



La digitalizzazione del patrimonio culturale: la collezione dei 'lapidei' del Museo delle Storie di Bergamo

Alessio Cardaci
Pietro Azzola
Jorge Felix Sinani Arcienega
Antonella Versaci

Abstract

Questo lavoro si propone di presentare parte di un progetto sviluppato dall'Università degli studi di Bergamo in collaborazione con il locale Museo delle Storie e finalizzato alla conoscenza, protezione e valorizzazione dell'ex-convento di San Francesco in Città Alta. Un monumento poco noto sia dal punto di vista della sua architettura che della ricca collezione di beni erratici: un insieme di più di cento manufatti lapidei, mai studiati e adeguatamente collocati. Una nuova campagna di ricerche, analisi e rilievi tridimensionali ha permesso di acquisire nuove consapevolezze sulla fabbrica ai fini di migliorarne la conservazione e di definire un nuovo allestimento museografico supportato dall'uso di piattaforme digitali di condivisione per la realizzazione di un *virtual museum*.

Parole chiave

disegno, rilievo, restauro, patrimonio culturale, modellazione 3D



Il chiostro grande dell'ex-convento di San Francesco: restituzione del modello integrato.

Introduzione

L'ex-convento di San Francesco a Bergamo – oggi la sede principale del locale Museo delle Storie – è un sito di grande pregio nascosto nel cuore di Città Alta, adagiato sulla falda del colle di Sant'Eufemia che, dalla Rocca, discende sul declivio verso la Porta di San Lorenzo. L'edificio, a cui si accede dalla piazza Mercato del Fieno, si affaccia su una terrazza naturale che, oltrepassando le Mura Venete, permette di cogliere all'orizzonte le vette più alte delle Alpi Orobie (fig. 1). Si tratta di un esempio emblematico di complesso francescano poco conosciuto, sia dal punto di vista architettonico, sia nella sua ricca collezione di beni erratici, sopravvissuti alle molte trasformazioni della fabbrica e sino ad oggi preservati senza una specifica collocazione [Angelini 1965; Medolago 1996; Agazzi et al. 1999].

Negli ultimi anni, fortemente segnati dall'evento pandemico e in concomitanza con la conseguente chiusura al pubblico del museo, è stato avviato un lavoro incentrato sia sulla conoscenza e comprensione del monumento anche ai fini della sua conservazione, sia dei reperti, comunemente definiti 'i lapidei'. Una riflessione che si propone di supportare rinnovate opportunità e modalità di visita di questo importante luogo di cultura e del suo ricco patrimonio archeologico, attraverso la definizione di un nuovo allestimento museografico che, oltre alla progettazione delle sale e alla realizzazione di appositi supporti, si arricchisce dell'uso di piattaforme digitali di condivisione per la realizzazione di un *virtual museum*.

Il progetto per la digitalizzazione e valorizzazione della collezione dei 'lapidei'

La volontà condivisa da due importanti realtà cittadine (l'Università degli Studi e la Fondazione Bergamo nella storia) di procedere ad una rivitalizzazione del museo anche attraverso la messa in luce del suo patrimonio non valorizzato, ha dato avvio ad una campagna di ricerche volta alla ricognizione e rilettura della documentazione storica, anche alla luce di una più specifica investigazione diretta dell'esistente. La collaborazione intrapresa ha seguito il *modus operandi* delle istituzioni museali delineato anche dall'Assemblea Generale Straordinaria dell'International Council of Museums (ICOM) tenutasi a Praga il 24 agosto 2022. Il museo è ora presentato "come un'istituzione permanente senza scopo di lucro e al servizio della società, che effettua ricerche, colleziona, conserva, interpreta ed espone il patrimonio materiale e immateriale. Aperti al pubblico, accessibili e inclusivi, i musei promuovono la diversità e la sostenibilità. Operano e comunicano eticamente e professionalmente e con la partecipazione

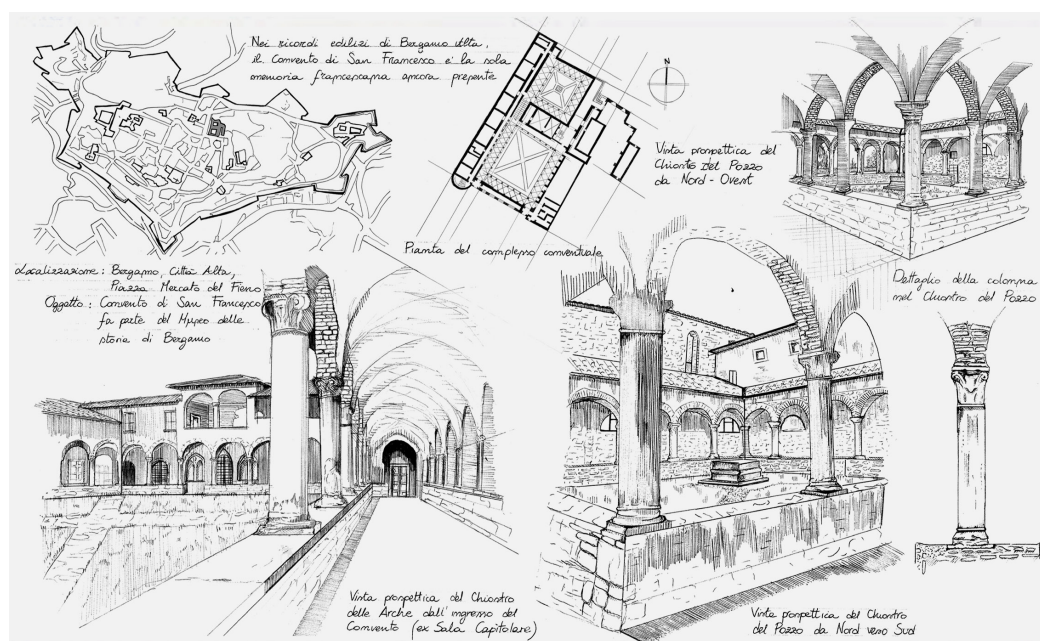


Fig. 1. L'ex-convento ridisegnato 'dal vero'. Elaborazione grafica di Chiara Tiraboschi – S.A.B.E.

ne delle comunità, offrendo esperienze diversificate per l'educazione, il piacere, la riflessione e la condivisione di conoscenze" [ICOM 2022]. La parola 'ricerca', assente nella precedente definizione del 2007, è posta in primo piano ed è considerata preliminare a tutte le altre azioni. Nella nuova declaratoria appare anche il termine 'interpretazione' per sottolineare la necessaria attività di studio e di rielaborazione dei significati e dei valori. L'ICOM apre, quindi, ad una nuova visione che non considera più il museo come un contenitore intangibile e indifferente ma piuttosto come un'istituzione aperta ed attiva, capace di 'azioni concrete' per favorire l'accessibilità e l'inclusività, il rispetto e la promozione della diversità e della sostenibilità e, soprattutto, fautrice di un coinvolgimento partecipativo della collettività per la condivisione delle conoscenze.

Coerentemente, il rilievo, visto come il complesso delle operazioni con cui si determinano gli elementi costitutivi del patrimonio culturale per comprenderne i rapporti e le relazioni, è stato lo strumento fondamentale di lavoro. Oggi, grazie alla tecnologia informatica, esso è un mezzo atto alla digitalizzazione per riprodurre in un ambiente virtuale (replicabile e fruibile anche a distanza) beni tangibili (mobili ed immobili) e intangibili. La c.d. 'virtualizzazione' (intesa come la trasposizione di oggetti o quantità reali in enti immateriali e/o grandezze numeriche per determinati scopi di calcolo, di rappresentazione o di deduzione logica attraverso il calcolatore) permette, dunque, di rendere tali eredità fruibili ad un vasto pubblico, comprensibili e accessibili anche da remoto ed in maniera interattiva [Acidini, Cappellini 2008].

La ricerca si è pertanto fondata sullo studio bibliografico e archivistico (rivisitando criticamente le informazioni ottenute dalle diverse fonti consultate), sull'uso della moderna tecnologia di acquisizione spaziale con sensori attivi e passivi (metodi *image-based* e *range-based*) e delle tecniche analitiche e diagnostiche non distruttive per il restauro (termografia, indagini termoigrometriche, microclimatiche e ultrasoniche, fotomacrografia e fotomicrografia, ecc.). Il rilevamento, la restituzione dei modelli virtuali, l'analisi grafico-geometrica, l'esame dei materiali, la lettura stratigrafica per fasi costruttive, la valutazione dello stato di degrado, sono stati gli elementi dell'apparato scientifico-metodologico seguito per poter comprendere e ricostruire le vicende dell'antico convento, oltre che valutarne peculiarità e criticità.

L'esperienza si è poi focalizzata sul *corpus* di più di cento manufatti lapidei – diffusi tra il Chiostro delle Arche, il Chiostro del Pozzo, il loggiato e l'area degli uffici – diversi per fattura, funzione, contesto d'origine, e mai sottoposti ad esame o inventariazione, anche sommaria [Tognon 2021]: un vero e proprio tesoro composto da capitelli, mensole, elementi decorativi, fino ad oggi celato, che la nuova galleria – fisica e multimediale – permetterà di restituire ai cittadini prima ancora che agli studiosi.

In tal senso, appare utile ripercorrere l'intero iter del progetto e tutte le azioni di cui esso si è composto. Come si accennava, esso nasce e si sviluppa in un periodo in cui la riflessione museologica e la programmazione delle attività sono state fortemente segnate dall'emergenza sanitaria, dall'esigenza sentita *in primis* dall'amministrazione locale di indagare una parte del proprio patrimonio fino ad oggi quasi dimenticata.

La prima fase si è concentrata sulla tutela preventiva: i reperti sono stati inventariati, raccolti in luoghi protetti, messi in sicurezza su adeguati supporti e distanziati gli uni dagli altri per svolgere una campagna fotografica scrupolosa, acquisendo ogni oggetto da varie angolazioni, in modo da documentarne accuratamente le condizioni (fig. 2). Sono stati dunque riconosciuti i due manufatti più pregevoli della collezione, oggi scomposti, ma un tempo legati: due altorilievi di epoca rinascimentale raffiguranti una 'Natività' e una scena di 'Adorazione dei Pastori', che sono stati restaurati grazie ad un contributo erogato dalla Fondazione Comunità Bergamasca (figg. 3, 4). La seconda fase ha invece riguardato il processo di conoscenza e si è articolata in diverse azioni, coinvolgendo partner e competenze specifiche: è così iniziato un percorso portato avanti su due piani distinti, rispettivamente quello della catalogazione e quello della digitalizzazione.

Sul fronte della catalogazione, per ogni oggetto è stata compilata la scheda elaborata dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD) secondo il tracciato 'OA' (Opere-Oggetti d'Arte), condotto uno studio delle componenti materiche e dei fenomeni di degrado (riconosciuti e classificati secondo la norma UNI 11182:2006) e, laddove possibile, una ricerca storico-archivistica anche su fonti inedite (fig. 5). Grazie alla collaborazione del



Fig. 2. Il rilievo range-based e image-based della collezione dei 'lapidei'.

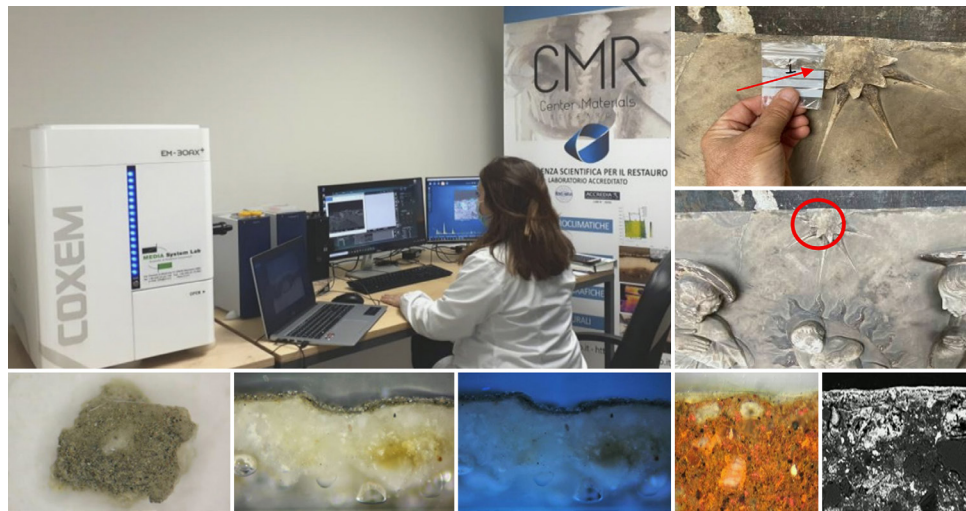


Fig. 3. Le analisi chimico-stratigrafiche condotte sui pezzi della collezione dei 'lapidei'. CMR, Center Materials Research.



Fig. 4. Gli interventi di pulitura e consolidamento dei pezzi della collezione dei lapidei. Grazie Signori.



Fig. 5. Le schede di catalogo della collezione. Museo delle Storie – S.A.B.E.

Scheda IT-BERGAMOSTORIA-OA0001-003995

IDENTIFICAZIONE

livello gerarchico di descrizione	oggetto singolo
TSK - tipo scheda	OA
visibilità della scheda	privata
segnatura (ex-novo)	LAP C 19
OGTD - definizione	Doppio stemma celebrativo
SGTI - identificazione	Stemmi della famiglia Nani e Pesaro sormontati da una protome femminile
DTS - cronologia specifica	[1581]
DTM - motivazione cronologica	iscrizione
ATB - ambito culturale	denominazione: ambito lombardo motivazione dell'attribuzione: contesto
LDCN - denominazione contenitore	Convento di San Francesco (ex)
LDSC - specifiche	Chiostro delle Arche

DESCRIZIONE

MTC - materia e tecniche	materia e tecnica: pietra arenaria/ scapolatura, incisione
MISU - unità di misura	cm.
MISA - altezza	148
MISL - larghezza	100
MISP - profondità	17
MIST - validità	ca.
CO - conservazione	stato: buono specifiche: il campione presenta solo leggero deposito superficiale ed erosione in corrispondenza dell'iscrizione.

Scheda OA ICCD-software XDams

Civico Museo Archeologico di Bergamo è stato appurato che i due già menzionati altorilievi erano parte di un'unica lastra più grande e che nei loro depositi se ne conservavano altri due frammenti raffiguranti un paesaggio agreste, considerati sino ad allora poco significativi ma in realtà appartenenti alla scena della 'Adorazione dei pastori'. I quattro pezzi componevano originariamente il paliotto dell'altare maggiore della chiesa di Santo Spirito in Bergamo, come è testimoniato da un manoscritto autografo del conte Paolo Vimercati Sozzi, conservato alla Biblioteca Civica Angelo Mai (fig. 6). Il raffinato collezionista, studioso di archeologia e cultore di storia locale, li acquistò nel 1853 per collocarli nel proprio Lapidario, un museo privato allestito in Palazzo Alessandri, in via Pignolo in Città Bassa. Il paliotto era esposto insieme a statue, iscrizioni ed elementi architettonici, appoggiati o murati, con un intento più estetico che architettonico; esso rimase in quella sede presumibilmente fino al 1894, quando gli eredi del conte lo donarono alla città [Caldarini, Mazzucchelli 2004].

La Soprintendenza Archeologica Belle Arti e Paesaggio ha recentemente autorizzato il trasferimento dei frammenti dal museo archeologico all'ex-convento di San Francesco. Una decisione presa per poter ammirare l'opera nella sua interezza originaria, accostando fisicamente tra loro le parti pur senza ancorarle, ridandole in qualche modo unitarietà senza compromettere l'unicità: in questo modo sarà possibile comprendere 'il danno' e, contestualmente, la complessità della struttura scenografica.

Dal punto di vista della digitalizzazione, il posizionamento in un unico luogo di tutti i pezzi della collezione e il loro ravvicinamento, ha agevolato il rilevamento. Le acquisizioni sono state condotte integrando tecniche *image-based* e *range-based*, eseguendole in modo da essere successivamente elaborate in un unico ambiente software [Fiorillo 2021]. Questo ha

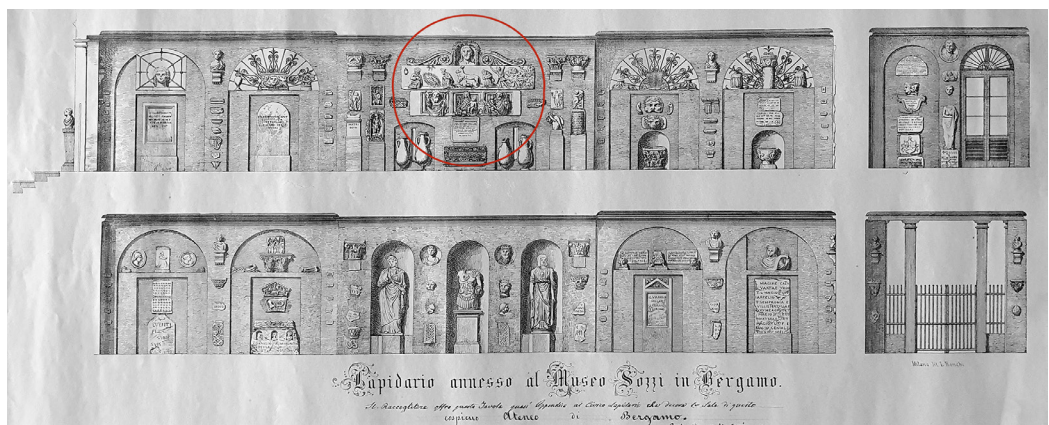


Fig. 6. Disegno che mostra il paliotto dell'altare maggiore della chiesa di Santo Spirito esposto nel lapidario del conte Paolo Vimercati Sozzi.

concesso un rilievo *in situ* dettagliato e veloce, realizzato con poche scansioni – necessarie a restituire la geometria dello spazio di lavoro (con accuratezza di $\pm 1,5$ mm) – ma molte catture fotografiche, sia generali che di dettaglio per la ricostruzione degli oggetti (con un *Ground Sample Distance* non superiore a 0,5 mm).

Le misurazioni con sensori attivi, validate per mezzo di una rigida rete topografica, hanno infatti costituito la struttura su cui collocare le nuvole di punti prodotte dalle immagini; questo ha permesso, in più, di scalare e orientare i singoli modelli sulla base di coordinate di *Ground Control Points* (GCP) univoci e comuni a tutti i manufatti (limitando pertanto errori derivanti dall'utilizzo di più sistemi di riferimento). La ricostruzione ha seguito il tradizionale processamento dei software *Structure-from-Motion* (SfM): dalla creazione della *Sparse Cloud* attraverso l'allineamento delle immagini, alla generazione della *Dense Cloud* dopo l'ottimizzazione delle coordinate dei *tie points*, alla produzione del modello continuo con *texture* attraverso il *meshing* e la riproiezione delle foto sulle superfici. Una particolarità inusuale della procedura è stata l'importazione diretta del *dataset Terrestrial Laser Scanner* (TLS) all'interno della *pipeline Image-Based 3D Reconstruction* al fine di ottimizzare gli artefatti fotogrammetrici attraverso criteri di avvicinamento e correzione sequenziali basati su algoritmi *Iterative Closest Point* (ICP). L'operazione di digitalizzazione ha garantito la possibilità di ottemperare a diverse necessità. Innanzitutto, ha agevolato la comprensione di alcuni pezzi rendendo intelleggibili molti particolari, come ad esempio alcune epigrafi in larga parte erose o tracce di fori per le staffe di ancoraggio, occultate poiché riempite di malta. In seconda battuta, l'analisi tecnica e di modellazione ha dialogato a pieno titolo con l'attività catalogativa: la piattaforma del museo virtuale ha previsto l'integrazione della scheda catalogografica per rendere possibile la fruizione contemporanea, sia dell'immagine tridimensionale, sia della sua interrogazione grazie alla lettura delle informazioni storico-critiche provenienti del catalogo [Cardaci et al. 2016; Fabiani et al. 2016; Statham 2019]. Essa supporta, infatti, la visualizzazione in rete dei modelli virtuali per mezzo del *player 3D Heritage Online Presenter* (3DHOP), innovativo sistema iterativo sviluppato dal Visual Computing Laboratory del Dipartimento ISTI-CNR [Vecchione et al. 2019; Lo Turco 2020]. I dati, riversati sulla piattaforma, consentiranno al visitatore di visualizzare le vestigia in maniera dinamica e multi-scalare, sia da più punti di vista che attraverso illuminazioni differenti (figg. 7, 8). La stessa consultazione virtuale del paliotto permetterà al visitatore di apprezzare l'antica lastra nella sua complessità, di scomporre e ricomporre virtualmente i pezzi in cui oggi è frammentata e di conoscere il manufatto in tutti i suoi aspetti, anche quelli velati di geometria aritmica e casuale della parte retrostante perché a contatto con la malta di allettamento (figg. 9, 10).

La digitalizzazione ha costituito una base preziosa per la realizzazione della terza e ultima fase di progetto, ancora *in fieri*: la creazione fisica di supporti allestitivi per i reperti restaurati e la

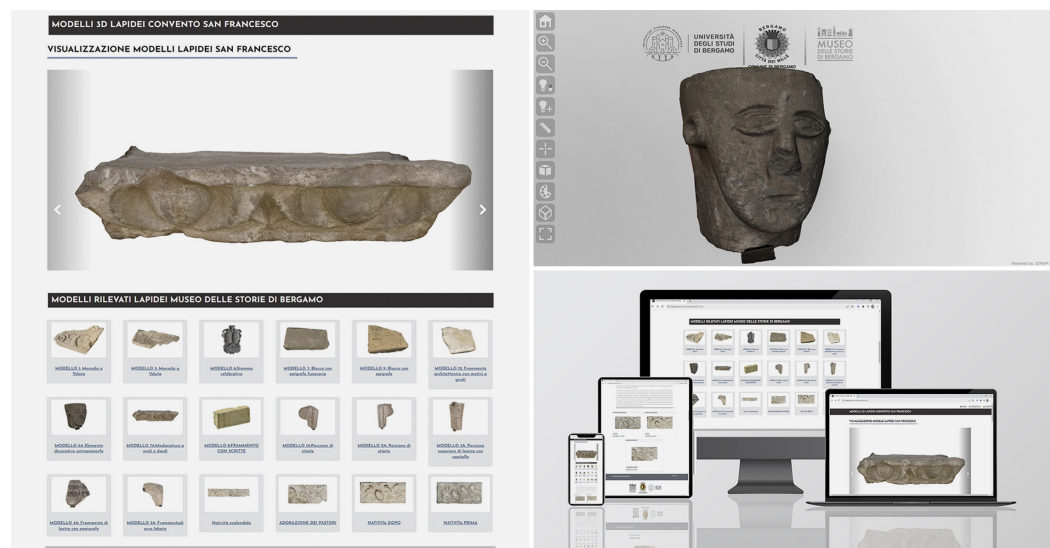
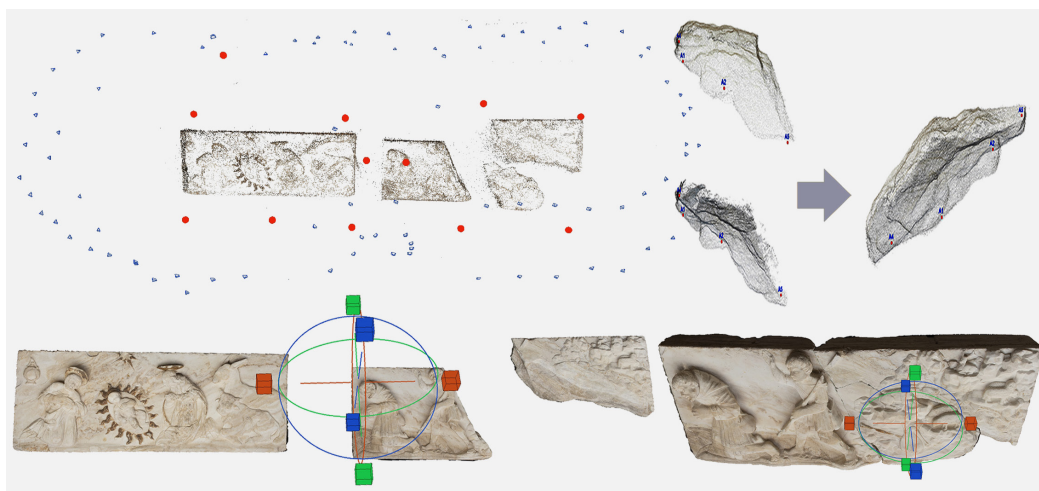


Fig. 7. I modelli della collezione fruibili sulla piattaforma digitale: homepage e consultazione sui diversi dispositivi.

Fig. 8. I modelli della collezione fruibili sulla piattaforma digitale: navigazione interattiva e rendering.



successiva creazione di un percorso museale dedicato all'intero patrimonio lapideo. I modelli hanno consentito di realizzare i profili delle staffe di supporto per sorreggere i manufatti: elementi specifici per ogni reperto che riproducono, in negativo, la forma irregolare della superficie nascosta dei 'lapidei'. Un accorgimento indispensabile per non compromettere la futura integrità della collezione, non più poggiata orizzontalmente su supporti morbidi sul pavimento ma disposta verticalmente per essere agevolmente vista dal pubblico; da qui la necessità di uno studio delle tensioni e di eventuali sollecitazioni dinamiche per eliminare sforzi di tipo concentrato e avere una uniforme distribuzione delle trazioni sull'intera superficie di appoggio (figg. 11, 12).

In prospettiva il museo intende non solo assicurare il pubblico godimento degli originali in sede, opportunamente musealizzati e didascalizzati in un percorso organico ma, al contempo, favorire la ricerca e lo studio al più vasto pubblico, rendendoli ricercabili, navigabili e ispezionabili anche via web.

Conclusioni

L'analisi ottenuta applicando le nuove tecnologie di rilievo e scansione al servizio della fruizione del patrimonio, ha mostrato le ampie potenzialità che la digitalizzazione può garantire alla divulgazione delle collezioni museali, permettendo non solo la loro consultazione da remoto, ma offrendo altresì un prezioso complemento alla loro esposizione fisica. È innegabile che il

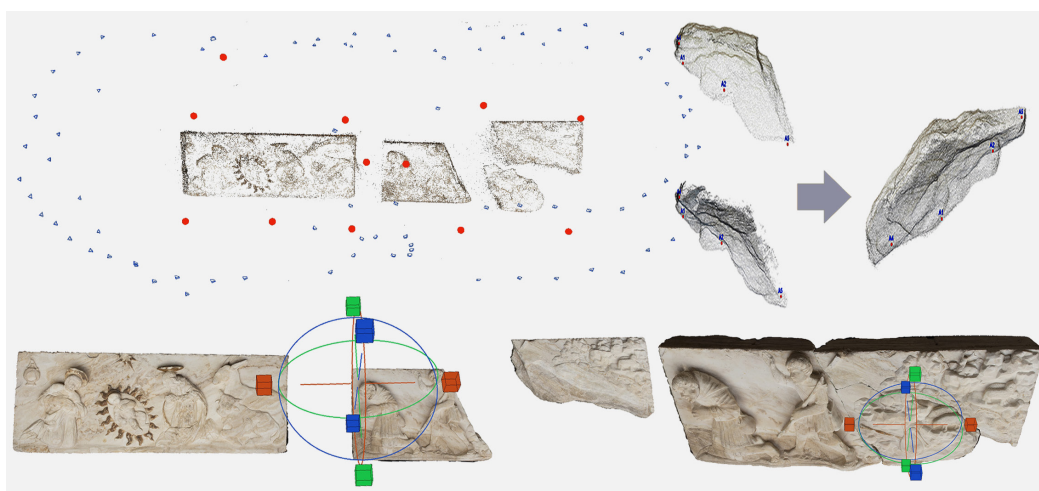


Fig. 9. Il modello digitale dell'antico paliotto: fruizione e visualizzazione dei frammenti e dell'opera ricomposta.

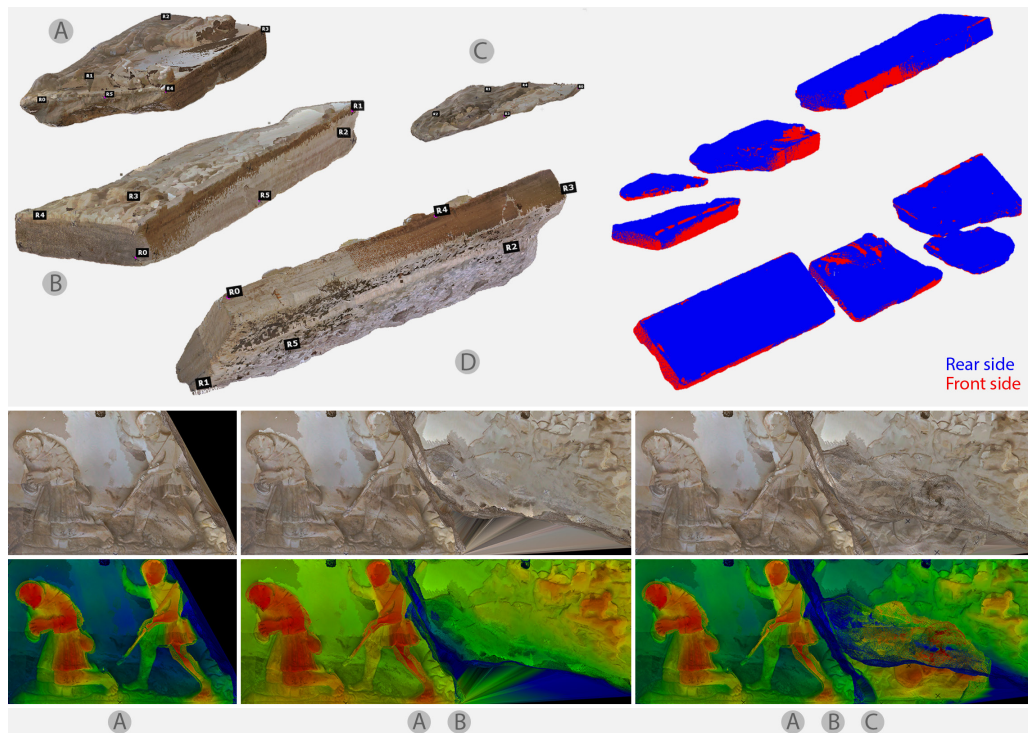


Fig. 10. Il modello digitale dell'antico paliotto: analisi delle superfici ed elaborazione geometrica per ricreare la copia fisica ricomposta.

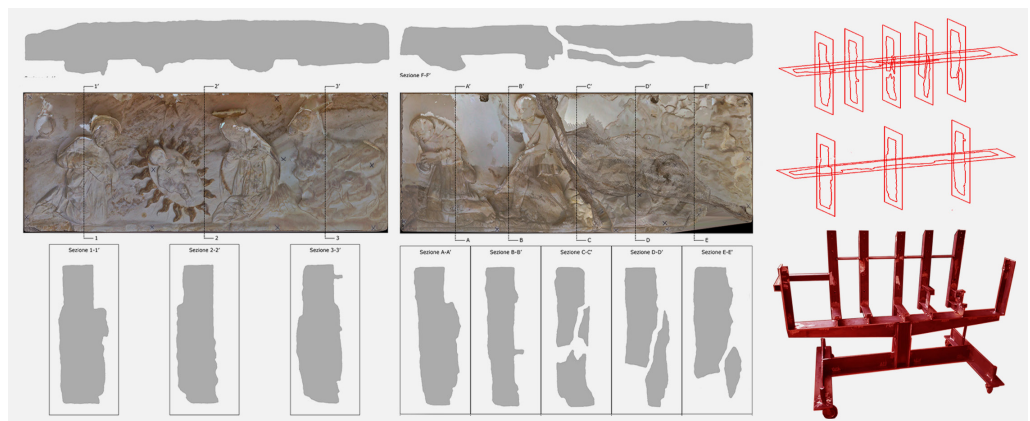


Fig. 11. L'allestimento museale: analisi dei profili per la realizzazione delle staffe di supporto delle lastre del paliotto.



Fig. 12. Il paliotto montato sui supporti espositivi.

patrimonio lapideo dell'ex-convento abbia costituito, almeno fino ad oggi, un 'tesoro nascosto'. Ricoverato dentro San Francesco, senza un progetto di allestimento o percorso di visita, il materiale lapideo rischiava di tradursi in una somma di pezzi muti e privi di connessione tra di loro o di relazione con il contesto d'origine.

La progettazione del Museo della Storie e la proficua sinergia con l'Università degli studi di Bergamo hanno permesso di rispondere a diverse esigenze e di tentare un lavoro sperimentale di analisi tecnica e di modellazione che si è integrata perfettamente con le finalità comunicative ed espositive del patrimonio. Il progetto ha coinvolto anche docenti di altri atenei (in particolare per il settore del restauro) e si è avvalsa di consulenze specialistiche di professionisti nell'ambito della trasmissione e della divulgazione del sapere.

La piattaforma del *virtual museum*, si auspica, offrirà un'esperienza culturale ampia e diversificata e farà sì che la visita (sia virtuale che in presenza) diventi un momento educativo e ludico (godimento, svago, benessere) capace di sollecitare riflessioni volte ad estendere e mettere in relazione le conoscenze. Il digitale è una preziosa integrazione emozionale della fruizione 'diretta' in loco nonché un importante supporto alla progettazione degli spazi fisici di esposizione.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano la dott.ssa Roberta Frigeni, direttore scientifico del Museo delle Storie di Bergamo, e il suo staff per la stretta collaborazione nella attività di studio e ricerca che hanno reso possibile la sperimentazione descritta in questo saggio.

Crediti

Dove non specificato le elaborazioni grafiche sono state realizzate dal Laboratorio S.A.B.E. (Survey and Analysis of Built Environment) dell'Università degli Studi di Bergamo.

Riferimenti bibliografici

Acidini Luchinat C., Cappellini V. (2008). *Reale e virtuale nei musei: due visioni a confronto*. Bologna: Edizioni Pitagora.

Agazzi S. et al. (1999). *Un monumento da adottare: convento di San Francesco in Piazza Mercato del Fieno*. Bergamo: Fondazione Bergamo nella storia.

Angelini L. (1965). Gli antichi chiostrini dell'ex convento di San Francesco. In *Chiostrini e cortili in Bergamo*, pp. 29-33. Bergamo: Stamperia Conti.

Caldarini Mazzucchelli S. (2004). Vimercati Sozzi (1801-1883): collezionista e antiquario. In *Bergomum: bollettino della civica biblioteca*, n. 1-2, pp. 9-26.

Cardaci A. et al. (2016). The digital platform of the Gabinetto di Fisica of the Gymnasium School Paolo Sarpi in Bergamo: a case study between research and didactic. In A Luigini (a cura di). *Proceedings of the 1st International and Interdisciplinary Conference on Digital Environments for Education, Arts and Heritage. EARTH 2018*, pp. 200-210. Cham: Springer.

Fabiani F. et al. (2016). Verso nuove modalità di gestione e presentazione della documentazione di restauro: SiCaR web la piattaforma in rete del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo. In *Bollettino Ingegneri del Collegio degli Ingegneri della Toscana*, n. 3, pp. 3-13.

Fiorillo F. et al. (2021). Integrazione dei dati acquisiti con sistemi image-based e range-based per una rappresentazione 3D efficiente. In A. Arena, M. Arena, D. Mediatì, P. Raffa (a cura di). *Connettere: un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Congresso della Unione Italiana per il Disegno*, pp. 2319-2336. Milano: FrancoAngeli.

ICOM (22 agosto 2022). *Definizione di Museo*. <<https://www.icom-italia.org/definizione-di-museo/#:~:text=Il%20museo%20%C3%A8%20un'istituzione,la%20diversit%C3%A0%20e%20la%20sostenibilit%C3%A0>> (consultato il 10 aprile 2023).

Lo Turco M. et al (2020). Towards a phygital heritage approach for museum collection. In *Journal of Archaeological Science: Reports*, n. 34, pp. 1-7.

Medolago A. (1996). *Il convento di San Francesco di Bergamo*. Villa di Serio: Edizioni Villadiseriane.

Statham N. (2019). Scientific rigour of online platforms for 3D visualization of Heritage. In *Virtual Archaeology Review*, vol. 10, n. 20, pp. 1-16.

Tognon G.C. (2021). *Notizie storico-critiche sui lapidei del Convento di San Francesco a Bergamo*. Bergamo: Fondazione Bergamo nella storia.

Vecchione A. et al. (2019). 3D archaeological data management via web: the experience with 3DHOP software. In *Archeologia e Calcolatori*, n. 30, pp. 483-486.

Autori

Alessio Cardaci, Università degli Studi di Bergamo, alessio.cardaci@unibg.it

Pietro Azzola, Università degli Studi di Bergamo, pietro.azzola@unibg.it

Jorge Felix Sinani Arcienega, Università degli Studi di Bergamo, sinaniarcienega@studenti.unibg.it

Antonella Versaci, Università degli Studi di Enna "Kore", antonella.versaci@unikore.it

Per citare questo capitolo: Cardaci Alessio, Azzola Pietro, Sinani Arcienega Jorge Felix, Versaci Antonella (2023). La digitalizzazione del patrimonio culturale: la collezione dei 'lapidei' del Museo delle Storie di Bergamo/Digitization of Cultural Heritage: the Collection of 'lapidei' of the Museum of the Histories of Bergamo. 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: Franco-Angeli, pp. 894-912.



Digitization of Cultural Heritage: the Collection of ‘*lapidei*’ of the Museum of the Histories of Bergamo

Alessio Cardaci
Pietro Azzola
Jorge Felix Sinani Arcienega
Antonella Versaci

Abstract

This paper illustrates a section of the project developed by the University of Bergamo in cooperation with the Museum of the Histories of Bergamo, for the knowledge, protection, and enhancement of the former convent of San Francesco in the Upper town. It is a valuable monument little known both in its architecture and its movable heritage composed of over 100 erratic discoveries commonly known as *lapidei*. New studies and surveys have led to a better knowledge of this cultural site also for the purpose of its conservation. The main objective is to develop a new design and layout of the museum’s exhibition, also backed by digital sharing platforms.

Keywords

drawing, survey, conservation, cultural heritage, 3D modelling



The main cloister of the former convent of San Francesco: restitution of the integrated model.

Introduction

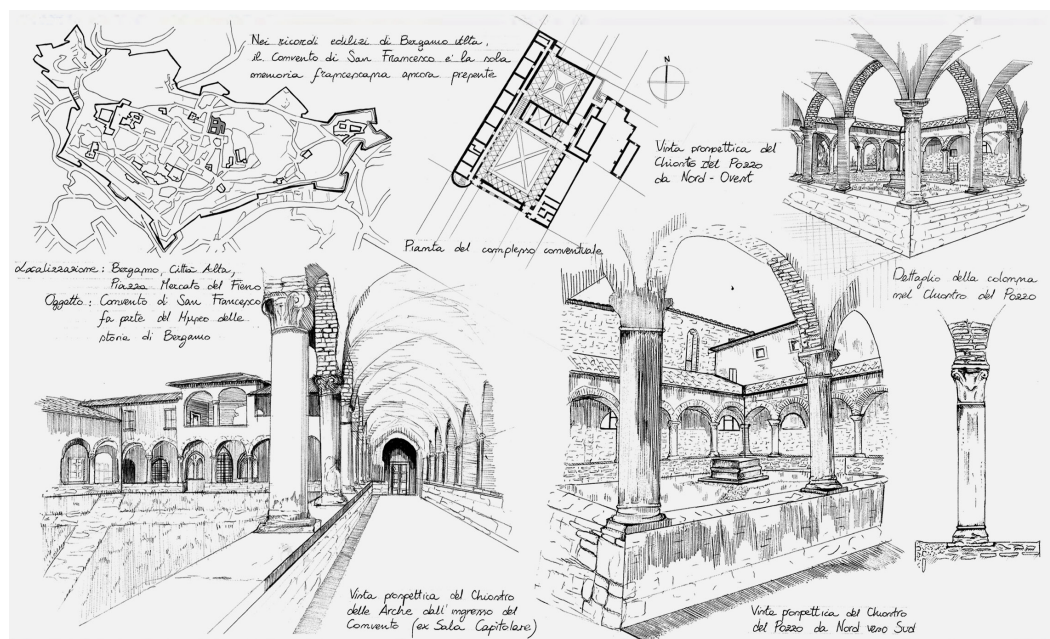
Nowadays, the former convent of San Francesco in Bergamo is the main seat of the local Museum of Histories. This is a site of great value hidden in the heart of the Upper Town, lying on the slope of the hill of Sant'Eufemia which, from the Rocca descends towards the Porta di San Lorenzo. The building, which can be accessed from Piazza Mercato del Fieno, overlooks a natural terrace that, going beyond the Venetian Walls, allows seeing on the horizon the highest peaks of the Orobic Alps (fig. 1). It is an iconic example of a little-known Franciscan complex, both architecturally and in its rich collection of erratic properties. The relics that have survived the building's many transformations to date have been preserved with no specific location [Angelini 1965; Medolago 1996; Agazzi et al. 1999].

In recent years, strongly marked by the pandemic and in conjunction with the consequent closure of the museum to the public, new studies have been started focusing both on the knowledge and understanding of the monument also for the purposes of its conservation, and of the finds, commonly called *lapidei*. A reflection that aims to support renewed opportunities and ways of visiting this important place of culture and its rich archaeological heritage, through the definition of a new layout which, in addition to the design of the galleries and the creation of special supports, benefits from the use of digital sharing platforms for the establishment of a virtual museum.

The project of digitization and enhancement of the stone collection

The will shared by two important city entities (the University and the Bergamo in history Foundation) to proceed with a revitalization of the museum and its undervalued heritage, has given rise to a research campaign aimed at the recognition and re-reading of the historical documentation, also in the light of a more specific direct investigation.

The collaboration undertaken has followed the *modus operandi* of museum institutions also outlined by the Extraordinary General Assembly of the International Council of Museums (ICOM), held in Prague on 24 August 2022. The museum is now presented as "a not-for-profit, permanent institution in the service of society that researches, collects, conserves, interprets and exhibits tangible and intangible heritage. Open to the public, accessible and inclusive, museums foster diversity and sustainability. They operate and communicate ethically, professionally and with the participation of communities, offering varied experiences for education, enjoy-



ment, reflection, and knowledge sharing” [ICOM 2022]. The word ‘research’, absent in the previous 2007 definition, is ranked first, and is considered preliminary to all other measures. The term ‘interpretation’ is also included in the new description to emphasize the need for study and re-elaboration of meanings and values. Therefore, ICOM opens to a new vision that no longer considers the museum as an intangible and indifferent container but rather as an open and active institution, capable of ‘concrete actions’ to encourage accessibility and inclusiveness, the respect and promotion of diversity and sustainability and, above all, to advocate for a participatory involvement of the community for the sharing of knowledge.

Consistently, the survey, seen as the set of operations with which the constituent elements of the cultural heritage are uncovered to understand their relationships, has been the fundamental working tool. Today, thanks to information technology, the survey is a means of digitization able to reproduce in a virtual environment (replicable and usable even remotely) tangible (movable and immovable) and intangible assets. The so-called ‘virtualization’ (understood as the transposition of objects or real quantities into immaterial entities and/or numerical quantities for certain purposes of calculation, representation, or logical deduction through the computer) therefore allows to make these legacies usable by a vast public, understandable and accessible even remotely and in an interactive way [Acidini, Cappellini 2008].

The research was therefore based on bibliographic and archival study (critically revisiting the information obtained from the consulted sources) and on the use of modern spatial acquisition technology with active and passive sensors (image-based and range-based methods). Analytical and non-destructive diagnostics for the conservation process (thermography, thermohygro-metric, microclimatic and ultrasonic investigations, macro and microphotography, etc.) was also undertaken. The survey, the 3D modelling, the graphic-geometric analysis, the examination of both the materials and the phases of construction through stratigraphic readings of the masonry, the evaluation of the state of degradation, were the elements of the scientific-methodological apparatus followed to understand and reconstruct the events related to the ancient convent, as well as to evaluate its peculiarities and criticalities.

The experience then involved the *corpus* of more than one hundred stone objects – spread across the Chiostro delle Arche, the Chiostro del Pozzo, the loggia and the office area – different in terms of workmanship, function, context of origin, and never subjected to examination or inventory, even summary [Tognon 2021]. This a real treasure made up of capitals, corbels, decorative elements, until now hidden, which the new – physical and multimedia – gallery will allow to give back to the community of citizens even before scholars.

In this regard, it seems useful to trace the entire process and all the actions involved in the project. As mentioned, it started and developed in a period in which reflection on museology and the planning of activities were strongly marked by the health emergency and by the need felt primarily by the city administration to investigate a part of its heritage up to then almost forgotten.

The first stage focused on preventive protection. The finds were inventoried, collected in protected places, secured on suitable supports, and distanced from each other to carry out a scrupulous photographic campaign, acquiring each object from various angles, so as to carefully document their conditions (fig. 2). The two most valuable objects of the collection have been recognized, unfortunately at this stage decomposed but once bound. They are two high reliefs from the Renaissance era depicting a ‘Nativity’ and a scene from the ‘Adoration of the Shepherds’, which have been restored thanks to a grant from the Bergamo Community Foundation (figs. 3, 4). The second phase, on the other hand, related to the knowledge process and was articulated in a variety of actions, involving partners and specific skills. It has thus initiated a process at two distinct levels: cataloguing and digitization.

On the cataloguing front, for each object, the form drawn up by the Central Institute for Cataloguing and Documentation (ICCD) was compiled according to the ‘OA’ (Works-Art Objects) layout; a study of the material components and degradation phenomena (recognized and classified according to the UNI 11182:2006 standard) and, where possible, historical-archival research also on unpublished sources, were carried out (fig. 5). Thanks to the co-operation of the Civic Archaeological Museum of Bergamo, it was possible to see that the two high reliefs mentioned above were part of a larger slab. In addition, two other fragments depicting a rural



Fig. 2. The range-based and image-based surveys of the lapidary.

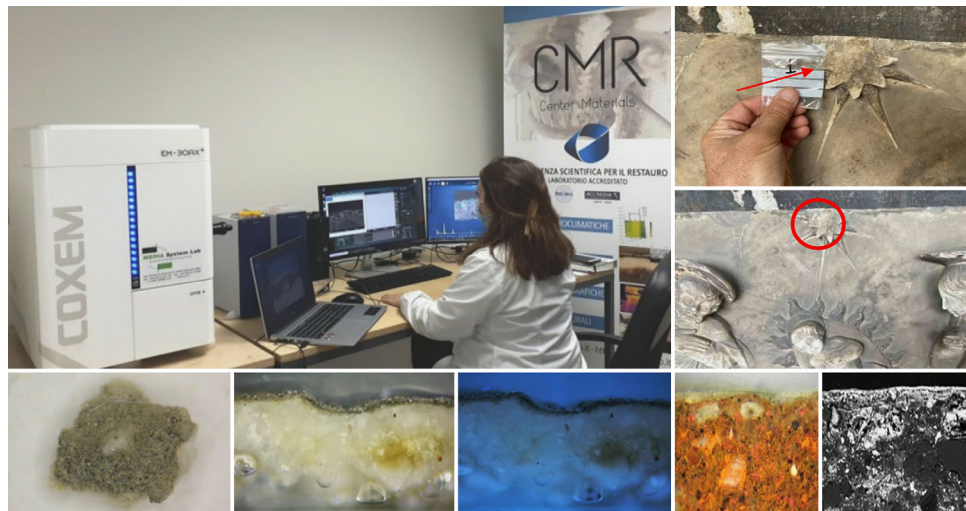


Fig. 3. Chemical stratigraphic analyses of stone objects. CMR Center Materials Research.



Fig. 4. The cleaning and consolidation of the stone objects. Grazia Signori.



Fig. 5. The catalogue sheets related to the stone collection compiled based on ICCD standards. Museo delle Storie – S.A.B.E.

Scheda IT-BERGAMOSTORIA-OA0001-003995

IDENTIFICAZIONE

livello gerarchico di descrizione	oggetto singolo
TSK - tipo scheda	OA
visibilità della scheda	privata
segnatura (ex-novo)	LAP C 19
OGTD - definizione	Doppio stemma celebrativo
SGTI - identificazione	Stemmi della famiglia Nani e Pesaro sormontati da una protome femminile
DTS - cronologia specifica	[1581]
DTM - motivazione cronologica	iscrizione
ATB - ambito culturale	denominazione: ambito lombardo motivazione dell'attribuzione: contesto
LDCN - denominazione contenitore	Convento di San Francesco (ex)
LDSC - specifiche	Chiostro delle Arche

DESCRIZIONE

MTC - materia e tecniche	materia e tecnica: pietra arenaria/ scapolatura, incisione
MISU - unità di misura	cm.
MISA - altezza	148
MISL - larghezza	100
MISP - profondità	17
MIST - validità	ca.
CO - conservazione	stato: buono specifiche: il campione presenta solo leggero deposito superficiale ed erosione in corrispondenza dell'iscrizione.

Scheda OA ICCD-software XDams

landscape – until then considered of little significance but actually belonging to the scene of the 'Adoration of the Shepherds' – were kept in their deposits. The four pieces originally made up the frontal of the high altar of the church of Santo Spirito in Bergamo, as evidenced by an autograph manuscript of Count Paolo Vimercati Sozzi, preserved in the Angelo Mai Civic Library (fig. 6). The refined collector, archeology scholar and lover of local history, bought them in 1853 to enrich his own *Lapidarium*, a private museum set up in Palazzo Alessandri, in via Pignolo in the Lower Town. The antependium was displayed together with statues, inscriptions, and architectural elements, supported, or walled up, with a more aesthetic than architectural intent; it remained in that location presumably until 1894, when the heirs of the count donated it to the city [Caldarini, Mazzucchelli 2004].

The Archaeological Superintendency of Fine Arts and Landscape has recently authorized the transfer of the fragments from the archaeological museum to the former convent of San Francesco. A decision taken to admire the work in its original entirety, physically reconciling the parts without anchoring them, somehow restoring their unity without compromising the uniqueness. That way, it will be possible to understand 'the damage' and, at the same time, the complexity of the impressive structure.

From the point of view of digitization, the placement of all the pieces of the collection in one place and their proximity, facilitated survey activities. Acquisitions were made by integrating image-based and range-based techniques, executing them so that they were then processed in a single software environment [Fiorillo 2021]. This allowed for a detailed and fast *in situ* survey, carried out with a few scans – necessary to restore the geometry of the working space (with an accuracy of ± 1.5 mm) – but many photographic captures, both general and detailed, for the reconstruction of the objects (with a Ground Sample Distance not exceeding 0.5 mm).

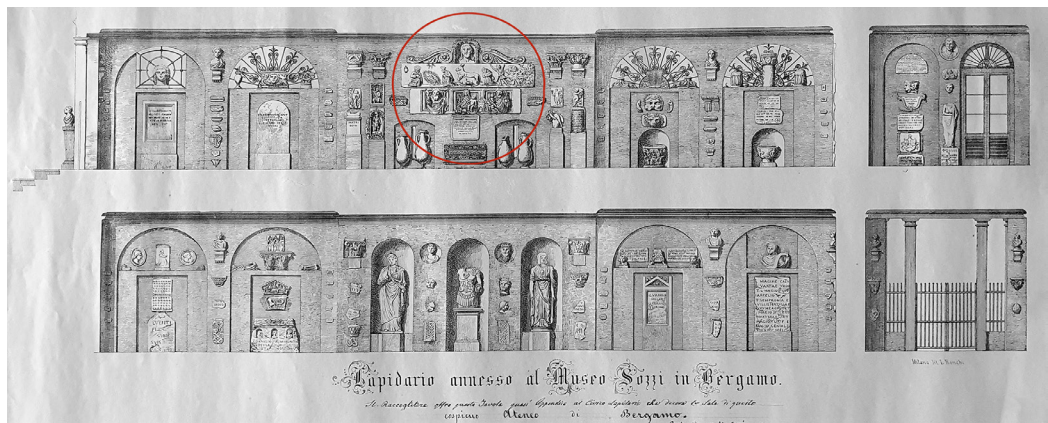


Fig. 6. Drawing showing the antependium of the main altar of the church of Santo Spirito displayed in the lapidary of the Count Paolo Vimercati Sozzi.

Measurements with active sensors, validated by a rigid topographic network, constituted the structure on which to place the point clouds generated by the images. This has also allowed to scale and orient the single models based on the coordinates of the Ground Control Points (GCP) which are unique and common to all the artefacts (thereby limiting errors deriving from the use of multiple reference systems). The 3D reconstruction followed the traditional software Structure-from-Motion (SfM) processing: from the creation of the Sparse Cloud through the alignment of the images, to the generation of the Dense Cloud after the optimization of the coordinates of the tie points, to the production of the continuous model with texture through the meshing and the reprojection of the photos on the surfaces. An unusual feature of the procedure was the direct import of the Terrestrial Laser Scanner (TLS) dataset into the Image-Based 3D Reconstruction pipeline to optimize the photogrammetric artifacts through sequential approach and correction criteria based on Iterative Closest Point algorithms (ICP). The digitization process has served a variety of purposes. First, it has facilitated the understanding of some pieces by making many details intelligible, such as for example some epigraphs largely eroded, or traces of holes for the anchoring brackets, hidden because filled with mortar. Second, technical analysis and modeling interacted fully with cataloguing activity. The virtual museum platform envisaged the integration of the cataloguing file to make it possible to use both the three-dimensional image and its interrogation thanks to the reading of the historical-critical information coming from the catalogue [Cardaci et al. 2016; Fabiani et al. 2016; Statham 2019]. In fact, it supports the online visualization of virtual models by means of the 3D Heritage Online Presenter (3DHOP) player, an innovative iterative system developed by the Visual Computing Laboratory of the ISTI-CNR Department [Vecchione et al. 2019; Lo Turco 2020]. The data, poured onto the platform, will allow the visitor to view the vestiges in a dynamic and multi-scalar way, both from multiple points of view and through different lighting conditions (figs. 7, 8). The same virtual consultation of the antependium will consent to appreciate the ancient slab in its complexity, to virtually decompose and recompose the pieces into which it is now fragmented and to get to know the artefact in all its aspects, even those veiled in arrhythmic and random geometry of the rear part because it is in contact with the bedding mortar (figs. 9, 10).

Finally, digitization supported the third and final segment of the project, still in progress: the physical creation of exhibition supports for the restored finds and the subsequent creation of a museum itinerary dedicated to the entire stone heritage. The 3D models allowed to create the profiles of the support brackets to support the artefacts: specific elements for each find that reproduce, in negative, the irregular shape of the hidden surface of the *lapidei*. An indispensable device to guarantee the future integrity of the collection, no longer resting horizontally on soft supports on the ground but positioned vertically to be correctly seen by the public. Hence

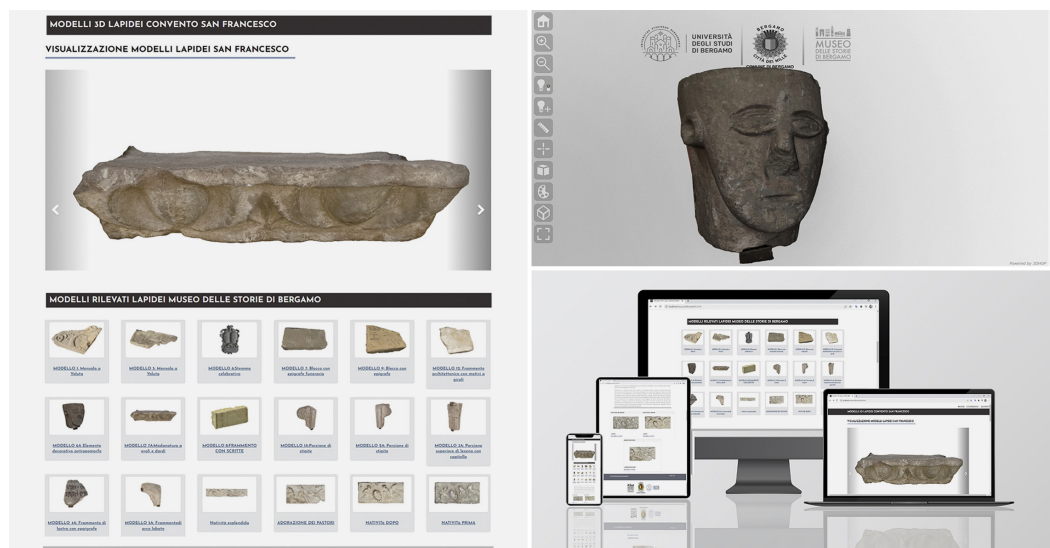


Fig. 7. 3D models available in the digital platform: homepage and consultation on various devices.

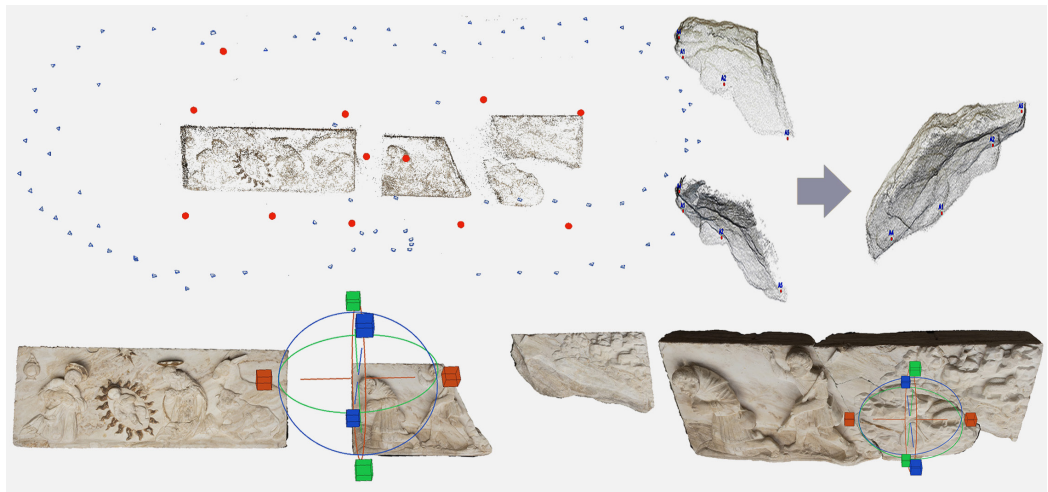


Fig. 8. 3D models available in the digital platform: iterative navigation and rendering.

the need for a study of the tensions and any dynamic stresses to eliminate concentrated type efforts and have a uniform distribution over the entire support surface (figs. 11, 12). In perspective, the museum intends not only to ensure the public enjoyment of the originals on site, suitably displayed and captioned in an organic itinerary but, at the same time, to encourage research and study by the wider public, making them searchable, navigable, and inspectable also via the web.

Conclusions

Data obtained by applying the new survey and scanning technologies to the service of heritage knowledge and fruition has shown the vast potential of digitization for the dissemination of museum collections, allowing not only their remote consultation, but also offering a valuable complement to their physical exhibit. It is undeniable that the stone heritage of the former convent has constituted, at least until today, a hidden treasure: housed inside San Francesco's building, without a project for its set-up or visit itinerary, it risked being translated into a sum of silent pieces with no connection or relationship with the context of origin.

The vision of the Museum of Histories and the profitable synergy with the University of Bergamo have made it possible to respond to various needs and to attempt an experimental activity of technical analysis and 3D modelling which has integrated perfectly with the heritage's communicative and exhibition purposes. The project also involved teachers from other universities

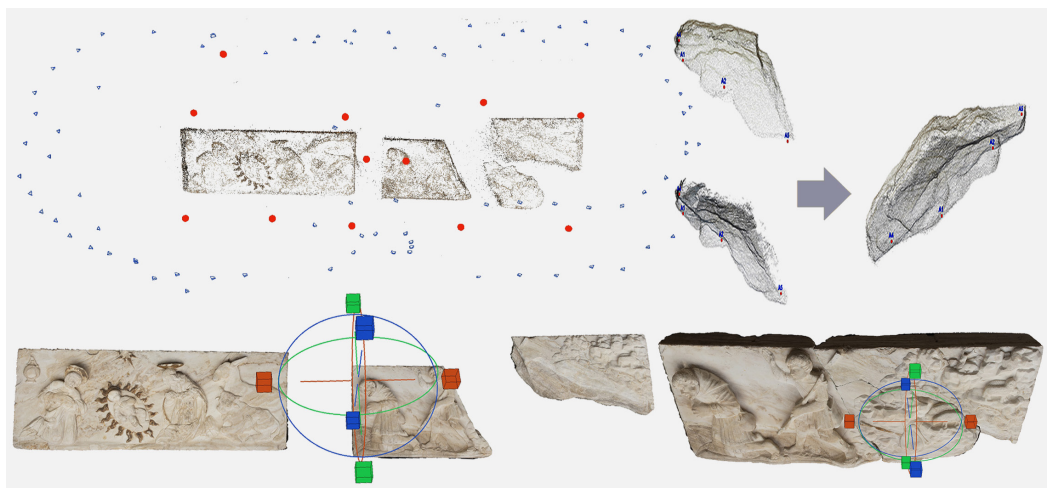


Fig. 9. The digital model of the ancient antependium: visualization and fruition of both the fragments and the recomposed work.

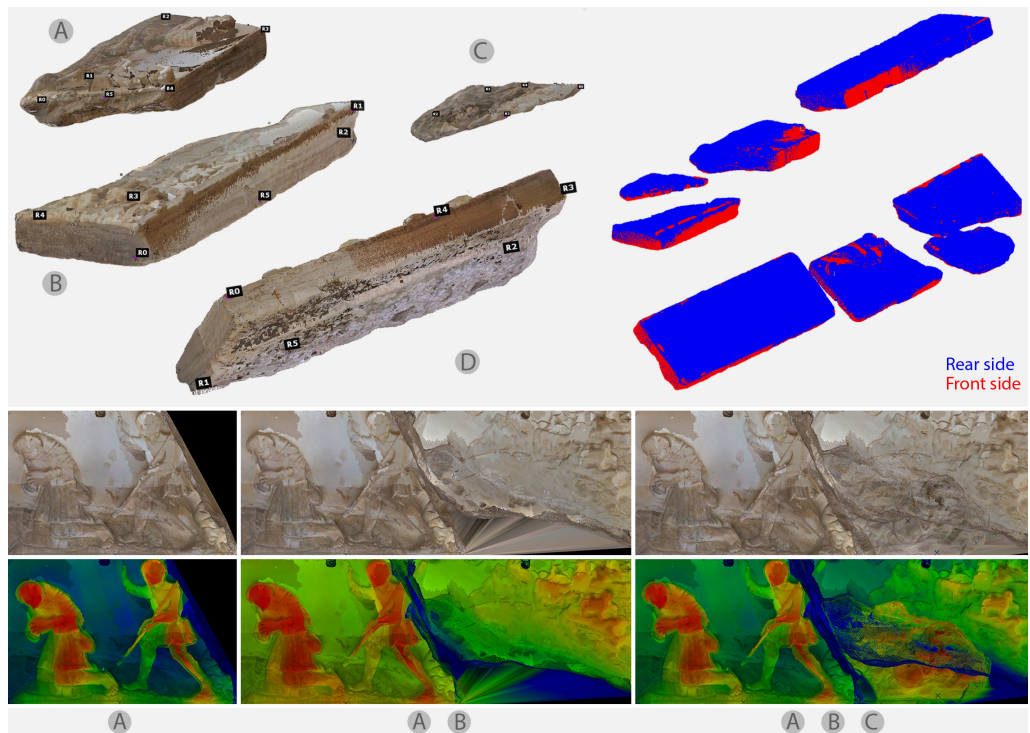


Fig. 10. The digital model of the ancient antependium: analysis of the surfaces and geometric elaboration to recreate the recomposed physical copy.

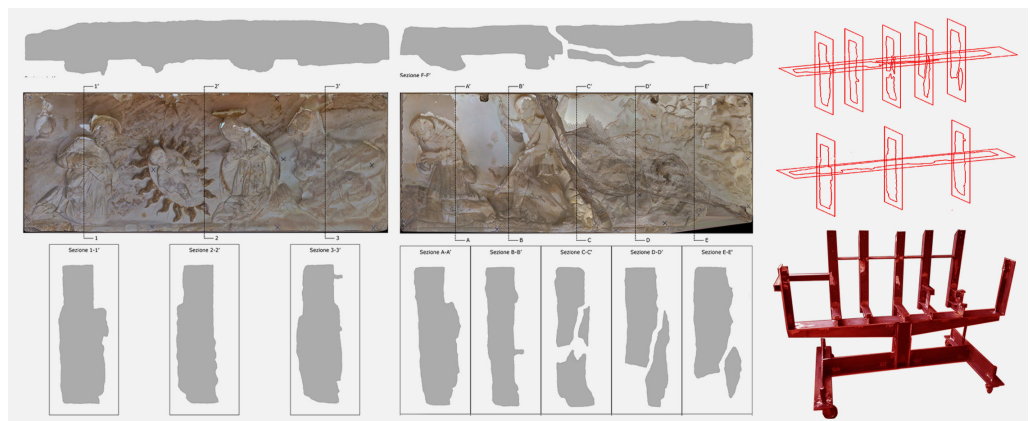


Fig. 11. The supports for the museum display: analysis of the profiles for the construction of the support brackets for the frontal slabs.



Fig. 12. The antependium assembled and displayed on the supports.

(in particular, for the conservation sector) and relied on the expert advice of professionals in the field of knowledge transmission and dissemination.

This virtual museum platform will provide a vast and diverse cultural experience. It will ensure that the visit (both virtual and in presence) becomes an educational and playful moment (pleasure, leisure, wellness) capable of soliciting reflections aimed at extending and connecting knowledge. Digital is a valuable emotional integration to direct use on the site as well as significant support for the design of physical exhibition spaces.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to Dr. Roberta Frigeni, scientific director of the Museum of Stories of Bergamo, and her staff for the close collaboration in the study and research activity that made possible the experimentation described in this essay.

Credits

Where not specified, the graphic elaborations were produced by the S.A.B.E. (Survey and Analysis of Built Environment) Laboratory of the University of Bergamo.

References

- Acidini Luchinat C., Cappellini V. (2008). *Reale e virtuale nei musei: due visioni a confronto*. Bologna: Edizioni Pitagora.
- Agazzi S. et al. (1999). *Un monumento da adottare: convento di San Francesco in Piazza Mercato del Fieno*. Bergamo: Fondazione Bergamo nella storia.
- Angelini L. (1965). Gli antichi chiostrini dell'ex convento di San Francesco. In *Chiostrini e cortili in Bergamo*, pp. 29-33. Bergamo: Stamperia Conti.
- Caldarini Mazzucchelli S. (2004). Vimercati Sozzi (1801-1883): collezionista e antiquario. In *Bergomum: bollettino della civica biblioteca*, No. 1-2, pp. 9-26.
- Cardaci A. et al. (2016). The digital platform of the Gabinetto di Fisica of the Gymnasium School Paolo Sarpi in Bergamo: a case study between research and didactic. In A. Luigini (Ed.), *Proceedings of the 1st International and Interdisciplinary Conference on Digital Environments for Education, Arts and Heritage. EARTH 2018*, pp. 200-210. Cham: Springer.
- Fabiani F. et al. (2016). Verso nuove modalità di gestione e presentazione della documentazione di restauro: SICaR web la piattaforma in rete del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo. In *Bollettino Ingegneri del Collegio degli Ingegneri della Toscana*, No. 3, pp. 3-13.
- Fiorillo F. et al. (2021). Integrazione dei dati acquisiti con sistemi image-based e range-based per una rappresentazione 3D efficiente. In A. Arena, M. Arena, D. Mediatì, P. Raffa (Eds.), *Connecting: drawing for weaving relationships. 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers Congress of Unione Italiana per il Disegno*, pp. 2319-2317. Milan: FrancoAngeli.
- ICOM (22 August 2022). *Definizione di Museo*. <<https://www.icom-italia.org/definizione-di-museo/#:~:text=Il%20museo%20%20%C3%A8%20un'istituzione,la%20diversit%C3%A0%20e%20la%20sostenibilit%C3%A0>> (accessed 10 April 2023).
- Lo Turco M. et al. (2020). Towards a phygital heritage approach for museum collection. In *Journal of Archaeological Science: Reports*, No. 34, pp. 1-7.
- Medolago A. (1996). *Il convento di San Francesco di Bergamo*. Villa di Serio: Edizioni Villadiseriane.
- Statham N. (2019). Scientific rigour of online platforms for 3D visualization of Heritage. In *Virtual Archaeology Review*, Vol. 10, No. 20, pp. 1-16.
- Tognon G.C. (2021). *Notizie storico-critiche sui lapidei del Convento di San Francesco a Bergamo*. Bergamo: Fondazione Bergamo nella storia.
- Vecchione A. et al. (2019). 3D archaeological data management via web: the experience with 3DHOP software. In *Archeologia e Calcolatori*, No. 30, pp. 483-486.

Authors

Alessio Cardaci, Università degli Studi di Bergamo, alessio.cardaci@unibg.it
Pietro Azzola, Università degli Studi di Bergamo, pietro.azzola@unibg.it
Jorge Felix Sinani Arcienega, Università degli Studi di Bergamo, sinaniarcienega@studenti.unibg.it
Antonella Versaci, Università degli Studi di Enna "Kore", antonella.versaci@unikore.it

To cite this chapter: Cardaci Alessio, Azzola Pietro, Sinani Arcienega Jorge Felix, Versaci Antonella (2023). La digitalizzazione del patrimonio culturale: la collezione dei 'lapidei' del Museo delle Storie di Bergamo/Digitization of Cultural Heritage: the Collection of 'lapidei' of the Museum of the Histories of Bergamo. 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. 894-912.