



Il Rilievo per l'emergenza: il caso di Palazzo Pallotta a Caldarola

Fabrizio De Cesaris
Francesca Porfiri
Luca J. Senatore

Abstract

Il contributo propone l'esito di un'esperienza integrata e multidisciplinare basata su una revisione delle tradizionali metodologie di acquisizione di tipo massivo. Oggetto dello studio è Palazzo Pallotta a Caldarola (MC), un edificio realizzato sul finire del Cinquecento che, nel corso dei secoli, ha subito diverse trasformazioni che ne hanno modificato in maniera sostanziale spazialità e funzione. Adibito da fine Ottocento a sede municipale, è stato evacuato a seguito dei danni dovuti ai sismi che hanno colpito il Centro Italia nel 2016. Il Palazzo è attualmente in attesa di interventi di riabilitazione strutturale e funzionale poiché gravemente danneggiato, con un allarmante quadro fessurativo che ha indotto a interromperne l'uso e limitarne la praticabilità. Il rilievo, realizzato con metodologia massiva integrata, realizzata con strumentazioni di tipo statico e mobile, ha offerto l'occasione per proporre soluzioni tecnologiche in grado di acquisire una mole considerevole di dati in tempi molto brevi e che trovano un loro privilegiato utilizzo in tali contesti post-emergenziali. In particolare, viene posta l'attenzione sulle possibilità di analisi e studio del manufatto e delle sue componenti architettoniche e decorative attraverso un processo di analisi da condurre in remoto. Proprio questo aspetto ha consentito un produttivo dialogo interdisciplinare armonicamente rivolto alla salvaguardia del bene culturale oggetto del rilievo e replicabile in altri analoghi beni culturali.

Parole chiave

Documentazione, rilievo integrato, Lidar, rappresentazione, Caldarola (MC)

Topics

Accedere / comprendere / condividere / indagare / sperimentare / visualizzare



Visualizzazione prospettica della nuvola di punti di Palazzo Pallotta a Caldarola. Immagine elaborata dagli autori.

Introduzione

L'utilizzo integrato di metodologie per l'acquisizione massiva di dati, quali i sistemi Lidar e le metodologie SFM da fotocamera o da drone, è da considerarsi ormai lo standard per l'elaborazione di modelli digitali scientificamente attendibili, in grado di definire compiutamente gli aspetti formali, geometrici e cromatici dell'architettura e delle sue componenti. Il caso di studio proposto indaga come il processo di rilevamento e restituzione dei dati possa richiedere attenzioni differenti quando ci si trovi a dover studiare un edificio in un contesto emergenziale, ovvero quando ne venga limitata la stessa accessibilità per le condizioni di pericolosità della struttura. Una risposta a questa specifica problematica è consentita dall'applicazione delle nuove tecnologie di acquisizione massiva Lidar ed in particolare dalle possibilità offerte dalle tecnologie *Slam*, che propongono soluzioni in grado di acquisire una grande mole di dati in breve tempo, garantendo la possibilità di effettuare tutti gli studi necessari alla conoscenza dello stato del Bene direttamente in remoto. Il Palazzo dei Cardinali Pallotta a Caldarola, evacuato a seguito dei danni dovuti al sisma del 2016 e per la cui salvaguardia era necessario documentarne lo stato attuale, ha permesso di sperimentare queste tecnologie e queste nuove modalità operative di analisi dati, offrendo non solo ai rilevatori, ma anche agli altri studiosi coinvolti, una nuova modalità di approccio con il Patrimonio Costruito. Lo studio proposto mostra i risultati delle analisi condotte sull'edificio citato con l'obiettivo di raggiungere una conoscenza della costruzione necessaria per individuare le migliori soluzioni utili al consolidamento e al restauro del Bene [1].

Storia del Palazzo

Il palazzo Pallotta, attuale sede del Comune di Caldarola, è un edificio costruito alla fine del XVI secolo con un ruolo nevralgico nel piano delle trasformazioni urbanistiche della città, ideate e sostenute dal cardinale Giovanni Evangelista Pallotta, collaboratore e amico del papa Sisto V. Nel corso dei secoli il nucleo originario dell'edificio ha subito, per volontà dei porporati della famiglia Pallotta, che hanno ricoperto per secoli un ruolo di primo piano all'interno della collettività locale, una serie di importanti e sostanziali trasformazioni che ne hanno modificato profondamente la struttura volumetrica rispetto alle prime volontà progettuali. Il palazzo struttura lo spazio della cittadina modernizzata dal Cardinale, sulla piazza del paese, lungo l'asse urbano principale della città, e si articola su sette livelli di cui due quasi completamente interrati. Gli esterni si caratterizzano per la netta differenziazione tra il fronte rivolto alla città e quello affacciato sulla vallata retrostante. Dal lato della piazza principale, l'edificio appare come intervento unitario e compatto, connesso alla limitrofa chiesa della Collegiata di San Martino e caratterizzato per una semplicità formale definita da un ritmo ordinato di paraste e da un portico che abbraccia l'intero corpo di fabbrica. Con una netta cesura rispetto al fronte rivolto alla città, il lato affacciato sulla vallata solcata dal Rio di Caldarola appare massiccio e imponente, segnato da bucatore disomogenee e da tessiture murarie che



Fig. 01. Le fotografie dei prospetti esterni mostrano la netta cesura tra il fronte principale e il lato retrostante dell'edificio. Foto degli autori (2021).

denunciano le diverse fasi che l'edificio ha conosciuto nel corso dei secoli (fig. 01). L'interno si caratterizza, in particolare nel piano nobile e parte del mezzanino, per la presenza di un ricco apparato decorativo che si può far risalire tra la fine Cinquecento e l'inizio del Seicento. Decorazioni pittoriche ed elaborati solai lignei costituiscono gli elementi di pregio dell'intera struttura, e tra gli ambienti di maggior valore storico si segnala la cosiddetta *Stanza del Paradiso*, uno studiolo interamente affrescato che il Cardinale si era ritagliato all'interno dell'edificio, incastonato tra mezzanino e androne (fig. 02). Nonostante si possano riscontrare diffuse documentazioni sulla progettualità del Cardinale Pallotta rivolta all'intero centro urbano, i suoi intenti edificatori riguardo lo specifico Palazzo sono documentati solo da pochi disegni che illustrano parzialmente il progetto originario per l'edificio, databili ai primi del Seicento e da sporadiche informazioni archivistiche che terminano intorno al 1620 in corrispondenza della sua scomparsa. Dalla lettura dei grafici reperiti presso diversi Archivi [2] e dai successivi riscontri costruttivi, è stato possibile ricostruire la storia complessa e articolata del manufatto. In effetti, i disegni raccontano chiaramente di un'impostazione iniziale di ampie dimensioni, maggiore di quella attuale e mai portata a termine. Altri due grafici, databili al 1608, descrivono invece, sulla base di quanto fino ad allora edificato, un programma edilizio alternativo realizzato attraverso una dilatazione in profondità dell'intero corpo di fabbrica che ha permesso di ottenere una doppia serie di saloni di ampie dimensioni nell'intero edificio. Nei secoli successivi, rispetto alla fase iniziale si avranno altre trasformazioni, ma non altrettanto caratterizzanti quanto questo ripensamento progettuale, compreso in una prima fase sviluppatasi nell'arco di una trentina di anni che, nel suo complesso, può ritenersi originaria. In effetti, il corpo di fabbrica centrale presenta, negli elaborati del 1608, una situazione quasi del tutto corrispondente all'attuale. In seguito, trasformazioni significative riguarderanno soprattutto la porzione settentrionale dell'edificio, completata e modificata; quest'ala si compirà presumibilmente ai primi del Seicento con la sola realizzazione dell'attuale parete a nord corrispondente al setto laterale del portico che rimane cieco al piano terra (fig. 03). In un dialogo aperto e proficuo con studiosi afferenti a diverse discipline, questo studio documentale ha permesso di individuare alcuni tematismi da indagare per ricostruire la storia evolutiva del



Fig. 02. Le immagini evidenziano la ricca decorazione presente negli ambienti interni dell'edificio, in particolare modo nel piano nobile e nella Stanza del Paradiso. Foto degli autori (2021).



Fig. 03. Sulla sinistra si riporta l'affresco sala Clemente VIII, passaggio di Clemente VIII 1598 a Calderola, con il campanile già completato della parte superiore e il palazzo con i risvolti dei portici sia a sud (non realizzato) che a nord. Sulla destra le planimetrie di piano terra e piano nobile datate al 1608 che consentono di intuire il progetto di trasformazione dell'edificio. (Fonte: Archivio storico comunale di Calderola).

manufatto utili nella programmazione delle fasi di acquisizione. In virtù del potenziale offerto dagli strumenti di acquisizione massiva, proprio la necessità di dare risposte ai diversi temi individuati in fase preliminare ha costituito la guida nelle scelte a carattere tecnico per la definizione del diverso livello di approfondimento da applicare ai contesti analizzati durante le fasi di rilevamento.

Rilievo per l'emergenza

Il rilievo di Palazzo Pallotta è stato eseguito per cercare di rispondere a esigenze inerenti alla conoscenza e la conservazione dell'edificio. A causa della sua natura complessa e articolata e in particolare per la volontà di documentare gli effetti del sisma del 2016 che hanno segnato l'intera struttura e l'apparato decorativo, si è deciso di rilevare l'intero immobile attraverso l'utilizzo di sistemi massivi in grado di descrivere con buona accuratezza non solo gli aspetti geometrico/spaziali, ma anche la qualità delle superfici e il loro stato di degrado. Questo intento di documentare in maniera dettagliata l'intero edificio ha immediatamente rappresentato una sfida in quanto, per ragioni di sicurezza, l'accesso e la permanenza nello stabile dovevano essere limitate per la salvaguardia degli operatori, come pure lo stato di precarietà di alcuni ambienti impediva, di fatto, l'utilizzo dei tradizionali strumenti Lidar di tipo statico. Allo stesso tempo il rilievo avrebbe dovuto fornire una documentazione esaustiva della tipologia, forma e dimensione delle lesioni presenti sulla struttura, richiedendo quindi un livello di dettaglio sia geometrico che dei cromatismi molto alto, al fine di permettere ai restauratori di operare le loro analisi del degrado senza doversi confrontare direttamente con il luogo, e operando in remoto. Questo ha portato alla definizione un nuovo *workflow* operativo che integri le tradizionali tecnologie hardware di acquisizione statica con strumenti di acquisizione dinamica e soluzioni software che permettano di operare in remoto sfruttando il potenziale percettivo come strumento di conoscenza visiva dei luoghi. Il Palazzo oggi appare nella medesima condizione in cui si trovava al momento della sua evacuazione post-sisma, dunque in stato di abbandono, con ambienti ingombri di arredi dedicati alle attività lavorative che si alternano a spazi dove macerie e detriti ne impediscono o limitano l'accesso [3]. A seguito di un sopralluogo preventivo e di un'attenta classificazione degli ambienti, si è proceduto alla stesura di un elaborato progetto di rilievo che vagliasse ogni problematica riscontrabile *in situ* e che considerasse specificamente le difficoltà imposte da un luogo in situazione emergenziale. Data la volontà di documentare con completezza e accuratezza lo stato di tutte le superfici dello stabile, si è scelto di applicare la tecnologia Lidar per l'intero edificio, selezionando di volta in volta la migliore soluzione hardware in grado di rispondere alle diverse esigenze logistiche e documentarie. Ciò è stato reso possibile da una programmazione meticolosa che ha tenuto conto del livello di accuratezza richiesto dai singoli ambienti in relazione al pregio, allo stato di conservazione e all'accessibilità, garantendo al minimo la presenza umana all'interno dell'edificio, in particolare negli spazi caratterizzati dal maggior rischio. Per il rilievo degli ambienti interni accessibili è stato utilizzato uno scanner laser 3D statico [4] caratterizzato da una ottima accuratezza del dato e da una rapidità compatibile alla breve permanenza all'interno dei singoli locali. Gli ambienti con limitazioni nell'accesso, di minor livello qualitativo o caratterizzati dal maggior rischio, quali ad esempio il sottotetto, gli articolati ambienti di servizio e alcuni spazi interrati, sono stati acquisiti attraverso strumentazione mobile di tipo SLAM [5], in grado di catturare la realtà con un buon livello di accuratezza, con tempistiche non confrontabili con quelle necessarie all'acquisizione mediante strumenti statici. Tra i vantaggi riscontrati dall'utilizzo di queste due tecnologie si segnala il fatto che entrambe permettono il controllo integrale del dato attraverso l'uso di un applicativo per dispositivi mobili e la possibilità di individuare, e quindi risolvere in maniera immediata, la presenza di eventuali problematiche di acquisizione, condizione questa imprescindibile in questo caso specifico. L'elevato numero di scansioni che si sono rese necessarie è stato quindi pre-registrato contemporaneamente al processo di acquisizione, senza l'utilizzo di target, approfittando della tecnologia VIS [6], in un processo di lavoro di tipo continuo. Inoltre, proprio la connessione bidirezionale tra opera-

tore e scanner attraverso l'uso di dispositivi smart, ha permesso l'integrazione di informazioni fotografiche qualificate mediante tag georiferiti, operazione questa che ha dimostrato di essere di grande aiuto in un'ottica di condivisione del lavoro volto ad un dialogo multidisciplinare tra diversi saperi. Una volta completata la fase di acquisizione degli interni si è proceduto all'integrazione dei dati con i risultati di una acquisizione dell'esterno e di parte degli interni, realizzata con uno scanner laser TOF (a tempo di volo) in modalità topografica che ha costituito l'ossatura dell'intero rilevamento, garantendo la riconnessione tra i risultati delle acquisizioni realizzate con le diverse tecnologie [7]. Per quello che riguarda le coperture, il rilevamento è stato ottenuto con metodologie SFM grazie all'utilizzo di un drone [8]. In ultimo, la misurazione dei capisaldi topografici eseguita attraverso l'utilizzo di un GPS ha permesso la georeferenziazione delle coordinate, consentendo di orientare i dati ricavati dalle diverse metodologie di acquisizione. L'allineamento totale delle scansioni e l'integrazione tra le diverse metodologie impiegate, oltre a garantire il controllo metrico dell'intero impianto, hanno permesso di trasformare il dato grezzo in informazione strutturata ed interrogabile a diversi livelli di scala di restituzione dei modelli 2D e 3D, permettendo di effettuare riletture urbane, architettoniche e di dettaglio (fig. 04). Il processo di elaborazione ha coinvolto le diverse discipline che in maniera autonoma hanno potuto confrontarsi con la medesima base dati per ricavare le informazioni necessarie alla restituzione di elaborati di tipo critico (fig. 05). L'esperienza ha dimostrato come la quantità e qualità di informazioni ricavate durante il rilevamento abbiano permesso di portare avanti il processo critico di conoscenza operando direttamente in remoto, sfruttando il potenziale di software dedicati [9] in grado di analizzare le informazioni presenti sul modello e restituire percettivamente la qualità dello spazio e delle sue componenti. Mentre per quello che attiene allo specifico disciplinare del rilievo, l'elaborazione dei dati raccolti ha consentito la redazione di grafici critici descrittivi dell'intero complesso edilizio, individuandone le relazioni con gli elementi al contorno e sottolineando le evidenti difformità morfologiche presenti nell'edificio; la medesima base dati ha offerto materiale sufficiente per analizzare, sotto l'aspetto del restauro e del consolidamento, le specifiche problematiche legate agli effetti del sisma e di corroborare le ipotesi relative alla trasformazione nel tempo dello stabile, individuandone le criticità a livello statico e strutturale.

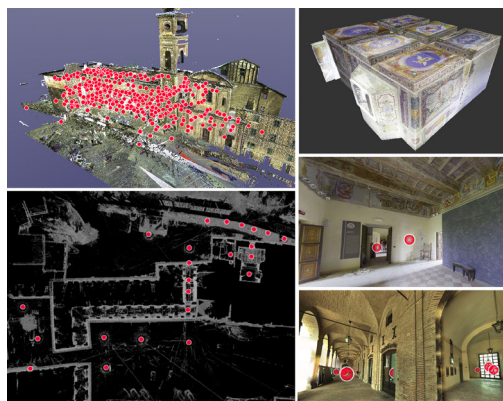


Fig. 04. Nell'elaborazione si mostrano le diverse metodologie di lavoro applicate sull'edificio e la visualizzazione della nuvola all'interno del software dedicato che permette di operare in remoto. Elaborazione a cura degli autori.

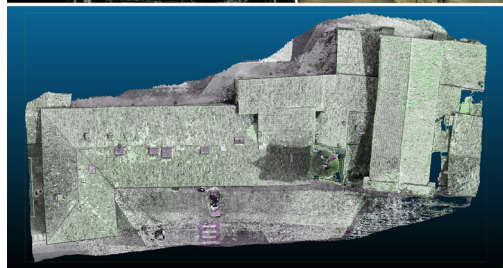
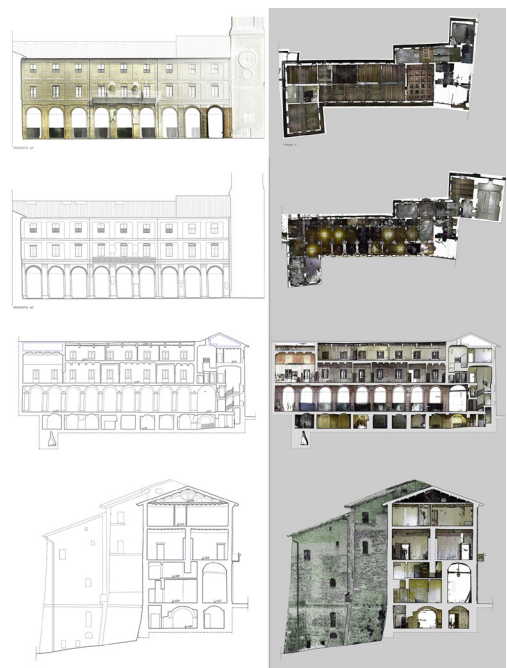


Fig. 05. Nell'elaborazione sono presenti modelli bidimensionali di studio dell'edificio (prospetto, ipografia, sezione trasversale e longitudinale) in cui la restituzione dello stato attuale è integrata con le ortofoto da nuvola di punti. Elaborazione a cura degli autori.



Conclusioni

La salvaguardia del patrimonio costruito, in particolare nelle situazioni di emergenza, non può prescindere da una conoscenza profonda del manufatto, che integri la documentazione storica con una conoscenza morfometrica e percettiva in grado di registrare le tracce che il tempo ha lasciato sull'edificio. L'esito della sperimentazione qui presentata testimonia ancora una volta e con maggiore evidenza la centralità del rilievo come strumento di conoscenza di un immobile, anche quando esso presenti delle limitazioni all'accessibilità. Il Workflow sperimentato, che integra tecnologie di acquisizione statica e dinamica, rappresenta senza dubbio un importante aggiornamento nel tradizionale approccio alla conoscenza, semplificando e velocizzando i processi di acquisizione pur garantendone la qualità metrica/percettiva e permettendo di operare in remoto sull'edificio, approfittando del senso di presenza digitale offerto dai software di visualizzazione dei dati. L'utilizzo di Scanner Laser SLAM, che offrono il miglior rapporto tra il tempo di permanenza all'interno degli edifici e la qualità metrica/RGB dei dati acquisiti, ha inoltre dimostrato come il loro utilizzo possa essere ideale in tutte quelle condizioni di pericolosità che mettono a rischio gli operatori, come pure il fatto che sia possibile pensare a processi di acquisizione massiva anche in condizioni precluse da problematiche di accesso o logistica. Facendo uso di dispositivi adeguati, è oggi possibile costruire una base dati comune interrogabile in remoto da ognuno degli studiosi coinvolti, sfruttando in particolare la possibilità offerta dal senso di presenza che questi strumenti consentono. Per questa ragione il rilievo integrato può rappresentare, oggi, il caposaldo di un dialogo costruttivo tra i diversi saperi, la piattaforma su cui gli studiosi e i professionisti possono efficacemente operare per la tutela e la conservazione del patrimonio costruito.

Note

[1] Il lavoro è frutto di una convenzione tra Università Sapienza di Roma e il Comune di Caldarola (MC) ed è finalizzata allo studio per l'intervento di "RESTAURO E RECUPERO FUNZIONALE CON MIGLIORAMENTO SISMICO PALAZZO PALLOTTA". Coordinamento scientifico progetto: prof. Fabrizio De Cesaris.

[2] Di seguito gli Archivi consultati: Archivio notarile mandamentale di Caldarola in Archivio di Stato di Macerata; Archivio storico comunale di Caldarola; Archivio diocesano di Camerino.

[3] Gli ingressi all'edificio sono stati necessariamente contingentati ed eseguiti con dispositivi di protezione individuale, consentendo di eseguire tutte le procedure di rilevamento in sicurezza.

[4] Scanner *Leica RTC360*. Si tratta di uno strumento in grado di misurare fino a 2 milioni di punti al secondo e di acquisire al contempo immagini HDR (*High Dynamic Range*), in maniera automatizzata e intuitiva. In circa 50 ore di lavoro sono stati acquisiti quasi 11 miliardi di punti, collegando circa 360 punti stazione, raggiungendo ogni ambiente dell'articolato edificio per ognuno dei sette livelli che lo caratterizza.

[5] Scanner *Leica BLK2GO*. La tecnologia *SLAM* misura, fotografa e registra accuratamente lo spazio in tempo reale, sfruttando la traiettoria e i movimenti dell'operatore. Grazie all'acquisizione rapida con strumentazione *Slam* è stato possibile rilevare in circa 13 minuti un intero piano di circa 700 mq.

[6] La tecnologia *Visual Inertial System (VIS)* permette l'elaborazione della preregistrazione automatica eseguita in tempo reale, in modo tale che l'operatore ottenga il risultato presentato immediatamente dopo l'esecuzione della scansione successiva.

[7] Scanner *Leica C10* offre i vantaggi di una scansione precisa a lunghe distanze integrando coordinate topografiche al dato registrato.

[8] Drone *DJI Mavic Mini*.

[9] *Leica JetStream Viewer*. Si tratta di uno strumento di visualizzazione di nuvole di punti utile a chiunque sia coinvolto nel progetto di acquisizione dati, grazie all'accesso alla navigazione degli ambienti in tempo reale.

Ringraziamenti

Per tutte le fasi di acquisizione ed elaborazione dati di rilievo si ringraziano gli architetti: Roberto Barni, Antonio Mirandola, Gianmarco Russo. Si ringrazia Leica Italia e in particolare il Dott. Simone Amici per il supporto strumentale fornito per tutte le fasi di acquisizione.

Riferimenti bibliografici

- Balzani, M., et al. (2004). Acquisizione e restituzione di dati 3D e colorimetrici: elementi architettonici e parti di fabbrica del Colosseo. In Docci, M., Chiavoni, E., Fiorucci, T. (a cura di). *Gli strumenti di conoscenza per il progetto di restauro*, pp. 92-98. Roma: Gangemi Editore.
- Bartolomucci, C., De Cesaris, F. (2009). Palazzo Carli-Benedetti. Fasi costruttive e storia sismica. In *Arkos n.s., numero monografico dedicato al sisma dell'Aquila*, n. 20, pp. 71-77.
- Bartolomucci, C., Trizio, I. (2015). Dal rilievo del danno sismico al disegno per il progetto di restauro: un'applicazione di documentazione speditiva in condizioni di emergenza. *DISEGNARECON, Disegno per il restauro: oltre il rilievo*, vol. 8 n.14 - gennaio 2015, pp. 24.1-24.8.
- Bianchini, C. (2004). Modelli interattivi esplorabili in rete: nuove applicazioni del 3D Web Browsing al settore dei Beni Culturali. In *Disegnare, Idee, Immagini*, n. 28.
- Bianchini, C. (2012). Rilievo e Metodo Scientifico. Survey and Scientific Method. In Filippa, M., Carlevaris, L. (a cura di). *Elogio della Teoria. Identità delle discipline del Disegno e del Rilievo*, pp. 391-400. Roma: Gangemi Editore.
- Cabrera, A., et al. (2020). Un rilievo speditivo di emergenza. Forte San José a Cartagena de Indias (Colombia). In *Defensive Architecture of the Mediterranean*, Vol X, FortMed2020 Fortifications of the Mediterranean Coast, pp. 271-276. Universidad de Granada Editore.
- De Luca, L. (2014). Methods, formalism and tools for the semantic-based surveying and representation of architectural heritage. In *Applied Geomatics*, n.6, 2014, pp. 115-139.
- Digital Heritage International Congress*, 28 Oct – 1 Nov 2013, Vol. 1-2-3, IEEE Advancing Technology for Humanity, Marseille, 2013.
- Fallavolita, F., et al. (2015). Semantic description of three-dimensional models of Bologna porches. In *SCIRES-iT*, 5, pp. 31-40.
- Guidi, G., Russo, M. (2011). The role of digital models in cultural heritage preservation. In *Proceedings of IX International Forum Le Vie dei Mercanti*, Aversa, Capri, 09-10-11 Giugno 2011.
- Ippolito, A., Cigola, M. (a cura di) (2017). *Handbook of Research on Emerging Technologies for Digital Preservation and Information Modeling*. Hershey PA: IGI Global.
- Nannei, V.M., Fassi, F., Mirabelli Roberti, G. (2019). Photogrammetry for quick survey in emergency conditions: the case of Villa Galvagnina. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, pp. 835-842.

Autori

Fabrizio De Cesaris, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, DSDRA. Sapienza Università di Roma
fabrizio.decesaris@uniroma1.it
Francesca Porfiri, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, DSDRA. Sapienza Università di Roma
francesca.porfiri@uniroma1.it
Luca J. Senatore, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, DSDRA. Sapienza Università di Roma
luca.senatore@uniroma1.it

Per citare questo capitolo: De Cesaris Fabrizio, Porfiri Francesca, Senatore Luca J. (2022). Il Rilievo per l'emergenza: il caso di Palazzo Pallotta a Caldarola/Emergency survey: the case of Palazzo Pallotta in Caldarola. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2310-2323.



Emergency survey: the case of Palazzo Pallotta in Caldarola

Fabrizio De Cesaris
Francesca Porfiri
Luca J. Senatore

Abstract

The contribution proposes the results of an integrated and multidisciplinary experience based on a review of traditional massive acquisition methodologies. The object of the study is Palazzo Pallotta in Caldarola (MC), a building constructed at the end of the 16th century which, over the centuries, has undergone various transformations that have substantially modified its spatial and functional features. Used since the end of the 19th century as the town hall, it was evacuated following the damage caused by the earthquakes that hit central Italy in 2016. The Palazzo is currently awaiting structural and functional rehabilitation as it is severely damaged, with an alarming crack pattern that has led to its use being interrupted and its practicability limited. The survey, carried out with integrated massive methodology, using static and mobile instrumentation, offered the opportunity to propose technological solutions capable of acquiring a considerable amount of data in a very short time and that find their privileged use in such post-emergency contexts. Attention was focused on the possibility of analyzing and studying the artefact and its architectural and decorative components through a process of analysis to be conducted remotely. It is precisely this aspect that has allowed for a productive interdisciplinary dialogue, harmoniously aimed at safeguarding the cultural asset being surveyed and replicable in other similar cultural assets.

Keywords

Documentation, integrated survey, Lidar, representation, Caldarola (Macerata)

Topics

Accessing / understanding / sharing / investigating / simulating / visualizing



Perspective visualisation of the point cloud of Palazzo Pallotta in Caldarola. Image processed by the authors.

Introduction

The integrated use of methodologies for the massive acquisition of data, such as Lidar systems and SFM methodologies from camera or drone, is now considered the standard for the elaboration of scientifically reliable digital models, capable of fully defining the formal, geometric, and chromatic aspects of the architecture and its components. The proposed case study investigates how the process of detecting and returning data may require different attention when having to study a building in an emergency context, or when its accessibility is limited due to the dangerous conditions of the structure. An answer to this specific problem is provided by the application of the new Lidar massive acquisition technologies and by the possibilities offered by Slam technologies, which offer solutions capable of acquiring a large amount of data in a short time, guaranteeing the possibility of carrying out all the studies necessary to know the state of the property directly from a remote location.

The Palazzo dei Cardinali Pallotta in Caldarola, evacuated following the damage caused by the 2016 earthquake and for the preservation of which it was necessary to document its current state, made it possible to experiment with these technologies and these new operational methods of data analysis, offering not only the surveyors but also the other scholars involved, a new way of approaching the Built Heritage. The proposed study shows the results of the analyses carried out on the above-mentioned building with the aim of achieving a knowledge of the construction necessary to identify the best solutions for the consolidation and restoration of the Asset [1].

Building history

Palazzo Pallotta, the current seat of Caldarola's municipality, is a building constructed at the end of the 16th century and played a key role in the town's urban transformation plan conceived and supported by Cardinal Giovanni Evangelista Pallotta, a collaborator and friend of Pope Sisto V.

Over the centuries, the original nucleus of the building has undergone a series of important and substantial transformations at the behest of the Pallotta family, who for centuries played a leading role in the local community, profoundly changing its volumetric structure with respect to the original design. The building structures the space of the town, modernized by the Cardinal, on the town square, along the main urban axis of the town, and consists of seven levels, two of which are almost completely underground. The exterior is characterized by the clear differentiation between the front facing the city and the front facing the valley behind. On the side facing the main square, the building appears as a unitary and compact intervention, connected to the neighboring Collegiate Church of San Martino and characterized by a formal simplicity defined by an orderly rhythm of pilasters and a portico embracing the entire building. The side facing the valley furrowed by the Rio di Caldarola appears massive and imposing, marked by uneven holes and masonry textures that reveal the different phases of the building



Fig. 01. Photographs of the exterior elevations show the clear break between the main front and the back side of the building. Photo by the authors (2021).

over the centuries (fig. 01). The interior is characterized, particularly on the main floor and part of the mezzanine, by the presence of a rich decorative apparatus that can be traced back to the late 16th and early 17th centuries. Pictorial decorations and elaborate wooden ceilings are the most valuable elements of the entire structure, and among the rooms of greatest historical value is the so-called *Stanza del Paradiso* (Paradise Room), an entirely frescoed study that the Cardinal had carved out for himself inside the building, set between the mezzanine and the hallway (fig. 02). Even though there is widespread documentation on Cardinal Pallotta's planning for the entire urban center, his building intentions regarding this specific palace are documented only by a few drawings that partially illustrate the original project for the building, datable to the beginning of the seventeenth century, and by sporadic archival information that ends around 1620, when he disappeared. By reading the diagrams found in various archives [2], and from subsequent construction records, it was possible to reconstruct the complex and articulated history of the building. In fact, the drawings clearly tell of an initial large-scale project, larger than the present one and never completed. Two other diagrams, dated 1608, describe instead, based on what had been built up until then, an alternative building program carried out by means of a deep expansion of the entire body of the building which made it possible to obtain a double series of large halls throughout the building. In the centuries that followed the initial phase, there were other transformations, but they were not as characteristic as this rethinking of the project, compressed into a first phase developed over a period of about thirty years, which, overall, can be considered original. In fact, the central body of the building in the 1608 drawings corresponds almost entirely to the current situation. Later, significant transformations concerned above all the northern portion of the building, which was completed and modified; this wing was presumably completed at the beginning of the 17th century with only the construction of the current northern wall corresponding to the side septum of the portico, which remains blind on the ground floor (fig. 03). In an open and fruitful dialogue with scholars from various disciplines, this documentary study has made it possible to identify several themes to be investigated to reconstruct the evolutionary history of the artefact, which will be useful in planning the acquisition phases.



Fig. 02. The images highlight the rich decoration in the interior of the building, particularly on the piano nobile and in the Stanza del Paradiso. Photo by the authors (2021).



Fig. 03. On the left a fresco of Clemente VIII's hall (Clemente VIII's 1598 visit to Calderola), with the bell tower already completed at the top and the palace with the porticoes to the south (not completed) and north. On the right are plans of the ground floor and the piano nobile dated 1608 that give an idea of the building's transformation project. (Source: Municipal historical archive of Calderola).

By virtue of the potential offered by the massive acquisition tools, the need to provide answers to the various themes identified in the preliminary phase was the guide for the technical choices to define the different levels of detail to be applied to the contexts analyzed during the survey phases.

Emergency survey

The survey of Palazzo Pallotta was carried out to meet the needs inherent in the knowledge and conservation of the building. Because of its complex and articulated nature and in particular because of the desire to document the effects of the 2016 earthquake that marked the entire structure and decorative apparatus, it was decided to survey the entire building with massive systems capable of describing with good accuracy not only the geometric/spatial aspects but also the quality of the surfaces and their state of degradation. This intention of documenting the entire building in detail immediately represented a challenge since, for safety reasons, access to and presence in the building had to be limited to safeguard the operators, as well as the precarious state of some rooms prevented the use of traditional static Lidar instruments. At the same time, the survey had to provide an exhaustive documentation of the typology, shape and size of the lesions present on the structure, thus requiring a very high level of detail, both geometric and chromatic, to allow the restorers to carry out their analyses of the deterioration without having to deal directly with the site and operating remotely. This has led to the definition of a new operational workflow that integrates the traditional hardware technologies of static acquisition with dynamic acquisition tools, and software solutions that allow to operate remotely exploiting the perceptual potential as a tool for visual knowledge of the places. The building is now in the same condition as it was when it was evacuated after the earthquake, i.e., in a state of abandonment, with rooms cluttered with furniture for work activities alternating with spaces where rubble and debris prevent or limit access [3]. Following a preliminary inspection and a careful classification of the areas, an elaborate survey project was drawn up to examine all the problems encountered in situ and to specifically consider the difficulties imposed by a site in an emergency. Given the desire to document the state of all the building's surfaces fully and accurately, it was decided to apply Lidar technology to the entire building, selecting the best hardware solution each time to meet the various logistical and documentary requirements. This was made possible by a meticulous planning that considered the level of accuracy required by the individual rooms in relation to their value, state of preservation and accessibility, guaranteeing a minimum human presence inside the building, particularly in the spaces characterized by the greatest risk. A static 3D laser scanner [4] was used to survey the accessible interior spaces, characterized by an excellent accuracy of the data and a rapidity compatible with the short duration of the individual rooms. The rooms with restricted access, of lower quality or characterized by greater risk, such as the attic, the articulated service rooms and some underground spaces, were acquired by means of mobile SLAM [5] type instruments, capable of capturing reality with a good level of accuracy, with timescales that cannot be compared with those necessary for acquisition using static instruments. Among the advantages of using these two technologies is the fact that both allow the integral control of the data with an application for mobile devices and the possibility of identifying, and therefore resolving immediately, the presence of any acquisition problems, an essential condition in this specific case. The large number of scans required was therefore pre-recorded simultaneously with the acquisition process, without the use of targets, taking advantage of VIS technology [6], in a continuous work process. In addition, the two-way connection between operator and scanner using smart devices, allowed the integration of qualified photographic information through geo-referenced tags, an operation that has proved to be of great help in the sharing of work aimed at a multidisciplinary dialogue between different areas of knowledge. Once the phase of acquiring the interiors was completed, the data was integrated with the results of an acquisition of the exterior and part of the interiors, carried out with a TOF (time-of-flight) laser scanner in topographic mode, which constituted the backbone of the entire survey, guaranteeing the

reconnection between the results of the acquisitions carried out with the different technologies [7]. As far as coverage is concerned, the survey was obtained with SFM methodologies thanks to the use of a drone [8]. Finally, the measurement of the topographical landmarks carried out with a GPS allowed the georeferencing of the coordinates, allowing the orientation of the data obtained from the different acquisition methodologies. The total alignment of the scans and the integration between the different methodologies used, in addition to guaranteeing the metric control of the entire system, made it possible to transform the raw data into structured information that could be interrogated at different levels of scale for the restitution of the 2D and 3D models, allowing for urban, architectural, and detailed reinterpretations (fig. 04). The elaboration process involved the various disciplines, which were able to deal independently with the same database to obtain the information necessary to produce critical works (Fig. 05). Experience has shown that the quantity and quality of information obtained during the survey made it possible to continue the critical process of knowledge by operating directly in remote mode, exploiting the potential of dedicated software [9] capable of analyzing the information present on the model and perceptually restoring the quality of the space and its components. As far as the specific discipline of the survey is concerned, the processing of the data collected allowed the drafting of critical graphs describing the entire building complex, identifying the relationships with the surrounding elements and highlighting the evident morphological differences present in the building; the same database offered sufficient material to analyses, from the point of view of restoration and consolidation, the specific problems linked to the effects of the earthquake and to corroborate the hypotheses relating to the transformation of the building over time, identifying the criticalities at a static and structural level.

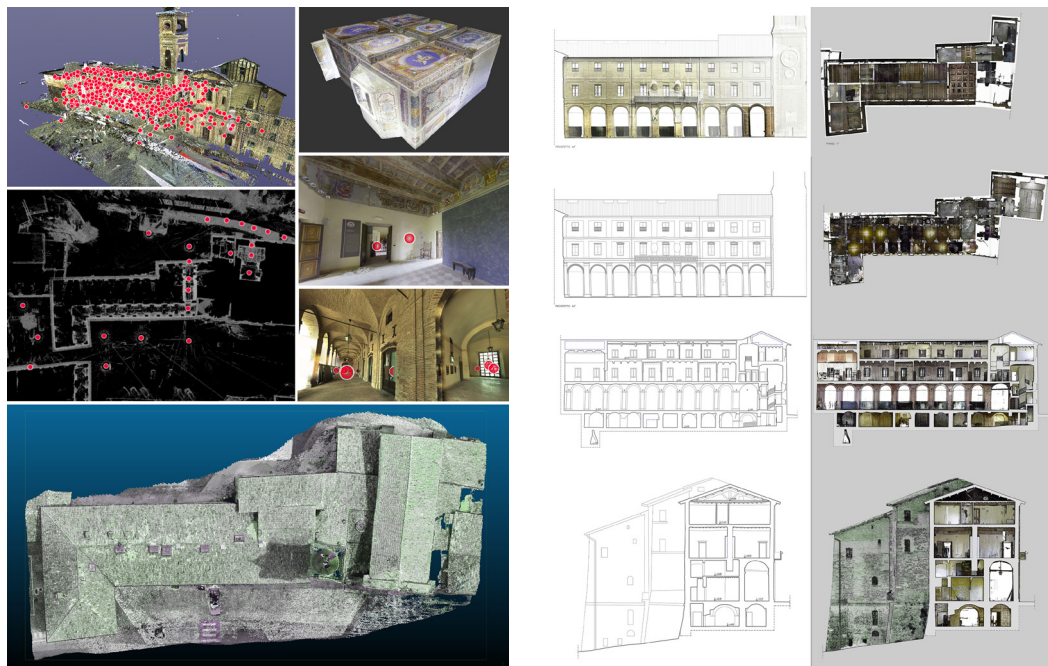


Fig. 04. The elaboration shows the different working methods applied on the building and the visualization of the cloud within the dedicated software that allows to operate remotely. Edited by the authors.

Fig. 05. The elaboration includes two-dimensional study models of the building (elevation, hypography, cross-section and longitudinal section) in which the restitution of the current state is integrated with orthophotos from point clouds. Edited by the authors.

Conclusions

The preservation of the built heritage, especially in emergency situations, cannot disregard a deep knowledge of the building, which integrates the historical documentation with a morphometric and perceptive knowledge able to record the traces that time has left on the building. The results of the experimentation presented here bear witness once again to the centrality of the survey as a tool for gaining knowledge of a building, even when it

has limitations in terms of accessibility. The Workflow tested, which integrates static and dynamic acquisition technologies, undoubtedly represents an important update in the traditional approach to knowledge, simplifying and speeding up the acquisition processes while guaranteeing the metric/perceptual quality and allowing to operate remotely on the building taking advantage of the sense of digital presence offered by the data visualization software. The use of SLAM Laser Scanners, which offer the best ratio between the time spent inside the buildings and the metric/ RGB quality of the acquired data, has also demonstrated how their use can be ideal in all those hazardous conditions that put operators at risk, as well as the fact that it is possible to think of massive acquisition processes even in conditions precluded by access or logistical problems. By using appropriate devices, it is now possible to construct a common database that can be interrogated remotely by each of the scholars involved, exploiting, in particular, the possibility offered by the sense of presence that these instruments allow. For this reason, the integrated survey can represent, today, both the cornerstone of a constructive dialogue between different knowledge, and the platform on which scholars and professionals can effectively operate for the protection and conservation of the built heritage.

Note

[1] The work is the result of an agreement between the Sapienza University of Rome and the Municipality of Caldarola (MC) and is aimed at the study for the intervention of "RESTORATION AND FUNCTIONAL RECOVERY WITH SEISMIC IMPROVEMENT OF PALAZZO PALLOTTA". Scientific coordinator of the project: Prof. Fabrizio De Cesaris.

[2] The following archives were consulted: Notarial archives of Caldarola in the State Archives of Macerata; Municipal historical archive of Caldarola; Diocesan archives of Camerino.

[3] The entrances to the building were necessarily restricted and carried out with individual protection devices, allowing all the survey procedures to be carried out safely.

[4] Leica RTC360 scanner. This instrument can measure up to 2 million points per second while capturing HDR (High Dynamic Range) images in an automated and intuitive manner. In about 50 hours of work, almost 11 billion points were acquired, connecting about 360 station points, reaching every room of the complex building for each of its seven levels.

[5] Leica BLK2GO Scanner. SLAM technology accurately measures, photographs and records space in real time, using the operator's trajectory and movements. Thanks to the rapid acquisition with Slam instrumentation, it was possible to survey an entire floor of about 700 square meters in about 13 minutes.

[6] The Visual Inertial System (VIS) technology allows the processing of the automatic pre-recording performed in real time, so that the operator gets the presented result immediately after the execution of the next scan.

[7] Leica C10 Scanner offers the advantages of precise scanning over long distances by integrating topographic coordinates with the recorded data.

[8] DJI Mavic Mini Drone.

[9] Leica JetStream Viewer. This is a point cloud visualization tool useful for anyone involved in the data acquisition project, with access to real-time navigation of environments.

Acknowledgements

For all the phases of data acquisition and processing we thank the architects: Roberto Barni, Antonio Mirandola, Gianmarco Russo. We would like to thank Leica Italia and in particular Dr. Simone Amici for the instrumental support provided during all the acquisition phases.

References

- Balzani, M., et al. (2004). Acquisizione e restituzione di dati 3D e colorimetrici: elementi architettonici e parti di fabbrica del Colosseo. In Docci, M., Chiavoni, E., Fiorucci, T. (a cura di). *Gli strumenti di conoscenza per il progetto di restauro*, pp. 92-98. Roma: Gangemi Editore.
- Bartolomucci, C., De Cesaris, F. (2009). Palazzo Carli-Benedetti. Fasi costruttive e storia sismica. In *Arkos n.s., numero monografico dedicato al sisma dell'Aquila*, n. 20, pp. 71-77.
- Bartolomucci, C., Trizio, I. (2015). Dal rilievo del danno sismico al disegno per il progetto di restauro: un'applicazione di documentazione speditiva in condizioni di emergenza. *DISEGNARECON, Disegno per il restauro: oltre il rilievo*, vol. 8 n.14 - gennaio 2015, pp. 24.1-24.8.
- Bianchini, C. (2004). Modelli interattivi esplorabili in rete: nuove applicazioni del 3D Web Browsing al settore dei Beni Culturali. In *Disegnare, Idee, Immagini*, n. 28.
- Bianchini, C. (2012). Rilievo e Metodo Scientifico. Survey and Scientific Method. In Filippa, M., Carlevaris, L. (a cura di). *Elogio della Teoria. Identità delle discipline del Disegno e del Rilievo*, pp. 391-400. Roma: Gangemi Editore.
- Cabrera, A., et al. (2020). Un rilievo speditivo di emergenza. Forte San José a Cartagena de Indias (Colombia). In *Defensive Architecture of the Mediterranean*, Vol X, FortMed2020 Fortifications of the Mediterranean Coast, pp. 271-276. Universidad de Granada Editore.
- De Luca, L. (2014). Methods, formalism and tools for the semantic-based surveying and representation of architectural heritage. In *Applied Geomatics*, n.6, 2014, pp. 115-139.
- Digital Heritage International Congress*, 28 Oct – 1 Nov 2013, Vol. 1-2-3, IEEE Advancing Technology for Humanity, Marseille, 2013.
- Fallavolita, F., et al. (2015). Semantic description of three-dimensional models of Bologna porches. In *SCIRES-iT*, 5, pp. 31-40.
- Guidi, G., Russo, M. (2011). The role of digital models in cultural heritage preservation. In *Proceedings of IX International Forum Le Vie dei Mercanti*, Aversa, Capri, 09-10-11 Giugno 2011.
- Ippolito, A., Cigola, M. (a cura di) (2017). *Handbook of Research on Emerging Technologies for Digital Preservation and Information Modeling*. Hershey PA: IGI Global.
- Nannei, V.M., Fassi, F., Mirabelli Roberti, G. (2019). Photogrammetry for quick survey in emergency conditions: the case of Villa Galvagnina. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, pp. 835-842.

Authors

Fabrizio De Cesaris, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, DSDRA. Sapienza Università di Roma
fabrizio.decesaris@uniroma1.it
Francesca Porfiri, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, DSDRA. Sapienza Università di Roma
francesca.porfiri@uniroma1.it
Luca J. Senatore, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, DSDRA. Sapienza Università di Roma
luca.senatore@uniroma1.it

To cite this chapter: De Cesaris Fabrizio, Porfiri Francesca, Senatore Luca J. (2022). Il Rilievo per l'emergenza: il caso di Palazzo Pallotta a Caldarola/ Emergency survey: the case of Palazzo Pallotta in Caldarola. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2310-2323.