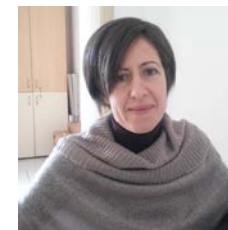




Carla Bartolomucci
Architetto, specialista in Restauro dei Monumenti e PhD in Conservazione dei Beni Architettonici, dal 2004 è ricercatore CNR dapprima presso l'ICVBC di Roma, poi presso l'ITC di L'Aquila in seguito al sisma del 2009. È autrice di numerose pubblicazioni scientifiche sul restauro e sui problemi di conservazione del patrimonio architettonico.



Ilaria Trizio
Ingegnere edile, Dottore di Ricerca in Archeologia Medievale, dal 2011 è ricercatore presso l'ITC-CNR (Istituto per le Tecnologie della Costruzione) di L'Aquila. Si occupa di problematiche legate al rilevamento archeologico e architettonico e all'uso delle tecnologie digitali applicate all'analisi del costruito storico.

Dal rilievo del danno sismico al disegno per il progetto di restauro: un'applicazione di documentazione speditiva in condizioni di emergenza

From survey of the seismic damage to drawing for the conservation project: an application of expeditious documentation in emergency conditions

In seguito all'esperienza di rilievo del danno sul patrimonio culturale compiuta in occasione del terremoto del 2009 in Abruzzo, si sono sperimentate le tecnologie disponibili di modellazione 3D basate su immagini digitali. In condizioni di pericolosità o difficile accessibilità dell'oggetto da rilevare, tali tecniche rappresentano un valido supporto per effettuare una documentazione di dettaglio in maniera speditiva. Nel caso presentato la procedura di modellazione 3D viene testata in fase di cantiere (restauro di un palazzo quattrocentesco a L'Aquila), in occasione del rinvenimento di alcune decorazioni pittoriche in un ambiente finora inaccessibile, la cui fruibilità in futuro pone rilevanti questioni conservative. La documentazione dello stato di fatto pertanto costituisce una base informativa essenziale per il progetto di restauro.

Following the experience made by survey of seismic damage on cultural heritage, during the 2009 earthquake in the Abruzzo region, we have tested techniques, currently available, of 3D modeling based on digital images. The intention is to document situations of particular complexity, it is advisable to perform a detailed and rapid documentation (due to hazardous conditions or difficult accessibility of the detected object). The three-dimensional modeling procedure tested here at work (restoration of a fifteenth-century palace in L'Aquila), when some pictorial decorations were discovered in a location so far inaccessible, (whose enjoyment in the future poses significant conservative issues). The documentation of the status quo, in this case, is an essential starting point for the conservation project.

Parole chiave: danno sismico (rilievo), documentazione per il restauro, rilievo digitale, modellazione 3D, Structure from Motion

Keywords: Seismic damage (survey), documentation for conservation, digital survey, 3D modeling, Structure from Motion

1. IL RILIEVO DEL DANNO SISMICO SUL PATRIMONIO CULTURALE

I recenti eventi sismici (Abruzzo 2009, Emilia Romagna 2012) hanno evidenziato l'importanza di disporre di una documentazione diffusa del patrimonio architettonico, estesa a tutto il tessuto storico urbano, tale da costituire - in fase di emergenza - una preziosa base di dati per la rilevazione dei danni e la pianificazione degli interventi di restauro, ma anche - nella gestione ordinaria - per monitorare lo stato di conservazione del patrimonio culturale.

Risulta essenziale che tale documentazione sia disponibile in formato digitale, per poter essere agevolmente trasmessa e divulgata; in occasione di eventi calamitosi, infatti, i documenti d'archivio risultano indisponibili e talora irrecuperabili, mentre gli strumenti informatici consentono di archiviare e duplicare una grande varietà di dati eterogenei, evitandone la perdita.

La metodologia di rilevamento del danno sismico sui beni culturali si avvale di modelli schedografici messi a punto a partire dal 1987 per le chiese (GNDD, modello S3), utilizzati per la prima volta in occasione del terremoto in Umbria e Marche del 1997 e successivamente modificati ed integrati da un apposito Gruppo di Lavoro¹ fino alla definizione di schede ufficiali² utilizzate in occasione del sisma in Molise del 2002, ulteriormente aggiornate nel 2006³.

Le attività di rilievo del danno sul patrimonio storico architettonico nell'area del cratere sismico abruzzese sono state compiute tramite un rilevante numero di sopralluoghi eseguiti - spesso in condizioni critiche per la sicurezza - da squadre del Nucleo Operativo Patrimonio Storico Artistico (NOPSA) composte da Vigili del Fuoco, architetti e storici dell'arte funzionari del MiBACT e da tecnici esperti in analisi delle strutture storiche provenienti da Università italiane e dal CNR-ITC di L'Aquila⁴.

I modelli schedografici attualmente in uso sono di tre tipi: A-DC "chiese", B-DP "palazzi", C-BM "beni mobili", tutti costituiti da un sistema di schedatura descrittivo a cui possono essere allegati grafici e fotografie. La documentazione del danno sui beni

architettonici avviene attraverso l'identificazione, la localizzazione e la descrizione del bene, l'individuazione dei beni artistici presenti e del relativo danno, la definizione delle caratteristiche geometriche e tipologiche, il riconoscimento del comportamento sismico e dei meccanismi di collasso attivati dal sisma, la descrizione del danno relativo agli elementi strutturali e non strutturali presenti, l'individuazione di condizioni di rischio relative al contesto, la stima sommaria per la riparazione del danno ed il miglioramento sismico dell'edificio, l'indicazione dell'esito di agibilità e l'identificazione degli eventuali provvedimenti di pronto intervento necessari.

Le schede di rilievo del danno sul patrimonio culturale d'Abruzzo sono state conservate dapprima presso la struttura del Vice Commissario delegato per la Tutela dei Beni Culturali, poi presso la Direzione regionale per i Beni Culturali d'Abruzzo; l'archivio è costituito da schede cartacee, successivamente digitalizzate in ambiente Access, e da un archivio fotografico (oltre 80.000 foto) organizzato in cartelle per località e denominazione del bene.

A distanza di quasi sei anni dal sisma, sarebbe opportuna una gestione centralizzata e univoca di tale ingente documentazione in un Sistema Informativo Geografico di livello nazionale (es. Carta del Rischio del Patrimonio Culturale, così come avvenuto in occasione del sisma in Umbria e Marche, o anche nel Sistema Informativo Generale del Catalogo, integrati e interoperabili tra loro⁵, in modo che tale rilevante patrimonio informativo possa confluire in un database continuamente aggiornabile in vista dei processi di ricostruzione e di successivo monitoraggio e manutenzione dei beni; allo stato attuale, invece, ogni Ente coinvolto nel processo di ricostruzione nel cratere sismico abruzzese dispone di una propria base di dati predisposta in modo autonomo.

2. NECESSITÀ SPECIFICHE DI DOCUMENTAZIONE.

In questa sede si prescinde dalle questioni generali su accennate riguardo alla documentazio-

ne generale e di quella specifica per il restauro affrontate altrove⁶; si vuole qui affrontare il tema della documentazione nei casi in cui sia opportuno affiancare alla descrizione del danno un rilievo di dettaglio eseguito in maniera speditiva (es. per superfici architettoniche di particolare interesse, apparati decorativi, oggetti d'arte).

Come accennato in precedenza, anche nel caso di danni a "beni mobili" il modello schedografico adottato per il rilievo del danno è di tipo descrittivo (identificazione e luogo di collocazione, caratteristiche tipologiche e geometriche del manufatto, descrizione dei materiali e dei danni, provvedimenti da adottare etc.) e fa riferimento ad una documentazione fotografica da allegare.

In taluni casi può essere opportuno integrare tale schedatura con rilievi fotografici effettuati nell'ottica di una successiva modellazione 3D - questa infatti può essere compiuta a posteriori a partire da un set minimo di immagini digitali effettuate anche con strumenti di emergenza quali fotocamere di uso comune - in modo da poter ottenere una ricostruzione metrica di ambienti inaccessibili (per esempio in caso di crolli) o di particolari decorativi difficilmente rilevabili in tempi rapidi e/o in condizioni di sicurezza.

Ad oggi esistono diverse esperienze di rilievo digitale e modellazione 3D tramite procedure Structure from Motion⁷, tra cui si segnalano alcune sperimentazioni relative alla possibilità di ottenere mappature del quadro fessurativo del patrimonio architettonico in situazioni di emergenza e di difficoltà operative dovute alle condizioni di scarsa sicurezza⁸; in tali casi l'impiego della fotografia digitale consente di acquisire rapidamente i dati, rinviando alla fase di post-elaborazione il lavoro di rappresentazione e restituzione grafica di quanto osservato in fase di rilievo.

A seguito di alcune sperimentazioni effettuate su edifici danneggiati nell'area sismica aquilana⁹, si vuole ora verificare se tali strumenti consentano di ottenere un rilievo delle caratteristiche superficiali di un manufatto architettonico. Lo scopo è duplice: definire una base grafica attendibile su cui procedere per analisi tematiche (es. rilievo delle superfici decorate, mappatura dei materiali e delle tecniche di esecuzione, analisi dello stato

di conservazione, individuazione degli interventi diagnostico-conoscitivi, localizzazione interventi di restauro) e osservare nel dettaglio lo stato di conservazione, nei casi in cui la situazione di emergenza non consenta osservazioni dirette e ravvicinate.

Tale base grafica digitale risulta essenziale, inoltre, per verificare l'eventuale evoluzione dei dissesti e/o del degrado nel tempo, purché le condizioni di ripresa fotografica siano analoghe e confrontabili; queste, infatti, condizionano notevolmente la qualità del risultato e costituiscono, dunque, un punto critico di tutta la procedura; per tali motivi si è scelto di sperimentare tali sistemi in una situazione di particolare difficoltà operativa, in modo da testarne ulteriormente la validità dei risultati.

3. IL CASO DI STUDIO: RILIEVO DI DIPINTI MURALI RINVENUTI IN PALAZZO CARLI-BENEDETTI A L'AQUILA

Si presenta qui una esperienza di documentazione speditiva effettuata in fase di cantiere, allo scopo di documentare alcune superfici dipinte rinvenute nel corso dei lavori di restauro in un noto palazzo quattrocentesco a L'Aquila¹⁰. In questo caso la sperimentazione è stata compiuta per verificare la possibilità di ottenere una documentazione affidabile di superfici pittoriche in una situazione di difficile accessibilità, laddove la documentazione fotografica si riveli insufficiente e sia necessario predisporre, in tempi brevi, una base grafica essenziale per il cantiere di restauro. Durante alcuni saggi effettuati per il consolidamento di un solaio, infatti, sono riemersi alla vista alcuni interessanti dipinti murali che, fino ad oggi, erano rimasti celati tra un solaio ligneo e le volte in muratura degli ambienti sottostanti (figg. 1-2). Non ci si sofferma, in questa sede, sulle vicende storico-costruttive dell'edificio¹¹ che, benché definito esemplare del *rinascimento architettonico fiorentino*¹², presenta diverse fasi costruttive correlate alla storia sismica della città e alle vicende della committenza (edifici medievali preesistenti al palazzo, impianto quattrocentesco, rimaneggia-



Fig. 1 Le tracce di decorazioni pittoriche, così come rinvenute nel corso di un saggio sotto un solaio ligneo.

Fig. 2. Le decorazioni pittoriche nell'angolo opposto al precedente.; si notano le lesioni murarie che hanno danneggiato i dipinti



menti posteriori e ristrutturazione settecentesca dopo il terremoto del 1703, ulteriori adattamenti e restauro alla metà del XX secolo), come pure è testimoniato dal duplice nome. L'edificio quattrocentesco fu commissionato dalla facoltosa famiglia Carli, che nel corso del XVII secolo si trasferì presso una sede ben più ampia -oggi sede del Rettorato dell'Università aquilana determinando le sorti dell'edificio che fu rilevato dal monastero adiacente e da allora in poi dato in affitto e suddiviso in diverse proprietà¹³; tra queste ultime, la famiglia Benedetti impose il proprio nome al palazzo nel XX secolo).

La posizione particolare in cui trovano le decorazioni pittoriche rinvenute fa desumere che tali dipinti appartenessero all'ambiente sottostante, successivamente diviso in due e ribassato con la realizzazione delle volte decorate (fig. 3-4); tale fascia decorativa sommitale è continua sulle murature perimetrali ed è pertinente con il solaio ligneo superiore, di cui oggi si conservano alcune travi, mentre l'impalcato è stato sostituito.

In base alla datazione delle due voltine in mattoni, presumibilmente cinque-seicentesche, si desume che la decorazione pittorica rinvenuta sulle pareti possa essere relativa alla fase quattrocentesca del palazzo, dato che essa precede sicuramente la modifica degli ambienti sottostanti (fig. 5). Un aspetto di particolare interesse, inoltre, deriva dal tipo di raffigurazione pittorica, dato che vi sono raffigurati spartiti e strumenti musicali dell'epoca, attualmente in corso di approfondimento dal punto di vista storico-musicologico. La situazione conservativa delle decorazioni pittoriche - piuttosto critica a causa dei danni sismici sulle murature d'ambito - rende necessaria una documentazione puntuale preliminare alle operazioni di restauro; anche la posizione particolare in cui esse si trovano (sotto il solaio attuale e sopra le volte sottostanti, che le hanno obliterate alla vista per almeno quattro secoli) - tale da renderne impossibile la fruizione allo stato attuale - suggerisce una documentazione accurata in vista di una possibile fruizione 'virtuale', dato che, con il rifacimento del solaio, tali decorazioni torneranno in buona parte ad essere nascoste alla vista. Si ritiene, infatti, che l'ipotesi di stacco



Fig. 3 (sopra) Vista parziale di una delle pareti decorate, sotto l'attuale solaio.

Fig. 4 (a destra) Una delle due volte nell'ambiente sottostante, la cui realizzazione ha nascosto i dipinti alla vista.

Fig. 5 (sotto) Vista complessiva dell'ambiente decorato, da sopra le volte attuali.

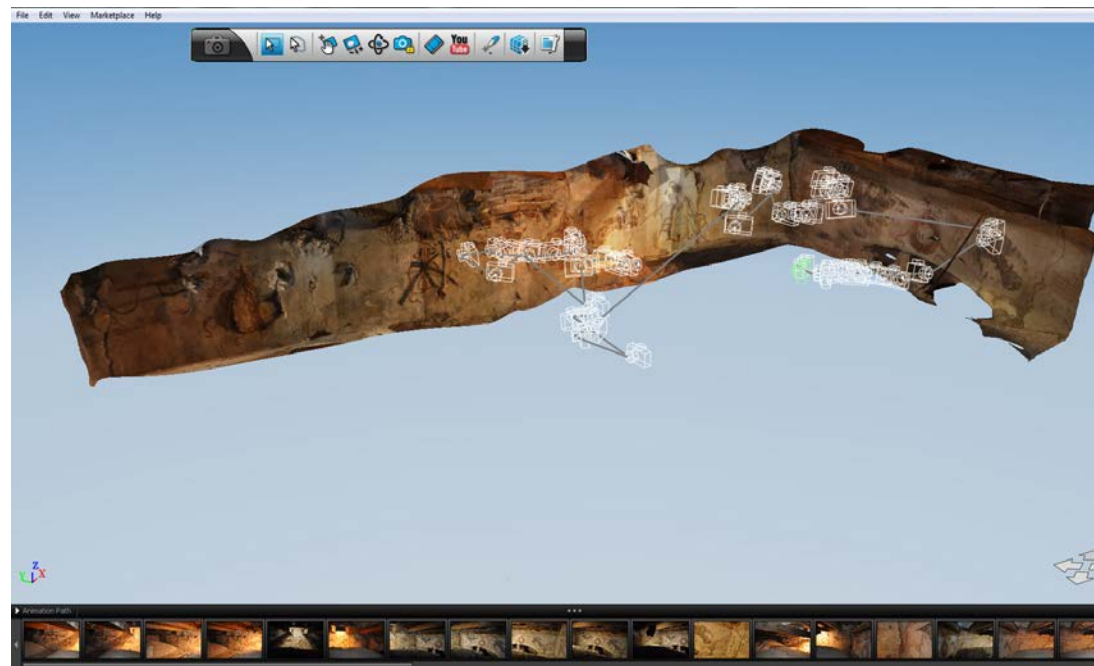
Fig. 6 (pag. seguente) Screen shot del modello processato con il software 123D Catch.



dei dipinti sia impraticabile, non solo per motivi conservativi (rischio materiale di danneggiamenti) ma perché, divenendo opere mobili, essi risulterebbero estraniati dal contesto ed esposti a molteplici rischi. Tra questi, innegabili sono i rischi di smarrimento del loro valore documentario, dovuto alla loro particolare collocazione, in quanto testimonianza di specifiche vicende edilizie del palazzo; di riduzione del loro valore espressivo, in quanto rimossi dall'ambiente per il quale i dipinti furono realizzati; di perdita (per furto o dispersione). Allo stesso tempo, si pongono le questioni relative alle corrette condizioni di conservazione, per le quali è opportuno non alterare le condizioni microclimatiche (luce, umidità relativa, temperatura) in cui si sono trovate finora. La circostanza del cantiere in corso e la difficoltà di avvicinarsi alle superfici decorate a causa della loro ubicazione (queste, infatti, possono essere osservate solo dall'ambiente superiore, in cui attualmente è stato rimosso il solaio, camminando sopra le travi rimaste in situ; per osservare da vicino i dipinti bisogna inoltrarsi con cautela sopra le voltine in mattoni, attualmente puntellate perché lesionate dal sisma) impongono un sistema di documentazione speditivo, che possa essere compiuto mediante una documentazione fotografica ed una successiva post-elaborazione per ottenere la modellazione 3D sulla base dei rilievi metrici disponibili.

4. PROCEDURE OPERATIVE PER IL RILIEVO DELLE SUPERFICI DECORATE

La procedura utilizzata per la sperimentazione in oggetto è basata su un rilievo fotogrammetrico digitale effettuato con la tecnica dello Structure from Motion. La particolare configurazione spaziale dell'ambiente da documentare ha reso quasi obbligata la scelta della tecnica di rilevamento da adottare per documentare la presenza e lo stato di conservazione delle superfici rinvenute. La tecnica, tramite degli opportuni software¹⁴, consente di ottenere delle mesh texturizzate tridimensionali a partire da un set di immagini digitali. Analogamente a quanto si può ottenere con



procedure di rilevamento indiretto più complesse, come ad esempio il laser scanning, il modello 3D che ne deriva è misurabile e rappresenta una valida base di partenza per realizzare, come ad esempio in questo caso, gli elaborati grafici necessari alla redazione di un progetto di restauro. Nella sperimentazione descritta in questa sede, a causa delle difficili condizioni di illuminazione dell'ambiente (poiché in condizioni di controllo luce con illuminazione naturale e costante presenza di ombre dovute alle travi del solaio sovrastante) e di acquisizione delle riprese (quest'ultima imputabile prevalentemente alla scarsa accessibilità del sito e alla vulnerabilità delle volte sottostanti), le campagne fotografiche sono state molteplici nonostante le dimensioni contenute dell'ambiente da rilevare. Durante i sopralluoghi si è cercato di ottenere differenti combinazioni di luce naturale ed artificiale e di limitare per quanto possibile le ombre ed i contrasti. Le immagini acquisite nelle

diverse campagne sono state quindi processate con il software 123D catch dell'Autodesk (fig. 6) per una prima verifica di fattibilità ed in seguito, solo le riprese migliori - opportunamente suddivise per ciascun lato da modellare - sono state processate con il software Photoscan dell'Agisoft (fig. 7). Entrambi i software hanno risentito delle particolari condizioni di illuminazione messe in evidenza dalle immagini e, sebbene la mesh 3D generata dalla procedura presenti degli scarti assolutamente trascurabili rispetto alle dimensioni rilevate direttamente, il risultato più significativo della sperimentazione effettuata risiede proprio nella texture ottenuta. Questa, infatti, oltre a fornire una dettagliata documentazione sullo stato fessurativo e di conservazione delle superfici (figg. 8-9), consente di ottenere dei fotopiani di alta qualità che rappresentano una base grafica indispensabile per documentare lo stato di fatto prima di qualsiasi operazione conservativa (figg. 10-11).

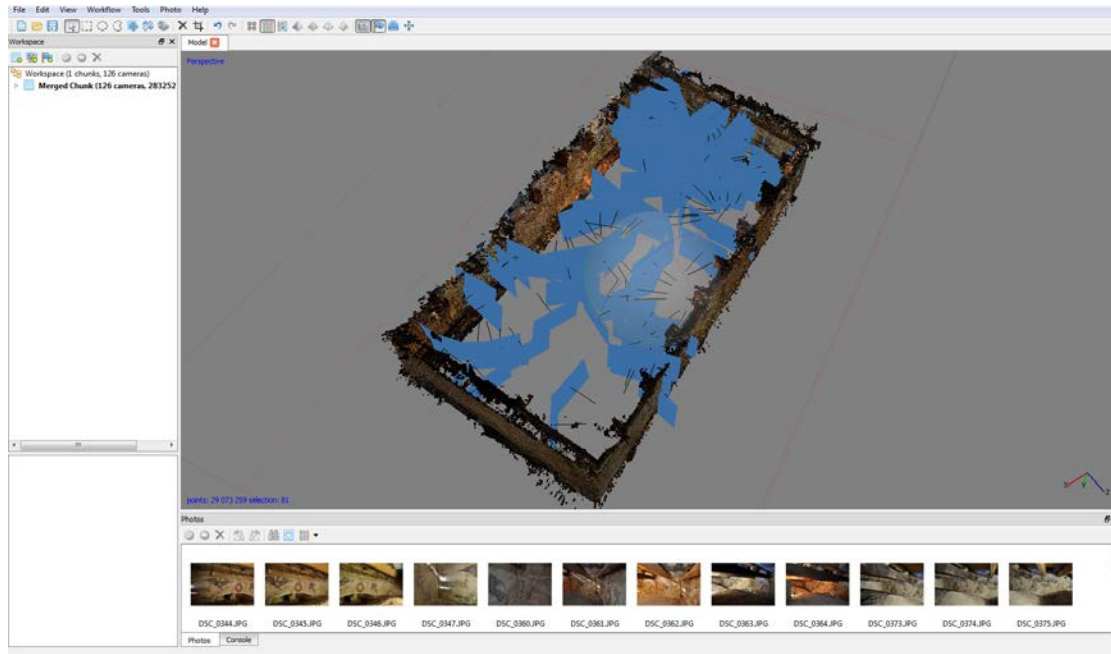
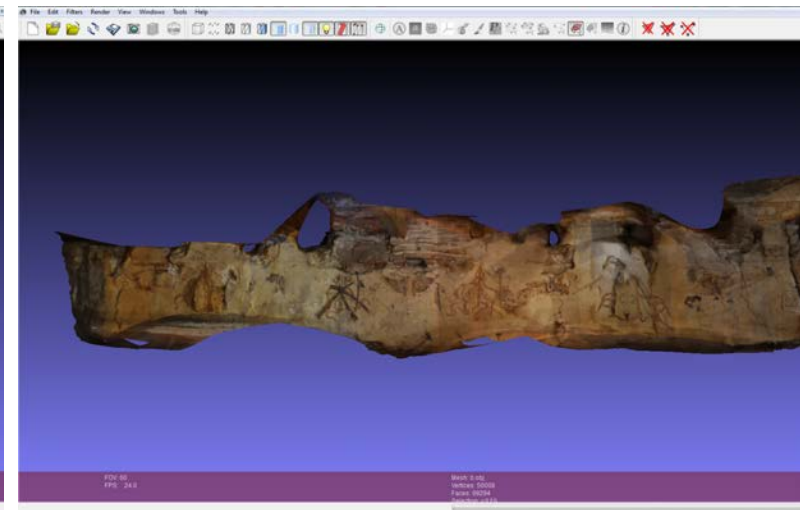
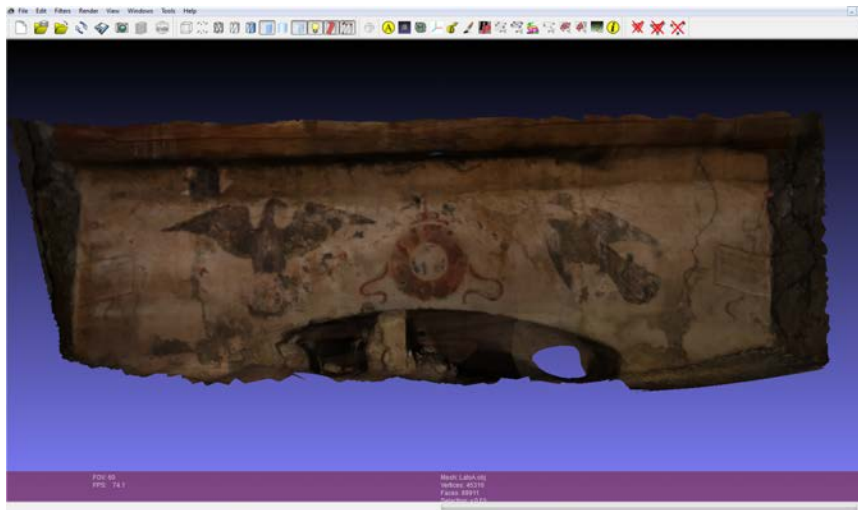


Fig. 7 (a lato) Screen shot del modello processato con il software Photoscan dell'Agisoft.

Fig.8 (in basso a sinistra) Ingrandimento della mesh texturizzata con il particolare di uno dei lati corti.

Fig.9 (in basso a destra) Ingrandimento della mesh texturizzata con il particolare di uno dei lati lunghi.



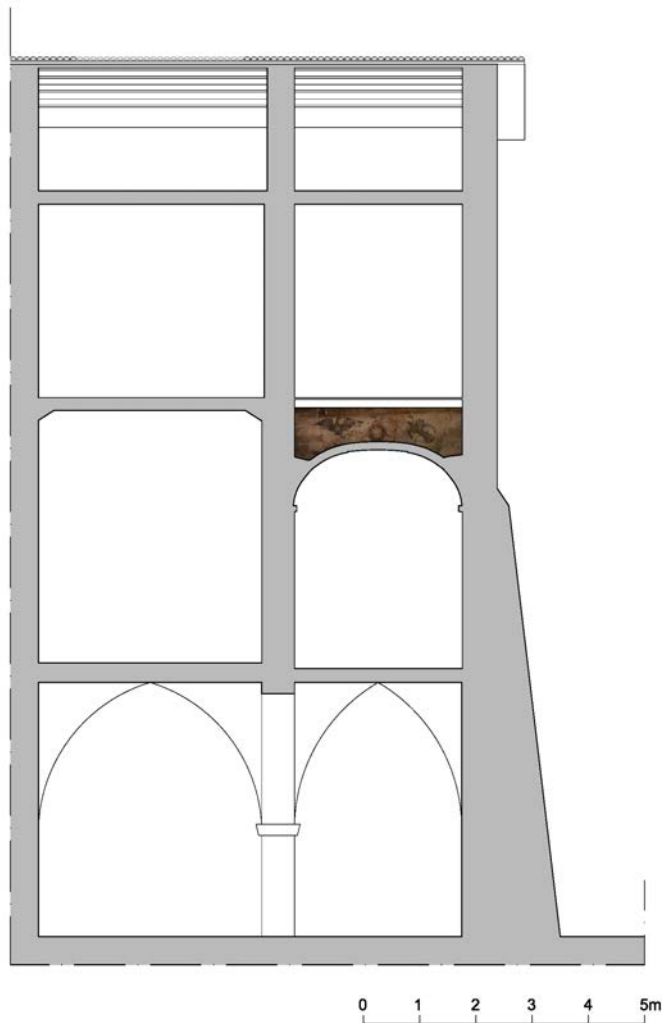


Fig.10 (a lato a sinistra) Inserimento del fotopiano nella sezione dell'edificio (visibile uno dei lati corti dell'ambiente).



Fig.11 (a lato a destra) Inserimento del fotopiano nella sezione dell'edificio (visibile uno dei lati lunghi dell'ambiente).

5. CONCLUSIONI

Nelle situazioni di emergenza le procedure di rilievo e modellazione basate su immagini digitali, ad oggi largamente sperimentate, si rivelano un valido ausilio per integrare le documentazioni di rilievo del danno, attualmente compiute per lo più tramite compilazioni di modelli cartacei.

In particolare, nei casi in cui risulti opportuna una documentazione di dettaglio, una serie di foto effettuate nell'ottica delle procedure di SfM può rivelarsi una base di dati preziosa per elaborazioni grafiche successive. Anche nel caso di superfici piane, come nell'applicazione illustrata, la fotomodellazione consente di apprezzare efficacemente le deformazioni della superficie; questa, infatti, nella realtà non è piana a causa di disomogeneità di natura costruttiva e delle deformazioni dovute ai dissesti. Risulta evidente, tuttavia, che un punto critico per tale procedura è costituito dalle condizioni di ripresa fotografica, dato che la successiva modellazione è basata esclusivamente sull'elaborazione delle immagini e non su misurazioni con altri strumenti.

Dal punto di vista dimensionale, l'attendibilità dei risultati risulta accettabile quando è affiancata da misure dirette; il confronto con il rilievo metrico strumentale ha evidenziato scarti dimensionali del 5% circa (alcuni centimetri su una lunghezza complessiva di circa 6 metri).

Il modello digitale ottenuto rappresenta pertanto una base grafica eccellente per archiviare le informazioni relative al progetto e al cantiere di restauro, per la possibilità di collegare 'topologicamente' le informazioni all'immagine e al modello digitale e, quindi, come base per strutturare un Sistema Informativo 3D¹⁵.

È evidente che l'analisi materiale dello stato di conservazione debba essere compiuta sulla base di osservazioni dirette, poiché l'osservazione dei segni del degrado non è soltanto visiva ma si basa su una percezione sensoriale più ampia¹⁶; le immagini fotografiche, d'altra parte, risentono inevitabilmente delle condizioni di visibilità, per cui eventuali ombre o elementi estranei (polvere, ragnatele, riverberi di luce) possono risultare fuorvianti.

NOTE

1-Il Gruppo di lavoro per la prevenzione dei beni culturali dai rischi naturali (GLABEC) fu istituito nel 1999 (DPCM n. 4236 del 24-11-1999; DPCM n° 133 del 23-1-2001).

2-Decreto Interministeriale 3 maggio 2001: Approvazione dei modelli per il rilevamento dei danni, a seguito di eventi calamitosi, alle chiese e ai beni mobili, pubblicato in G.U. n. 116 del 21-5-2001.

3-Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 febbraio 2006: Approvazione dei modelli per il rilevamento dei danni ai beni appartenenti al patrimonio culturale, in G.U. n. 55 del 7-3-2006.

4-Cfr. Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Sisma in Abruzzo: il recupero dei monumenti, XIII Salone dei Beni e delle Attività Culturali, Restauro - V Salone del Restauro e dei Beni Culturali (Venezia, 3-5 dicembre 2009), pp. 13-20; Presidenza del Consiglio dei Ministri. Dipartimento della Protezione Civile, Attività della struttura del Vice Commissario delegato per la tutela dei beni culturali a seguito del sisma del 6 aprile 2009 in Abruzzo. Rapporto di consegna (28 gennaio 2010), pp. 6-29.

5-La Carta del Rischio del Patrimonio Culturale è realizzata dall'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro; il SIGEC è realizzato dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, entrambi Istituti del MiBACT.

6-Il tema della documentazione specifica per il restauro, sul quale si sono succedute interessanti sperimentazioni fin dagli anni Novanta, viene affrontato in: Bartolomucci, Trizio 2014. In particolare, una esperienza di "cartella clinica per il monumento" realizzata anni prima con GIS 2D viene confrontata e aggiornata con gli strumenti attuali (GIS 3D).

7-Per un'ampia panoramica sull'argomento si veda: De Luca 2011; Remondino, Campana 2014; Gonizzi-Barsanti 2014. Oltre a questi, si segnalano interessanti esperienze in: Kersten, Lindstaedt 2012; Parrinello, Picchio 2013; Pucci 2013. Per applicazioni specifiche di fotomod-

ellazione per la documentazione di apparati decorativi si veda: Abate et al. 2014.

8-Una interessante applicazione di rilievo del danno sismico tramite fotomodellazione in un edificio complesso, cfr: Russo et Al. 2013.

9-La sperimentazione mostra che la modellazione tridimensionale può essere ottenuta anche a posteriori processando le fotografie scattate in fase di sopralluogo per la rilevazione dei danni (in taluni casi perfino con una fotocamera di iPhone); cfr. Bartolomucci, Trizio 2013.

Il progetto di restauro e consolidamento di Palazzo Carli-Benedetti a L'Aquila è stato elaborato, con la consulenza dei proff. D. Fiorani e F. De Cesaris, da: arch. C. Bartolomucci (progettista capogruppo e D.L.), ing. A. Placidi, Techne s.p.a. (progetto strutturale), arch. C. De Camillis e R. Fibbi (progetto impiantistico), arch. G. Scimia (coordinamento della sicurezza).

11-Per una sintesi storica vedi: Bartolomucci et Al. 2012; Bartolomucci, De Cesaris 2009; C. Bartolomucci, I solai lignei del XV secolo in Italia centrale: il caso di Palazzo Carli a L'Aquila, in "Historia de la construcción" Actas del Quinto Congreso Nacional, Burgos, 7-9 junio 2007, pp. 83-91.

12-M. Moretti, M. Dander (1974), Architettura civile aquilana dal XIV al XIX secolo, L'Aquila: Japadre, pp. 38-42.

13-Atto del notaio Perseo Capulli, 16 ottobre 1702 (ASA, Archivio notarile).

14-In particolare, quelli utilizzati per la sperimentazione sono stati: la app free 123D Catch dell'Autodesk e il software PhotoScan Professional dell'Agisoft.

15-Cfr. Bartolomucci, Trizio 2014

16-C. Bartolomucci (2009), Tecnologie per la conservazione delle superfici materiche: Superfici dell'architettura e diagnostica, in D. Fiorani (a cura di), Restauro e tecnologie in architettura, Roma: Carocci, pp. 285-303.

Bibliografia

D. Abate, F. Menna, F. Remondino, M.G. Gattari (2014), 3D painting documentation: evaluation of conservation conditions with 3D imaging and ranging techniques, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XL-5, pp. 1-8.

C. Bartolomucci, I. Trizio (2014), From 'monument medical records' to 3D GIS for historic architecture documentation, in "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin" Proceedings of 6th International Congress, vol. III: Cultural Heritage Identity, pp. 141-149, ISBN 978-88-97987-05-5

C. Bartolomucci, I. Trizio (2013), Documentazione speditiva per la conservazione del costruito storico in situazioni di emergenza, in S. Mora Alonso-Muñoyerro, A. Rueda Marquez del la Plata, P.A. Cruz Franco (eds.), "ReUSO" Actas del Congreso Internacional sobre Documentación, Restauración y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico (Madrid, 20-22 junio 2013), vol. II: Propuestas para la Documentación, Restauración y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico, pp. 497-504, ISBN 978-84-15321-74-3

C. Bartolomucci F. De Cesaris, D. Fiorani, A. Donatelli, A. Placidi (2012), Palazzo Carli Benedetti, in "L'Università e la ricerca per l'Abruzzo. Il patrimonio culturale dopo il terremoto del 6 aprile del 2009", L'Aquila: Textus, pp. 272-278, ISSN 0394-0543

C. Bartolomucci, F. De Cesaris (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, ISSN 1974-7950

L. De Luca (2011), La fotomodellazione architettonica. Rilievo, modellazione, rappresentazione di edifici a partire da fotografie, Dario Flaccovio Editore, Palermo, ISBN 978-88-579-0070-4

S. Gonizzi-Barsanti, F. Remondino, B. Jiménez Fernández-Palacios, D. Visintini (2014), Critical factors and guidelines for 3D surveying and

modelling in Cultural Heritage, in "Int. Journal of Heritage in the Digital Era", Vol. 3(1), pp. 142-15.

T. P. Kersten, M. Lindstaedt (2012), Image-based low- cost systems for automatic 3D recording and modelling of archaeological finds and objects, in Ioannides, Marinou et al. (eds.), in "Progress in Cultural Heritage Preservations", EuroMed 2012 Proceedings, LNCS7616, Springer-Verlag, Berlino, 978-3-642-34233-2

S. Parrinello, F. Picchio (2013), Dalla fotografia digitale al modello 3D dell'architettura storica, in "Disegnare con la fotografia digitale", Disegnarecon n. 12/ 2013, ISSN 1828-5961

M. Pierrot-Deselligny, L. De Luca, F. Remondino (2011), Automated Image-Based Procedures for Accurate Artifacts 3D Modeling and Orthoimage generation, in "Journal of Geoinformatics", vol. 6, ISSN 1802-2669. M. Pucci, Prima che appaia il "divieto di fotolievio": considerazioni sulla foto modellazione, in "Disegnare con la fotografia digitale", Disegnarecon n. 12/ 2013, ISSN 1828-5961

F. Remondino, S. Campana (2014), 3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage - Theory and Best Practices, Archaeopress BAR Publication Series 2598, ISBN 9781407312309

M. Russo, L. Ercolin, M. Paternò di Sessa, P. Russo (2013), La fotografia per la mappatura del quadro fessurativo del patrimonio architettonico in situazioni di emergenza, in "Disegnare con la fotografia digitale", Disegnarecon n. 12/ 2013, ISSN 1828-5961