca, 2.

[17] De Luca 2011; Apollonio 2012.

[18] Cazzaro 2022, p. 358.

Acknowledgements

We would like to thank the managers and staff of: Pavia State Archive, Pavia Civic Historical Archive, Drawings Archive of the Department of Civil Engineering and Architecture of the University of Pavia and Calvi Private Archive for providing the documentary sources used for the research.

References

Apollonio F.I. (2012). Strutture semantiche di modelli digitali 3D di opere palladiane. In AA.VV. *Palladio Lab. Architetture palladiane indagate con tecnologie digitali*, pp. 28-36, Vicenza: CISAAP.

Apollonio F.I. (2016). Classification Schemes for Visualization of Uncertainty in Digital Hypothetical Reconstruction. In *3D Research Challenges II*, LNCS 10025, pp. 119-35.

Apollonio F.I., Fallavollita F., Giovannini E.C., Foschi R., Corso S. (2017). The reconstruction of drawn architecture. In *Studies in Digital Heritage*, 1(2), pp. 380-395.

Apollonio F.I., Gaiani M., Sun Z. (2013). 3D modeling and data enrichment in digital reconstruction of architectural heritage. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, XL-5/W2, pp. 43-48.

Apollonio F.I., Giovannini E.C. (2015). A paradata documentation methodology for the Uncertainty Visualization in digital reconstruction of CH artifacts. In *SCIRES-IT*, 5(1), pp. 1-24.

- Barbacci A. (1951). La ricostruzione del ponte coperto di Pavia. In *Architetti*, 2(11), pp. 21-26.
- Calvi G., Arecchi, A. (1974). *Un monumento distrutto del quale si è conservata l'immagine: il Ponte Coperto sul Ticino*. Pavia: Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Pavia.
- Cazzaro I. (2022). Dialogues between different disciplines (and languages): a shared terminology for hypothetical 3D digital reconstructions and for the classification of their level of uncertainty. In C. Battini, E. Bistagnino (Eds.), *Dialogues. Visions and visibility. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. pp. 351-372, Milan: FrancoAngeli.
- Chierico P.V. (2021). *Come non era e dove non era. Il giallo del ponte sul Ticino di Pavia*. Pavia: PIME editrice.
- De Luca L. (2011). Towards the semantic characterization of digital representations of architectural artifacts: programmatic lines of research. In *DisegnareCon*, 4(8), pp. 99-106.
- Dell'Amico A. (2022). Memoria e modello digitale. La costruzione di un sistema informativo per la salvaguardia del patrimonio architettonico diffuso dell'Upper Kama. In *Restauro Archeologico*. 30(1), pp. 32-53.
- Demetrescu E. (2015). Archaeological stratigraphy as a formal language for virtual reconstruction. Theory and practice. In *Journal of Archaeological Science*, 57, pp. 42-55.
- Demetrescu E. (2018). Virtual Reconstruction as a Scientific Tool. In S. Münster, K. Friedrichs, F. Niebling, A. Seidel-Grzezińska (Eds.), *Digital Research and Education in Architectural Heritage. 5th Conference, DECH 2017*. Dresden, 30-31 Marzo 2017, vol 817, pp. 102-116, Cham: Springer.
- Einaudi D., Spreafico A., Chiabrando F., Della Coletta C. (2020). From archive documentation to online 3D model visualization of no longer existing structures: the Turin 1911 project. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, XLIII-B2-2020, pp. 837-844.
- Gaiani M., Apollonio F. I., Martini B. (2015). A design framework for Smart Cultural Objects. In *Strategic Design Research Journal*, 8(1), pp. 21-28.
- Galasso F., Parrinello S., Picchio F. (2021). From excavation to drawing and from drawing to the model. The digital reconstruction of twenty-year-long excavations in the archaeological site of Bedriacum. In *Journal of Archaeological Science: Reports*. 35.
- Galliazzo V. (2004). I ponti romani. In *Elementos de Ingeniería Romana*. <https://www.trainvs.net/pdfs/2004_ponti01.pdf>. (accessed 2 February 2023)
- Lopez-Menchero VM., Grande A. (2011). The principles of the Seville Charter. In *Atti del Simposio CIPA 23*, Praga, 12-16 settembre 2011, pp. 2-6. <<https://www.cipaheritagedocumentation.org/wp-content/uploads/2018/12/L%C3%B3pez-Menchero-Grande-The-principles-of-the-Seville-Charter.pdf>>. (accessed 2 February 2023)
- Miceli A., Morandotti M., Parrinello S. (2020). 3D survey and semantic analysis for the documentation of built heritage. The case study of Palazzo Centrale of Pavia University. In *VITRUVIO. International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, 5(1), pp. 65-80.
- Parrinello S. (Eds.). (2019). *Digital & Documentation: Databases and models for the enhancement of Heritage*. Pavia: Pavia University Press.
- Parrinello S., De Marco R., Galasso F. (2020) Un protocollo di modellazione urbana mediante abachi e modulo tecnologici. Dal rilievo digitale al sistema informativo 3D per il centro storico di Betlemme. In *Dienne*, 6, pp. 52-69.
- Parrinello S., Dell'Amico A. (2021). From survey to parametric models: HBIM systems for enrichment of cultural heritage management. In C. Bolognesi, D. Villa (Eds.), *From Building Information Modelling to Mixed Reality*. pp. 89-107, Cham: Springer.
- Parrinello S., Dell'Amico A., Galasso F. (2022). Arsinoe 3D. La narrazione digitale di uno scavo archeologico/Arsinoe 3D. A project for the digital narration of an archaeological excavation. In C. Battini, E. Bistagnino (Eds.), *Dialogues. Visions and visibility. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*, pp. 881-902, Milan: FrancoAngeli.
- Parrinello S., Picchio F., Bercigli M. (2016). The 'migration' of reality in virtual scenarios: databases and documentation systems for the musealization of complex environments. In *Disegnarecon*, 9(17), pp. 14.1-14.8.
- Parrinello S., Picchio F., De Marco R. (2017). Pavia 3D: Reading and decomposition of the city for the construction of dynamic databases on heritage. In *Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика*. 2017. No.1, pp. 33-45.
- Pavesi P. (1902). *Il Ponte Ticino*. Pa maggio via: Tipografia Rossetti.
- Peroni A. (1978). Residenza signorile e costruzioni pubbliche. In A. Peroni, M.G. Albertini Ottolenghi, D. Vicini, L. Giordano (Eds.), *Pavia. Architettura dell'età sforzesca*, pp. 9-103, Turin: Istituto Bancario San Paolo di Torino.
- Pettineo A. (2022). Videogrammetry for the virtual philological reconstruction of the Scaliger fortifications in the territory of Verona. The case study of Montorio Castle. In S. Parrinello, S. Barba, A. Dell'Amico, A. di Filippo (Eds.), *D-SITE, Drones - Systems of Information on Cultural Heritage for spatial and social investigation*, pp. 104-111, Pavia: Pavia University Press.

Picchio F., Bercigli M., De Marco R. (2019). Digital Scenarios and Virtual Environments for the Representation of Middle Eastern Architecture. In C. Marcos (Eds.). *Graphic Imprints: The Influence of Representation and Ideation Tools in Architecture, EGA2018*, Alicante, 30 May - 1 June 2018, pp. 541-556.

Picchio F., Dell'Amico A. (2018). Signs and Structures of Oltrepò Pavese: Summary for the Graphic Representation of the Traditional Cityscape. In G. Amoroso (Eds.). *Putting Tradition into Practice: Heritage, Place and Design. Proceedings of 5th INTBAU International Annual Event 5*, Milan, 5-6 Luglio 2017, vol. 3, pp. 904-913, Cham: Springer.

Tozzi P. (1997). *Pavia Antica Città*. Varzi: Guardamagna.

Authors

Silvia La Placa, Università degli Studi di Pavia, silvia.laplaca@unipv.it

Francesca Galasso, Università degli Studi di Pavia, francesca.galasso@unipv.it

To cite this chapter: La Placa Silvia, Galasso Francesca (2023). Dall'archivio al modello: processi metodologici per valorizzare il patrimonio invisibile/ From Archive to Model: Methodological Processes to Enhance Invisible Heritage. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (eds.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1546-1571.