

RA

restauro archeologico

Conoscenza, conservazione e valorizzazione
del patrimonio architettonico d'interesse archeologico
e di quello allo stato di rudere
**Rivista del Dipartimento di Architettura
dell'Università degli Studi di Firenze**

The knowledge, conservation, and valorization
of all endangered, neglected,
or ruined architectural structures.
**Journal of the Department of Architecture
University of Florence**

2 | 2017

RA

restauro archeologico

Conoscenza, conservazione e valorizzazione
del patrimonio architettonico d'interesse archeologico
e di quello allo stato di rudere

**Rivista del Dipartimento di Architettura
dell'Università degli Studi di Firenze**

The knowledge, conservation, and valorization
of all endangered, neglected,
or ruined architectural structures.

**Journal of the Department of Architecture
University of Florence**



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

Editor in Chief

Roberto Sabelli
(Università degli Studi di Firenze)
roberto.sabelli@unifi.it

Managing Editor

Andrea Arrighetti
(Università degli Studi di Siena)

Anno XXV numero 2/2017
Registrazione Tribunale di Firenze
n. 5313 del 15.12.2003

ISSN 1724-9686 (print)
ISSN 2465-2377 (online)

Director

Saverio Mecca
(Università degli Studi di Firenze)

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Mariarosaria Barbera
(Direttore Generale del Parco
archeologico di Ostia Antica)

Philippe Bernardi
(Centre national de la recherche
scientifique, Aix-en-Provence)

Giovanna Bianchi
(Università degli Studi di Siena)

Susanna Caccia Gherardini
(Università degli Studi di Firenze)

Emma Cantisani
(Istituto per la Conservazione e la
Valorizzazione dei Beni Culturali | CNR)

Giuseppe Alberto Centauro
(Università degli Studi di Firenze)

Michele Coppola
(Università degli Studi di Firenze)

Maurizio De Vita
(Università degli Studi di Firenze)

Daniela Esposito
(Sapienza | Università di Roma)

Carlo Alberto Garzonio
(Università degli Studi di Firenze)

Luca Giorgi
(Università degli Studi di Firenze)

Alberto Grimoldi
(Politecnico di Milano)

Paolo Liverani
(Università degli Studi di Firenze)

Pietro Matracchi
(Università degli Studi di Firenze)

Alessandro Merlo
(Università degli Studi di Firenze)

Camilla Mileto
(Universitat Politècnica de València)

Gaspar Muñoz Cosme
(Universitat Politècnica de València)

Lorenzo Nigro
(Sapienza | Università di Roma)

José Manuel López Osorio
(Universidad de Málaga)

Andrea Pessina
(Soprintendente della SABAP per la città
metropolitana di Firenze e le province
di Pistoia e Prato)

Hamdan Taha
(Former Director General of Antiquities,
Palestinian Territory, Occupied)

Guido Vannini
(Università degli Studi di Firenze)

Fernando Vegas López-Manzanares
(Universitat Politècnica de València)

Cristina Vidal Lorenzo
(Universidad de Valencia)



Stampato su carta di pura cellulosa Fedrigoni



Copyright: © The Author(s) 2017

This is an open access journal distributed under the Creative Commons
Attribution-ShareAlike 4.0 International License
(CC BY-SA 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>).

graphic design

●●● **didacommunicationlab**
DIDA Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Firenze
via della Mattonaia, 14
50121 Firenze, Italy

published by

Firenze University Press
Università degli Studi di Firenze
Firenze University Press
Borgo Albizi, 28, 50122 Firenze, Italy
www.fupress.com

Cover photo

Interior of the Dabashiya Pigeon Tower
(foto: Francesco Fassi, 2016)

Indice

Carpenteria di legno dei tetti e dei solai interpiano a Pompei nel I secolo d.C. <i>Nicola Ruggieri</i>	4
Survey, conservation and restoration in Egypt's Western Desert: combining expectations and context <i>Corinna Rossi</i>	20
Musealización de restos arqueológicos en el Cuarto Real de Santo Domingo, Granada (España) <i>Javier Gallego Roca</i>	36
Il Disegno per la ricostruzione di una storia. Il restauro virtuale del Monumento a Costanzo Ciano a Montenero di Livorno <i>Elena Ippoliti, Laura Carnevali, Fabio Lanfranchi</i>	52
Rilievo delle lastre tombali del Camposanto Monumentale di Piazza dei Miracoli a Pisa <i>Giovanni Pancani</i>	74
Metodologie di rilievo integrato per indagini diagnostiche non invasive: la documentazione della Moschea Bianca di Al-Jazzar a San Giovanni d'Acri, Israele <i>Francesca Picchio</i>	90
La chiesa di Santa Maria di Campogrosso ad Altavilla Milicia (Palermo), i ruderi di un monumento normanno tra abbandono, restauri e studi archeologici <i>Zaira Barone</i>	106

Nicola Ruggieri

Segreteria Tecnica Parco
Archeologico di Pompei

pagina a fronte

Fig. 1
Affresco del larario
della Casa del
Centenario (IX, 8, 3),
oggi conservato al
Museo Archeologico
Nazionale di Napoli,
in cui è raffigurato
il Vesuvio. Oltre
ad una differenza
morfologica è
evidente la presenza
di una maggiore
densità boschiva
rispetto a quella
attuale

Abstract

The timber elements of the Pompeii's buildings were subjected to high temperatures during the 79 A.D. Vesuvius' eruption that entailed the almost total loss of the roofs and inter-storey floors carpentry.

However, wooden structures evidences are still present. In fact, many timber members pockets and frescos representing realistic architectural scenes, in addition to the Latin sources, provide precious data for determining floors and roofs structural organization in Pompeii during the 1st century A.D.

The carpentry configurations, put in evidence in the herein study, are classifiable in several typologies, in dependence of the covered span and the use of the room. They vary from floors characterized by one order of beams on which a wooden boarding bears, to more complex organizations that include structures identifiable as trusses.

Introduzione

Le prime fasi dell'eruzione del Vesuvio del 79 d.C. furono caratterizzate dal deposito di notevoli quantità di pomice e lapilli. Tale materiale si concentrò in particolare a sud del vulcano, nell'area in cui è ubicata Pompei, raggiungendo un'altezza di circa 3 mt (Sigurdsson et al. 1982).

Lo strato considerevole di pomice e lapilli determinò il collasso di numerose carpenterie già dopo poche ore l'inizio del fenomeno eruttivo. A tali crolli seguirono flussi piroclastici la cui temperatura, sebbene elevata, non attivò processi di carbonizzazione e mineralizzazione¹, dunque non permise la preservazione delle carpenterie di Pompei. Tuttavia, sono numerose le tracce, in particolare i fori di alloggiamento malgrado siano episodici quelli relativi a piani superiori al primo, da cui poter dedurre caratteristiche dimensionali e organizzazione di orizzontamenti e strutture di coperture esistenti durante il I secolo d.C.

Una analisi condotta su tali basi può essere resa più specifica se allargata a comprendere dettagli costruttivi tratti dalle pitture parietali di Pompei che raffigurano carpenterie lignee e dalla trattatistica contemporanea.

In particolare, i precetti vitruviani relativi a solai e tetti, quest'ultimi di-

¹Una tale condizione avrebbe privato il legno di costituenti organici rendendolo non degradabile.



Fig. 2
VI, 6, 3, Fori di alloggiamento di travi con incavi orizzontali, tracce di tavolati lignei, di cui, quello all'estradosso, isolato rispetto alla muratura da elementi fittili



stinti in ragione della luce coperta in *commodus* o del tipo *maior spatium*, vengono nel contributo comparati con le decorazioni parietali che descrivono architetture. Tali rappresentazioni, sebbene mediate dalla sensibilità dell'autore in alcuni casi fantasiosa che riproduce configurazioni di dubbia efficienza, costituiscono preziosi dati da cui dedurre le caratteristiche tecniche e tecnologiche delle carpenterie di legno presenti a Pompei nel I secolo d.C.

Inoltre, le analisi palinologiche effettuate rapportate alle informazioni derivanti dai reperti lignei scoperti nella città vesuviana forniscono informazioni sulle specie legnose comunemente impiegate per le costruzioni durante l'ultima fase di vita di Pompei.

Il materiale

Durante il I secolo una copertura di tipo forestale dovette caratterizzare il Vesuvio. Infatti, condizioni climatiche con temperature basse, differenti rispetto a quelle attuali, e la poco significativa antropizzazione, comportarono, fondando su analisi palinologiche, la presenza di specie arboree, oggi tipiche dell'Appennino, in misura certamente superiore alle attuali medie (Stefani et al. 2002; Ciarallo 2012).

I boschi, tra i 100 e i 250 m. s.l.m., dei monti Lattari e del Vesuvio (Fig. 1) erano preminentemente caratterizzati da specie arboree appartenenti alla *Quercus pubescens* e *Pinus pinea* con a quote superiori la presenza di betulle (*Betula sp.*) e abete bianco (*Abies alba*) (Di Pasquale et al. 2014). A sud est di Pompei forte era l'incidenza del Carpino (*Carpinus betulus*), del castagno (*Castanea sativa*) e di alberi appartenenti al genere *Populus* (Ciarallo 2004). Inoltre, boschi artificiali di Cipressi (*Cupressus sempervirens*) sono attestati nelle aree di esondazione del fiume Sarno nell'immediata periferia dell'antica Pompei (Ciarallo 1990).

Un'elevata consistenza del patrimonio forestale dunque in area vesuviana, le cui specie arboree trovano conferma nella frequenza dei reperti ritrovati a Pompei che ne attestano una particolare diffusione nell'edilizia, per strutture portanti, di abete bianco, pioppo, cipresso, castagno e quercia (Fioravanti et Caramiello, 1999).

Tali specie legnose sono annoverate da Vitruvio tra i generi che “... maxime in aedificiis sunt idonea ...” (Liber II, 6), in particolare l’abete, il più diffuso a Pompei anche perchè agevolmente lavorabile. Inoltre, l’Architetto di Augusto pone particolare attenzione alla durabilità del legno, enunciando aspetti di tipo “genetico” quindi legati al genere, per i quali preferire per esempio il pino e il cipresso, e accorgimenti costruttivi al fine di garantire condizioni dell’ambiente sfavorevoli ad attacchi di tipo biotico. Nello specifico Vitruvio suggerisce l’interposizione di uno strato di paglia o di felci tra il getto del massetto e il tavolato sottostante, una misura utile per isolare il legno dall’umidità derivante dal calcestruzzo prima della maturazione. Su un simile principio, l’isolamento da un ambiente potenzialmente con alte percentuali di umidità, si basava probabilmente la pratica, diffusa a Pompei, di inquadrare l’alloggiamento della trave con laterizi (Adam 2001). Una disposizione che caratterizza anche alcuni degli incavi relativi a tavolati, più frequentemente ad inquadrare quello all’estradosso del solaio (VI, 6, 3; VII, 9, 13) (Fig. 2) e, in un solo caso rilevato, l’ambiente in I,20,5, a confinare dalla muratura un possibile cassettonato posizionato all’intradosso dell’orizzontamento. Tali elementi fittili, verosimilmente con lo scopo anche di rifinire in maniera veloce, quindi economica, il foro in muratura caotica, rappresentano una misura di dubbia efficacia. Infatti, il laterizio, altamente poroso, poteva per capillarità, piuttosto che isolare, veicolare umidità dalla muratura verso la membratura lignea e generare condizioni favorevoli all’innesco di un attacco biotico².

Solai interpiano

La direzione nella disposizione dell’orditura principale, in generale, seguiva la campata minore del vano da coprire, almeno relativamente agli ambienti con destinazione a residenza. Un esempio è rappresentato dall’orizzontamento che caratterizza un ambiente dell’isolato cosiddetto Casa dei



Fig. 3
Casa dei Casti Amanti (IX, 12, 6-8). Il solaio è stato soggetto ad un significativo sovraccarico che ne ha causato l’elevata inflessione

Fig. 4
IX, 1, 21, Taberna caratterizzata da orizzontamento ordito in direzione parallela alla facciata principale, al fine, verosimilmente, di poggiare le travi sulle murature d’ambito prive di bucatura



² Al contrario le asperità generate da un’escavazione del foro con superfici non perfettamente planari realizzano limitati punti di contatto tra trave e muratura con conseguente generazione di aerazione del vano di alloggiamento della trave.

Fig. 5
I, 1, 10, Alloggiamento di
trave verosimilmente
a sezione
approssimativamente
quadrata

Casti Amanti (IX, 12, 6-8) che, sebbene non presenti oggi alcuna membratura lignea, fornisce testimonianza dell'elevato sovraccarico derivante dal deposito di lapilli a cui dovette essere soggetto tale solaio durante l'eruzione che causò una significativa inflessione, tuttora presente, nella soletta di calcestruzzo rinvenuta (Fig. 3).

A differenza delle abitazioni, in generale, la realizzazione dei solai delle *tabernae* obbediva ad altri criteri. Infatti, caratterizzate da un'ampia apertura prospettante sulla strada per permettere l'esposizione e la vendita dei prodotti, le botteghe disponevano, con rare eccezioni (VI, 14, 6; IX, 1, 16), di un orizzontamento ordito in direzione parallela alla facciata principale, al fine, verosimilmente, di poggiare le travi sulle murature d'ambito prive di bucaura (Fig. 4). Una organizzazione che pertanto non esercitava alcun contributo nel trattenere il pannello murario del prospetto fronteggiante la strada dal ribaltamento eventualmente causato da azione sismica.

I casi analizzati, con luci che raggiungono un massimo di circa 6 mt, presentano un unico ordine di membrature³, in cui la presenza sporadica di rompitratta è legata alla realizzazione del vuoto della scala interna (VII, 2, 15). Un'eccezione è rappresentata dall'organizzazione del solaio, presumibile dalle tracce di fori di alloggiamento presenti nelle murature, nella regio I, insula I, civico 10, che sembrerebbe essere costituito da una doppia



orditura, composta da due travi principali di dimensioni circa 15x25 cm, su cui poggiava un secondo ordine di membrature. Una disposizione che potrebbe essere il risultato di un consolidamento.

La sezione delle travi, almeno per quanto è deducibile dai vani di alloggiamento tuttora esistenti, poteva essere rotonda (tondame) per luci di modesta entità e riguardanti ambienti destinati ad uso residenziale (I, 8, 3), mentre isolati sono i casi in cui la sezione trasversale della membratura si approssima al quadrato (I, 1, 10) (Fig. 5). Tuttavia, l'adozione di travi quadrate e rettangolari rimane la geometria di maggiore diffusione, con numerosi esempi sia riguardanti le *tabernae*, che portici pubblici quali quelli del foro o solai di *domus*.

Le travi erano dunque distribuite di coltello, testimonianza di un deciso avanzamento scientifico nella conoscenza del comportamento delle strutture di legno, sia relativamente alla deformabilità che alla resistenza. Si oppone infatti, con tale disposizione, il lato maggiore alla direzione della forza sfruttando la massima inerzia della sezione quindi la migliore prestazione della trave soggetta a flessione. Tuttavia, è probabile che l'uso di travi a sezione rettangolare trovi motivazione anche nelle dimensioni medie del fusto delle specie legnose diffuse a Pompei per opere di carpenteria e in un più razionale sfruttamento del tronco; preludio alla pratica rinascimentale (Serlio) e alle teorizzazioni del Settecento con gli studi ad opera di Bullet e di Parent che riferiscono di un metodo di squadratura da un tronco cilindrico per ottimizzare la sezione resistente (Ruggieri, 2011).

Le travi risultano avere un appoggio nella muratura di dimensioni variabili tra i 10 e i 15 cm⁴, (Fig. 6) fino al caso estremo del porticato fronteggiante gli edifici municipali del Foro, che non supera i 7 cm. In tal caso, sebbene la fittezza delle travi comporti una distribuzione del carico sulla muratura, le sollecitazioni concentrate di compressione potrebbero causare lesioni e deformazioni da schiacciamento topico, comunque oggi non visibili a Pompei. Una superficie limitata per l'alloggiamento della trave, potrebbe inoltre rappresentare un elemento di vulnerabilità sismica. Tale condizione, infatti, facilita la perdita dell'appoggio e lo sfilamento della membratura nel caso di accelerazione impressa dal terremoto al manufatto.

Peculiare, se rapportato a centri limitrofi dell'area Vesuviana o comunque con omogenea cultura anche costruttiva come quella del Lazio, è l'interesse con cui le travi sono disposte. In generale, infatti, il passo tra le membrature a Pompei risulta variabile tra 1,5 e 2 volte la larghezza della trave, (FIG 7) con una media approssimativa di 25 cm (solai relativi a I, 8, 3 a VI, 7, 5 a VI, 8, 4 a VI, 14, 31). Un'organizzazione che trova alcune similitudini ad Ercolano in cui si registrano interassi ridotti e comunque di dimensione circa 45 cm, come per esempio nell'*insula II orientalis* e nella *Sede degli Augustali* ma si discosta sensibilmente con i palchi attestati ad Ostia dove addirittura lo spazio tra una trave e la successiva, afferente a solai realizzati nel I secolo o di poco posteriori, raggiunge 1,60 mt (Ulrich 2007).

Una tale configurazione strutturale, escludendo alcune eccezioni relative alle *tabernae* dove il passo ridotto potrebbe indicare un sovraccarico parti-

³A Moregine, nell'immediato suburbio di Pompei, nel 1999, durante la realizzazione della terza corsia dell'autostrada è stato riportato alla luce un settore di una villa di epoca romana che, date le particolari condizioni di seppellimento, cinerite ed acqua, ha preservato diversi manufatti lignei, incluso elementi del solaio tra i quali membrature di dimensioni elevate, forse rompitratte. Si tratta di una struttura lignea attualmente oggetto di studio da parte dello scrivente componente del gruppo di progetto (Dott. F. Galeandro; Arch. A. Maio; Arch. M. Nuzzo; Arch. N. Ruggieri), nell'ambito delle opere del Grande Progetto Pompei.

⁴Basato sulle misure rilevate dai fori di alloggiamento presenti nell'opera caotica che tuttavia potrebbero avere subito rimaneggiamenti durante i vari restauri quindi modifiche rispetto alla dimensione originaria. Diverso è il caso dei fori realizzati nei blocchi di calcare, per esempio quelli presenti nel porticato del Foro, dove è presente l'identica lavorazione antica a scalpello sull'intera superficie interna del foro di alloggiamento. Le misure rilevate sono state debitamente ridotte in quanto non corrispondenti al reale appoggio della trave che necessita per la messa in opera di una profondità maggiore.

Fig. 6
Incavi per
l'alloggiamento di
membrature lignee
in alcuni architravi
del Foro

Fig. 7
VI, 8, 4. Taberna
caratterizzata da fori
di alloggiamento
con interasse di circa
25 cm



colarmente rilevante da sostenere come la presenza di depositi al piano superiore, piuttosto da imputare alla scarsa conoscenza del comportamento delle strutture lignee è da considerare un avanzamento nella tecnologia rispetto alle aree contigue. Pompei è caratterizzata da una media pericolosità sismica con possibili terremoti anche di magnitudo elevata. La città Vesuviana aveva dunque potuto sperimentare gli effetti di vari eventi tellurici, come quello del 62 d.C., in cui aveva sofferto pesanti e diffusi crolli.

Un possibile empirismo scaturito dalle modalità di danno osservate, da cui si può dedurre, affascinante ipotesi, che l'interesse ridotto rappresenti una consapevole volontà di realizzare un migliore vincolo e limitare la tendenza al ribaltamento, modalità di collasso cruciale per la muratura e particolarmente diffusa in occasione dei terremoti che colpirono Pompei durante il I secolo (Ruggieri, 2016). Tuttavia, l'azione di ritegno svolta dalle travi risulta non totalmente efficace, considerato che tali membrature erano prive di organi di collegamento con il setto se si prescindere dall'attrito che si genera all'interfaccia legno-muratura comunque limitato data la modesta superficie dell'appoggio.

Una riduzione della deformabilità dell'orizzontamento si otteneva attraverso la messa in opera, prassi costruttiva probabilmente diffusa a Pompei, di un assito ligneo oltre che soprastante la trave su cui poggiare il massetto⁵ all'intradosso della membratura e a questa vincolata attraverso chiodi metallici. Una simile composizione del solaio è attestata nella Casa di Pansa (VI, 6, 1), dove sono evidenti incavi orizzontali nella muratura che confinano sopra e in basso i fori di alloggiamento.



Fig. 8
IX, 6, 5. Incavi per
l'alloggiamento di
membrature lignee
di copertura

Il tavolato poteva essere sostituito da un controsoffitto composto da lacunari di cui si conservano diverse raffigurazioni in alcuni affreschi⁶. E' da evidenziare che, seppure manchino tracce evidenti a Pompei, Vitruvio, ripreso successivamente da Plinio⁷, suggerisce, superiormente alle travi, l'apposizione di un tavolato aderente a quello sottostante e ordito ad esso ortogonale; una misura volta a limitare gli effetti del ritiro⁸, fortemente anisotropi, che tende a contenere le variazioni dimensionali con un secondo assito disposto con fibratura perpendicolare al primo. Una soluzione che fornisce un contributo alla resistenza della trave ma soprattutto garantisce un'adeguata rigidità del solaio ligneo⁹ nel caso di azioni orizzontali sismo-indotte.

Interessante è l'impiego di orditure disposte in direzione perpendicolare rispetto all'orizzontamento inferiore. Di tale configurazione, non sappiamo quanto diffusa data la scarsa presenza a Pompei di livelli superiori al primo, si conserva traccia nell'officina VI, 14, 18. Una organizzazione che comporta il duplice effetto di evitare ulteriori soluzioni di continuità nella stessa parete e al contempo migliorare la solidarietà strutturale tra i pannelli murari.

Tetti

Tectum commodus

La configurazione strutturale dei tetti a Pompei per coprire vani di dimensioni ridotte, nella sua forma più semplice, ricalca in generale l'organizzazione dei solai interpiano con travi principali su cui poggiava una teoria di listelli, *templa* secondo Vitruvio, a cui ancorare le tegole. Fori di alloggiamento con soprastante frammenti di tegole ammorsate nella muratura ad

⁵ Il massetto di cui si conserva traccia nelle Terme Stabiane (VII, 2), al di sopra delle *suspensurae*, è composto da circa 10 cm di ciocciopesto e di ulteriori approssimativamente 15 cm di frammenti di laterizi in malta.

⁶ Nella Casa dei Dioscuri (VI, 9, 6) per esempio, nella parete nord dell'ambiente 8.

⁷ "... Cum coaxatum fuerit, super altera coaxata transversa sternatur clavisque fixa ..." Vitruvio, Liber VII, 5); "... necessarium binas per diversum coaxationes substerui et capita earum praefigi, ne torqueantur..." Plinio, N.H. 36, 186.

⁸ Una indicazione che è riferita ad ambienti esposti direttamente agli elementi, forse *solaria*, dove le variazioni di umidità sono maggiori.

⁹ A tal proposito studi sperimentali hanno dimostrato che la rigidità di un tale solaio e il conseguente effetto positivo sulla distribuzione dell'azione sismica ha valori di poco inferiori di un orizzontamento ligneo con soprastante soletta in c.a. ma, rispetto a quest'ultimo, è caratterizzato da una massa minore (Ceccotti et al., 2007).



Fig. 9

Casa dei Vetti (VI, 15, 1), affresco posto nella parete est dell'esedra raffigurante una carpenteria lignea

Fig. 10-11

Casa di Marco Lucrezio Frontone (V, 4, A), parete posta a nord e a sud del tablino



una distanza di circa 8 cm, prova della presenza di un'orditura minuta, caratterizzano il peristilio della domus IX, 6, 5 (Adam, 2001) e testimoniano l'esistenza di una copertura ad un'unica falda (Fig. 8).

Vitruvio indica per sostenere tetti con luce non particolarmente elevata una soluzione costituita da una trave di colmo, *columen*, su cui poggiare falsi puntoni, *cantherii*. Una configurazione simile, sebbene priva di manto di copertura, è rappresentata nell'affresco della Casa dei Vetti (VI, 15, 1) posto nella parete est dell'esedra (Fig. 9). Tale decorazione, basando sull'analisi stilistica, è classificabile come di IV stile ed è risalente agli anni successivi al terremoto del 62 d.C. (Peters, 1977; Grimaldi, 2016). La parete è articolata in uno zoccolo con soprastante un pannello centrale che ritrae "Penteo ucciso dalle Baccanti" inquadrato alle due estremità da due edicole prospettiche raffiguranti scorci architettonici che evidenziano un terrazzo, un *solarium*, coperto da una struttura lignea. Quest'ultima, rappresentata con fantasiosa inventiva, priva di appoggio verso l'osservatore pertanto staticamente labile e dall'equilibrio improbabile, fornisce tuttavia realistici dettagli sulla carpenteria di copertura. La configurazione rappresentata è composta da un'orditura principale orientata longitudinalmente rispetto al vano da coprire, con trave di colmo e terzere che portano, con interesse modesto, dei falsi puntoni vincolati all'estremità in basso ad una trave di bordo per quindi aggettare oltre la muratura, disposizione pienamente conforme ai dettami Vitruviani¹⁰. Tutti gli elementi lignei, disposti con una pendenza poco significativa tipica di aree climatiche del Mediterraneo, non evidenziano alcuna gerarchia dimensionale e sono caratterizzati da un lato di misura preponderante, assimilabili dunque a tavole.

Tectum maior spatium

Nell'eventualità che la luce da coprire fosse elevata, Vitruvio indica una possibile soluzione nell'organizzazione costituita da *transtra et capreoli*¹¹. Sono diversi gli autori, specie rinascimentali¹², che interpretano tale passo del *De Architectura* come descrizione di una capriata, benché in realtà l'ar-

¹⁰ « ... Sub tectis ... si comoda columen et cantherii prominentes ad extremam sugrundationem ... » (Vitruvio, Liber IV, 2).

¹¹ "...Sub tectis, si maiora spatium sunt et transtra et capreoli ..." (Vitruvio, Liber IV, 2).

¹² Tra gli altri Daniele Barbaro e Andrea Palladio (1567) interpretano il termine *transtrum* come "capriata" e propongono a tal riguardo apparati grafici esplicativi a corredo della traduzione del trattato.

¹³ Sesto Pompeo Festo, nel *De verborum significatione*, definisce *transtra*, "...narium dicuntur et tigna, quae ex pariete in parietem porriguntur..." 505,3, membrature orizzontali disposte trasversalmente al vano. Una traduzione che è, in generale, accettata dalla comunità scientifica anche per il termine usato da Vitruvio: Gros (1997) per esempio riporta "... I transtra sono le travi orizzontali trasversali ..." p. 444. Tuttavia, se si ammette un'indipendenza strutturale tra *capreoli* e *transtra*, con mancanza di unione tra le due membrature, dovremmo pensare il *transtrum* non posizionato in corrispondenza dell'asta inclinata e con unica funzione possibile di presidio, peraltro poco efficace se privo di organi metallici di collegamento alla mu-



chitetto di Augusto non ne faccia sicura menzione¹³. Tuttavia, nell'architettura romana il sistema a capriata fu portato alla perfezione e dovette diventare particolarmente diffuso¹⁴ (Tampone, 1996).

L'esempio più antico¹⁵ pervenutoci, benché non più nella sua collocazione originaria, è rappresentato dall'incavallatura rinvenuta ad Ercolano, ed appartenente alla carpenteria di copertura del Salone dei Marmi della Casa del Rilievo di Telefo (Camardo et Notomista, 2015).

Si tratta, per quanto si evince dalla ricostruzione virtuale realizzata dal gruppo di studio (Soprintendenza Archeologica di Napoli e Pompei, Packard Humanities Institute, British School at Rome e Herculaneum Conservation Project) che ha effettuato la scoperta, di un'unità strutturale composta da due puntoni e una catena con un singolare concio trapezoidale configurato, verosimilmente, per sostenere l'estremità dei puntoni. Ha sezione complessiva simile a quella della trave di colmo del tetto a falsi puntoni simulato nell'Ipogeo dei Volumni a Perugia, III sec. a.C., secondo la interpretazione di Tampone (2011) che costituisce l'unico riferimento oggi disponibile nella pubblicistica sull'argomento.

Nella casa di Marco Lucrezio Frontone (V, 4, A), pesantemente danneggiata dal sisma del 62 d.C. e in riparazione al momento dell'eruzione del Vesuvio, le pareti poste a nord e a sud del tablino conservano decorazioni databili tra 35 e 45 d.C. (Maiuri, 1949; Pesando et al., 2003). La decorazione pittorica, per entrambi le pareti, tripartita in verticale, mostra nella zona mediana scene mitologiche, in particolare "la pompa trionfale di Baccho" raffigurata sul lato sud mentre la superficie pittorica a nord evidenzia "le nozze di Venere e Marte". Il registro superiore, identico per le due pareti, è occupato da vignette raffiguranti architetture, i cui due pannelli laterali presentano incavallature a copertura di un *solarium* (FIG 10-11). Gli affreschi, nonostante il mediocre stato di conservazione con lacune presenti proprio nella parte sommitale di due delle quattro incavallature raffigurate, permet-

ratura, nel solidarizzare le pareti parallele e limitarne la tendenza al ribaltamento, specie in caso di azioni derivanti dal terremoto. A tale impiego strutturale che presuppone conoscenze, sebbene empiriche, di carattere sismico, diventa più naturale e consequenziale considerare un ruolo, prevalente, differente dei *transtra*. Tali membrature, infatti, potrebbero riferirsi a catene di incavallature che ostacolano, attraverso la geometria del nodo tra le due aste concorrenti o con l'ausilio della muratura, lo scorrimento del puntone, la cui componente orizzontale raggiunge elevati valori in caso di falde ribassate, "amplificati", in tutti i casi, nell'eventualità di oscillazioni sismo-indotte.

¹⁴ Per come attestato dalle rappresentazioni di incavallature realizzate durante il Tardo Impero romano come per esempio la decorazione parietale conservata a San Pietro e risalente al X secolo che raffigura l'interno della Basilica costantiniana (330 d.C). L'affresco evidenzia la carpenteria di copertura di luce circa 24 mt con unità strutturali disposte ad interesse particolarmente ridotto (Tampone 1996). Si tratta di incavallature con monaco vincolato alla catena e una falsa catena, a sua volta collegata sia ai puntoni che, mediante un giunto a mezzo legno, al monaco, contrastando dunque gli spostamenti in verticale ed orizzontale. Fontana (1694) è l'autore di una descrizione, corredata da disegni, che ci fornisce ulteriori preziosi dettagli su tale carpenteria. Secondo l'architetto originario dal Canton Ticino, l'incavallatura, che presenta identici elementi funzionali dell'affresco Vaticano, è costituita da membrature composte da due tavole connesse tra loro per mezzo di ferreamenti metallici, ad esclusione del monaco, passante tra le tavole e vincolato mediante chiodi alla falsa catena ed ai puntoni. La catena è costituita, in lunghezza, da due pezzi collegati in mezzzeria mediante staffe e indentature di dimensione infima, manifestamente sottodimensionati nel contenere gli sforzi di trazione a cui è soggetta tale membratura. Il nodo catena-puntone presenta un tallone ridotto e l'apposizione di una staffa metallica. Le connessioni esterne si attuano per appoggio con l'ausilio di un chiodo metallico che irrigidisce il vincolo e ne contrasta lo sfilamento dall'alloggiamento. Completano il sistema strutturale del tetto gli arcarecci e i travetti disposti rispetto a quest'ultimi ortogonalmente e con il compito di portare il manto di copertura.

¹⁵ Analisi dendrocronologiche datano le membrature dell'incavallature, appartenenti alla specie legnosa *Abies Alba*, ai primi anni del I secolo d.C. (Kastenmeier et al., 2015).

Fig. 12
L'epigrafe (C. Quintuius
C.f. Valgus, M. Porcius
M.f. duoviri decurionum
decreto theatrum
tectum faciundum
locarunt eidemque
probarunt) incisa
all'ingresso dell'Odeion
riporta i nomi dei
duoviri che finanziarono
la costruzione del teatro
e attesta la presenza
della copertura

tono una facile e chiara lettura della geometria delle membrature lignee e della loro organizzazione. Le incavallature rappresentate evidenziano nella loro composizione tutti gli elementi funzionali della capriata, se si escludono i contraffissi. Le membrature, squadrate e con evidenti smussi, presentano sezione approssimabile al rettangolo. Le incavallature, fortemente ribassate, sono supportate da pilastri lignei e portano una trave di colmo e due arcarecci alle estremità. Nessuna particolare indentatura è visibile relativamente al nodo tra catena e puntone che risulta perfettamente centrato sull'appoggio.

Il franco raffigurato, identico per entrambe le unità strutturali, sembrerebbe di dimensione adeguata alle sollecitazioni di scorrimento da contrastare. Peculiare è la presenza di una membratura verticale, che rimanda alla disposizione raffigurata sulla stele Villanoviana (VIII secolo a.C.) scoperta presso Bologna, posizionata nella regione mediana dell'incavallatura. Tale asta, continua oltre l'unità strutturale e poggiate sul pavimento, sembrerebbe avere funzione principale di sostegno del *columen*¹⁶. Inoltre, mediante probabili chiodature realizza vincoli in corrispondenza della faccia della catena e dell'unione puntone-puntone. Una collaborazione che oltre a limitare la lunghezza libera d'inflessione quindi fenomeni di instabilità data anche l'evidente snellezza della membratura verticale denuncia la precisa volontà di realizzare una incavallatura poco deformabile.

Gli straordinari avanzamenti scientifici raggiunti nella copertura di ampi spazi mediante volte e cupole di varia geometria e apparecchio, rendono secondario, dal I secolo a.C., l'utilizzo di strutture di legno per i templi (Canina, 1840) ed in generale per edifici di tipo pubblico. Tuttavia, dovettero essere diversi a Pompei i fabbricati civili caratterizzati da ardite carpenterie lignee di copertura.

Una struttura di legno¹⁷, di luce 24 mt, tra le più elevate del suo tempo (Ulrich, 2007), fu realizzata a copertura dell'Odeion nell'80 a.C. per volere dei

¹⁶ Una tale disposizione suggerisce alcune considerazioni relativamente alla possibile etimologia di colonnello. Secondo Scamozzi "...Si chiama catena quella trave, che va a livello da mura a mura: nel mezzo della quale si pianta un pezzo di legno, che si dice colonnello: perché sta in piedi, come una colonna..." (Scamozzi 1615, Libro VIII, cap. XXII). La configurazione descritta con monaco caratterizzato dal ruolo fondamentale di supporto al Vitruviano *columen* ci porterebbe a far supporre una derivazione del termine proprio da tale funzione; secondo questa interpretazione solo successivamente il monaco diventa pienamente collaborante con la capriata, assumendo la funzione di portare le saette, appoggi intermedi per limitare l'inflessione del puntone.

¹⁷ Prova di una tale carpenteria è contenuta anche in Fiorelli (1875) che riporta "...nel sentiero del Ludo, ove furono trovate centinaia di tegole ed embrici, da servire al restauro della coertura (dell'Odeion) danneggiata dal terremoto..." pag. 353.





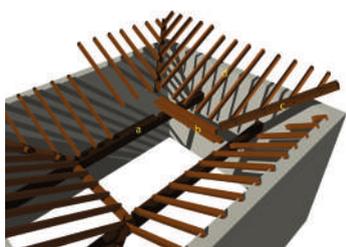
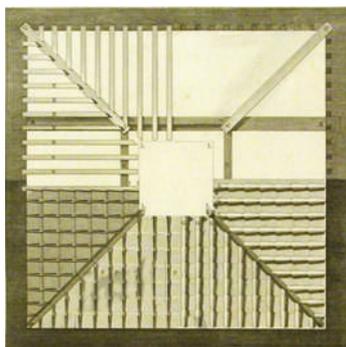
Fig. 13
Casa dei Vetti
(VI, 15, 1),
riproduzione
della carpenteria
di copertura
dell'atrio di tipo
Tuscanico

duoviri Caius Quinctius Valgus e Marcus Porcius, per come attestato da un'iscrizione (FIG 12). Purtroppo, non sono oggi evidenti tracce dell'organizzazione strutturale di un tale tetto, se si escludono alcuni archi discarico nella muratura, forse finalizzati a distribuire in aree più estese l'elevato carico concentrato proveniente dalla carpenteria di copertura. La struttura del tetto si può supporre essere costituita da incavallature composite, la cui catena è ottenuta da più pezzi composti¹⁸ tra loro da adeguate giunzioni, probabili strutture reticolari ante-litteram caratterizzate, data l'entità della luce, da elevata rigidità oltre che resistenza. Secondo Mau (1899) la necessità di un copertura per il teatro piccolo di Pompei scaturì da motivazioni di tipo acustico. Simili ragioni ci fanno dedurre che, al fine di tenere "calda" la voce degli attori, la geometria della capriata dovette essere molto ribassata (Tampone 1996), la cui conseguenza è una rilevante componente orizzontale al piede del puntone con un significativo onere statico del nodo puntone-catena che dovette necessitare di particolari accorgimenti tecnici.

¹⁸ Benché Plinio riferisca che si utilizzavano non di rado nelle strutture lignee membrature di oltre 30 mt di lunghezza (NH 16, 201).

Fig. 14
L'organizzazione
della carpenteria
dell'atrio
Tuscanico
per come
rappresentata in
Mezois, F., 1812-
1838, *Les Ruines
de Pompéi,
dessinées et
mesurées par F.
Mazois, pendant
les années
MDCCCIX,
MDCCCX,
MDCCCXI*, Parigi

Fig. 13
Ipotesi
ricostruttiva
della carpenteria
di copertura
dell'atrio
Tuscanico.
a. *Trabes*;
b. *Interpensivae*;
c. *Colliciae*;
d. *Asseris*



Carpenteria dell'atrium

L'atrio rappresenta il *naturale centro di irradiazione* di tutta la *domus*, intorno a cui, in generale, si disponevano gli ambienti (Maiuri, 1958). La letteratura classica, in particolare Varrone, fornisce una definizione di atrio che distingue, basando sui caratteri geometrici ed architettonici del tetto e dell'ambiente coperto, in *Testudo* e *Tuscanum*. Vitruvio amplia tale classificazione, suddividendo le differenti forme praticate, in tuscanico, corinzio, tetrastilo, displuviato e testudinato (Maiuri, 1958; Pesando, Guidobaldi, 2006).

La copertura dell'atrio tuscanico, priva di appoggi intermedi per l'intera sua estensione, è particolarmente diffusa a Pompei e caratterizza, per esempio, la Casa dei Vetti (VI, 15, 1) (Fig. 13). La carpenteria è costituita da un'orditura principale, poggiante sui muri d'ambito, che porta a sua volta elementi lignei secondari, *interpensiva*, che, insieme alle travi principali, perimetrano il foro del *compluvium* del tetto.

La letteratura tra '800 e primi anni del XX secolo ci offre diverse letture di una tale configurazione strutturale, in particolare delle modalità di vincolo tra le due orditure. Mezois, nell'opera *Les ruines de Pompéi* scritto tra il 1824 e il 1838 non fornisce particolari tecnici per tale organizzazione rappresentando le due membrature ortogonali sullo stesso piano (Fig. 14); una simile raffigurazione è contenuta nei disegni a corredo del testo di Durm (1905). Altri riferimenti alla connessione tra trave e *interpensiva* si ritrovano in Mau (1899) che, nonostante non entri nel dettaglio, descrive l'orditura secondaria sovrapposta a quella principale mediante un semplice appoggio. Più interessato agli aspetti costruttivi risulta Choisy (1873) che evidenzia nei suoi disegni, una realistica interpretazione del vincolo costituito da un giunto a coda di rondine. Una geometria che comporta una maggiore rigidità rispetto ad una connessione a mezzo legno, alternativa possibile, utile nel contrastare l'eventuale sfilamento della membratura dalla sua sede, sebbene, in caso di terremoto, possano comunque insorgere meccanismi di tipo fragile con crisi sul tenone. L'incavo, e conseguentemente la riduzione di resistenza, per entrambe le tipologie di giunto, mortata e tenone o mezzo-legno, era realizzato lontano dalla mezzeria dove l'onere statico, almeno per sollecitazioni di flessione, è maggiore.

Al reticolo composto dalle due orditure di membrature si sovrapponevano negli angoli elementi di dimensione più ridotta, inclinati, che formavano le quattro falde convergenti verso l'interno. Tali aste, denominate da Vitruvio *colliciae*, risultavano sovrapposte a ciascun vincolo tra trave e *interpensiva*, il cui appoggio, verosimilmente, era irrigidito con l'ausilio di feramenti metallici. Un'orditura minuta, *asseris*, che portava direttamente il manto di copertura in tegole concludeva la carpenteria del tetto. Gli *asseris*, poggiavano in parte sulle *colliciae*, forse attraverso un giunto a mezzo legno, altre, le più lunghe, sul reticolo di membrature delimitanti il *compluvium*. Ne derivava, tra gli elementi dell'orditura minuta, la necessità, per quelli poggianti sulle travi principali, dell'interposizione di uno spessore, probabilmente ligneo, al fine di avere la falda su un identico piano (Fig. 15).

Gli atrii Tuscanici riscontrabili nella città vesuviana, sono caratterizzati da una configurazione geometrica che genera una significativa vulnerabilità sotto azioni di tipo sismico. Infatti, l'elevata altezza interpiano, fino a 7 per esempio relativamente alla Casa di Sallustio (VI, 2, 1-5), comporta la possibilità anche sotto accelerazioni moderate di perdita di equilibrio dovuta ad un incremento del momento ribaltante. Inoltre, possono scaturire interazioni con gli ambienti contigui caratterizzati dalla presenza di travi a quota inferiore rispetto al solaio dell'*atrium*. Una tale organizzazione, pertanto, in caso di azioni orizzontali cicliche, può generare fenomeni di martellamento ovvero urti ripetuti dell'orizzontamento degli ambienti perimetrali verso la muratura dell'atrio (Ruggieri 2016).

Altre tipologie di atrii attestati a Pompei sono il *tetrastilo* (Casa delle Nozze d'argento, V, 2, 1) e il *corinzio* (Casa di Epidio Rufo, IX, 1, 20). Nel primo caso il tetto, a spioventi inclinati verso l'interno, era sorretto da quattro colonne, mentre per l'atrio denominato *corinzio* il numero di appoggi su cui scaricava la copertura era maggiore. L'organizzazione della carpenteria del tetto, per entrambe le tipologie simile a quella dell'*atrium* Tuscanico, era composta, com'è desumibile dalla descrizione contenuta nel *De Architectura*, da travi principali che portavano membrature secondarie, localizzate negli angoli delle falde quindi un'orditura più minuta su cui poggiavano le tegole. Sebbene Vitruvio descriva l'atrio tetrastilo elogiandone la stabilità e la sicurezza, considerevole dovette esserne, tuttavia, la vulnerabilità in caso di azioni sismiche. Infatti, la membratura inclinata posizionata all'angolo di ciascuna falda genera una componente orizzontale alla sommità della colonna che ne facilita il ribaltamento in presenza di azioni di tipo dinamico.

Conclusioni

I fori di alloggiamento e alcune decorazioni parietali presenti a Pompei che raffigurano strutture di legno rappresentano testimonianze da cui dedurre lo stato dell'avanzamento scientifico durante il I secolo d.C. Tali elementi, comparati ai precetti contenuti nelle fonti latine, benché parzialmente applicati nelle costruzioni, forniscono preziose informazioni sull'organizzazione della carpenteria lignea dei solai interpiano e di copertura nell'ultima fase della città vesuviana.

La considerevole disponibilità di legno anche nelle aree immediatamente circostanti di Pompei comportava la possibilità per il *lignarius* e il *tignarius* di una selezione accurata del genere botanico e in qualche caso in modo empirico delle varietà in ragione dell'impiego e basata sulla durabilità del materiale, includendo anche le proprietà meccaniche. Tuttavia, sembra che il "dimensionamento", almeno per quanto riguarda i palchi, non contempli parametri come l'interasse tra le membrature, quest'ultimo sempre e comunque costante ed esiguo, configurazione che comporta una riduzione della deformabilità nel piano del solaio. Variabile invece è la sezione resistente che modifica la sua geometria in rapporto alle dimensioni e, soprattutto, alla funzione dell'ambiente da portare. Infatti, per le *taber-*

Tab. 1
 Caratteristiche
 dimensionali di
 carpenterie di copertura
 e di solaio interpiano.
 Dato derivato da
 Adam, J. P., 2001, L'arte
 di costruire presso i
 romani, Longanesi,
 Milano

nae ed in particolare per gli edifici pubblici, si rileva un'applicazione, seppur non regolare, con eccezioni, del criterio delle proporzioni come fondamento della progettazione, in cui all'ampliarsi della luce, aumenta la sezione resistente (Tab. 1). Una pratica che evidenzia pertanto la corretta identificazione dei fattori, carichi e distanza tra gli appoggi, che determinano la scelta della geometria della struttura, chiaro indizio di una teoria di "calcolo" condivisa e verificata per empirismo. Relativamente agli edifici residenziali, escludendo le grandi *domus* come per esempio quella del Fauno, sembra non si riscontri una particolare attenzione per la meccanica dell'edificio, relegando quindi tutto ad una corretta esecuzione e scelta dei materiali; una differenza probabilmente dovuta anche alla partecipazione nella realizzazione della carpenteria di maestranze meno qualificate. Per ambienti residenziali con luci di modesta entità la geometria della sezione resistente può approssimarsi al quadrato. I solai di costruzioni a destinazione pubblica e le botteghe sono caratterizzati in generale da sezione resistente rettangolare, indice di un avanzamento nella conoscenza del comportamento dei materiali.

Localizzazione	Funzione ambiente	Trave H/f (cm)	Trave Largh (cm)	Interasse (cm)	Luce (cm)	Profondità appoggio (cm)	Tipologia
I, VIII, 3	Residenza	f 16		22	300		Solaio interpiano
IX, I, 21	Taberna (piano inf)	20	15	30	270		Solaio interpiano
IX, I, 16	Taberna (piano inf)	25	17	45	550		Solaio interpiano
VI, VII, 5?	Taberna (piano inf)	f 12		25	440		Solaio interpiano
VI, XIV, 31	Stalla	18	13	25	660		Solaio interpiano
VI, XIV, 9	Residenza	25	10	23	390	circa 20 cm	Solaio interpiano
VI, XIV, 6	Taberna (piano inf)	20	12	25	420	circa 10 cm	Solaio interpiano
VI, VI, 23	Taberna (piano inf)	25	15	10:15	400	circa 15 cm	Solaio interpiano
VI, VIII, 4	Taberna (piano inf)	18	12	25	500	12 cm	Solaio interpiano
VI, VIII, 6	Taberna (piano inf)	20	12	25	540		Solaio interpiano
VI, XII, 6	residenza (fauno)	25	16	12	600	i fori attraversano l'intero spessore della muratura	Solaio interpiano
VII, IV, 49	Taberna (piano inf)	25	12	20	670	10 cm	Solaio interpiano
IX, VI, a	Fullonica	f 13		12	480	10 cm	Solaio interpiano
IX, VI, 5*	Residenza						copertura
IX, VI, 1*	Residenza	25	17	28			copertura
I, I, 10	entrata posteriore abitazione	15	15	18	400		Solaio interpiano
FORO lato edifici municipali	edificio pubblico	30	14	25	400	circa 10 cm	Solaio interpiano
FORO lato tempio di Apollo	edificio pubblico	28	15	25	400		Solaio interpiano
V, 4, a (casa di Frontone)	cubiculum	25	18	30	245	circa 15 cm	Solaio interpiano

Bibliografia

- Adam, J., P., 2001, *L'arte di costruire presso i romani*, Longanesi, Milano.
- Camardo, D., Notomista, M., 2015, *The Roof and the Suspended Ceiling of the Marble Room in the House of Telephus Relief at Herculaneum*, *Journal of Roman Archaeology*, volume 28, pp. 39-70.
- Canina, L., 1840, *L'architettura antica descritta e dimostrata coi monumenti*, Roma.
- Ceccotti, A., Follesa, M., Lauriola, M.P., 2007, *Le strutture di legno in zona sismica*, CLUT, Torino.
- Ciarallo, A., 1990, Località Sant'Abbondio. Antico bosco di cipressi, in RSP IV, pp. 213-215.
- Ciarallo, A., 2004, *Flora pompeiana*, L'Erma di Bretschneider, Roma.
- Ciarallo, A., 2012, *Gli spazi verdi dell'antica Pompei*, Aracne Editore, Roma.
- Choisy, A., 1873, *L'art de bâtir chez les Romains*, Tipographie Lahure, Paris.
- Di Pasquale, G., Allevato, E., Cocchiararo, A., Moser, D., Pacciarelli, M., Saracino, A., 2014, *Late Holocene persistence of Abies alba in low-mid altitude deciduous forests of central and southern Italy: new perspectives from charcoal data*, *Journal of Vegetation Science*, DOI: 10.1111/jvs.12196, May 2014.
- Durm, J., 1905, *Die Baukunst der Etrusker und Römer*, A. Kröner, Stuttgart.
- Fioravanti, M., Caramiello, R., 1999, *Il legno e la sua lavorazione*, pp. 85-86, in Ciarallo, A., De Carolis, E., (a cura) *Homo Faber. Natura, scienza e tecnica nell'antica Pompei*, Electa, Milano.
- Fiorelli, G., 1875, *Descrizione di Pompei*, Tipografia Italiana, Napoli.
- Fontana, C., 1694, *Il tempio Vaticano e sua origine*, Stamparia di Gio: Francesco Buagni, Roma.
- Grimaldi, M., 2016, *Pictores. Mani d'Artista*, edizioni Valtrend, Napoli.
- Gros, P. (a cura di), 1997, *Vitruvio De Architectura*, Einaudi Editore, Torino.
- Kastenmeier, P., Camardo, D., Casieri, M. B., D'Andrea, A., Heussner, K.-U., Notomista, M., 2015, *Studio delle tracce di lavorazione, dendrocronologia e documentazione sui legni del tetto della Casa del Rilievo di Telefo ad Ercolano*, *Bollettino dell'Istituto Archeologico Germanico, Sezione Romana*, 121, pp. 269-310.
- Maiuri, A., 1949, *POMPEI*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- Maiuri, A., 1958, *Pompei ed Ercolano: fra case e abitanti*, Napoli.
- Mau, A., 1899, *Pompeii its life and art*, the Macmillan Company, New York.
- Peters, W. J. T., 1977, *La composizione delle pareti dipinte nella Casa dei Vetti a Pompei*, *MedeRom*, 39, pp. 95-128.
- Pesando, F., Bussagli, M., Mori, G., 2003, *Pompei: la pittura*, Edizioni Giunti, Roma.
- Pesando, F., Guidobaldi, M.P., 2006, *Gli ozi di Ercole: residenze di lusso a Pompei ed Ercolano*, l'Erma di Bretschneider, Roma.
- Ruggieri, N., 2011, *Il legno nel '700, aspetti meccanici e d'anatomia*, in *Bollettino degli Ingegneri*, n.6, Firenze, pp. 3-16.
- Ruggieri, N., Maio, A., Nuzzo, M., 2016, *Il progetto di conservazione dei legni rinvenuti a Moregine (Pompei)*, pp. 114-117, in *Rivista di Studi Pompeiani*, ISSN 1120-3579, n. XXVI-XXVII (2015-2016), L'ERMA di BRETSCHNEIDER, Roma.
- Ruggieri, N., 2016, *Seismic Vulnerability of the Ancient Pompeii Through the Evaluation of the 62 A.D. Earthquake Effects*, in *International Journal of Architectural Heritage*, (2016) DOI: 10.1080/15583058.2016.1263690
- Ruggieri, N., 2017, *Seismic Protection in Pompeii during the Age of Nero and Vespasian*, *Journal of Architectural Engineering*, Vol. 23, Issue 4 (December 2017) DOI: 10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000273.
- Ruggiero, M., 1888, *Degli scavi di antichità e delle province di terraferma dell'antico regno di Napoli dal 1743 al 1876*, Napoli.
- Scamozzi, V., 1615, *Idea dell'architettura universale*, Venezia
- Sigurdsson, H., Cashdollar, S., Sparks S. R. J., 1982, *The Eruption of Vesuvius in A. D. 79: Reconstruction from Historical and Volcanological*, *American Journal of Archaeology*, Vol. 86, No. 1 (Jan., 1982), pp. 39-51.
- Stefani, G., Sodo, A. M., Fergola L., 2002, *Uomo e ambiente nel territorio vesuviano. Guida all'antiquarium di Boscoreale*, Flavius Editore.
- Tampone, G., 1996, *Il restauro delle strutture di legno*, Hoepli, Milano
- Tampone, G., 2011, *L'architettura dell'Ipogeo dei Volurni*, in "L'Ipogeo dei Volurni. 170 anni dalla scoperta", L. Cencioli sc. ed., F. Fabbri Editore, Perugia.
- Ulrich, R., B., 2007, *Roman Woodworking*, Yale University Press.
- Varrone, M., T., I secolo a.C., *De lingua latina*.

Survey, conservation and restoration in Egypt's Western Desert: combining expectations and context

Corinna Rossi

*Dipartimento ABC,
Politecnico di Milano, Italia*

opposite page

Fig. 4a
The interior of the Dabashiya Pigeon Tower showing the modern intervention on the ancient remains (photos: F. Fassi, 2016)

Abstract

This article discusses the necessity to combine theoretical expectations and practical context in the case of logistically challenging projects, such as the multidisciplinary study of the Late Roman archaeological site of Umm al-Dabadib, located in an remote position at the outskirts of the Kharga Oasis, in Egypt's Western Desert. This Italo-Egyptian project must conform and respond to rules and regulations from both countries, and faces the problem of identifying the most efficient methodologies to obtain a long-lasting result in an extremely complex environmental context. This article contains a description of the current trends in the management of mud-brick remains in the Egyptian desert environment, and a discussion on the methodology that will be adopted at Umm al-Dabadib.

Introduction

The Politecnico di Milano and the MUSA Centre (Musei delle Scienze Agrarie) of the University of Napoli Federico II recently started the 5-year project LIFE (Living In a Fringe Environment), funded by the ERC Consolidator Grant 681673. Aim of LIFE is to carry out a comprehensive study of the Late Roman archaeological site of Umm al-Dabadib, located in the Kharga Oasis, in Egypt's Western Desert (Fig. 1).

Umm al-Dabadib is a large, remote site, belonging to a little-known network of fortified settlements installed by the Romans along what used to be the empire's southern border, along an important crossroad of desert routes that unfold across the Western Desert (Fig. 2). Due to its extremely isolated position, the environmental conditions and the ensuing logistic difficulties, with the exception of a description of its subterranean aqueducts (Beadnell, 1909) Umm al-Dabadib remained unexplored and unsurveyed until 1998, when the author visited the site and produced a first cursory description of these imposing archaeological remains (Rossi, 2000). This first step led to the creation of the North Kharga Oasis Survey (NKOS), a survey project co-directed by the author (then at Cambridge University) and S. Ikram (American University in Cairo), that between 2001 and



2007 produced the first theodolite survey of all the archaeological sites located in the northern portion of the Kharga Oasis: some of them were little-known and their real extent was only revealed on that occasion, whilst others were just discovered during the survey (Ikram and Rossi, 2004 and 2007; Rossi and Ikram, 2006 and 2010).

Umm al-Dabadib belongs to a chain of aggressive-looking settlements dating to the IV century AD, that survive to various degrees of preservation. They all consist of a central fort surrounded by compact settlements made of unfired mud-brick buildings; the use of stone was limited to a few architectural elements such as lintels and steps. The excellent construction technique and the dry environment allowed an optimal preservation of these remains. NKOS also documented the presence of relatively well-preserved remains of ancient irrigation systems and cultivated areas.

After the completion of the first general survey, the author therefore decided to focus on investigating the relationship between built-up portions and agricultural systems, and in 2012 founded the project OASIS (Old Agricultural Sites and Irrigation Systems) in collaboration with the MUSA Centre of the University of Napoli Federico II. Umm al-Dabadib offered the best combination, and was selected as a case-study. The Department ABC of the Politecnico di Milano joined the project shortly afterwards; between

Fig. 1
The archaeological site
of Umm al-Dabadib,
Kharga Oasis, Egypt's
Western Desert (photo by
P. Viviani, 2013, @paoloph.
carbonmade.com)



2013 and 2015 OASIS performed the 3D survey of the Fortified Settlement and a survey of the entire agricultural system (Fassi et al., 2015; Rossi, 2016), and collected enough information to launch a new, more ambitious project called LIFE, finally involving the archaeological excavation of select areas. This project received an ERC Consolidator Grant in 2015 and started its activities in mid-2016; directed by the author, it is a joint enterprise of the Politecnico di Milano (Host Institution) and the University of Napoli Federico II (Partner Institution).

The first two actions of LIFE were the definition of the criteria to build a database, and a discussion on some specific aspects of the methodology to be employed and applied on the field. The availability of funding and the possibility to plan five years of work offered the chance to take into consideration a number of possible actions to be carried out at Umm al-Dabadib: beside the archaeological excavation of specific portions of the Fortified Settlement, operations of restoration and conservation were also considered. It became immediately clear that there were several issues to be analysed, and that we had to find a solution that would represent an acceptable compromise between theoretical expectations, practical approach, local traditions, environmental context and logistic constraints.

When dealing with an interdisciplinary project in an international envi-



opposite page

Fig. 2
Sketch map of Egypt
showing the most
important oases and
desert routes (C. Rossi)

ronment, we must bear in mind that expectations and rules may not be the same, and that not everything can be successfully exported from one disciplinary field to another, and from one country to another. Survey methods that represent the optimal solution in one place might be impractical to adopt in another place, whilst restoration techniques that are uncommon in one place might correspond to the best solution in another context. It is thus necessary to build bridges between disciplines and between countries.

Egyptology has become a wide and complex field, ranging from the physical management of a variety of different finds retrieved on the field, to the philosophical interpretation of ever-evolving translations of religious texts; in particular, the archaeological practice is deeply related to habits and traditions specifically linked to Egypt and to the history of Egyptology, which are not necessarily known in detail by scholars from other disciplinary fields, and which may not correspond to the current practice implemented in other countries.

The existing differences of approach towards the issues of conservation and restoration depend, first of all, on different starting conditions, and then on different expectations. In the case of Egypt, for instance, the presence of strong, sand laden winds that are able to constantly and inexorably erode everything is a factor that cannot be underestimated: any conservation work must be planned to resist under these conditions and last for a significant amount of time. This often combines with the importance of making the archaeological sites available for and comprehensible to tourists, a major source of income not only for the country in general, but also for the Egyptian Ministry of the Antiquities, that constantly re-invests the income from cultural tourism into projects of protection and valorisation of the local antiquities.

This article summarises the history and especially the current practice of the management of mud-brick remains in Egypt; it is meant to illustrate the scenario of our project, based in Italy but operating across these two countries. I hope that this description will offer the chance to broaden the theoretical discussion on survey, restoration and conservation by highlighting the necessity to combine different theories and different practices.

Conservation and archaeological restoration in Egypt

Although the interest towards the vestiges of the ancient Egyptian culture dates back to Antiquity, the birth of Egyptology as a discipline is conventionally fixed to the early XIX century. Key events were the publication of the monumental *Description de l'Égypte* (1809-1829), the illustrated and comprehensive account drawn by the scholars who had followed the Napoleonic expedition, and the decipherment of the Rosetta Stele by Jean-François Champollion in 1822.

In the late XIX century private individuals (who could afford it) could dig up a tomb whilst leisurely travelling along the Nile (cf. Edwards, 1877, pp. 51-2). No law protected the antiquities, perceived, in the best cases, as ele-

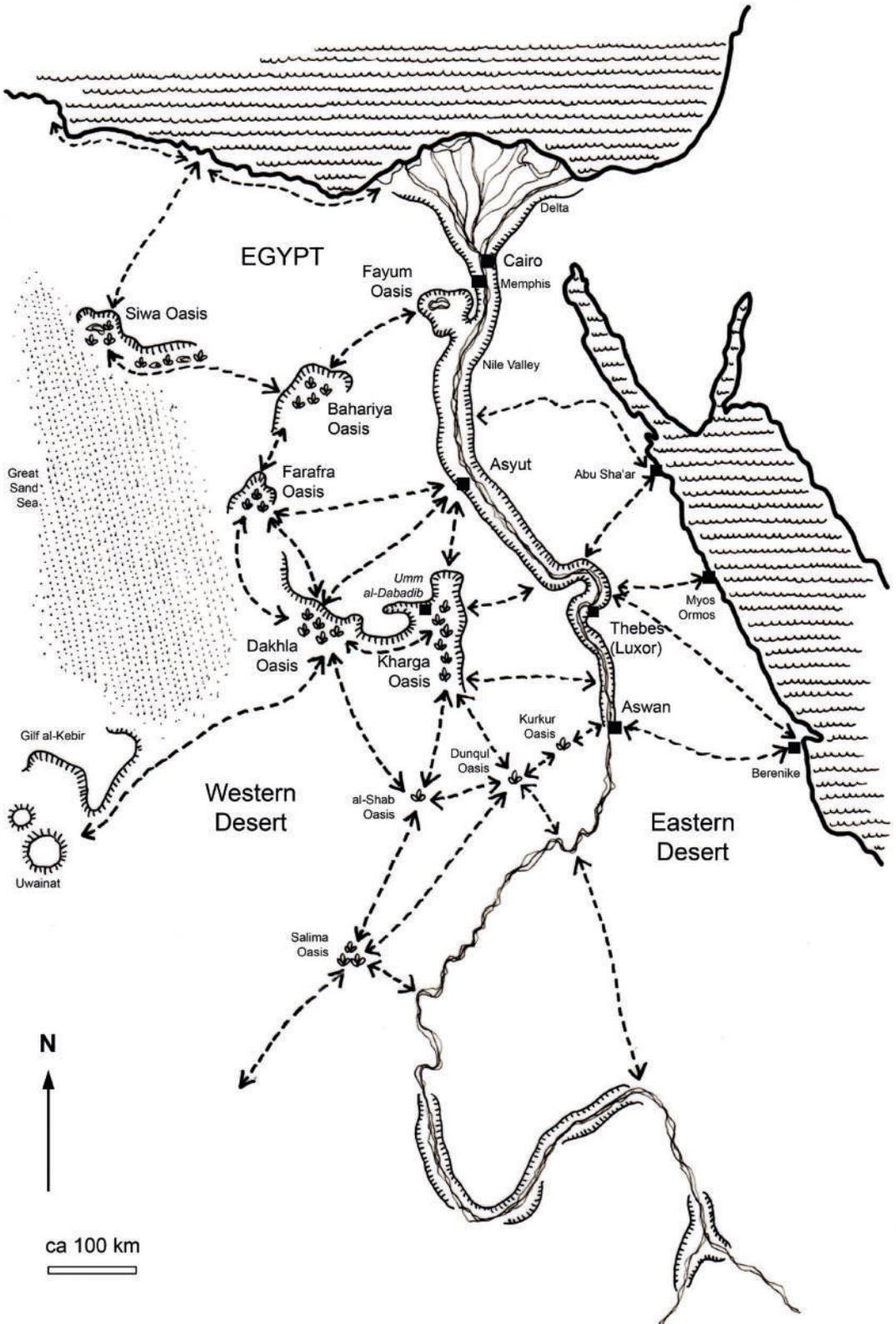


Fig. 3a-3b
The Pigeon Tower at Ain al-Dabashiya (Kharga Oasis) before and after the 2011 conservation work showing the reconstruction of the north face (photos: C. Rossi, 2004; F. Fassi, 2016)



ments of the landscape, and as convenient quarries of building material most of the times. The British gentlewoman Amelia Edwards, during her 1870 six-week trip along the Nile realised the dangers of this situation, and after her return to England co-founded the Egypt Exploration Fund (that later became the Egypt Exploration Society, devoted to the study and the preservation of the Egyptian antiquities.

By the beginning of the XX century, archaeologists who received the permission to excavate could remove and take abroad all their finds. The most famous example in Italy is the intact tomb of Kha and Merit, discovered in 1906 by Ernesto Schiaparelli, Director of the Museo Egizio of Turin and of the Missione Archeologica Italiana in Egypt: the entire funerary equipment was transferred to Turin, where it still represents one of the museum's major attractions (Schiaparelli, 1927). The discovery of the famous bust of Nefertiti at Tell al-Amarna in 1912 and its subsequent transfer to Berlin sparked significant controversy: during the division of the finds between Egypt and Germany, the latter managed to secure the precious object by downplaying its importance, a circumstance to be later bitterly regretted by the Egyptians, who still demand for its return. The situation has deeply changed over the years, and nowadays a strict code regulates the discovery of archaeological remains in Egypt: objects must be stored and studied in proximity of the site where they were found. In special cases, items or samples may be taken to Cairo to undertake special examinations, but nothing can be taken abroad.

The attitude towards ancient Egyptian buildings has also deeply changed over the years. In the early years of archaeological prospections, all the spotlights were dedicated to stone buildings; mud-brick buildings failed to attract the attention of archaeologist for a long time, leading to the loss of a large amount of material (Spencer, 1979). The study of settlements was particularly affected, as houses (including royal palaces) were not built in stone as temples and tombs (cf. Moeller, 2016); enclosure walls, fortifications, magazines and official buildings also suffered neglect and destruction before they could be properly studied (Kemp, 2000).

Moreover, mud-brick architecture obviously suffers the exposure to the sun and sand-laden winds far more than stone buildings. Mud-brick buildings that have been left exposed after they had been excavated quickly decayed. An example is the large-scale German and British excavations at Tell al-Amarna, carried out between 1907 and 1936, that had the invaluable merit of uncovering most of the ancient city and all the peculiar temples built by the pharaoh Akhenaten (e.g. Pendelbury 1951). Although the wind and sand slowly covered the excavated areas again, the paintings and the upper portions of the walls were irreparably lost (cf. Kemp 2012, pl. XV-XXXIV). An example that is directly related to Italy is the tomb of Iti and Neferu: excavated by Schiaparelli in 1911, yielded a series of beautiful paintings that were removed from the walls and sent to Turin. The mud-brick tomb, at the time of the discovery already in precarious conditions, emptied of everything that could be taken away, was left to its fate and has

now disappeared. The current display of the painting in the Museo Egizio echoes their original distribution, as they are placed on a series of pillars reflecting the original design of the tomb.

In general, mud-brick buildings also suffered for a long time the widespread practice of *sabbakh*-digging. This operation consisted of the removal ancient ruins, that were pulverised and spread over the fields as fertiliser (Bailey 1999). Amelia Edwards reports this chilling story, dating to 1870: “rowing round presently to Kobban [...] we land under the walls of a huge crude-brick structure, black with age, which at first sight looks quite shapeless; but which proves to be an ancient Egyptian fortress, buttressed, towered, loopholed, finished at the angles with the invariable moulded torus, and surrounded by a deep dry moat, which is probably yet filled each summer by the inundation. [...] We enter the enclosure [...] and find ourselves in the midst of an immense parallelogram measuring about 450 feet from east to west, and perhaps 300 feet from north to south. All within these bounds is a wilderness of ruins. [...] Over these mounds and at the bottom of these pits, swarm men, women and children, filling and carrying away basket-loads of rubble. The dust rises in clouds. The noise, the heat, the confusion, are indescribable. [...] It is only by an effort that one gradually realises how the place is but a vast shell, and how all these mounds and pits mark the site of what was once a huge edifice rising tower above tower to a central keep [...]. The towered edifice and the central keep – quarried, broken up, carried away piecemeal, reduced to powder, and spread over the land as manure – has now disappeared almost to its foundations” (Edwards, 1877, pp. 366-8).

Sabbakh-digging was officially declared illegal in 1910, but it only actually stopped to a large scale in the '30s (Moeller 2016, p. 54); small-scale activities, however, have been continuing since then, along with brick-robbing aiming at re-using the old building material. Nowadays in Egypt manufacturing mud-bricks is forbidden, as the construction of the Aswan Dam greatly reduced the availability of mud. The only exception is represented by the necessity to restore ancient monuments; in those cases, a special permission can be obtained to produce the necessary amount of mud-bricks (see below).

The current approach to the excavation of mud-brick buildings in Egypt includes re-burying them at the end of the work, when this operation is applicable. Sometimes the remains are left deliberately exposed for educational and touristic purposes; in these cases, special measures must be implemented in order to stabilise and preserve the ruins. At Amarna, for instance, the British Mission carried out a number of interventions to facilitate the comprehension of the archaeological remains, including reconstructions and positioning of re-created architectural elements.

Amarna has a peculiar history: founded on virgin soil by the pharaoh Akhenaten, it included a sprawling city, royal palaces and temples dedicated to the god Aten, the Disk of the Sun. All these monuments were mainly built of mud-bricks, apart from the core of the temples, built of stone. Af-

opposite page

Fig. 4b

The interior of the Dabashiya Pigeon Tower showing the modern intervention on the ancient remains (photos: F. Fassi, 2016)

ter the death of Akhenaten, both the cult of the god Aten and his city were abandoned. Within a few years, his monuments were thoroughly dismantled, the stones reused and the mud-bricks left to decay; of the stone temples, all that remained was the impression of the lowest courses of blocks on the underlying mortar layer.

In these conditions, the site (flattened and covered by sand) would be totally invisible and could not be appreciated by visitors and scholars; for this reason, a number of interventions have been planned and implemented. In the North Palace, for instance, low mud-brick walls have been capped by new mud-brick courses (Spence 1999). In the Small Aten Temple the foundations of the stone temples have been highlighted by new limestone courses that make the outline clearly visible on the ground. Moreover, in 1994 a giant replica column was re-erected, in order to give an idea of the scale of the imposing building that once occupied the area; the column is made of glass-fibre reinforced concrete, and was cast from a clay mould modelled on a surviving segment of an original column (Anderson 1998; see the webpage of the Amarna Project for a description of the work and pictures of the site).

In the Kharga Oasis, where Umm al-Dabadib is located, two conservation works have been carried out in recent years, at the Pigeon Tower of Ain al-Dabashiya (2011) and at the legionary fortress of al-Deir (2013-2014), both directed by Dr N. Warner, architect and conservator, and member of the NKOS project.

The remains of several pigeon towers dating to the Late Roman Period (III to V century AD) dot the Kharga Oasis; they typically consist of a tower rising around a central pillar, its internal walls punctuated by pigeon-holes. The example of Ain al-Dabashiya was nearly complete, as only the roof and the northern wall had collapsed; however, this made the building vulnerable to the strong, sand-laden, northern winds, as well as to the flash floods that occasionally hit the oasis. The remains of similar pigeon towers can be found at Umm al-Dabadib, in the area of Beleida, at Qasr al-Nessima, and at Qasr al-Baramoudy; the latter also contains the well-preserved remains of a second pigeon tower with unique characteristics, consisting of a central rectangular structure surrounded by six semi-circular spaces. Apart from Umm al-Dabadib and Ain al-Dabashiya, the other sites have never been properly studied and no publications on these pigeon towers exist. The restoration of the Dabashiya building represented an occasion to draw the attention to these monuments and to ensure the preservation of at least one of them.

The aim of the conservation work was to repair the building to ensure its optimal survival: for this reason, the northern wall was totally reconstructed, as well as part of the roof (Ikram and Warner, 2012, Fig. 3a-b). About 13,000 new mud-bricks were manufactured to this scope; their dimensions were slightly smaller in comparison with the original mud-bricks, in order to ensure their differentiation. Transporting the mud-bricks and the water necessary to mix the large amount of mortar to the site was a major



undertaking: the 5 km of soft and sandy terrain that separate the Pigeon Tower from the nearest village required time, patience, a tractor, a 4x4 and enough energy to periodically dig out these vehicles from the sand.

The new portions of the building were designed in order to be clearly discernible: the interior of the new northern wall is solid, and the position of the pigeon-holes that would have originally punctuated the inner face is simply marked by a series of squares drawn on the plastered surface. The unshaped branches of trees that originally spanned across the passage around the central pillar (their position was clearly marked by the surviving holes on their side) were substituted by new ones (Fig. 4a-b). The modern access through the north wall was closed by a metal door endowed with a normal bolt, that can be easily opened by tourists and visitors but that prevents the northern wind from entering the building. The original door was robbed shortly after the end of the work, and had to be replaced.

Two years later, another major conservation work was started at the legionary fortress of al-Deir, a large enclosure endowed with twelve semi-circular towers that still reach a height of about 15 m, currently excavated by the French team directed by G. Tallet of Limoges University (Tallet at al. 2012). As in all ancient buildings of the Kharga Oasis, sixteen centuries of sand-laden winds took their toll on the northern face of the building, which survives in poor conditions. The southern side, instead, even if fully exposed to the scorching sun, is preserved in a far better shape; for this reason, over the years it has been used as a convenient quarry for mud-bricks by the inhabitants of the village located at a distance of about 8 km. A large amount of mud-bricks was removed from the lowest courses of the southern face, to the point of undermining the stability of the south-western tower. In this instance, the mud-bricks to be employed in the conservation work were manufactured on site, and were used to replenish the missing portions of the basement (Fig. 5a-b), as well as to repair the nearby mud-brick temple. This work has not been published; a brief description and some photographs can be found on the project's website.

In conclusion, in the case of mud-brick buildings that must remain exposed, in Egypt it is possible to implement a number of significant interventions aiming at sheltering the structures from the sand-laden wind



and keeping them structurally sound and stable. In the desert, considering the logistic and environmental conditions, the most efficient system to obtain long-lasting results is to restore the buildings to their original closed shape by using local materials and building techniques. These interventions, however, must be carefully calibrated and tailored to the specific needs of each archaeological site.

Combining theory and practice: the case of Umm al-Dabadib

The archaeological site of Umm al-Dabadib represents a typical case in which what would work very well in theory, does not work in practice. The remoteness of the site, the lack of water and electricity, the absence of any structure and facility, combined with the bureaucratic difficulties of importing any complex instrument in Egypt, as well as the current situation of general uncertainty dictate the working conditions and greatly reduce the actual possibilities at our disposal (Rossi et al., 2016).

A typical example is represented by the possible survey techniques: in theory, Umm al-Dabadib would be an ideal candidate to perform a 3D survey with the aid of a drone; in practice, importing a drone in Egypt is currently out of the question, let alone the possibility to use it in a military area as the Kharga Oasis. Moreover, the strong winds that unpredictably batter the oasis might represent a significant danger for the drone's integrity. The use of laser-scanner would be also problematic, as the fine sand penetrates everywhere and effectively and inevitably destroys every complex piece of machinery. Starting from 2014 we have been performing the 3D survey of the architectural remains of Umm al-Dabadib thanks to a photogrammetric software (Agisoft Photoscan) that automatically recognises the survey data and allows a rapid and efficient construction of a dense cloud of points, from which measurable 3D images can be derived (e.g. Fig. 6). This method is ideal for logistically complex and endangered archaeological sites, not only because it is a quick and efficient method, but also because it only requires normal digital cameras, a laptop and a small generator to recharge the batteries (Fassi et al. 2015). It is important to stress that the results that can be achieved at Umm al-Dabadib must be weighted against the challenging environmental conditions in which the work must



Fig. 5a-5b
The south-western tower of the legionary fortress of al-Deir before and after the 2014 restoration work (photos: G. Tallet and N. Warner; courtesy of G. Tallet)

Fig. 6
Elaboration of the 3D survey of the Fortified Settlement of Umm al-Dabadib (3D Survey Group, Politecnico di Milano, 2014)



Fig. 7
The corner house of the
Fortified Settlement at
Umm al-Dabadib, in
theory a good candidate
for a conservation work
(photo: C. Rossi, 2014)



be performed, rather than against a conceptually similar work to be performed in a friendly environment endowed with all modern technological comforts.

Going back to the issue of conservation, the excellent preservation of the architectural remains at Umm al-Dabadib encouraged us to take into account the possibility to plan the reconstruction of some specific portions, in line with the current Egyptian laws and local traditions; after careful considerations, however, we decided not to pursue this direction, for two main reasons.

The first is purely economical: the cost would be extremely high. If the transport of the building material along the 5 km separating the Dabashiya Pigeon Tower from the nearest village was a difficult enterprise, the logistic organisation to cover the 50 km separating Umm al-Dabadib from the asphalted road would represent a significant challenge. Manufacturing the mud-bricks on site would be impossible, as there is no available wa-



ter; at any rate, we would not consider setting up a building yard on site for the second reason, which will be discussed below. According to N. Warner's simulation, the reconstruction of the missing portion of one particularly well-preserved domestic unit at Umm al-Dabadib (Fig. 7) would require the same amount of money that could be used to fund an entire season of archaeological excavation: in a place that has never been excavated, and that is unlikely to undergo excavations to a larger scale in the near future, pouring all these resources into the reconstruction of one already well-understood building seems unnecessary. Moreover, a reconstruction would make sense in a scenario of intensive touristic exploitation, and in an archaeological environment that requires to be enhanced: neither of these cases applies to Umm al-Dabadib, an extremely remote site that already contains well-preserved and attractive remains.

The second reason is ethical, and is based on the overall approach that we decided to adopt: Umm al-Dabadib represents an isolated mini-oasis

within the larger boundaries of the Kharga Oasis, where the archaeological sites lie relatively undisturbed; the area is one of the last natural habitats of *Dorcas* Gazelles and is characterised by a high level of biodiversity. We recently started a collaboration with the Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA) and the Ministry of the Antiquities to create a Protected Area around Umm al-Dabadib; at the same time, we collaborated with the UNESCO Cairo Office to enrol the Kharga Oasis into the UNESCO Tentative List as one of the few nature+culture protected areas of the entire region of North Africa and Middle East (Rossi et al., 2017).

Our global approach to the site fully reflects these initiatives: our aim is to avoid any major alteration of the site, and to carry out our archaeological investigation in a relatively non-invasive way. For this reason, we will direct our efforts to the excavation of a few, specific, meaningful spots, and will favour virtual over physical reconstructions.

The 3D survey that we have been performing will represent the basis of our future work: after aligning all internal and external surveys of the exposed and newly excavated portions of the Fortified Settlement, we will be able to X-ray the settlement and prepare a virtual reconstruction of its original arrangement and layout. Although the 3D reconstructions will be better appreciated on a web-based system, it will be possible to extract from them a large number of 2- and 3D images (plans and sections, as well as perspectives and 'transparent' views of the remains) that can be used for various purposes, ranging from a detailed study of the architectural and archaeological characteristics of the site, to a popular dissemination of the results (e.g. Fiorillo and Rossi, forthcoming). Both aspects will equally contribute to the preservation of this unique archaeological site, by encouraging a non-invasive, long-distance study of the archaeological remains, as well as by raising the awareness of visitors and travellers, and fostering the growth of a responsible eco-tourism.

Acknowledgements

Prof. Stefano Della Torre for suggesting to write for this journal and for his support to this project; Dr Gaëlle Tallet, Director of the French Mission to al-Deir, for sharing information on her unpublished work; Dr Ashraf Salem, Manager of the National Park of Gebel Elba, for his dedication to the protection of the Egyptian desert environment; Mr Ahmed Ibrahim Bahgat, General Manager of the Kharga Antiquities and the Egyptian Ministry of the Antiquities for their constant support and encouragement; and finally the late Professor Samir Ghabbour (Cairo University) for his un-failing commitment to protect the Egyptian heritage, who left us a few months ago.

Bibliography

- Anderson L. (ed.) 1998, *The Akhetaten Sun. The Newsletter of the Amarna Research Foundation*, vol 3, n. 1, p. 5.
- Bailey D. M. 1999, *Sebakh, Sherds and Survey*, in *Journal of Egyptian Archaeology* 85, pp. 211-18.
- Beadnell H. J. L. 1909, *An Egyptian Oasis*, Murray, London.
- Edwards A. 1877, *A Thousand Miles Up the Nile*, Darf, London.
- Fiorillo F., Rossi C. (forthcoming), *Metric analysis and interpretation of the unit of measurement in the Late Roman Fort of Umm al-Dabadib (Egypt)*, in «Proceedings of IMEKO International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage 2017».
- Fassi F., Rossi C. and Mandelli A. 2015, *Emergency survey of endangered or logistically complex archaeological sites*, in «Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.» XL-5/W4, pp. 85-91.
- Tallet G., Bravard J. P., Guédon S. and Mostafa A. 2012, *The Survey Project at El-Deir, Kharga Oasis: First Results, New Hypotheses*, in *Oasis Papers 6. New Perspectives on the Western Desert of Egypt*, edited by R. S. Bagnall, P. Davoli and C. A. Hope, Oxbow Books, Oxford, pp. 349-361.
- Ikram S. and Rossi C. 2004, *North Kharga Oasis Survey 2001-2002. Preliminary Report: Ain Gib and Qasr el-Sumayra*, in «Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Institut Kairo», 60, pp. 69-92.
- Ikram S. and Rossi C. 2007, *North Kharga Oasis Survey 2004. Preliminary Report: Ain Tarakwa and Ain el-Dabashiya*, in «Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Institut Kairo» 63, pp. 165-82.
- Kemp B. J. 2000, *Soil (including mudbrick architecture)*, in *Ancient Egyptian Materials and Technology*, edited by P. T. Nicholson and I. Shaw, CUP, Cambridge, pp. 78-103.
- Kemp B. J. 2012, *The City of Akhenaten and Nefertiti. Amarna and its people*, Thames & Hudson, London.
- Ikram S. and Warner N. 2012, *A Palace for Pigeons: Restoring a Roman Dovecote in the Kharga Oasis*, in «Bulletin of the American Research Center in Egypt» 201, pp. 1-6.
- Moeller N. 2016, *The Archaeology of Urbanism in Ancient Egypt. From the Predynastic Period to the End of the Middle Kingdom*, CUP, Cambridge.
- Pendlebury J. D. S. 1951, *The City of Akhenaten III*, Egypt Exploration Society, London.
- Rossi C. 2000, *Umm el-Dabadib, Roman Settlement in the Kharga Oasis: Description of the Visible Remains. With a Note on 'Ayn Amur*, in «Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Institut Kairo» 56, pp. 235-52.
- Rossi C. 2016, *Italian Mission to Umm al-Dabadib (Kharga Oasis): Season 2014 - Preliminary Report*, in «Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Institut Kairo» 72: pp. 163-72.
- Rossi C. and Ikram S. 2006, *North Kharga Oasis Survey 2003. Preliminary Report: Umm el-Dabadib*, in «Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Institut Kairo» 62, pp. 279-306.
- Rossi C. and Ikram S. 2010, *North Kharga Oasis Survey 2007 - Preliminary Report: Ain Lebekha and Ain Amur*, in «Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Institut Kairo» 66, pp. 235-42.
- Rossi C., Fassi F., Achille C. 2016, *LIFE Project: evolution of survey techniques along the border of the Roman Empire*, «Proceedings of the IMEKO International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage 2016», pp. 95-9.
- Rossi C., Salem A., Ghabbour S., Ibrahim B. A. 2017 (forthcoming). *An interdisciplinary approach to site management: the case of Umm al-Dabadib, Kharga Oasis*. «Archaeology In Egypt» 1.
- Schiaparelli E. 2007 (first edition 1927), *La tomba intatta dell'architetto Kha nella Necropoli di Tebe*, A.C. Arte, Torino.
- Spence K. 1999. *The North Palace at Amarna*, in «Egyptian Archaeology» 15, pp. 14-16.
- Spencer A. J. 1979, *Brick Architecture in Ancient Egypt*, Aris & Phillips, Warminster.

Musealización de restos arqueológicos en el Cuarto Real de Santo Domingo, Granada (España)

Javier Gallego Roca

LRA, Catedrático de Restauración
Arquitectónica. Universidad de Granada,
(España)

página siguiente

Fig. 17

Render. Escalera
nueva acceso.
Proyecto de Reforma
Cuarto Real de Santo
Domingo (2009)

Abstract

The integration and creation of a museum to display the archeological remains of the Cuarto Real de Santo Domingo, especially in relation to the *qubba*, make this building the most valuable and meaningful 'piece' of all the *Cuatro*'s contents. On this historical platform, the activities proposed for the creation of a museum outlined in the competition rules are easily and suitably organized according to established stratigraphic criteria, with the different architectural elements completing the ideas for the project: the *qubba*, the XIX-century *palacete* (or rather, interventions from the XIX century onwards, according to documented sources which are attached), the romantic garden, and the remains. The project was conceived in a global scale with the aim of achieving the urban recuperation of this significant fragment of the city of Granada; all of this was the inspiration for our idea behind our intervention proposal with its overriding motto: open gardens.

El Cuarto Real: un fragmento de ciudad

El Cuarto Real de Santo Domingo representa una estructura urbana y edificatoria de un valor de primer orden para el patrimonio arquitectónico de España. En su entorno se levanta un edificio del siglo XIX (realizado en diferentes fases), un jardín ecléctico de carácter romántico, diversos restos arqueológicos, sacados a la luz en los últimos años, y huertas. En efecto, por sus características urbanísticas e históricas, todo este conjunto urbano y edificatorio ha llegado con un alto grado de estratificación en el tiempo; es por tanto el tiempo un material esencial de nuestro proyecto (Ruskin, 1849). A la vez, el Cuarto Real, constituye una unidad, un conjunto de depósitos culturales de la vida de la ciudad desde el siglo XIII hasta nuestros días: valor de documento histórico (Riegl, 1903). Estas circunstancias inciden, de manera decisiva, en los criterios de intervención utilizados: valoración sin discriminación subjetiva de las etapas de la historia, junto a los valores artísticos, documentales y arquitectónicos (Carbonara, 1976).

Es sobre estas características sobre las que planteamos la realización de

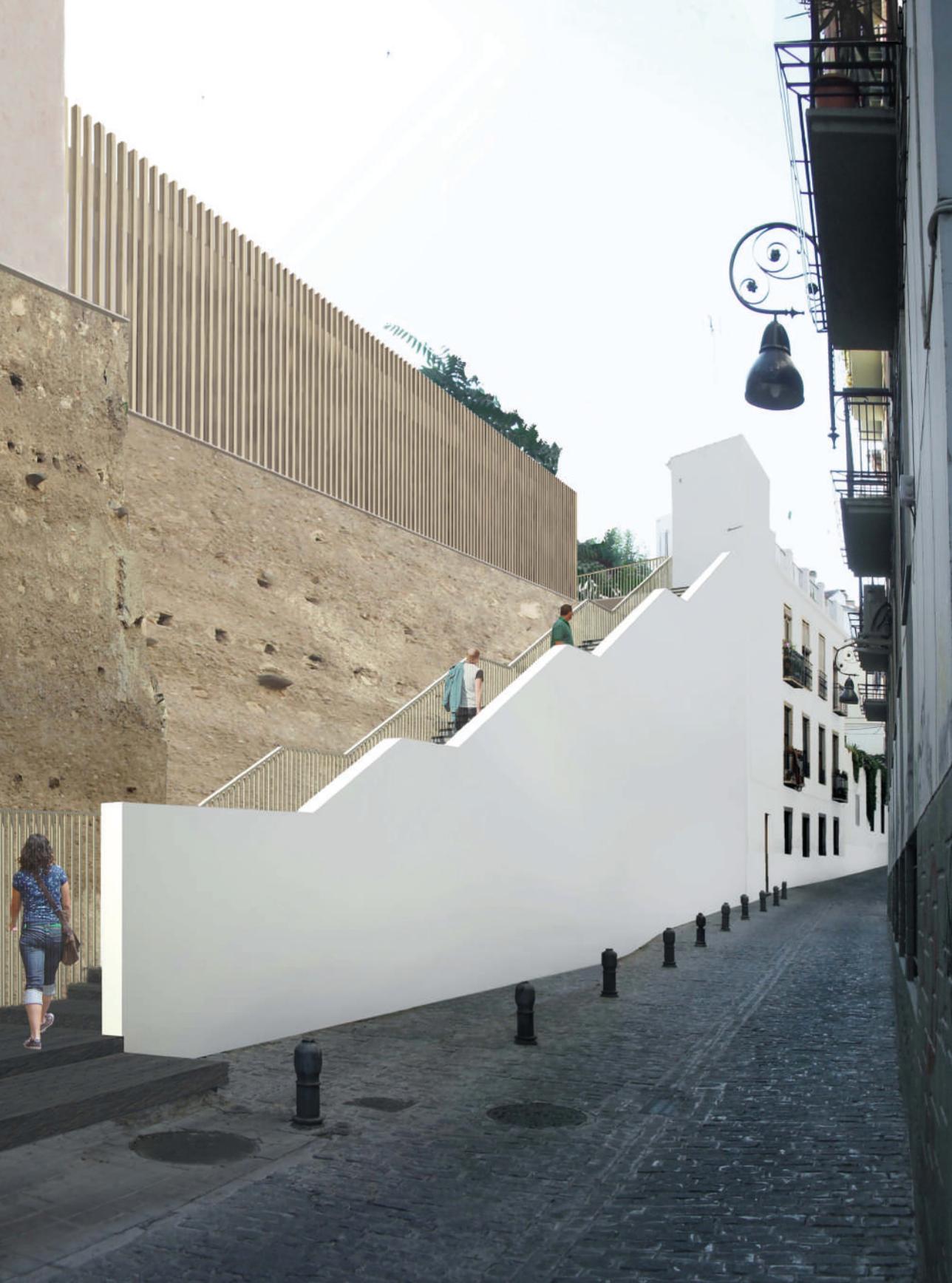
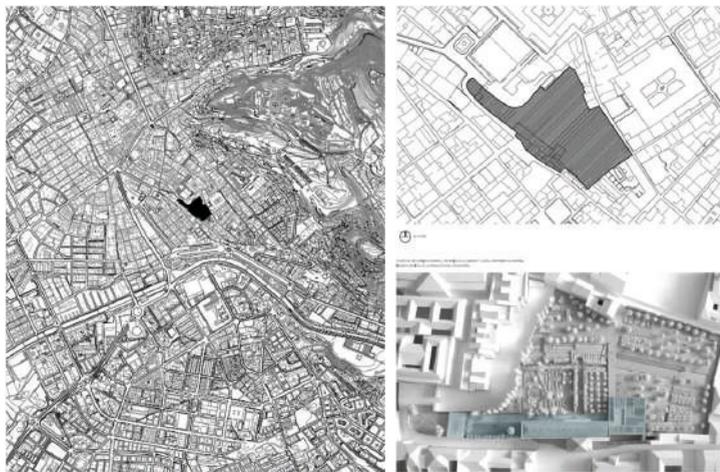


Fig. 1
 Cuarto Real de
 Santo Domingo,
 Granada (España).
 Contexto urbano
 y maqueta de
 concurso (2008)



un proyecto de reestructuración (reforma/reuso) abierto a la cultura de la conservación y restauración del patrimonio arquitectónico, que participa de su metodología más moderna de los estudios previos en la restauración: interdisciplinariedad, fuentes documentales, estratigrafías murarias, estudios arqueológicos, función social, reversibilidad, autenticidad¹. El proyecto, concebido abierto y con un acusado carácter didáctico, permite el disfrute de sus espacios, la contemplación y el uso cultural por los ciudadanos y a vez no imposibilita actuaciones futuras en el tiempo, acordes a un mayor conocimiento y certeza de sus valores históricos, claves imprescindibles en la comprensión urbana de la ciudad de Granada (Figs. 1-3).

Musealización de los restos arqueológicos

La integración y musealización de los restos arqueológicos del Cuarto Real de Santo Domingo, especialmente su relación con la *qubba*², convierten todo este conjunto en la “pieza” más valiosa y significativa de sus contenidos. Sobre esta “plataforma” histórica, las actividades definidas desde el programa de musealización establecido en las bases del concurso se organizan, fácil y adecuadamente desde el criterio estratigráfico establecido (Dogliotti, 1997), completando las ideas del proyecto los diferentes elementos arquitectónicos: *qubba*, palacete del siglo XIX (con sus diferentes cronologías), jardín romántico y restos (Fig. 4).

Los objetivos esenciales de nuestra actuación consisten en:

1. Permitir la comprensión del lugar y hacer viable la visita como secuencia interpretativa del monumento y su contexto urbano, resolviendo la simultaneidad de uso público y uso expositivo para la ciudad de Granada, permitiendo la accesibilidad física, tanto en su ámbito como en su entorno, y dotando a la ciudad de un nuevo espacio cultural en el centro histórico.
2. Reestructurar el palacete del siglo XIX, conservando el pórtico del vestíbulo del arquitecto Contreras, basándonos en las fuentes documentales y la lectura arquitectónica de sus paramentos (estratigrafías murarias),

¹ Proyecto ganador del Concurso de Ideas con el lema Jardines Abiertos (Primer Premio). Los arquitectos Javier Gallego y Ramón Fernández-Alonso Borrajo fueron ganadores del Concurso del Cuarto Real, seleccionados en una primera fase mediante curriculum (2008) y, en una segunda fase, a través de Concurso de Ideas (2009). Su elección fue realizada por un jurado constituido por el Ayuntamiento de Granada y la Delegación de Cultura de la Junta de Andalucía.

² El término árabe *qubba*, literalmente se puede traducir por cúpula, y se refiere, en este caso, no exclusivamente a una sala cuadrada con techo no plano, sino a todo el edificio que la contiene. La *qubba* con la denominación de Cuarto Real de Santo Domingo, fue declarada Monumento arquitectónico-artístico por Real Orden de 3 de diciembre de 1919, por lo que en la actualidad está protegida por la legislación vigente como Bien de Interés Cultural.

³ Extraído de la memoria del arquitecto Martorell, ganadora del concurso para director del Servicio de Catalogación y Conservación de Monumentos de la Diputación de Barcelona, en el mes de febrero de 1914. Jeroni Martorell i Terrats (1876-1951), fue el primer director del Servicio de Catalogación de Monumentos de la Diputación de Barcelona.

y manifestando la relación que existió con el acceso desde la calle inferior, adaptando estos espacios como museo del lugar. Recuperación del jardín ecléctico del siglo XIX y comienzos del XX como elemento unitario que participa de la relación con el palacete, y con la totalidad, sin renunciar a posibles reinterpretaciones del lugar en función de las futuras investigaciones arqueológicas (yacimiento tardo almohade-nazarí) o actuaciones que pudieran realizarse en otro momento, considerando un sistema de protección de los restos hallados anteriormente.

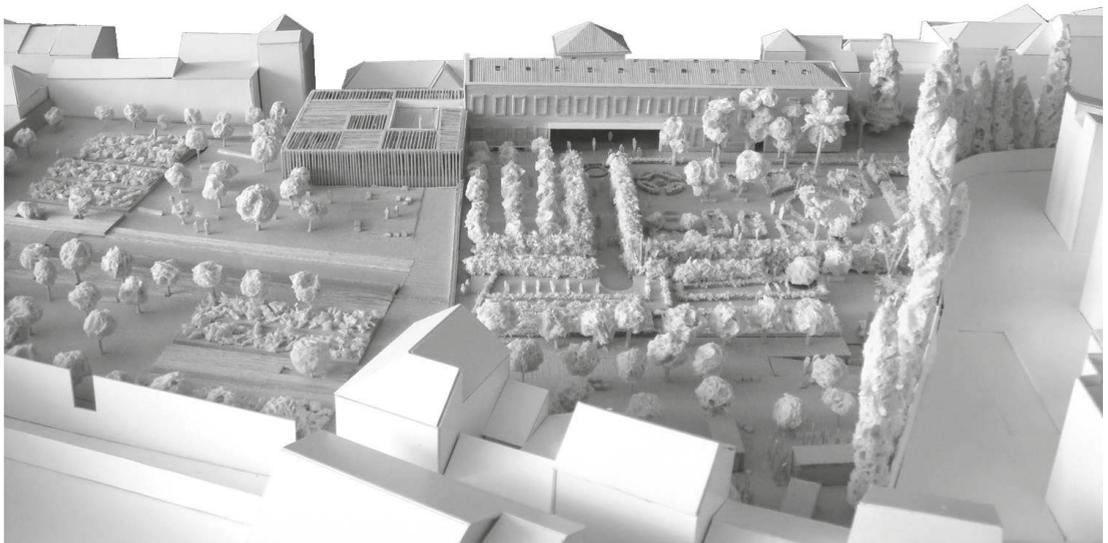
3. Potenciar las estratificaciones existentes en el conjunto: muralla, *qubba*, palacete del siglo XIX, jardines preexistentes, restos arqueológicos. Este carácter de estratificación no impide eliminar alguna parte manifiestamente perjudicial para la comprensión del conjunto, pero creemos que la estratificaciones significan en la restauración un valor añadido (De Angelis, 1978).
4. Interpretación y musealización de los restos arqueológicos sin perder el diálogo interior-exterior o los que en un futuro pudieran surgir, creando una estructura modular, ligera y reversible, de fácil mantenimiento, para la protección de dichos restos, permitiendo presentar el mismo de una forma objetiva, rigurosa y pedagógica (Minissi, 1978).

Justificación de los criterios de intervención: conocer para conservar

“Lo ideal sería no tener que restaurar sino conservar los edificios con cuidado constante. Pero si hay que añadir algo a un Monumento, las mezclas de estilos es un signo de vida”³ (Jeroni Martorell, 1913)

Nuestro proyecto participa de una cultura de la conservación arquitectónica enraizada con con el valor del tiempo en la restauración. Las palabras de Anatole France, fiel seguidor de Víctor Hugo en defensa del patrimonio, tomadas por Torres Balbás de su libro *Pierre Nozière*, son muy expresivas: “Un

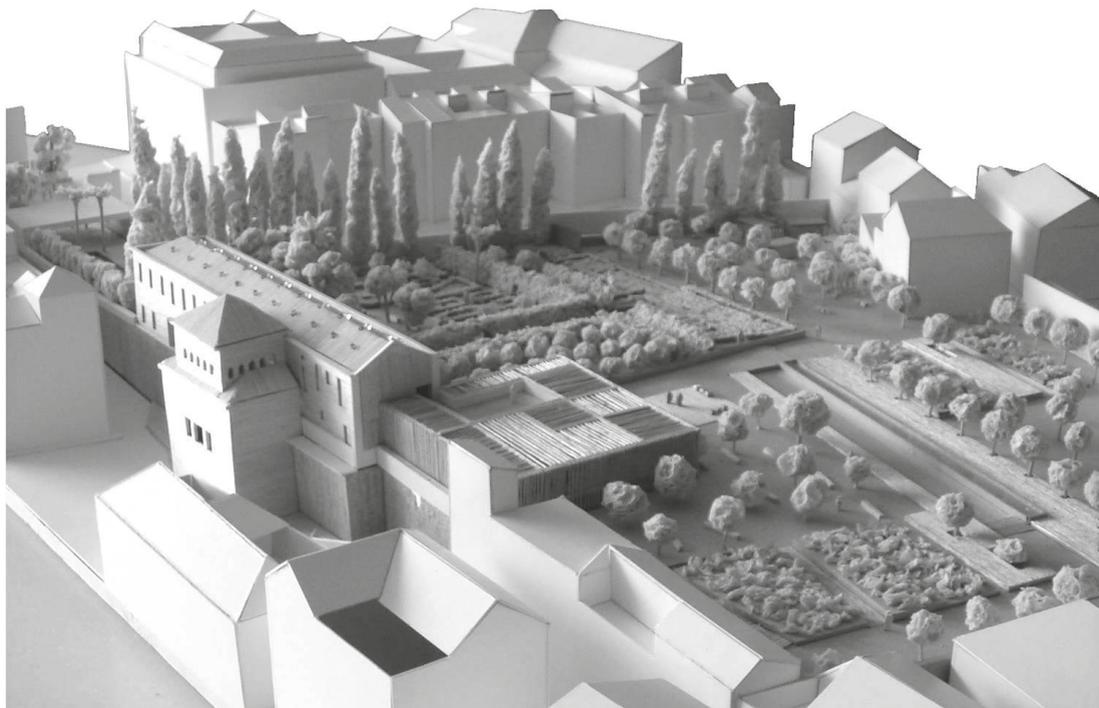
Fig. 2
Maqueta Master
Plan. Cuarto
Real de Santo
Domingo



monumento antiguo es, en muy contadas ocasiones, de un mismo estilo en todas sus partes. Ha vivido y viviendo se ha transformado. Porque el cambio es la condición esencial de la vida. Cada edad lo ha ido marcando con su huella. Es un libro sobre el cual cada generación ha escrito una página. No hay que modificar ninguna de ellas. No son de la misma escritura porque no son de la misma mano. Es propio de una ciencia falsa y de un gusto malo querer reducir las a un mismo tipo. Son testimonios diversos, pero igualmente verídicos” (France, 1899, p. 242).

En la realización de los estudios previos al proyecto han participado diferentes disciplinas de ámbitos diversos (historia, arqueología, jardinería y paisaje, instalaciones, conservación y restauración, ingeniería) siempre trabajos imprescindibles y que deben ser reconocidos al arquitecto como necesarios en la metodología actual de intervención en el patrimonio arquitectónico. Gazzola (1957-1958) afirmaba que el monumento singular puede tener una importancia subjetiva incluso secundaria, pero la situación en un ambiente ya definido establemente por la naturaleza o por la historia le atribuye un valor excepcional. Ello le hace un documento lleno de significado, legible en toda particularidad del cuadro compositivo, y es ello mismo un cuadro particular estético e histórico, se distribuye equánimamente entre el monumento y el ambiente circundante. Esta atención hacia los valores ambientales que persigue esta actuación es una necesidad expresada por Pane (1944) cuando se refiere a los valores ambientales como exponentes de la continuidad de la estratificación, el significado de los espacios que tantas generaciones han conocido y amado.

Fig. 3
Maqueta Master Plan.
Escalera y musealización de
restos arqueológicos. Cuarto
Real de Santo Domingo



Para Cesare Brandi “la restauración constituye el momento metodológico del reconocimiento del monumento en su consistencia física y en la doble polaridad estética e histórica, con vistas a su transmisión en el futuro”(Brandi, 1988, p.15). La Carta de Venecia de 1964 recogía en su Art. 2 el siguiente texto “la conservación y restauración de monumentos constituyen una disciplina que requiere de todas las ciencias y todas las técnicas que puedan contribuir al estudio y salvaguarda del patrimonio monumental”(Gurrieri, 1992, p.24). En 1972 la Carta del Restauo, ampliaba estas consideraciones mediante un punto bien definitorio al respecto: “La redacción del proyecto de restauración de un edificio debe venir precedido de un atento estudio del monumento, según varios puntos de vista (posición en el contexto territorial o en el tejido urbano, aspectos tipológicos, apariencia y cualidades formales, sistemas y características constructivas...) tanto de la obra original como de sus eventuales añadidos o modificaciones. Partes integrantes de este estudio serán la investigación bibliográfica, iconográfica y archivística para recoger todo posible dato histórico. El proyecto se basará sobre un completo levantamiento planimétrico y fotográfico, con interpretaciones bajo los puntos de vista métricos, trazados reguladores y de sistemas de proporciones y comprenderá un cuidadoso estudio específico para verificar sus condiciones de estabilidad”(Gurrieri, 1992, p.61).

Antes de comenzar a concebir cualquier criterio de intervención, nos ha parecido indispensable, junto al equipo consultor en arqueología e historia del conjunto, llegar a descifrar la lógica espacial y constructiva de la *qu-bba* y del resto de las edificaciones, a través de la interpretación de los planos existentes, la lectura de las fábricas y de los documentos de archivo (De Angelis, 1978). De hecho, el levantamiento fotogramétrico realizado, revela claramente pequeñas distorsiones de simetrías, incoherencias estructurales, discordancias de dimensiones que, como tantas capas de sedimento acumuladas, son las huellas discretas de la historia de su construcción. La identificación de estas huellas, a través de los documentos de archivo del edificio, en diferentes épocas, da un cierto número de claves de lectura que permite identificar el origen de estas anomalías. No todas sus partes responden a una misma escritura, ni siquiera son de una misma mano. Este desciframiento profundo solo es posible realizarlo con la metodología de la arqueología y su proceso de conservación y musealización que es parte viva del proceso de recuperación del conjunto. Por ello se propone el

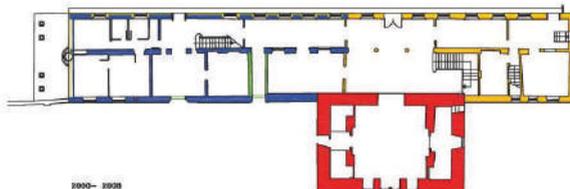
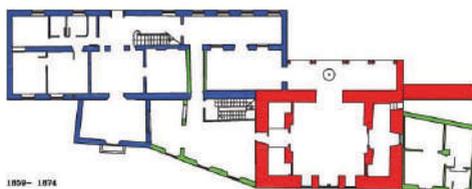
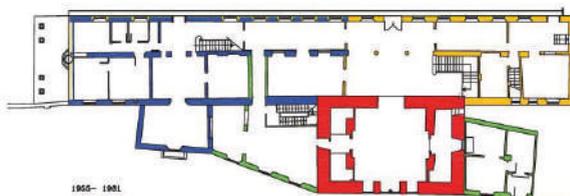
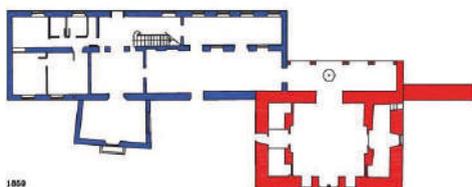
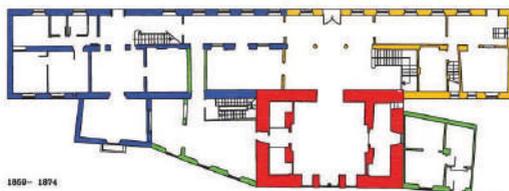
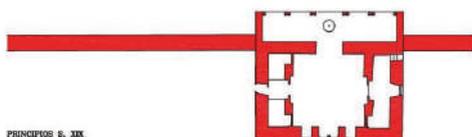
Fig. 4
Fotoplano alzado exterior. Estado actual. Cuarto Real de Santo Domingo



Fig. 5
Plantas de
cronologías
(evolución
histórico-
constructiva).
Cuarto Real de
Santo Domingo
(2008)

recorrido interior por el edificio, haciendo comprensible no solo la *qubba* sino el contexto urbano arqueológico del que formaba parte, sin falsas reconstrucciones y fieles al valor de autenticidad exigible a cualquier intervención sobre el patrimonio arquitectónico. La actuación permite conectar con el barrio de la Virgen, un recorrido por la intrahistoria del conjunto y visualizar los trabajos que sobre la conservación de los restos arqueológicos se estén llevando a efecto, como se ha realizado en otras experiencias que han tenido este carácter vivo y didáctico de la conservación de restos arqueológicos. Creemos que esta actuación, aparte de resolver un punto de conflicto del Cuarto Real con la ciudad, significa un atractivo para la visita y uso turístico. El edificio que se re proyecta tiene por objetivo musealizar en planta baja los restos arqueológicos y se diseña un nuevo pabellón de protección de los restos en el entorno. La cubierta del edificio del XIX se realiza inclinada sobre estructura atirantada de madera y como material de acabado se utilizan piezas de gres natural. Para el Mirador de Aixsa se proyecta una cubierta transitable invertida acabada con pavimento elevado de gres sobre “plots”. Para las fachadas del edificio existente se irá a un tratamiento tendente a la conservación. En el pabellón de protección de restos arqueológicos se proyecta un cerramiento estructura a manera de jaula constituida por pletinas de acero forradas por piezas de gres. Bajo rasante se evitan la construcción de muros de hormigón sustituyéndose por muros de gaviones en paquetes apilados, como medio de preservar los restos arqueológicos.

- ETAPNA 1ª: EPOCA NAZARI
- ETAPNA 2ª: 1807-1850. PROYECTO DEL PRINCEPE DON FERDINAND
- ETAPNA 3ª: 1850-1859. CAROLINA DE BRUNSWICK Y SU MARIDO
- ETAPNA 4ª: 1859-1874. CARLOS DE BRUNSWICK
- ETAPNA 5ª: 1955-1981. CONSERVACION E INTERVENCIÓN DE FERRAS



Estudio histórico-constructivo: cronologías y estratificaciones

Las fuentes documentales y la lectura de las fábricas arquitectónicas nos permiten elaborar una serie de hipótesis iniciales: la estructura palaciega que rodeaba originalmente a la *qubba* tuvo que ser demolida a principios del siglo XVI, cuando se produce la instalación de los dominicos en este lugar. La *qubba*, en cambio, fue conservada, siendo el único elemento que ha llegado hasta nuestros días (Figs. 5-6). Diversas fuentes de principios del siglo XIX aluden a la existencia de un pórtico de acceso, dibujado por James C. Murphy en 1816. Este elemento se conservará íntegro hasta mediados del siglo XIX, momento en que se derribará uno de sus arcos, procediéndose a la demolición definitiva antes de 1874, estableciéndose una secuencia de cronologías y estratificaciones edificatorias en el tiempo.

El proyecto de construcción de un edificio anexo a la *qubba*, de Francisco Contreras en 1857-1859

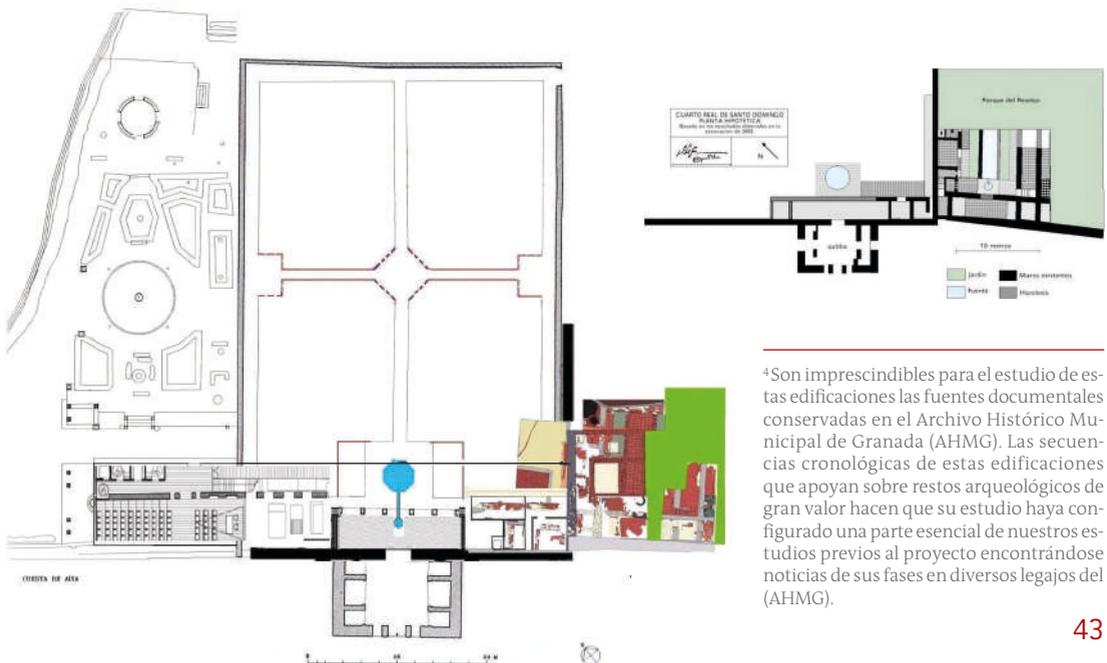
En 1857 Francisco Contreras proyecta una casa de recreo para Emilio Pulgar, sobre el terraplén existente a la derecha del Cuarto Real⁴. El proyecto consiste en la edificación de una casa de dos plantas adosada a la *qubba*, con acceso desde la huerta, y también desde la Cuesta de Aixà, a través de un módulo sobresaliente del plano de la muralla, que albergaba el acceso principal y la escalera de subida a la planta baja de la casa. En el desembarco de esta escalera en la planta baja, se situaba el zaguán y junto a él había una escalera interior para conectar los dos niveles de la casa. El edificio se adosa a la *qubba* por su cara posterior. Para su construcción hubo que demoler parte del pórtico existente, utilizándose el resto como elemento de unión entre la casa y la *qubba*.

Fig. 6

Planta hipotética del palacio y jardín medieval según C. Vilchez, arqueólogo. Cuarto Real de Santo Domingo

Fig. 7

Planta hipotética del palacio de época medieval según los resultados de la excavación realizada en 2005, integrando estructuras de las intervenciones. Cuarto Real de Santo Domingo



⁴Son imprescindibles para el estudio de estas edificaciones las fuentes documentales conservadas en el Archivo Histórico Municipal de Granada (AHMG). Las secuencias cronológicas de estas edificaciones que apoyan sobre restos arqueológicos de gran valor hacen que su estudio haya configurado una parte esencial de nuestros estudios previos al proyecto encontrándose noticias de sus fases en diversos legajos del (AHMG).

página siguiente

Fig. 8

Fuente. Restos arqueológicos del palacio de época medieval según los resultados de la excavación realizada en 2005. Proyecto de consolidación y conservación de restos arqueológicos

Fig. 9

Azulejos esmaltados. Jardín del palacio de época medieval según los resultados de la excavación realizada en 2005. Proyecto de consolidación y conservación de restos arqueológicos

Fig. 10

Pavimento medieval. Restos arqueológicos del palacio de época medieval según los resultados de la excavación realizada en 2005. Proyecto de consolidación y conservación de restos arqueológicos

Fig. 11

Alberca. Restos arqueológicos del palacio de época medieval según los resultados de la excavación realizada en 2005. Proyecto de consolidación y conservación de restos arqueológicos

La ampliación del edificio de Francisco Contreras hacia la Cuesta de Aixa (1859-1869)

Tras la construcción del edificio, se decide su ampliación, aprovechando el espacio existente entre el cuerpo sobresaliente y la *qubba*⁵. Este edificio, de tres plantas, contaba con una escalera interior y puerta de acceso propia, lo que hace suponer que debía de estar destinada al servicio de la casa. La construcción de la cubierta exigió la modificación de algunos huecos de la casa principal y la destrucción de parte del alero lateral de la *qubba*.

La ampliación del edificio de Francisco Contreras hacia el pórtico de la *qubba* (1859-1874)

Consecutivamente a la realización del proyecto de Contreras, se construye el edificio posterior a la *qubba*, para cuya ejecución fue necesaria la demolición completa del pórtico de columnas. Este nuevo pabellón duplicaba la superficie de la casa original, lo que obligó a replantear las circulaciones interiores del conjunto de edificios. Se construyó un nuevo vestíbulo en el lugar que ocupaba el pórtico, y junto a él una nueva escalera, que actuaría desde entonces como escalera principal del edificio. Estructuralmente este edificio es similar al proyectado por Contreras en 1857, aunque existe una variación importante en la concepción estética del mismo. Se colocan en él artesonados procedentes de otros edificios y se enmascaran los forjados más sencillos con techos de escayola que simulan vigas y zapatas.

El proyecto de regularización de la fachada del Cuarto Real hacia los jardines.

Entre los años 1955 y 1961 se acometen diferentes trabajos de rehabilitación y restauración de la *qubba* y edificios adyacentes⁶. Esta labor se compagina con diversos trabajos de restauración de la *qubba*: en 1961 se repella y blanquea el torreón, y en 1963 se recalzan con entautados de ladrillo varios trozos del mismo.

Estudio arqueológico. El Cuarto Real de Santo Domingo: los restos arqueológicos

El Cuarto Real de Santo Domingo se ubica en el actual barrio del Realejo. Ésta es un área poco conocida de la ciudad de Granada desde un punto de vista histórico-arqueológico. Su imagen, hoy en día muy homogénea, enmascara diferentes áreas de ocupación en época medieval. Por un lado el actual barrio de San Matías que quedó integrado en la medina medieval desde de la construcción, en el siglo XII de la muralla que unía Bibataubin y Torres Bermejas. Hacia el sur, más allá de la muralla, se desarrollaron desde entonces los arrabales de los Alfareros y de la Loma (Gómez-Moreno, 1892).

La construcción de la muralla de la medina en el siglo XII determina la conformación de los arrabales de al-Fajjarin y al-Nayd, sobre todo el primero. Comunicados con la medina por la puerta de los alfareros, su ubicación extramuros y la existencia de la acequia Gorda les permite una vocación agrícola y artesanal, como hemos señalado. En el siglo XIV, la creación de un

⁵ Esta operación tuvo lugar antes de 1869, año en que se realiza el Proyecto de Alineaciones de la calle, en cuyo plano aparece ya ejecutada.

⁶ Se unifica la fachada de los pabellones decimonónicos hacia el jardín, mediante la ejecución de un estucado que disimule las irregularidades compositivas existentes entre los dos edificios y se desarrollan trabajos de reforma interior.

⁷ El espacio que analizamos, por tanto, formaba parte de una de estas estructuras denominadas "huertas" en la documentación cristiana posterior a la conquista, propiedad de la familia real nazarí. La documentación castellana nos traslada igualmente que en esta "huerta", existían, en el momento final del reino, estructuras de carácter residencial. La marcada condición agrícola y artesanal de una zona apropiada por la ciudad merecería un estudio detallado en búsqueda de las causas que motivaron esta función.

nuevo anillo murario de la ciudad, integra estos dos arrabales dentro de la ciudad, aunque parece que esto no supuso el abandono de la actividad agrícola que incluso se verá reforzada por la traída del agua sobrante de la Alhambra. Al menos un área extensa de este territorio no fue urbanizado completamente, quedando como huertas. La documentación escrita nos ofrece datos muy interesantes al respecto. Son las huertas denominadas Yannat Bâb al-Fajjârin, al-Manyara al-Kubrâ (Mayor), al-Manyara al Shogrâ (Pequeña), la de la sultana Umm al-Fata (esposa de Boabdil) y la de Habbus. Las cuatro primeras pertenecían a la Corona, y la última fue un bien propio de la mezquita. La implantación del patrimonio real nazarí sobre esta área de la ciudad es patente y debe responder a unas razones concretas (García, 2000).

La primera de las huertas debió quedar instalada en las proximidades de la puerta de al-Fâjjarin, por lo tanto próxima a la cerca de la medina. Lindando con ésta se encontraba la Huerta grande de la Almanjarra⁷, propiedad de la reina Fátima (mujer de Muley Hacén). Con la conquista cristiana la imagen de todo este espacio se transforma. El espacio perteneciente a la familia real es cedido por los Reyes Católicos, poco después de la toma de la ciudad, a la orden dominica para la construcción de un convento. Aunque se mantiene como una zona de huertas, se levantan nuevas construcciones, conventos como el de Comendadoras de Santiago, iglesias como la de Santo Domingo o casas nobles como la casa de los Tiros. Ha de tenerse en cuenta que el concepto de huerta islámico no coincide exactamente con el castellano de finales del siglo XV,

Su compleja estructura arquitectónica, en el curso del tiempo, se hace evidente ya solo desde la historia de su configuración planimétrica y altimétrica, con una serie de sistemáticas adiciones y segregaciones, algunas de ellas de elevada calidad arquitectónica, aunque lo que prevalece es una arquitectura de discutible calidad que ha alterado la lectura de un lugar de gran significado arqueológico.

La necesidad de documentar todo el entorno de la *qubba* obliga a tener un programa de investigación arqueológica cuyas pautas de actuación han sido establecidas en el proyecto (Malpica et al., 2003).

1. Recuperación de los restos arqueológicos excavados en las recientes intervenciones arqueológicas. En el espacio del actual Cuarto Real de Santo Domingo, se han llevado a cabo en las últimas décadas diversas intervenciones arqueológicas. Las actuaciones se han llevado a cabo en 1995, 2003, 2005 y 2006 y han afectado a gran parte del edificio y de su entorno. Los restos recuperados son de tal consideración que no se entendería una recuperación del lugar sin la recuperación y restauración de la mayor parte de los restos hallados (Figs. 7-11).
2. La estratigrafía muraria parte de la concepción de que en el edificio, desde el mismo día de su construcción, tienen lugar una serie de acciones, ya sean de adición o de sustracción, que se rigen por los mismos principios de la estratificación arqueológica (Doglioni, 1997). Como consecuencia de ello se ha conformado una metodología basada en la aplica-

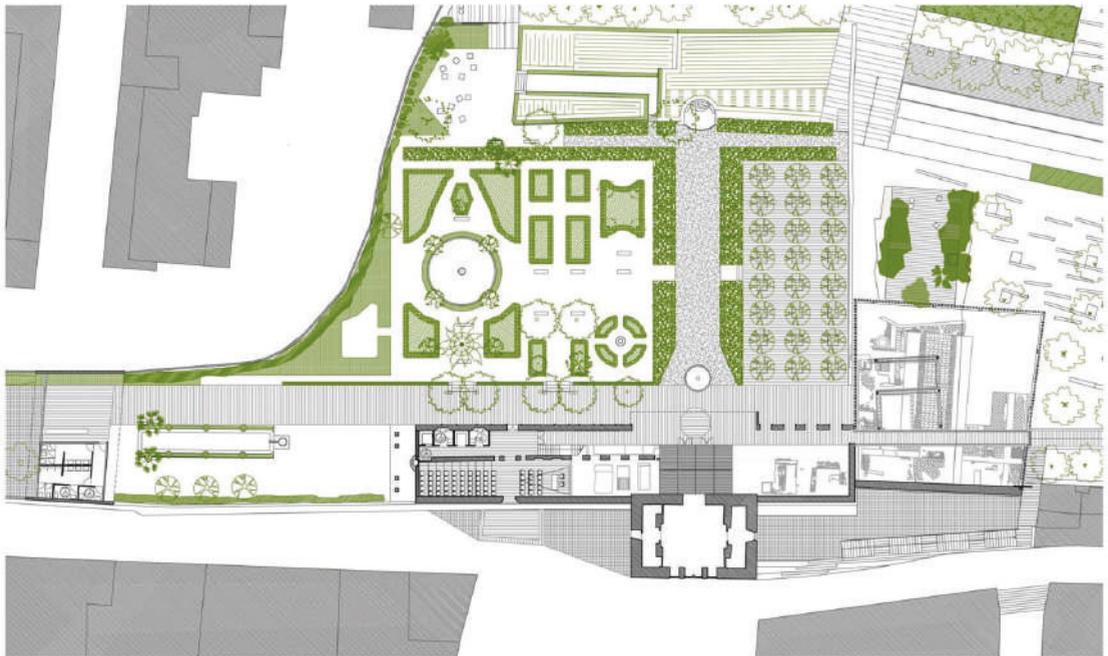


ción de la estratigrafía arqueológica a los paramentos arquitectónicos (Harris, 1991). Todo ello asistido por la información procedente de la excavación arqueológica y de la documentación escrita (Parenti, 1988). En el caso concreto del Cuarto Real de Santo Domingo la utilización de la estratigrafía muraria nos parece esencial para poder datar y conocer las distintas fases de desarrollo de la estructura defensiva y residencial desde el XIII hasta nuestros días.

3. El edificio y su entorno, como hemos señalado anteriormente quedan protegidos por diferentes figuras y tipologías de cautela que probablemente debía actualizarse o sencillamente reforzarse. En este sentido podría promoverse la conversión de toda la zona en “Zona Arqueológica”, tal y como la define la Ley del Patrimonio Histórico de Andalucía (LPHA) en su artículo 27, 47, o “Zona de Servidumbre Arqueológica”, tal y como aparece en el artículo 48.
4. El valor científico y patrimonial de la *qubba* del Cuarto Real y de los restos que están apareciendo, reproduciendo los mismos esquemas constructivos aplicados en la Alhambra, nos presentan este conjunto como una zona privilegiada desde el punto de vista patrimonial, y con grandes proyecciones de carácter turístico, en pleno centro de Granada, además de ser un lugar de esparcimiento en una zona tan falta de espacios de este tipo, como el barrio San Matías-Realejo.

Fig. 12
Planta baja. Jardín.
Proyecto de
conservación del jardín
romántico (antiguo/
nuevo). Cuarto Real de
Santo Domingo (2009)

Estudio jardinería: el jardín romántico y el tiempo en los monumentos
El Cuarto Real de Santo Domingo, a lo largo de sus nueve siglos de historia,



ha pasado de ser posesión real de los monarcas nazaríes, a dominio de la Orden de Santo Domingo con los Reyes Católicos y finalmente en el siglo XIX, antes de la reciente propiedad municipal, ha estado en manos privadas. Todo esto hace que el uso y configuración del jardín haya ido variando a lo largo del tiempo para adaptarse a las necesidades de cada momento. De las diferentes ocupaciones quedan vestigios en el entorno de la *qubba*, tanto a nivel arqueológico como elementos construidos y vegetales. La principal línea de actuación de la propuesta de jardinería consiste en el respeto a las distintas etapas históricas por las que ha ido pasando el jardín, entendiéndolo como un palimpsesto. Para ello se hace necesaria una actuación cautelosa que recupere o reintegre los elementos preexistentes que han llegado hasta nosotros, manteniendo la estructura general del jardín y los elementos vegetales de interés que se han conservado. De esta forma se introducen nuevas plantaciones que completen o reintegren dicha estructura en los puntos en los que ésta se ha desdibujado recientemente. Esta intervención atañe tanto a la bóveda de laureles como al jardín romántico del XIX. El nuevo estrato que se introduce en el jardín, para el propuesto uso cultural del conjunto, debe entenderse desde la suma de los anteriores. Las transformaciones derivadas del cambio de uso, como nuevo espacio público y cultural, deben entrelazarse con las características de un jardín que siempre ha sido eminentemente privado. De los nuevos accesos al conjunto parten recorridos que dan una nueva estructura de uso al jardín. Estos recorridos van dejando a su lado las distintas zonas estanciales,

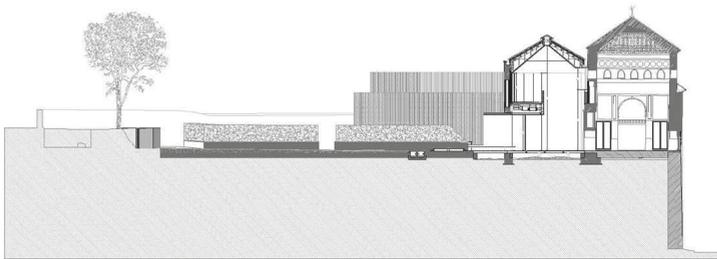
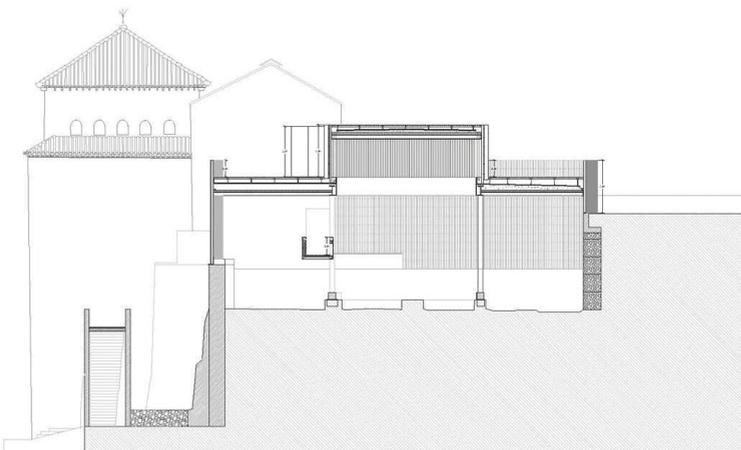


Fig. 13
Sección general.
Proyecto de
Reforma. Cuarto
Real de Santo
Domingo (2009)

Fig. 14
Sección.
Musealización
y protección
de restos
arqueológicos.
Proyecto de
Reforma Cuarto
Real de Santo
Domingo (2009)



que frente al dinamismo de los recorridos ven potenciado su carácter íntimo y recogido, características propias del jardín granadino (Fig.12).

Epilogo del proyecto: conclusiones

“You’re currently Reading”

Tengo obsesión por el ahora (R. Koolhaas, 2005)

La operación proyectual global ha sido guiada por una preventiva comprensión filológica y crítica de la vieja edificación, fruto de un trabajo de estudio histórico-constructivo conducido según las dos constantes líneas de análisis directo (fundado sobre la realidad material y tectónica del monumento, trámite repetidas inspecciones y cuidadoso levantamiento) e indirecto (cabe decir de investigación bibliográfica, archivística e iconográfica) extendido a una lectura, que ayuda a distinguir los episodios de superposiciones y otros elementos que, según hemos valorado, sería recomendable eliminar para una mejor comprensión de la imagen del monumento (restauración crítica).

Toda la nueva intervención (proyectada y ganadora del concurso) se ha realizado teniendo como objetivo prioritario el de contribuir a la comprensión de la totalidad del recinto como una unidad estratigráfica, para ello se ha dejado libre la planta baja para integrar los restos y permitir su lectura global. Para lograr esto se ha elaborado una propuesta utilizando como herramienta principal la transparencia y la utilización de técnicas constructivas contemporáneas que resuelvan los conflictos presentes en la edifica-

Fig. 15
Render.
Musealización y
protección de restos
arqueológicos.
Proyecto de Reforma
Cuarto Real de Santo
Domingo (2009)



ción, tal y como hoy nos ha llegado, y aporten soluciones realizadas desde la óptica del no construir. Esta voluntad de actuar sutilmente persigue el objetivo de la transparencia actualizando la performance funcional de lo existente. Los restos arqueológicos aparecen recuperados en una secuencia de recorridos adecuados a las preexistencias. Lo nuevo se manifiesta solo en aquellos elementos proyectados al servicio de la conservación como un nuevo estrato claramente identificable con nuestro tiempo. La transparencia se erige como un instrumento de clarificación de la espacialidad arqueológica.

La parte propositiva de la nueva intervención, se realiza con materiales y técnicas constructivas contemporáneas que lejos de imponer una determinada solución de proyecto intenta de una forma sutil contribuir a enriquecer y a potenciar el carácter plural de este conjunto singular que ha estado permanentemente vivo, porque ha vivido permanentemente en el presente, siendo esta cualidad la que arroja el interés sobre su dimensión arquitectónica que va más allá del análisis de lo construido para adentrarse en su dimensión social y antropológica (Figs. 13-16). En este sentido cabe destacar el interés por permeabilizar el conjunto con la ciudad y como esto se manifiesta de forma determinante en el proyecto estudiándose sistemas que van desde la construcción del acceso oeste al parque constituido por una escalera que salva el desnivel con la cuesta de Aixa (Figs. 17) o la ampliación de la actual plaza que se trata como antesala del recinto histórico (Figs. 18-19) o también la creación de elementos de protección de los restos

Fig. 16
Render. Interior edificio con restos arqueológicos visualizados. Proyecto de Reforma Cuarto Real de Santo Domingo (2009)

Fig. 18
Render. Entrada. Proyecto de Reforma Cuarto Real de Santo Domingo (2009)

Fig. 19
Render. Plaza acceso. Proyecto de Reforma Cuarto Real de Santo Domingo (2009)



Fig. 20
Master Plan. Proyecto de
Reforma. Cuarto Real de Santo
Domingo (2009)

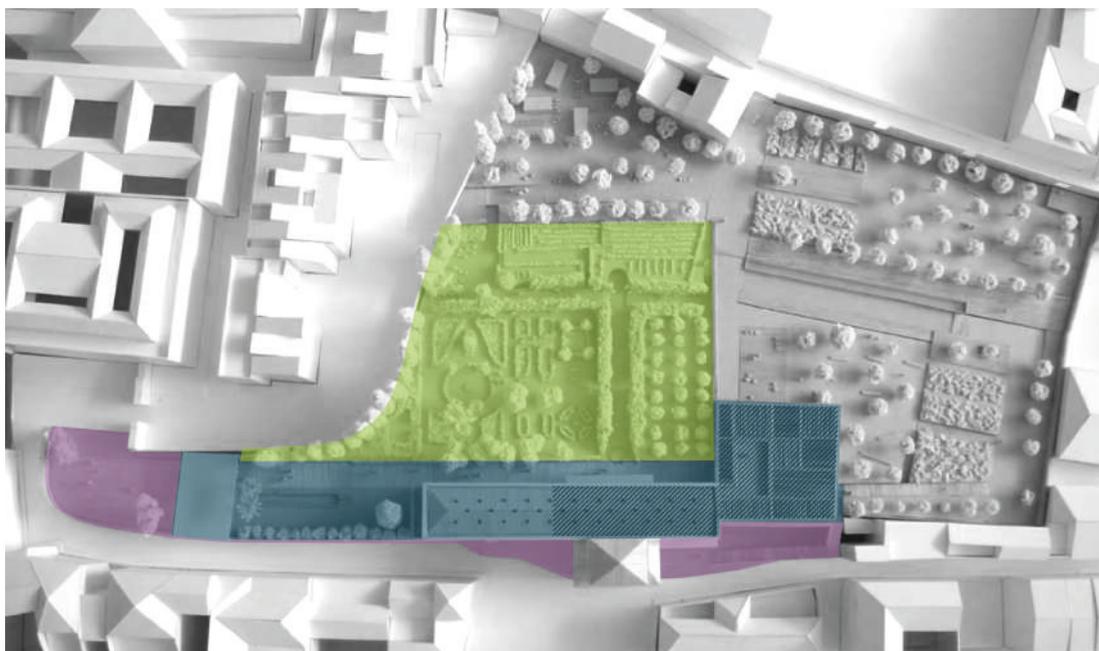
- FASE 1: Pavimento exte-
riores y construcciones
anexas a la Qubba ■
- FASE 2: Pavimentos,
elementos exteriores al
recinto y tratamiento de
la muralla ■
- FASE 3: Jardín romántico ■
- FASE 4: Musealización y
conservación de restós ■

arqueológicos mediante un elemento mixto que hace las veces de mirador introspectivo del conjunto exterior, jardín romántico, parque y huertas.

El proyecto fue concebido de forma global, Master Plan (Fig. 20) con el objetivo de impulsar la recuperación urbana de este fragmento significativo de la ciudad de Granada; esta dimensión global es la que da sentido y coherencia, a todas las actuaciones previstas, como si de una partitura musical se tratara; todo ello fue la idea inspiradora de nuestra propuesta con un lema determinante de fuerte contenido: jardines abiertos⁸. El Cuarto Real ha sido un espacio cerrado al disfrute público, nada mejor que devolver al ciudadano los valores de autenticidad de este contexto urbano, como jardín abierto.

Creemos que en la sociedad actual cobra protagonismo nuevamente el concepto de protección “activa” enunciado en la Carta de Venecia: “la conservación debe ser también perfectamente integrada en la vida de la colectividad hasta constituir la acción primaria y vital de la sociedad”: fin primordial es la utilización del objeto que se conserva que, es, por tanto, un bien económico, pero continuando a ser sobretodo bien cultural”. Las referidas actuaciones permiten la lectura no solo de la *qubba* sino del contexto urbano del entorno, eliminando todo lo que imposibilitaba su lectura y considerando la actuación como un proyecto abierto a la investigación y a su desarrollo en el tiempo hasta completar el Master Plan establecido. El Cuarto Real y Granada se encuentran indisolublemente ligados; hoy que la ciudad está buscando su camino para adquirir un nuevo protagonismo en el panorama internacional de las ciudades de arte y de la cultura, podemos decir que sin eliminar trazas de la historia urbana de este contexto arquitectónico y espacial, la intervención está abierta y permite avanzar cuando el conocimiento, la economía y los nuevos tiempos consideren adecuado, desde una visión de la restauración como potección “activa”.

⁸ El lema “jardines abiertos” está inspirado en un poeta granadino del siglo XVII, Pedro Soto de Rojas, donde describe un jardín en uno de sus más célebres libros: “Paraiso cerrado para muchos, jardines abiertos para pocos. Los fragmentos de Adonis”.



Bibliografía específica

Almagro A., Orihuela A. 1997, *Propuesta de intervención en el Cuarto Real de Santo Domingo*, «Loggia», a. II, n.4, pp. 22-29.

Almagro A. 2002, *El análisis arqueológico como base de dos propuestas: El Cuarto Real de Santo Domingo (Granada) y el Patio del Crucero (Alcázar de Sevilla)*, «Arqueología de la Arquitectura», n. 1, pp. 175-192.

Brasa Y., Jiménez-Artacho E., Ferrater C. 2008, *Cuarto Real de Santo Domingo*, en *Medio Ambiente y Arqueología medieval*, ed. J. M. Martín, pp.183-189.

Gallego A. 1996, *Granada. Guía artística e histórica de la ciudad*, ed. Comares, Granada.

García de Paredes A. 2004, *Carlos Ferrater: Jardines del Cuarto Real de Santo Domingo, Granada*, « 2G Revista Internacional de arquitectura », n. 32, pp.70-73.

García A. 2000, *Ocupación del espacio en la orilla izquierda del río Darro, El barrio de San Matías (Granada)*, en *Ciudad y territorio en Al-Ándalus*, ed. L.Cara, Athos-Pérgamos, Granada, pp. 111-137.

Gómez-Moreno M. 1892, *Guía de Granada*, ed. Indalecio Ventura, Granada.

Henríquez de Jorquera F. 1987, *Anales de Granada. Descripción del Reino y Ciudad de Granada. Crónica de la Reconquista (1482-1492). Sucesos de los años 1588a 1646*. 2 vols. ed. A. Marín., Archivum. Universidad de Granada, Granada.

Malpica A., Álvarez, J. J., Luque, F. 2003, *Informe preliminar de la intervención arqueológica de apoyo a la restauración del Cuarto Real de Santo Domingo, sus huertas y jardines. Granada*, (Inédito).

Orihuela A. 1996, *Cuarto Real de Santo Domingo*, En «Casas y palacios nazaríes: siglos XIII-XV», ed. Lunweg, Fundación El Legado Andalusi- Junta de Andalucía, Barcelona, pp. 315-333.

Pavón B. 1991, *El Cuarto Real de Santo Domingo de Granada: los orígenes del arte nazarí*. ed. Ayuntamiento de Granada, Granada.

Seco de Lucena L. 1975, *La Granada nazarí del siglo XV*, ed. Patronato de la Alhambra, Granada.

Soto de Roxas P. 1652, *Parayso cerrado para muchos jardines abiertos para pocos : con los fragmentos de Adonis*, Imprenta de Real, Granada.

Trillo C. 1993, *Modificaciones castellanas en la ciudad de Granada a fines de la Edad Media. El control del comercio*, «Revista del Centro de Estudios Históricos de Granada y su Reino», n. 7, 2ª época, Granada, pp.27-40.

Valladar F. 1906, *Guía de Granada. Historia, descripciones, artes, costumbres, investigaciones arqueológicas*, ed. Paulino Ventura Traveset, Granada.

Bibliografía general

Brandi C. 1988, *Teoría de la restauración*, Alianza Forma, Madrid.

Carbonara G. 1976, *La reintegrazione dell'immagine*, Bulzoni editore, Roma.

De Angelis G. 1978, *Restauro: Architettura sulle preesistenze, diversamente valutate nel tempo*, «Palladio», XXVII (2), pp. 51-68.

Dogliani F. 1997, *Stratigrafia e restauro. Tra conoscenza e conservazione dell'architettura*, Lint ed. associati, Trieste.

France A. 1899, *Pierre Nozière*, Alphonse Lemerre, Paris.

Gazzola P. 1958, *Il nuovo complesso museale per la Sardegna in Cagliari*, en «Musei e Gallerie d'Italie», n. 2, Roma, pp. 5-19.

Gazzola P. 1957-1958, *La tutela della fisionomía storico-artistica di Verona*, en «Atti e memorie dell'Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona», vol. IX, Verona.

Gazzola P. 1978, *L'evoluzione del concetto di restauro prima e dopo la Carta de Venezia*, en «Bolletino C.I.S.A.», XX, Vicenza, pp. 239-254.

Gurrieri F. 1992, *Restauro e conservazione*, ed. Polistampa, Firenze.

Harris E. C. 1991, *Principios de estratigrafía arqueológica*, Barcelona.

Minissi F. 1978, *Conservazione dei beni storico-artistici e ambientali. Restauro e musealizzazione*, De Luca, Roma.

Pane R. 1944, *Il restauro dei monumenti*, «Aretusa», I, (1), pp. 68-79.

Parenti R. 1988, *Le tecniche di documentazione per una lettura stratigrafica dell'elevato*, en *Archeologia e Restauro dei monumenti*, eds. Francovich R., Parenti R., Florencia, pp. 249-279.

Quatremère A.C. 1844, *Dizionario storico di architettura*, Vol.II, ed. Negretti, Mantova.

Riegl A. 1903, *Der moderne Denkmalkultus sein Wesen und seine Entstehung*, Braumüller, Wien-Liepzig

Ruskin J. 1849, *The Seven Lamps of Architecture*, Smith Elder & Co, London.

Torres Balbás L. 1919, *Legislación, inventario gráfico y organización de los monumentos históricos y artísticos de España*, en «Actas del VIII Congreso Nacional de Arquitectos», Tipografía de Salvador, Zaragoza, (pp. 3-89).

Torres Balbás L. 1920, *La utilización de los monumentos antiguos*, en «Arquitectura», III, n. 27, Madrid, pp.179-183.

Winckelmann J. 1989, *Historia del Arte en la Antigüedad*, (Manuel Tamayo Benito trad.), Aguilar, Madrid.

Il Disegno per la ricostruzione di una storia. Il restauro virtuale del Monumento a Costanzo Ciano a Montenero di Livorno*

Elena Ippoliti, Laura Carnevali,
Fabio Lanfranchi

*Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro
dell'Architettura, Sapienza Università di Roma*

pagina a fronte

Fig. 1
I blocchi della statua
di Costanzo Ciano
abbandonati nella
Cava di Villamarina.
Isola di Santo
Stefano, Arcipelago
della Maddalena

Abstract

The study about the Monument devoted to Costanzo Ciano, one of the most symbolic elements of the fascist period, could be considered provocative in such an historical and cultural period signed by human prejudice, but going beyond the writers' intentions, the aim of this research is to investigate this interesting and emblematic artistic episode of that cultural period. The interest is not only limited to the value of the lost 'pieces' belonged to the unfinished mosaic and still scattered on the national territory, but it's also related to the great and interesting documentary evidences associated to the project. Methodologies framed in the Representation Discipline have been applied for document interpretation, with attention to the 'virtual restoration' as the only possible and effective methodology both to recover its formal completeness, as well as of communicate and divulgate it.

Dal progetto verso la costruzione del Monumento (1939-1943)

È il 17 giugno del 1942. Gaetano Rapisardi, appena rientrato a Roma da Livorno, scrive all'amico Arturo Dazzi per rassicurarlo dello stato dei lavori del Monumento a Costanzo Ciano a Montenero di Livorno "tutto verrà degno della tua scultura, cioè: bene" (A.P.R., 1942).

Ma forse, in cuor suo, Rapisardi non è così certo della conclusione dell'opera. E infatti, nelle poche righe della medesima lettera, prosegue riferendo di uno strano episodio da pochi giorni accaduto al cantiere

Racconta il guardiano del lavoro che Domenica, u.s., c'è stato il ministro Ciano, quasi solo, a mirare la costruzione e che questo gli ha domandato se entro un anno sarebbe finita. Non avendo avuta risposta gli domandò allora se fosse stata completata fra due anni. Solo allora il guardiano si decise rispondere: voi lo sapete meglio di me. Dopo avergli stretta la mano andò via (A.P.R., 1942).

Segno che i lavori, per l'avanzare della guerra, dovevano già andare molto a rilento, oltre che per le risorse economiche da destinarvi, anche per la mancanza di manodopera e per la difficoltà negli approvvigionamenti dei materiali e dei relativi trasporti.

*Le immagini di cui alle figure dalla 11 alla 20 sono state elaborate da Marco D'Alessandro e Thea Pedone con la supervisine di Elena Ippoliti e Michele Calvano



All'indomani dell'improvvisa morte di Costanzo Ciano, avvenuta improvvisa nella notte tra il 26 e il 27 giugno 1939, immediata e irrinunciabile fu l'idea di innalzargli un monumento. Livorno e il Fascismo dovevano degnamente ricordare, esaltandole, le gesta marine del gerarca fascista, eroe di Buccari e Cortellazzo. Il Podestà, come d'uso in quegli anni, già alla fine di giugno aveva perciò avviato, con una somma iniziale di 100.000 lire, una sottoscrizione popolare per l'erezione del monumento. Con la stessa rapidità si decise di affidare direttamente l'incarico allo scultore Arturo Dazzi, toscano che aveva eletto a residenza la sua villa a Forte dei Marmi e Accademico d'Italia dal 1937. Questi chiamò per la parte architettonica Gaetano Rapisardi, cui era legato da un sodalizio professionale basato sulla reciproca stima, che negli anni si trasformerà poi in durevole amicizia.

La sottoscrizione era a buon punto e così il 27 giugno 1940 Rapisardi trasmise "per incarico dell'Eccellenza Arturo Dazzi, e giusto accordi presi col P.N.F." (A.P.R., 1940a), all'Ingegnere Capo del Genio Civile di Livorno il progetto, in una versione già avanzata, per il Monumento a Costanzo Ciano sul Monte Burrone. Quest'ultimo, per suo conto, avrebbe dovuto completare il progetto esecutivo alla fine del mese di settembre (A.P.R., 1940b).

Già in questa prima versione gli elementi fondamentali del progetto sono fissati, come si può leggere in una minuta della relazione al progetto

Fig. 2
Il volume prismatico del Monumento allo stato di rudere. Monte Burrone a Montenero di Livorno

Il Monumento può considerarsi costituito da due parti: basamentale l'una, di elevazione l'altra. La basamentale emerge dalla collina come un grande contrafforte dell'altezza di m. 25 circa e in essa trova posto la Cripta che costi-



tuisce la parte più raccolta del Monumento. E' prevista in costruzione di muratura di pietrame listata a mattoni e rivestita esternamente in granito greggio della Maddalena. L'interno della cripta costituito da un corpo architettonico coperto con volta a botte e da un altro coperto con volta a vela è in marmo grigio del Timavo. Nella parte della cripta coperta con volta a vela sorgerà il sarcofago dell'Eroe di granito rosso del Pantheon sorretto da quattro statue di granito della Maddalena. La parte elevata del monumento è costituita dalla statua dell'Eroe alta m.12, emergente da un nucleo a forma di MAS in granito della Maddalena e da una torre luminosa alta m.45 in travertino dorato. Un gruppo di riflettori appositamente situato al termine della torre dovrà illuminare tutto l'insieme del monumento e delle rampe di accesso (A.P.R., 1940c).

Di fatto il progetto continua a subire fino a tutto il 1941 delle sostanziali modifiche, mentre la costruzione dell'opera, che ha inizio solo alla fine di quell'anno, per il conflitto bellico procede davvero con estrema lentezza e tra mille difficoltà. Già nell'agosto del 1941 il Genio Civile aveva prudenzialmente richiesto di procrastinare l'ultimazione dei lavori al 20 ottobre del 1942 (A.C.S.R., 1941); poi nell'aprile del 1942, per le difficoltà logistiche e dei trasporti dei materiali, si videro costretti a concedere alle ditte fornitrici dei marmi e dei graniti ulteriori proroghe, tra i quattro e i sei mesi (A.C.S.R., 1942). Nel frattempo si procrastinava di un ulteriore anno l'inaugurazione fissandola al 20 ottobre 1943 (A.C.S.R., 1943a).

Il 13 marzo del 1943 tra le opere realizzate vi sono l'esterno del volume prismatico basamentale con il rivestimento in le lastre di granito e le scale la-

Fig. 3

Le statue dei Marinai e del Balilla oggi sul Lungomare di Forte dei Marmi





Fig. 4
Uno dei molti materiali iconografici che documentano il progetto del Mausoleo. Schizzo proiettivo conservato all'Archivio Privato Rapisardi

terali, buona parte della struttura del piano-cripta del mausoleo, comprese le centinature per la volta a botte in calcestruzzo armato, metà delle opere murarie per la torre-faro. Sono anche eseguite parte delle statue del sarcofago mentre è in corso di sbazzatura la statua di Ciano; è quasi terminata la fornitura di granito per il rivestimento interno della cripta, il travertino per il rivestimento della torre-faro è pronto per metà, sono già realizzate le 8 colonne di marmo verde di Arni e gli altri marmi destinati al rivestimento interno; a piè d'opera sono consegnate le urne funerarie e il basamento in porfido per l'urna di Ciano (A.C.S.R., 1943b).

Ma l'avanzare del conflitto bellico rende sempre più problematico portare a compimento i lavori; è pressoché impossibile trasportare i blocchi della statua di Ciano dalla Maddalena a Livorno - non solo per l'impegno di mezzi e il consumo di carburante, ma soprattutto per i pericoli da affrontare nella traversata del Mar Tirreno battuto dalle navi inglesi - ma è anche impensabile riuscire a reperire i necessari vagoni ferroviari per il trasporto delle restanti forniture del marmo del Carso, così come reperire l'acciaio e il ferro necessari alla realizzazione di seghe, sabbie e scalpelli per gli scavi e la lavorazione dei marmi nelle diverse cave. Nonostante le difficoltà, si spera ancora di poter portare a compimento l'opera e perciò nel marzo del 1943 il Ministero dei Lavori Pubblici stima ancora di poterla inaugurare ad ottobre del 1944 (A.C.S.R., 1943c).

Ma solo qualche mese dopo furono diramati ordini di sospendere tutte le opere che non fossero state reputate d'interesse pubblico. Tra queste, il 25 luglio del 1943, anche il cantiere per il Monumento a Costanzo Ciano, dove si reputò di non dover neanche provvedere a quelle opere necessarie per preservarlo dalle intemperie (A.C.S.R., 1944).

L'abbandono del cantiere, senza alcuna opera provvisoria, determinò fin

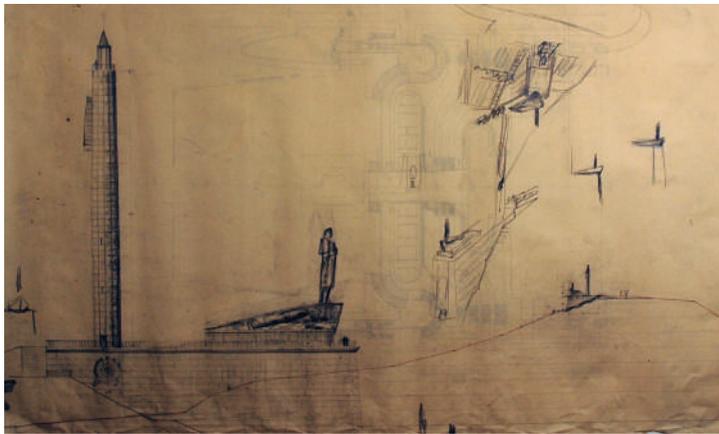
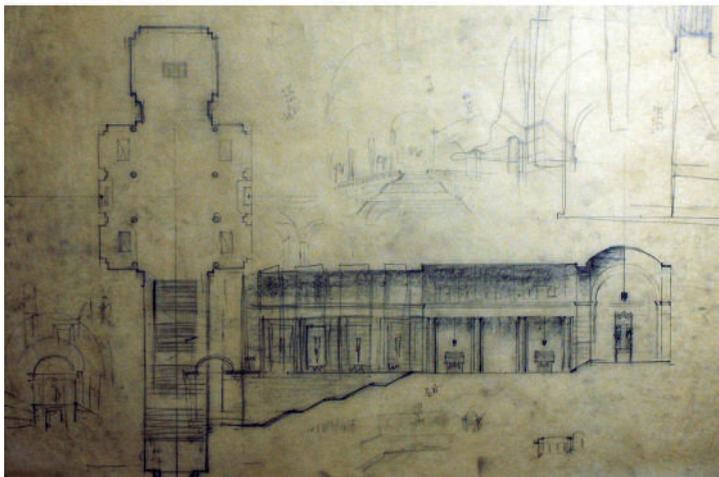
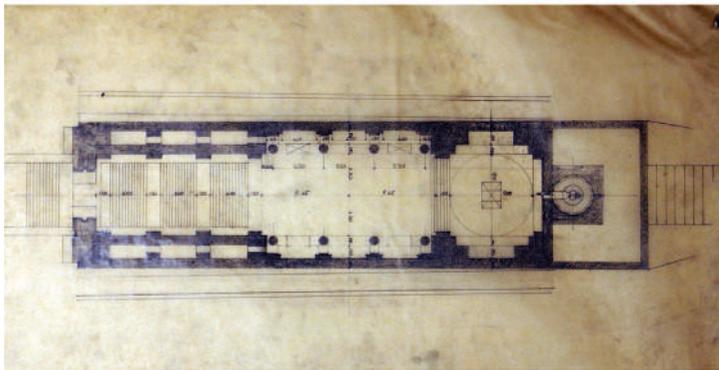


Fig. 5
Alcuni tra i disegni
dell'Archivio Privato Ra-
pisardi che documenta-
no la prima stesura del
progetto, 1939



da subito il trafugamento di molti degli arredi e dei rivestimenti pregiati già in opera. Arrivati i Tedeschi, questi elessero la terrazza e la torre-faro come luogo di osservazione privilegiato, e pertanto, prima di fuggire in ritirata, la fecero saltare in aria in modo da sottrarla agli Alleati che intanto avanzavano.

Da allora, al di là di qualche sporadica fiammata d'intenzione sul riuso o

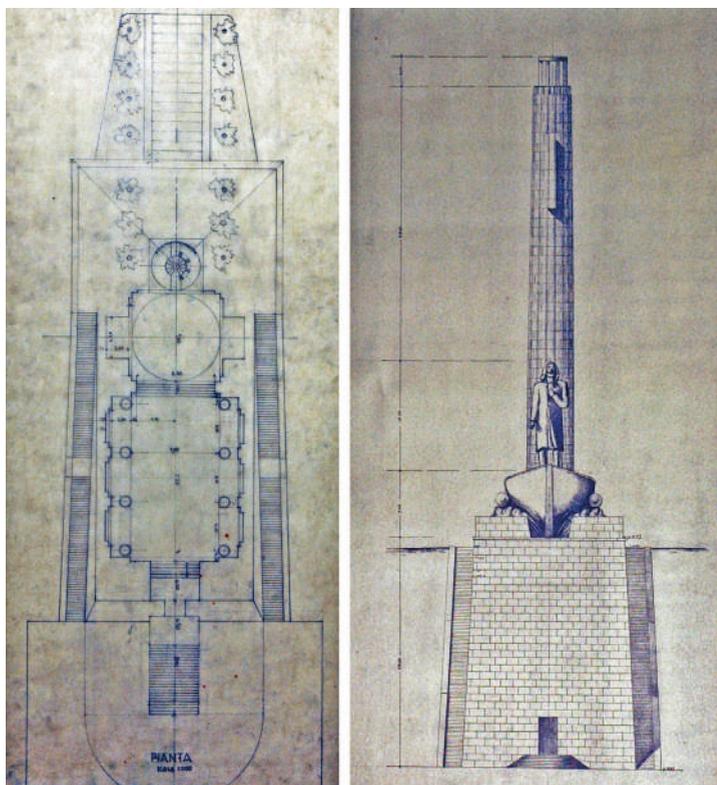


Fig. 6
Alcuni tra i disegni
dell'Archivio Pri-
vato Rapisardi che
documentano la
seconda versione
del progetto, otto-
bre 1940

anche sulla demolizione, peraltro repentinamente spentesi, è tutto rimasto in abbandono. Alcuni dei blocchi della statua di Costanzo Ciano sono abbandonati nella Cava di Villamarina nell'isola di Santo Stefano della Maddalena (Fig. 1), il volume prismatico, incompleto, è allo stato di rudere sul Monte Burrone (Fig. 2), le statue dei Marinai e dell'unico Balilla realizzate sono oggi nei giardini del Lungomare di Forte dei Marmi (Fig. 3).

Al di là di qualunque giudizio di merito, si tratta di certo di un'opera monumentale e di un altrettanto monumentale cantiere portato avanti, almeno nei primissimi anni, con grande impiego di mezzi e fondi in un contesto problematico come quello della seconda guerra mondiale ormai alle porte fin dall'ideazione del Monumento.

Un progetto incompiuto ma ampiamente testimoniato da una cospicua documentazione in gran parte iconografica conservata presso gli Archivi (tra cui l'Archivio Centrale dello Stato di Roma, l'Archivio Privato Rapisardi – Fig. 4, l'Archivio di Stato di Livorno e l'Archivio della Fondazione Bertelli di Forte dei Marmi), una costruzione ridotta a rudere (il volume prismatico basamentale) e ulteriori reperti fisici (le diverse statue completate e non): testimonianze aventi valore di civiltà con riferimento non tanto alla loro consistenza fisica, ma in quanto tracce di una storia incompiuta e che può essere virtualmente 'ri-costruita' a partire dalle metodologie proprie della Disciplina del Disegno.

Un metodo di lavoro a nostro parere riferibile all'ambito del 'restauro vir-

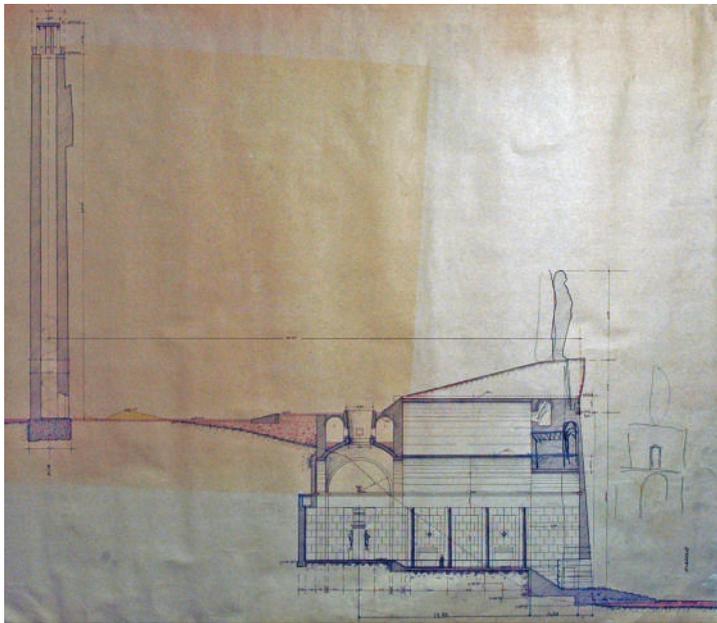
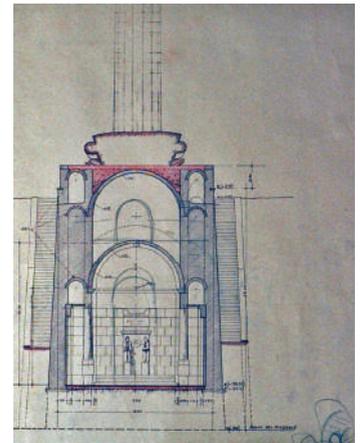


Fig. 7
Alcuni tra i disegni
dell'Archivio Privato
Rapisardi che do-
cumentano la terza
versione del progetto,
maggio 1941

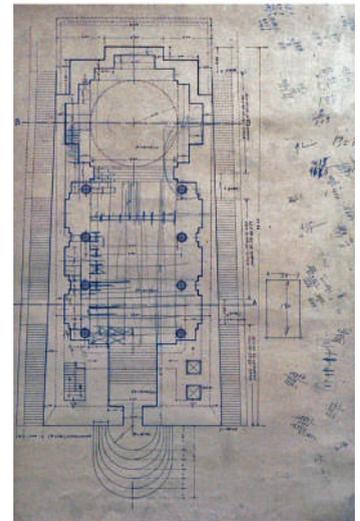


tuale', unica strada possibile "per quelle opere d'arte (...) intangibili e che, solo attraverso una simulazione digitale, possano vedere migliorata la propria leggibilità e, in alcuni casi, ristabilita la propria unità formale" (Ercolino, 2012, p. 168). Applicazioni dove le tecnologie tridimensionali visuali divengono il prolungamento di 'quell'occhio' critico cui Roberto Longhi affidava la ricomposizione dell'insieme figurale coniando la dizione di 'restauro mentale' (Ercolino, 2012) e dove il linguaggio visuale consente di corrispondere, in senso lato, all'istanza estetica che concorre insieme all'istanza storica a qualificare un'opera d'arte e il cui restauro deve mirare al ristabilimento dell'unità potenziale (Brandi, 1963).

La sperimentazione. La rappresentazione per il restauro virtuale del Monumento

La principale intenzione della sperimentazione è stata quella di proporre un'ipotesi 'ricostruttiva' del progetto e della costruzione del Monumento a Costanzo Ciano integrando la cospicua documentazione di progetto con le testimonianze materiali dei reperti fisici ancora esistenti. I metodi del Disegno sono stati gli strumenti privilegiati adottati per l'analisi, il confronto e l'integrazione dei diversi tipi di dati, iconografici e di rilievo, e dunque per ripercorrere del Monumento il processo storico, progettuale e costruttivo, per darne una lettura interpretativa e, infine, per formularne ipotesi tridimensionali ricostruttive dell'unità figurale.

Si tratta perciò di una sperimentazione di 'rappresentazione' dove la metodologia del Disegno e le tecnologie visuali sono utilizzate come dispositivi utili alla simulazione dello spazio tridimensionale per il valore intrinseco documentativo, conoscitivo e comunicativo.



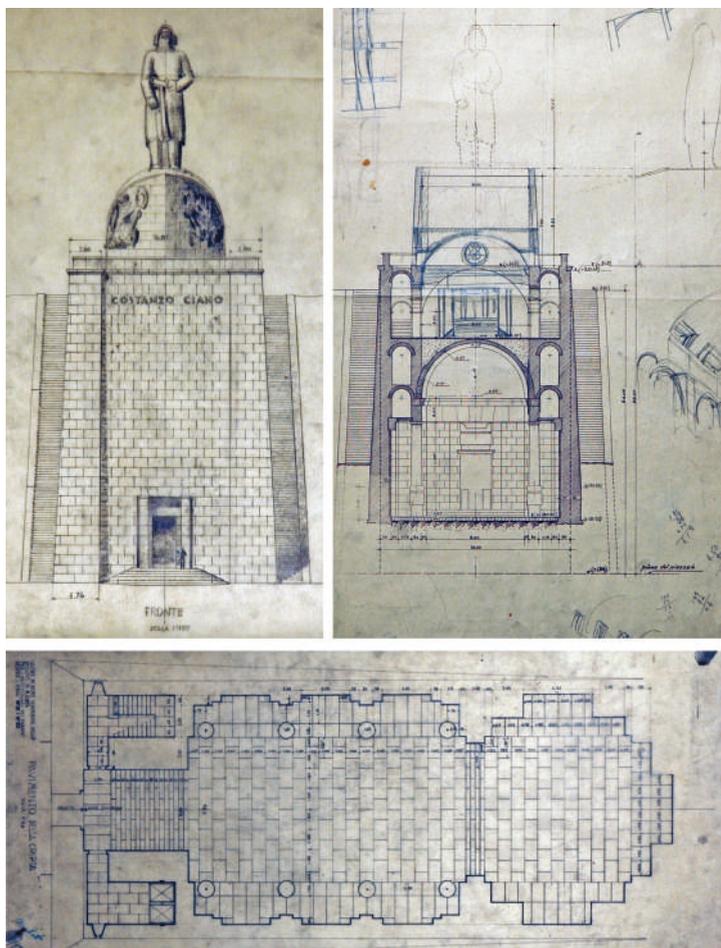


Fig. 8
Alcuni tra i disegni dell'Archivio Privato Rapisardi che documentano la terza versione del progetto, ottobre 1941

Il flusso di lavoro adottato nella sperimentazione si è articolato grosso modo in tre fasi tra loro strettamente relazionate che saranno sinteticamente descritte di seguito. La prima fase è stata finalizzata alla ricerca e sistematizzazione delle diverse testimonianze (documenti di archivio e reperti fisico-ruderi) per ricavarne i dati da porre alla base delle successive elaborazioni. La seconda fase si è concretizzata nella costruzione del modello tridimensionale digitale derivato dalle informazioni puntuali e rigorose, in particolare adottando l'analisi geometrica per l'integrazione dei dati delle diverse fonti e per correttamente orientare le scelte interpretative. L'ultima e terza fase ha avuto come obiettivo quello di proporre differenti rappresentazioni più esplicitamente percettive in grado di testimoniare, coerentemente con l'interpretazione storico-critica, sia il progetto e sia la costruzione.

La prima fase. La documentazione: i disegni di progetto

Alla fine del 1939 Arturo Dazzi firmò il contratto per il progetto del Monumento a Costanzo Ciano provvedendo, però, a far inserire nelle clausole

Gaetano Rapisardi come progettista supplente e suo delegato in cantiere e nei rapporti con la committenza e i fornitori (A.C.S.R., 1939).

Arturo Dazzi, pur rimanendo il progettista incaricato, si sarebbe essenzialmente occupato degli elementi scultorei: il complesso ciclopico della statua di Ciano con il MAS e il gruppo delle quattro statue per la cripta, due Balilla e due Marinai, che avrebbero sorretto il sepolcro di Ciano. Il materiale scelto era il granito della Maddalena, cavato dalla ditta Schiappacasse di Genova nella cava appositamente approntata a Villamarina nell'isola di Santo Stefano. Date le dimensioni della statua di Ciano, questa sarebbe stata divisa in blocchi con una prima sbazzatura effettuata già dagli operai, per poi essere portata a termine direttamente nella cava da Dazzi. I concetti delle statue dei Balilla e dei Marinai sarebbero invece stati lavorati dallo scultore nel suo studio di Forte dei Marmi.

Come emerge dalla lettura della minuta del contratto (A.C.S.R., 1939) e dalla corrispondenza intercorsa tra Dazzi e Rapisardi conservata nei diversi Archivi, a Gaetano Rapisardi fu pressoché integralmente affidato il progetto

Fig. 9

Le riprese fotografiche necessarie all'utilizzazione del metodo di *structure from motion*. La statua di un Marinaio su viale della Repubblica a Forte dei Marmi



architettonico del Mausoleo, dall'inserimento nel contesto, con la progettazione del tronco stradale di accesso alla scalea, alla definizione dei dettagli costruttivi e decorativi, dalla scelta dei materiali alle relazioni con l'Ufficio del Genio Civile, del Ministero dei Lavori Pubblici ecc.

Dato il ruolo assolutamente centrale rivestito da Rapisardi nella progettazione architettonica, ma anche nella conduzione del cantiere, si è perciò deciso di adottare come fonte privilegiata il cospicuo materiale dell'Archivio Privato Rapisardi: oltre 100 disegni, tra schizzi, tavole e schemi.

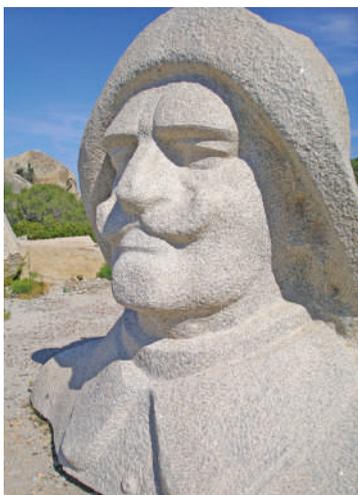
Trattandosi di una documentazione seppur abbondante comunque incompleta, lacunosa e priva di sistematicità, le prime operazioni hanno riguardato l'ordinamento di tale materiale, procedendo dapprima per analogie e confronti tra i disegni del medesimo Archivio e poi con i materiali conservati negli altri Archivi consultati, così pervenendo all'individuazione di quattro diverse versioni del progetto.

Il progetto nella sua prima stesura è documentato da un gruppo di disegni (Fig. 5), conservati per lo più all'Archivio Privato Rapisardi e databili al 1939 quando era appena stato assegnato l'incarico, che già presentano molti dei caratteri distintivi che permarranno nelle versioni successive. Il fulcro del progetto, come emerge soprattutto dagli schizzi prospettici, è nell'accostamento tra il massiccio corpo di fabbrica in granito, un semplice volume prismatico privo di decorazioni, e l'enorme statua di Costanzo Ciano, posta in prossimità della facciata, e dell'ancor più enorme torre-faro, posta in corrispondenza della parte terminale.

Disegni planimetrici e in alzato dettagliano poi lo spazio interno: una pianta basilicale a croce latina con un accentuato sviluppo longitudinale articolato in tre distinti ambienti - il vestibolo, la cripta e il sancta sanctorum - attraverso differenti livelli dei piani di calpestio. Al vestibolo, con un'imponente scalinata, succede la cripta, con navata centrale e due pseudo navate laterali per ospitare le arche della famiglia Ciano, cui segue l'ambiente cruciforme voltato del sancta sanctorum, dove è allocato il sarcofago

Fig. 10

Le riprese fotografiche necessarie all'utilizzazione del metodo di *structure from motion*. La statua di Costanzo Ciano nella cava di Villamarina



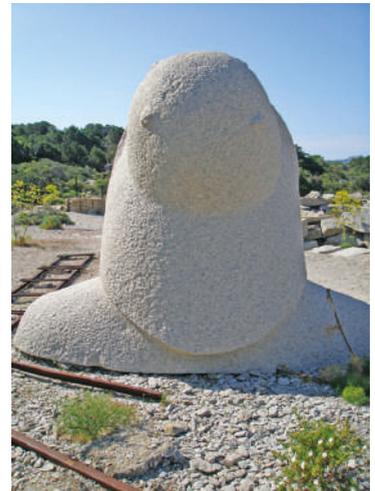
go di Costanzo Ciano circondato da quattro statue, concluso da un piccolo vano non praticabile definito dalla base della torre-faro.

Il progetto nella versione consegnata nell'ottobre 1940 è descritto compiutamente da una cospicua documentazione conservata soprattutto all'Archivio Centrale dello Stato e all'Archivio Privato Rapisardi (Fig. 6).

Rispetto alla prima stesura, la principale modifica riguarda lo sviluppo longitudinale notevolmente ridotto per l'eliminazione del vestibolo compensato, però, da una più profonda scalinata esterna. In questa stesura è ulteriormente semplificato il fronte del volume prismatico cui sono accostate lateralmente delle strette e ripide scalinate che danno accesso alla terrazza panoramica. Sulla copertura è dettagliata la statua di Costanzo Ciano che si solleva da un basamento sagomato in analogia a un motoscafo anti sommergibile MAS raggiungendo i 14 metri di altezza mentre, dalla parte opposta, la torre-faro-fascio, con un profilo chiaramente ispirato al fascio littorio, si eleva per oltre 50 metri. Infine, sulla sommità della cupola del sancta sanctorum è aperta una buca, unica fonte di luce naturale per la creazione di un ambiente raccolto e in penombra.

Un'ulteriore documentazione, in particolare dell'Archivio Centrale dello Stato e dell'Archivio Privato Rapisardi, per lo più risalente al maggio 1941, delinea una terza fase di sviluppo del progetto (Fig. 7) in cui sono tratteggiate diverse soluzioni. Le principali modifiche sono rappresentate dalla posizione della torre-faro, non più in continuità con il volume prismatico ma distante dal fronte circa 70 metri, e dall'introduzione di un secondo livello, in corrispondenza dell'aula della cripta, da destinarsi a spazio museale. Alcuni disegni descrivono ulteriori ripensamenti sul trattamento della facciata, nuovamente semplificata, sull'introduzione di una lanterna sulla sommità della cupola e su un più morbido profilo della scalinata di accesso.

Un ultimo gruppo di materiali, soprattutto conservati all'Archivio Centrale dello Stato e all'Archivio Privato Rapisardi (Fig. 8), documentano alla data



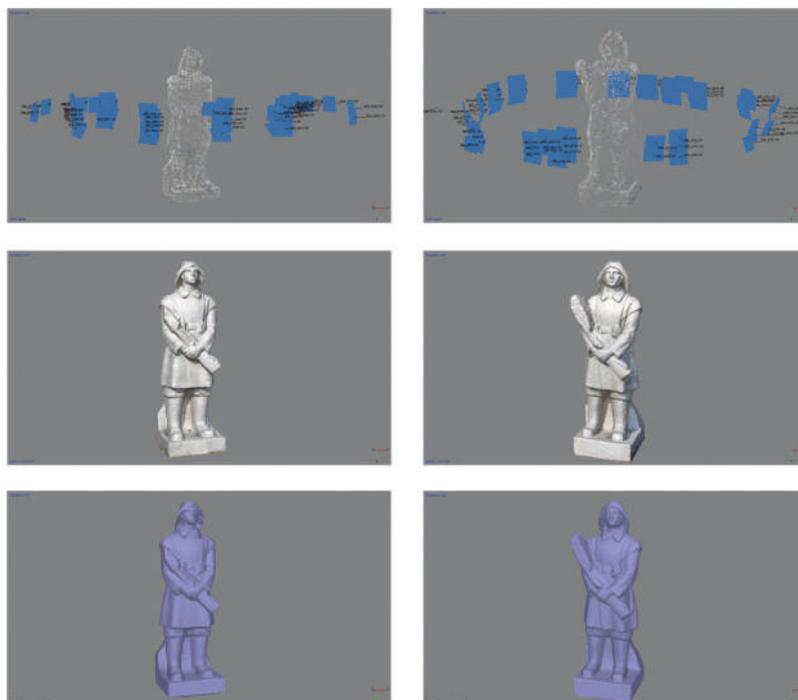


Fig. 11
Il flusso di lavoro per l'elaborazione delle riprese fotografiche con il software proprietario Agisoft Photoscan. Dall'alto verso il basso: l'estrazione della nuvola sparsa, l'estrazione della nuvola densa, la tassellazione

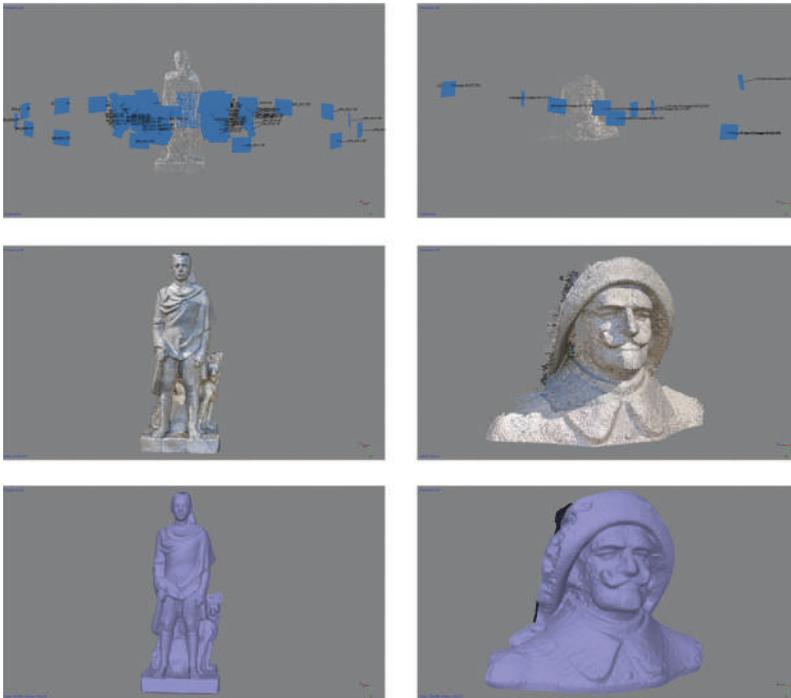
dell'ottobre 1941 una stesura del progetto pressoché definitiva, a meno di alcuni successivi approfondimenti relativi ad elementi di dettaglio, in particolare costruttivi e decorativi.

La soluzione per la facciata è più matura: una leggera diminuzione della larghezza del fronte conferisce maggiore slancio alla parte basamentale, mentre il disegno del portale architravato e l'inserimento di due paraste angolari aggettanti, a bilanciare le scalinate laterali, contribuiscono a mitigare la rigidità del progetto grazie al trattamento chiaroscuro del gioco dei volumi; infine inizia a dettagliarsi il disegno del MAS che funge da piedistallo per la statua di Costanzo Ciano ed è definitiva la scelta iconografica del marinaio.

Lo sviluppo progettuale del secondo livello destinato ad ospitare il museo è avanzato: otto pilastri con base quadrata, in corrispondenza delle otto colonne della cripta, scandiscono l'articolazione dello spazio, mentre un deambulatorio voltato a botte, che avvolge il vuoto necessario alla lanterna, consente l'affaccio sul sottostante sancta sanctorum. Infine, sui due lati dell'ingresso nello spessore della facciata sono ritagliati due vani che ospitano rispettivamente una scala e un ascensore per l'accesso al piano del museo.

La prima fase. La documentazione: i ruderi

L'ulteriore fonte di documentazione posta alla base della sperimentazione è quella costituita dai reperti materiali, ruderi che testimoniano le opere nella loro consistenza attuale, e cioè: la parte basamentale eretta in località



Monteburrone a Montenero di Livorno, le statue dei Marinai e del Balilla a Forte dei Marmi rispettivamente allocate ad 'arredare' lo spazio urbano di Viale della Repubblica e di Via Piave, le parti della statua di Costanzo Ciano tutt'oggi abbandonate nella cava di Villamarina nell'isola di Santo Stefano dell'arcipelago della Maddalena.

Per ricavare da tali reperti fisici i dati utili alla ricostruzione degli spazi tridimensionali si sono applicate peculiari procedure di rilievo che, per le condizioni operative e per la conformazione dei reperti soprattutto quelli statuari, sono state quelle del rilievo fotogrammetrico digitale monoscopico multi-immagine. In particolare è stato utilizzato il metodo detto di *structure from motion*, specialmente diffusosi negli ultimi anni per i progressi tecnologici e gli sviluppi dell'informatica con il perfezionarsi della fotografia digitale e l'aumento delle capacità d'elaborazione dei personal computer (Ippoliti, Meschini, Sicuranza, 2015).

Questo metodo, grazie alla scrittura di algoritmi scientificamente testati e validati, prevede un processo per lo più automatizzato, sia per la fase dell'orientamento delle riprese, compresa quella dell'auto-calibrazione, sia per la fase dell'estrazione delle nuvole di punti, sparse e dense. Al rilevatore è in ogni caso demandata la supervisione dell'intero processo e il controllo e la validazione degli esiti nei diversi step e, in particolare, nel progetto di ripresa fotografica, nella valutazione della qualità degli scatti fotografici, nella stima dei dati delle auto-calibrazioni, nella verifica dell'accuratezza e della densità della nuvola di punti, nell'individuazione di eventuali lacune, nella definizione delle modalità di trattamento delle nuvole di punti ecc.

Fig. 12
La fase finale nell'elaborazione delle riprese fotografiche con il metodo di *structure from motion*. La modellazione poligonale delle statue dei Marinai e del Balilla e relativa texturizzazione





Il flusso di lavoro adottato nel rilievo fotogrammetrico ha innanzitutto previsto la progettazione delle riprese fotografiche, essenziale ai fini dell'accuratezza del risultato, che è stata definita in relazione alle risultanze degli approfonditi sopralluoghi e alle finalità del rilievo, con la distribuzione delle prese fotografiche, il loro orientamento, la definizione della distanza media di ripresa in relazione alle caratteristiche dell'ottica e del sensore della camera utilizzata. Effettuate le prese fotografiche (Figg. 9-10), si sono imposte le elaborazioni delle immagini digitali, propriamente precisabili di *structure from motion*, per ricavarne la nuvola di punti utilizzando il software proprietario Agisoft Photoscan (Fig. 11) per le qualità dei risultati registrati dalla letteratura scientifica in argomento (Fassi, Fregonese, Ackermann, De Troia, 2013; Remondino, Spera, Nocerino, Menna, Nex, 2014). Qui, una volta orientati i diversi gruppi di riprese i cui esiti sono valutati sulla base dei risultati dell'estrazione delle corrispondenti nuvole a bassa densità, in relazione a prefissati criteri di accuratezza sono state estratte le relative nuvole dense poste alla base della successiva fase della sperimentazione (Figg. 12-13).

La seconda fase. L'analisi geometrica per la costruzione del modello volumetrico

In virtù delle prerogative operazionali che sono tradizionalmente alla base della metodologia del Disegno, il fulcro della sperimentazione è rappresentato dalla fase dedicata alla definizione del modello tridimensionale. Il procedere attraverso la modellazione nella costruzione tridimensionale è infatti stato considerato il vero e proprio laboratorio dove integrare i dati, derivanti dalla documentazione iconografica di progetto e dal rilievo dei reperti, e verificare via via le diverse interpretazioni attraverso un serrato controllo geometrico e metrico nello spazio a tre dimensioni (Calvano, Ippoliti, 2015).

Infatti, nonostante la 'semplicità' del caso studio e i cospicui materiali d'archivio rintracciati, forse per l'interruzione improvvisa dei lavori o per l'oblio del dopoguerra, non è comunque possibile affermare quale tra le tante versioni di progetto quale sia la 'soluzione definitiva'. Perciò, per la formulazione di un'ipotesi 'ricostruttiva' del progetto, coerente con le interpretazioni desunte dalla lettura dei documenti di archivio e con le testimonianze materiali, il metodo adottato è stato quello di procedere verificando via via l'accuratezza e la qualità delle interpretazioni con gli strumenti dell'analisi geometrica nello spazio tridimensionale.

Fig. 13
La fase finale nell'elaborazione delle riprese fotografiche con il metodo di *structure from motion*. La modellazione poligonale delle statue dei Marinai e del Balilla e relativa texturizzazione

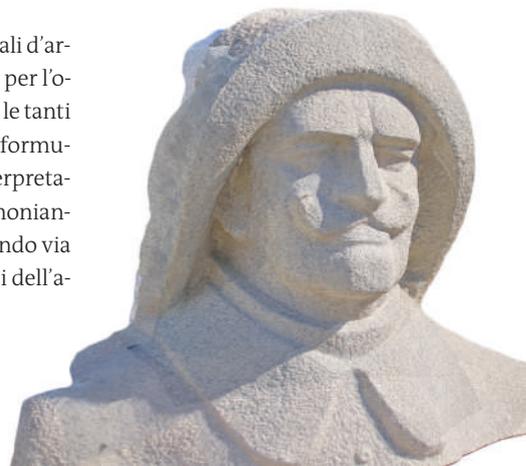
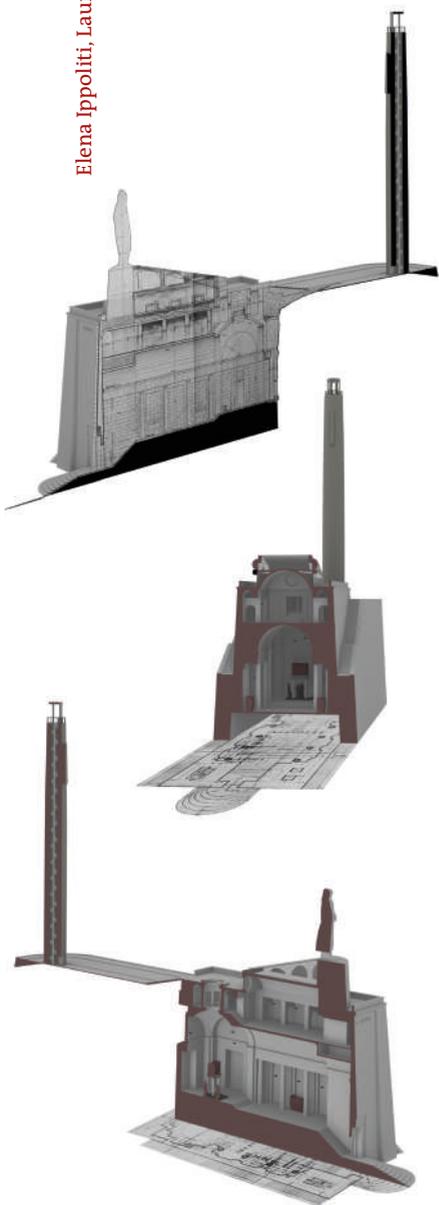


Fig. 14
La costruzione del
modello volumetrico
e il supporto dell'analisi
geometrica



Ad esempio, l'analisi geometrica tridimensionale ha consentito di contenere le deformazioni dei materiali di archivio, dovute sia al degrado delle documentazioni e sia alla qualità delle scansioni, e di renderli coerenti grazie all'individuazione delle geometrie compositive e strutturali del progetto. Più in generale l'individuazione delle seppur semplici geometrie generatrici poste a fondamento del progetto dagli stessi autori ha costituito il fondamento della ricostruzione tridimensionale e delle scelte che via via si sono rese necessarie (Figg. 14-15).

Definiti gli elementi di riferimento geometrici, compositivi e di linguaggio, la modellazione tridimensionale, realizzata all'interno di un modellatore matematico, ha poi proceduto dal generale al particolare, fissando dapprima il perimetro dell'involucro esterno e poi articolando gli spazi interni, avanzando dal primo livello verso la copertura.

L'ultima fase ha riguardato la definizione dei dettagli e soprattutto degli apparati statuari. In questo caso l'elaborazione è stata direttamente condotta all'interno del software proprietario Agisoft Photoscan, trasformando la nuvola densa in un modello poligonale con particolare attenzione agli esiti della tassellazione nelle zone con bassa densità di punti e soprattutto nelle zone con presenza di lacune, attraverso l'attivazione delle opzioni per il controllo del grado di interpolazione.

La terza fase. La resa percettiva del modello

Se la formulazione di un'ipotesi 'ricostruttiva' del Monumento, sintetizzata nel modello tridimensionale elaborato sulle risultanze delle prime due fasi della sperimentazione, ha consentito di corrispondere all'istanza storica, in questa fase l'obiettivo principale è stato quello di corrispondere all'altra istanza, quella estetica, mirando così nell'insieme al ristabilimento dell'unità potenziale, ovvero al restauro virtuale che è stato possibile condurre attraverso un uso appropriato delle tecnologie tridimensionali visuali.

Nel quadro di queste riflessioni, sperimentando differenti trattamenti delle superfici con diversi livelli di verosimiglianza, si è determinato di proporre del modello tridimensionale due diverse 'rese percettive', ovvero di realizzare due modelli visuali corrispondenti a due distinte finalità comunicative (Figg. 16-17).

Il primo modello visuale propone l'interazione con il 'progetto': a tale scopo per il trattamento delle superfici del modello sono stati utilizzati i disegni originali di Gaetano Rapisardi, potendo così riproporre sia il codice grafico dell'architetto e sia la trama del supporto originale (Fig. 18).

Il secondo modello visuale propone invece l'interazione con la 'costruzione': a tale scopo la resa delle superfici del modello è stata risolta campionando i materiali realistici, desunti dall'analisi del computo estimativo del 10 ottobre 1940 (A.C.S.R., 1940), integrato e verificato sulla base delle risultanze dalle corrispondenze con le ditte fornitrici e delle opere realizzate (Figg. 19-20).

Per l'elaborazione di uno spazio digitale percettivamente accurato, neces-

sario alla simulazione di una rappresentazione coerente con le finalità della ricostruzione virtuale, il primo step ha riguardato la traduzione del modello matematico in modello numerico necessario al successivo step, quello di mappatura o anche detto di *Texture Mapping*. In ogni caso, le diverse procedure sono state via via messe in atto prestando sempre particolare attenzione affinché la risoluzione delle questioni tecniche fosse condotta nel quadro del contesto scientifico di riferimento e delle finalità della sperimentazione (Ippoliti, Calvano, 2017).

Relativamente alla traduzione da modello matematico a modello numerico, la questione principale è costituita dal fatto che si tratta sempre di mettere in atto un processo di discretizzazione delle forme, valutando quale sia l'approssimazione accettabile nella trasformazione di una superficie continua, NURBS, in una superficie discreta, *mesh*. In questa fase del processo è stata perciò prestata una particolare attenzione agendo sia sui parametri degli algoritmi di tassellazione e sia ponderandone con accuratezza la densità in relazione alle caratteristiche morfologiche delle singole parti del modello ricostruttivo del Monumento.

Relativamente alle procedure di mappatura, la questione principale riguarda il corretto posizionamento delle *texture* sulle superfici del modello numerico, associazione che è risolta attraverso la definizione di una corretta corrispondenza proiettiva tra i punti dell'immagine bidimensionale della *texture* e i vertici tridimensionali della *mesh*.

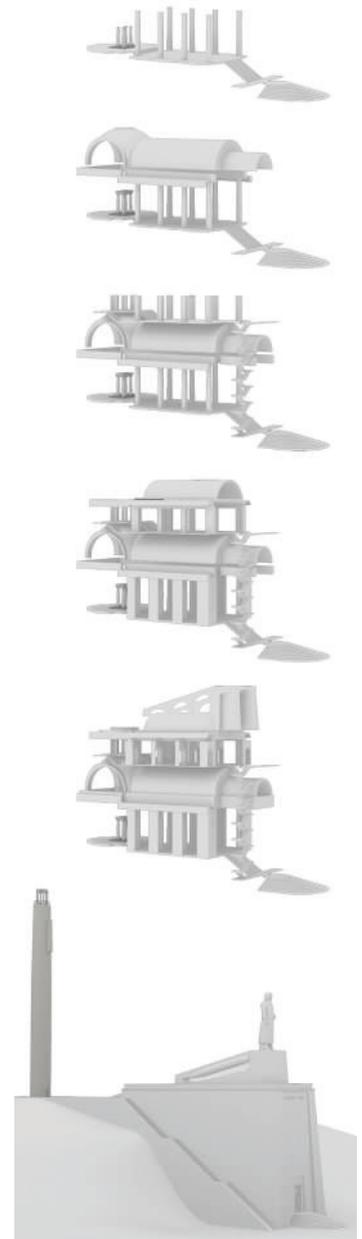
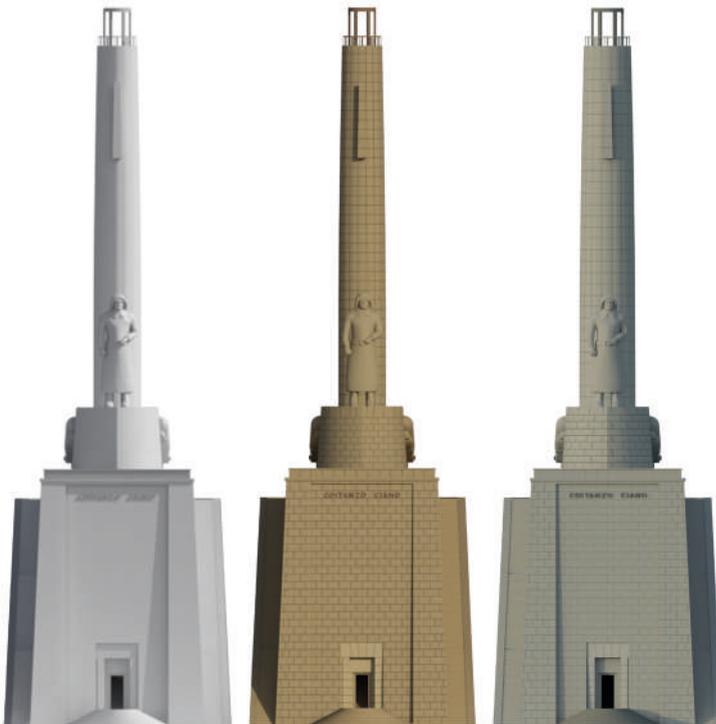


Fig. 15
La costruzione del modello volumetrico e il supporto dell'analisi geometrica e della scomposizione per parti

Fig. 16
La resa percettiva del modello. Dal modello volumetrico ai modelli visuali secondo distinte finalità comunicative

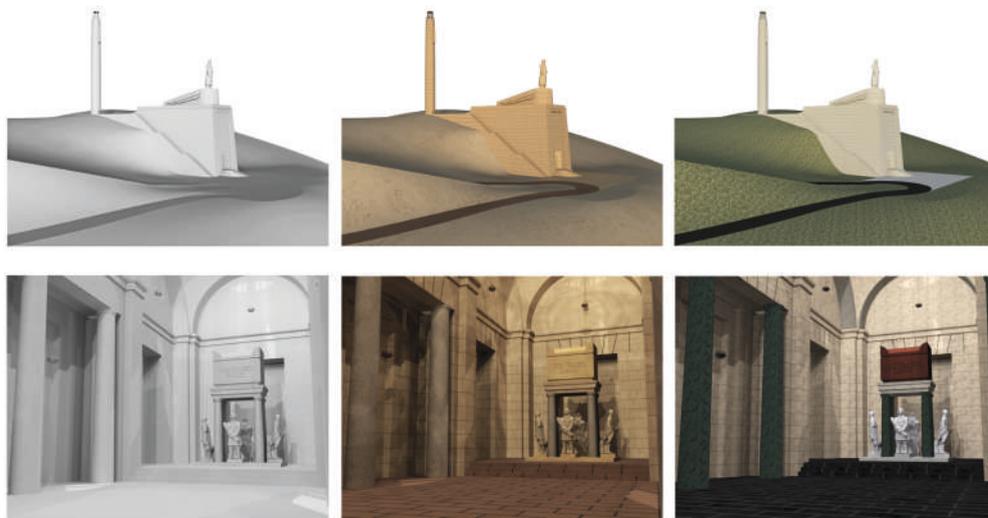
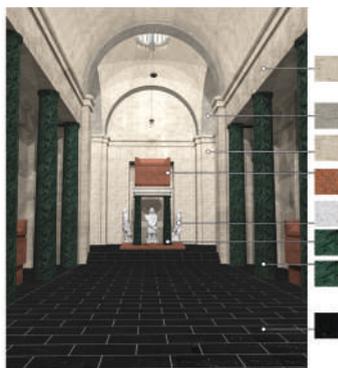
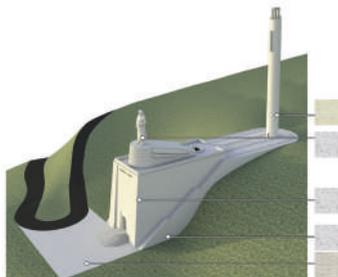


Fig. 17
La resa percettiva del modello. Dal modello volumetrico ai modelli visuali secondo distinte finalità comunicative

Fig. 19
La resa percettiva del modello. Il modello visuale per l'interazione con la 'costruzione'. La scelta dei materiali



Nel dettaglio le procedure applicate si sono differenziate in relazione alle caratteristiche geometriche delle singole parti in cui è stato scomposto il modello tridimensionale del Monumento.

In particolare, quando le singole porzioni di modello erano sintetizzabili secondo primitive geometriche, la procedura adottata è stata quella detta *UVmapping*, scegliendo le differenti modalità di proiezione in relazione alle caratteristiche geometriche della superficie della porzione di modello. Invece, qualora era valutato che la singola parte di modello non poteva essere accettabilmente descritta attraverso una primitiva geometrica, la procedura adottata è stata quella detta *Unwrapping*. In questo caso, dato che un modello discreto poligonale è comunque composto da facce triangolari, per individuare le relazioni tra i punti bidimensionali della *texture* e i vertici tridimensionali del modello, si sono dapprima sviluppate le singole *mesh* sul piano e poi si è associata la superficie sviluppata sul piano cartesiano alla superficie bidimensionale dell'immagine della *texture*.

Conclusioni

La sperimentazione presentata a nostro parere dimostra come l'utilizzo delle tecnologie digitali visuali, controllate attraverso la metodologia del Disegno e le sue prerogative operative, possa contribuire alla costruzione della conoscenza culturale nelle forme più idonee ad una larga e condivisa comunicazione.

È però altrettanto evidente che una corretta applicazione di tali tecnologie al Patrimonio Culturale necessita di un operatore competente e consapevole del contesto storico, critico e scientifico di riferimento. Un operatore cui è richiesta una preparazione ed esperienza tali da poter avere la padronanza dell'intero processo, cioè di tutte le fasi delle procedure scientifiche e tecniche nel quadro delle istanze dell'oggetto culturale e delle finalità delle stesse applicazioni tecnologiche al Patrimonio Culturale.



Fig. 18
 La resa percettiva del modello.
 Il modello visuale per l'interazione
 con il 'progetto'

pagina seguente

Fig. 20
 La resa percettiva del
 modello. Il modello visuale
 per l'interazione con la
 'costruzione'





Bibliografia

Archivio Centrale dello Stato di Roma, Fondo PNF Dir. Naz. Servizi Vari, Serie IIB, Busta 1140, «Minuta del contratto», sd ma presumibilmente del 1939 (A.C.S.R. 1939).

Archivio Centrale dello Stato di Roma, Fondo PNF Dir. Naz. Servizi Vari, Serie IIB, Busta 1140, «Progetto dei lavori e forniture occorrenti per la costruzione del monumento alla medaglia d'oro Costanzo Ciano sul Monte Burrone. Computo estimativo. Allegato n. 3», 10 ottobre 1940 (A.C.S.R. 1940).

Archivio Centrale dello Stato di Roma, Fondo PNF Dir. Naz. Servizi Vari, Serie IIB, Busta 1140, «Relazione degli Uffici Tecnici a firma di Luigi Mancini al Segretario del Partito Nazionale Fascista», 28 agosto 1941 (ACS 1941).

Archivio Centrale dello Stato di Roma, Fondo PNF Dir. Naz. Servizi Vari, Serie IIB, Busta 1140, «Il Segretario Federale Capo dei Servizi Tecnici del Partito Nazionale Fascista, Luigi Mancini, al Capo dei Servizi Amministrativi», 6 aprile 1942 (A.C.S.R. 1942).

Archivio Centrale dello Stato di Roma, Fondo PNF Dir. Naz. Servizi Vari, Serie IIB, Busta 1141, «Il Segretario Federale del Partito Nazionale Fascista di Livorno, Umberto Ajello, all'Ingegnere Capo del Genio Civile di Livorno e ai Servizi Tecnici del Direttorio del Partito Nazionale Fascista», 12 gennaio 1943 (A.C.S.R. 1943a).

Archivio Centrale dello Stato di Roma, Fondo PNF Dir. Naz. Servizi Vari, Serie IIB, Busta 1140, «Memoria del Capo dei Servizi Amministrativi G. Montefusco attestante lo stato dei lavori», 13 marzo 1943 (A.C.S.R. 1943b).

Archivio Centrale dello Stato di Roma, Fondo PNF Dir. Naz. Servizi Vari, Serie IIB, Busta 1141, «Relazione dello stato dei lavori dell'ingegnere capo Mario Taddeucci per il Min. LLPP», 18 marzo 1943 (A.C.S.R. 1943c).

Archivio Centrale dello Stato di Roma, Fondo PNF Dir. Naz. Servizi Vari, Serie IIB, Busta 1140, «Relazione della Ragioneria Centrale dello Stato sul cantiere di monte Burrone», 30 aprile 1944 (A.C.S.R. 1944).

Archivio Privato Rapisardi, «Minuta della lettera di Gaetano Rapisardi all'Ingegnere Capo del genio Civile di Livorno», 27 giugno 1940 (A.P.R. 1940a).

Archivio Privato Rapisardi, «Lettera dell'ingegnere Capo del Corpo Reale del genio Civile dell'Ufficio di Livorno, Ministero dei Lavori Pubblici a Gaetano Rapisardi», 19 settembre 1940 (A.P.R. 1940b).

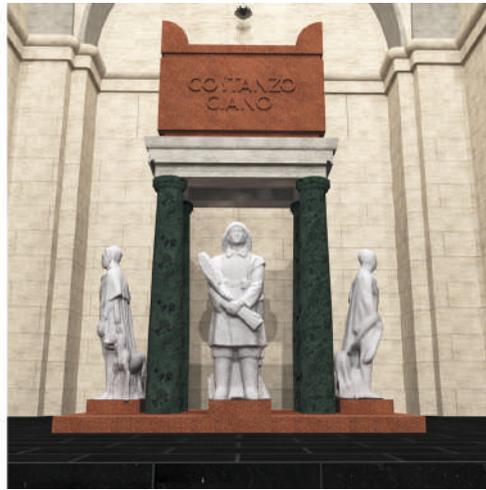
Archivio Privato Rapisardi, «Minuta della Relazione di progetto», sd, ma presumibilmente del 1940 (A.P.R. 1940c).

Archivio Privato Rapisardi, «Minuta della lettera di Gaetano Rapisardi ad Arturo Dazzi», 17 giugno 1942 (A.P.R. 1942).

Benedetti B., Gaiani M., Remondino F. (a cura) 2010, *Modelli digitali 3D in archeologia: il caso di Pompei*, Edizioni della Normale, Pisa.

Bennardi D., Furferi R. 2007, *Il restauro virtuale tra ideologia e metodologia*, Edifir, Firenze.

Bianchini C. 2007, *Dal reale al virtuale e ritorno: appunti, in Informatica e fondamenti scientifici della rappresentazione: seminario laboratorio Roma 12-14 febbraio 2007*, ed. L. De Carlo, Gangemi, Roma, pp. 307-314.



Borghini S., Carlini R. 2011, *La restituzione virtuale dell'architettura antica come strumento di ricerca e comunicazione dei beni culturali: ricerca estetica e gestione delle fonti*. «Disegnarecon», 4 (8), pp. 72-79.

Brandi C. 1963, *Teoria del restauro*, Edizioni di storia e letteratura, Roma.

Carbonara G. 1976, *La reintegrazione dell'immagine: problemi di restauro dei monumenti*, Bulzoni, Roma.

Centofanti M., Brusaporci S., Lucchese V. 2014, *Architectural Heritage and 3D Models*, in *Computational Modeling of Objects Presented in Images. Lecture Notes in Computational Vision and Bio-mechanics*, ed. P. Di Giamberardino, Springer International Publishing, Cham, vol. 15, pp. 31-49.

Denard H. (a cura di), 2009, *The London Charter for the Computer-based Visualization of Cultural Heritage*.

http://www.londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london_charter_2_1_en.pdf; (11/17).

Ercolino M. G. 2012, *Roberto Longhi: Idee sul Restauro*, in *Giornate di studio in onore di Claudio Tiberi. Atti del Convegno (Roma, 17-18 febbraio 2011)*, ed. F. Cantatore, A. Cerutti Fusco, P. Cimbolli Spagnesi, Roma, Bonsignori, pp. 165-171.

Fassi F., Fregonese L., Ackermann S., De Troia V., 2013, *Comparison between laser scanning and automated 3D modelling techniques to reconstruct complex and extensive Cultural Heritage Areas*, in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL(5/W1), pp. 73-80.

Ippoliti E. 2007, *L'altra modernità: alcuni disegni di Gaetano Rapisardi per Siracusa*, «Ikhnos. Analisi grafica e storia della rappresentazione», pp. 91-122.

Ippoliti E. 2011, *Dal dibattito nazionale sulle riviste alla cronaca locale: i Monumenti ai Caduti di Messina e Siracusa. Gaetano Rapisardi e la pratica professionale (1922-1937)*, in *L'altra modernità nella cultura architettonica del XX secolo*, ed. M. L. Neri, Gangemi, Roma, pp. 155-196.

Ippoliti E., Meschini A., Sicuranza F. 2015, *Digital Photogrammetry and Structure from Motion for Architectural Heritage. Comparison and Integration between Procedures*, in *Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, ed. S. Brusaporci., vol. 1, IGI Global, Hershey PA, USA, pp. 124-181.

Ippoliti E., Calvano M. 2017, *Enhancing the Cultural Heritage between Visual Technologies and Virtual Restoration: Case Studies to Models for Visual Communication*, in *Handbook of Research on Emerging Technologies for Digital Preservation and Information Modeling*, eds. A. Ippolito, M. Cigola, IGI Global, Hershey PA, USA, pp. 316-354.

Limoncelli M. 2012, *Il restauro virtuale in archeologia*, Carocci, Roma.

Migliari R. (a cura) 2004, *Disegno come modello. Riflessioni sul disegno nell'era informatica*, Kappa, Roma.

Ragghianti C. L. 1978, *Capire l'arte col computer*. «Critica d'arte», 18 (160-162), pp. 2-16.

Remondino F., Spera M.G., Nocerino E., Menna F., Nex F., 2014, *State of the art in high density image matching*, «Photogrammetric Record Journal» 29(146), pp. 144-166.

Viscogliosi A. 2015, *Lo studio della Storia dell'Architettura fra tradizione e high-tech. A study of History of Architecture: tradition and high-tech*. «Disegnare Idee Immagini», 26 (51), pp. 80-90.

Rilievo delle lastre tombali del Camposanto Monumentale di Piazza dei Miracoli a Pisa

Giovanni Pancani

Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Firenze

pagina a fronte

Fig. 1
Interno del
Camposanto
Monumentale di
Pisa, nell'immagine
la Galleria Nord

Abstract

The research is aimed at a new photogrammetric survey to tackle the restoration of the gravestones of the Pisa's monumental cemetery. It is situated in "Piazza del Duomo" and it occupies the north side of the extensive complex. The architecture opens into the square with a large marble wall interrupted with a series of blind arches. Inside, the building is arranged around a cloister (110 x 20 meters), over which the four galleries are overlooked, that are the illustrious Pisan burials. The cemetery, built from 1277, was completed in the mid-14th century. During the Second World War, it was heavily bombed and it suffered a fire that caused massive damage. The survey was addressed to using a methodological approach aimed at integrating multiple data acquisition system. Through a 3D laser scanner, a metric-morphological basis was developed on which the subsequent processing was calibrated. A photo capture campaign has been conducted to meet two different types of needs. In the first, a 2D orthophoto was created calibrating the straightened photographic images on the point cloud. In the second a series of partial 3D Mesh models have been performed using Structure from Motion technologies (SFM), where for better evaluation of gravestones degradation it is possible to observe the morphology along with the color.

Obiettivi del contributo

La ricerca si articola all'interno del più vasto interesse, che il gruppo di lavoro afferente al laboratorio di Rilievo dell'Architettura del Dipartimento di Architettura DiDA, nutre nei confronti del complesso monumentale di Piazza dei Miracoli a Pisa. Questa attenzione nei confronti dei monumenti pisani risale ormai ai primi anni duemila, periodo nel quale sono stati affrontati i rilievi del Battistero, di alcune porzioni esterne della Cattedrale e a scala maggiore dell'intero sito della Piazza dei Miracoli. Il caso in oggetto si riferisce al rilievo fotogrammetrico delle lastre tombali del Camposanto Pisano, resosi necessario per affrontare il restauro del monumento. Il rilievo è stato commissionato dall'Opera della Primaziale Pisana alla start-up SISMA (Sistemi Integrati di Monitoraggio Architettonico) S.r.l.s che è una



Fig. 2
Interno del Cortile
del Camposanto
Monumentale di Pisa

spin-off approvata dell'Università degli studi di Firenze. Lo scrivente, socio e membro del consiglio di amministrazione di SISMA S.r.l.s. è stato designato quale responsabile scientifico del rilievo della pavimentazione del Camposanto Pisano e in tale veste lo ha coordinato e ha sovrinteso alle operazioni di rilievo. Al termine dei lavori, gli elaborati ed in particolare gli ortofotopiani sono stati sottoposti al parere vincolante della commissione sulla direzione dei lavori di restauro sul Camposanto che ha approvato. I commissari, nominati dall'Opera della Primaziale Pisana assieme al comitato scientifico sono: Antonio Paolucci in qualità di Presidente, Antonino Caleca, Severina Russo, Mauro Matteini, Perla Colombini, Paolo Mandrioli, Ulderico Santamaria, Carlo Giantommasi e Gianluigi Colalucci.

Inquadramento geografico

Situato nella Piazza del Duomo, o "Campo dei Miracoli", come fu chiamato da Gabriele D'Annunzio, il Camposanto Monumentale¹ occupa il lato a nord del grande complesso pisano. Si apre sulla piazza con una grande parete marmorea intervallata da una successione di arcate cieche e due accessi, uno più semplice ed uno più solenne, sormontato da un'edicola con pinnacoli. All'interno, il corpo di fabbrica è organizzato attorno ad un grande cortile rettangolare (110 x 20 metri), che secondo la tradizione contiene la terra del monte Golgota portata direttamente dalla Terra Santa con la seconda crociata nel 1146. Sul cortile si affacciano i quattro grandi corridoi detti gallerie, la cui pavimentazione è costituita da lastre tombali marmoree, fra cui spiccano le sepolture dei più importanti personaggi dell'Ateneo, della vita civile e religiosa dell'urbe pisana.



Inquadramento storico

Il Camposanto, riconducibile ad un chiosco monumentale, fu edificato per volontà dell'Arcivescovo Federico Visconti a partire dal 1277, al fine di dare un'adeguata sistemazione alle sepolture sparse attorno alla Cattedrale. La sua costruzione comportò la demolizione dell'antico Battistero paleocristiano, rimasto ormai inutilizzato in seguito alla costruzione del nuovo Battistero di Diotisalvi, come confermano i resti ritrovati in seguito agli scavi del 1936 all'interno del cortile del Camposanto. A partire dal XIV secolo le gallerie del Camposanto furono affrescate con un straordinario ciclo pittorico iniziato ad opera del Traini e da Buffalmacco che vi dipinse il Trionfo della Morte ed il Giudizio Universale. Le Storie dei Santi Pisani furono in seguito affrescate dal Bonaiuti, dal Veneziano e da Spinello Aretino. Il ciclo di affreschi fu terminato da Benozzo Gozzoli che nella metà del Quattrocento vi realizzò Le Storie dell'Antico Testamento.

Nelle Gallerie del monumento vennero raccolti, nel corso dei secoli, numerosi reperti romani ed etruschi, ma è con l'inizio dell'Ottocento che la vocazione archeologica del Camposanto si afferma definitivamente facendone uno dei primi musei d'Europa.

Durante la seconda guerra mondiale, il Camposanto fu bombardato con granate incendiarie, che causarono ingenti perdite al patrimonio del monumento, compresa la completa distruzione della copertura. Il piombo fuso, colando sul pavimento e sugli affreschi li danneggiò in maniera pesante, come anche ebbe a descrivere efficacemente l'allora presidente dell'Opera della Primaziale Pisana, Giuseppe Ramalli².

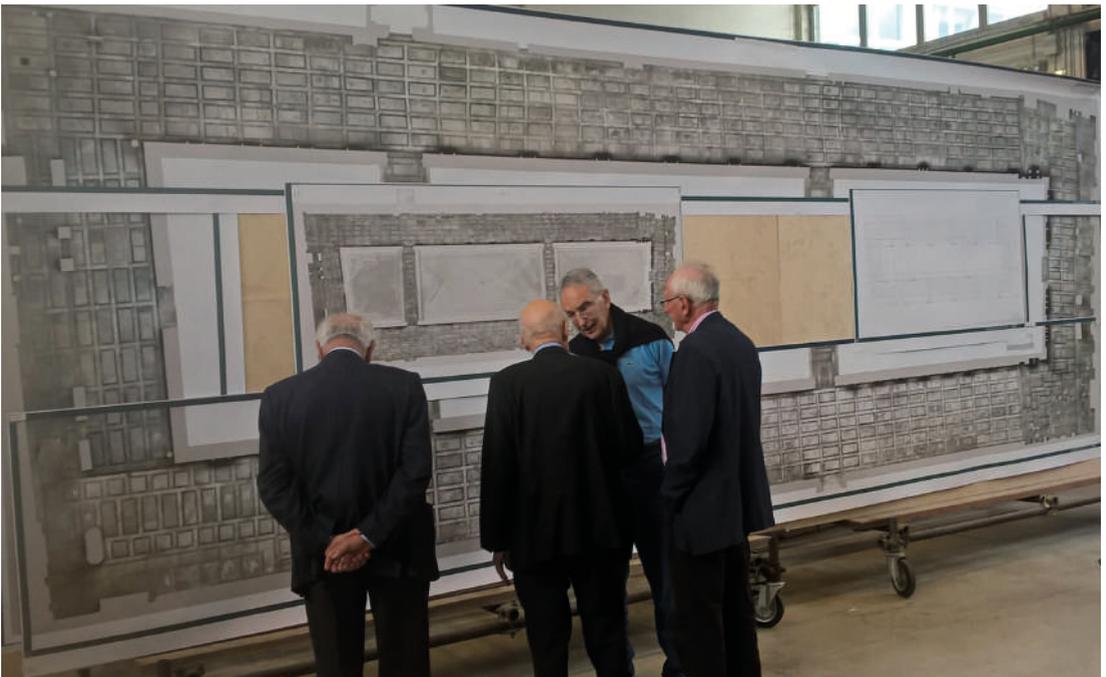
I pavimenti delle Gallerie, i cui marmi furono gravemente danneggiati dal

Fig. 3

Presentazione del Rilievo alla commissione per la Direzione dei Lavori di restauro del Camposanto Monumentale di Pisa

¹Argomento ampiamente trattato da numerosi studiosi, segnaliamo i contributi di: Baracchini C., Castelnuovo E., a cura di, *Il camposanto di Pisa*, Torino, Einaudi, 1996 - Opera della Primaziale Pisana, *Il Camposanto di Pisa, Rilievo di Massimo Carmassi*, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Libreria dello Stato, 1993.

²Ramalli G., *L'Opera della Primaziale e la guerra, in Pisa nel suo martirio e nella sua rinascita*, Comune di Pisa, Pisa, 1954.



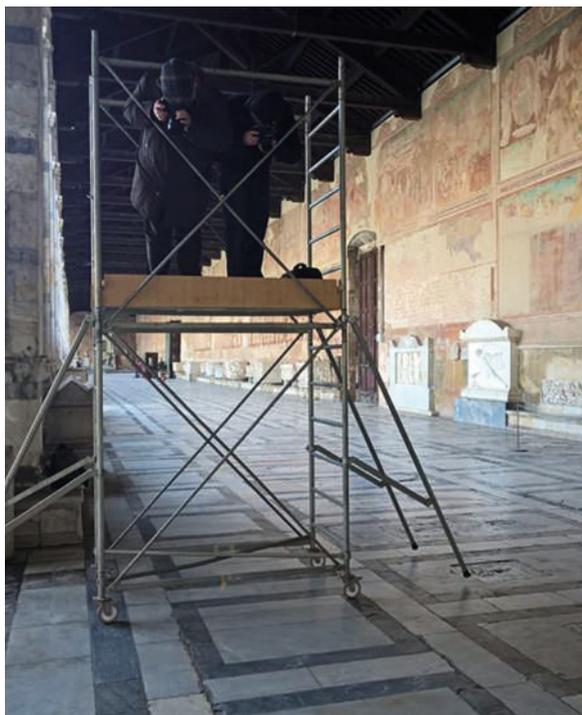
piombo fuso colato dal tetto durante l'incendio del 1944, sono stati una prima volta restaurati, tuttavia si evidenziano consistenti tracce dei danni subiti. Al fine di migliorare lo stato di conservazione delle superfici lapidee è stato pertanto programmato un nuovo ciclo di restauri, per il quale l'Opera della Primaziale Pisana ha commissionato il rilievo oggetto del presente studio.

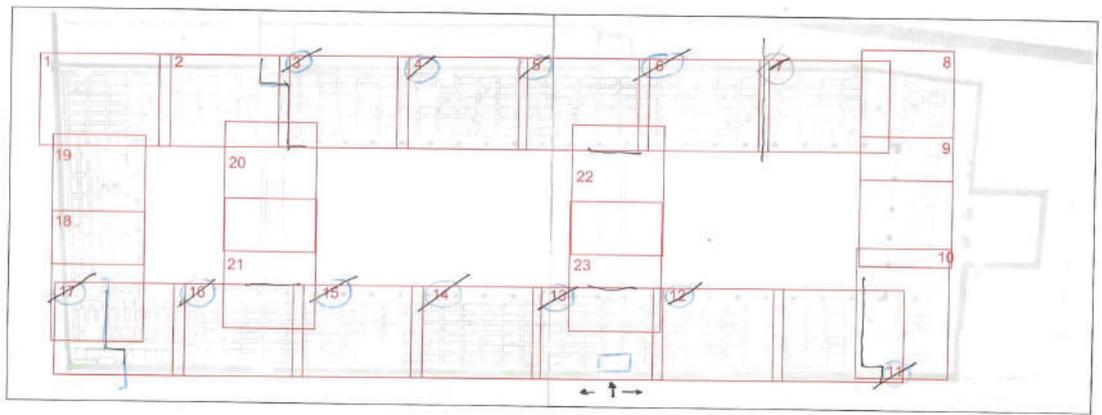
Metodologia seguita: acquisizione dei dati

L'importanza del monumento ha da subito reso indispensabile un'accurata pianificazione delle attività di rilievo e delle fasi di post produzione, con la consapevolezza che fosse lo strumento necessario per ottenere dati geometrici ed elaborati grafici di altissima affidabilità metrica, congiuntamente all'elevata capacità descrittiva degli ortofotopiani. Questa esigenza qualitativa, relativamente alla programmazione metodologica ci ha indotto a condurre un rilievo tale da ottenere un ingente mole di dati, rischiando talvolta, pur consapevolmente, di essere ridondanti. È stato quindi utilizzato un approccio metodologico volto all'integrazione di più sistemi di acquisizione, sia per i dati di carattere metrico-morfologico, sia per quelli di carattere fotografico. Per soddisfare gli aspetti qualitativi relativi alla rappresentazione fotografica sono state realizzate immagini che fossero in grado di raccogliere le informazioni ideone per le elaborazioni ortofotografiche di fotogrammetria piana ma anche per le elaborazioni 3D (Mesh model). La campagna per tali acquisizioni è stata realizzata con tipologie di

Fig. 4
La fase di acquisizione
del rilievo laser scanner

Fig. 5
Le riprese fotografiche
effettuate da un
trabattello mobile





-EA.1000 (13-12-14-15-16-11-17)
-LUNA/PC -

- Pianta



ripresa orientate a soddisfare entrambi gli aspetti. Si è cercata una sequenza di inquadrature che non fosse eccessiva nel numero di immagini da elaborare attraverso programmi di fotogrammetria 2D, ma comunque sufficienti ad elaborare anche un modello 3D (Mesh model) di elevata qualità, in grado di offrire ulteriori informazioni tridimensionali relative alla geometria e alla spazialità dei particolari architettonici. L'integrazione dei due diversi contributi, seppure sviluppati ed elaborati in ambiti distinti, ha reso possibile, nella fase di post produzione, la costante verifica e la valutazione della qualità del lavoro svolto, grazie al controllo parallelo e incrociato dei risultati ottenuti con entrambe le tipologie di restituzione.

Il rilievo fotogrammetrico è stato referenziato tramite un accurato rilievo laser scanner, che a sua volta è stato appoggiato su di una poligonale topografica.

Ogni step del percorso di acquisizione, elaborazione e restituzione è stato eseguito rispettando un accurato protocollo di controllo, affinché i dati finali potessero essere certificati secondo le specifiche richieste dalla committenza. Tali specifiche richiedevano che il rilievo laser scanner avesse un livello di accuratezza sufficiente a garantire restituzioni fotogrammetriche in scala 1: 20. Pertanto le scansioni della nuvola di punti sono state ac-

Fig. 6

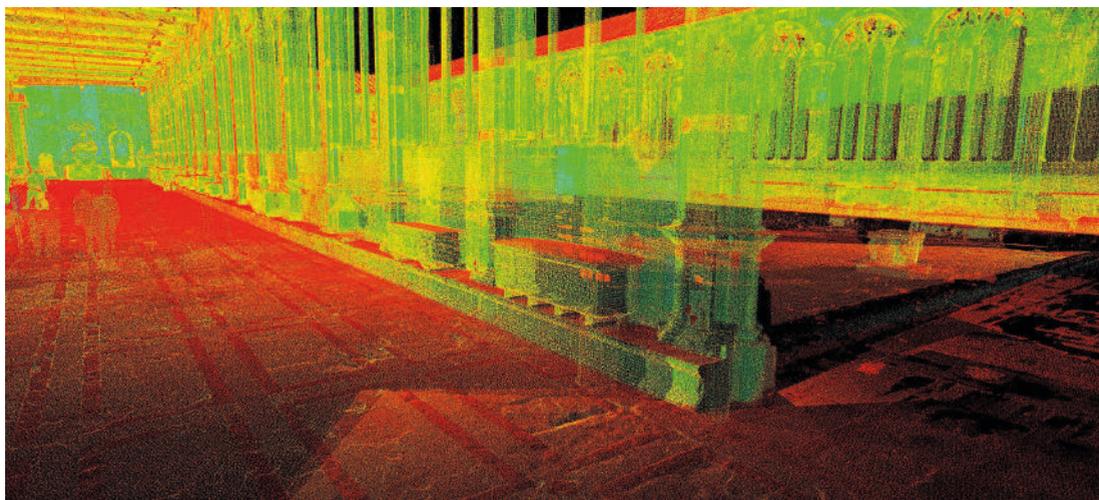
La monografia di catalogazione delle immagini, in alto il quadro d'insieme, in basso due dei fogli con indicate le singole immagini fotografiche acquisite

quisite con maglia media di 0,5 x 0,5 centimetri. La certificazione del rilievo richiesta ha previsto che la tolleranza massima di disallineamento delle sezioni fosse minore o uguale a +/- 1,5 centimetri. A tali parametri di accuratezza dovevamo inoltre rispondere anche i controlli incrociati eseguiti fra la poligonale topografica e la nuvola di punti, sia per quanto riguarda le misurazioni di controllo sui singoli target, sia per le misurazioni effettuate sui punti naturali dell'architettura. Inoltre le suddette tolleranze sono state verificate anche nelle operazioni di calibrazione fra le proiezioni della nuvola di punti ed il fotopiano delle lastre tombali.

Appare chiaro tuttavia che dovendo rispondere a parametri così stringenti per una così grande quantità di dati, ogni operazione del rilievo è stata condotta con la massima perizia. La cura della metodologia è stato uno degli imperativi durante tutto il lavoro, come anche la cura della sequenza delle operazioni di rilievo e di verifica. Bisogna inoltre segnalare che dovendo lavorare a museo aperto, il rilievo sul campo è stato realizzato durante la stagione invernale quando il numero dei visitatori è molto ridotto.

A questo riguardo, nella programmazione della sequenza metodologica, si è inoltre dovuto tenere conto delle condizioni di illuminazione, legate peraltro alla scelta di acquisire le immagini solo con luce naturale. Questa esigenza, assieme alle poche ore di luce solare presenti nella stagione invernale ha così prodotto un consistente allungamento dei tempi di lavoro rendendo necessarie molteplici giornate per le acquisizioni fotografiche. D'altra parte la scelta di eseguire riprese fotografiche con luce naturale è stata dettata dalla oggettiva difficoltà di utilizzare l'illuminazione artificiale in un progetto tanto esteso. Si è dovuto però tener conto delle variazioni della quantità e della qualità della luce, come per esempio per la difficoltà di mantenere la *temperatura colore*³ abbastanza stabile. Pertanto le riprese sono state eseguite in giornate nuvolose, limitando la ripresa delle immagini alle sole ore centrali della giornata, quando le ombre sono molto sfumate e le condizioni di luce subiscono variazioni contenute.

Fig. 7
Immagine delle
nuvola di Punti
registrata



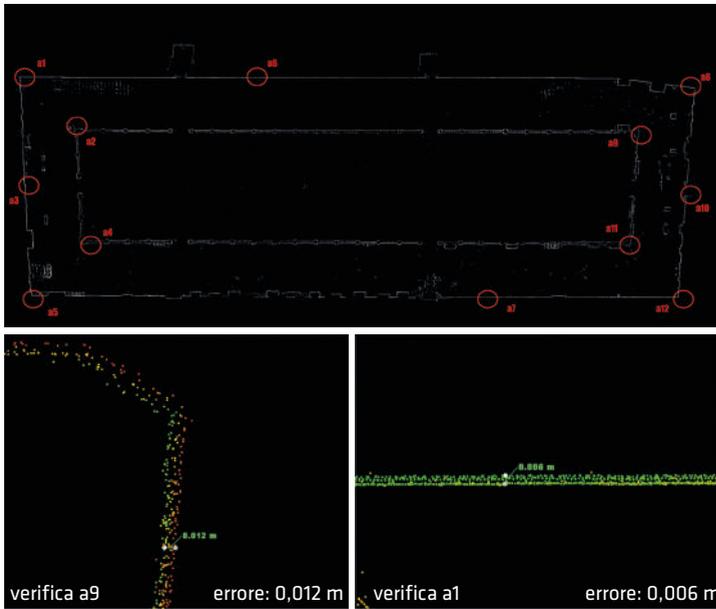


Fig. 8
Estratto dalla tavola di certificazione del rilievo laser scanner, nell'immagine in alto una sezione orizzontale e in basso sono riportati due dei punti di verifica

L'utilizzazione di un trabattello su ruote ha reso possibili inquadrature dall'alto pressoché perpendicolari alle lastre tombali, consentendo inoltre di lavorare in piena sicurezza con buone possibilità di movimento da parte degli operatori e con buona possibilità di scelta per le inquadrature migliori. La questione delle inquadrature e della *lunghezza focale* per le ottiche da utilizzare è stata affrontata al fine di ottimizzare i risultati, così da realizzare immagini in grado di essere utilizzate sia per la realizzazione degli ortofotopiani con tecniche di fotogrammetria piana, sia per disporre di immagini da elaborare con procedimenti di Structure from Motion (SfM)⁴. Le lastre tombali sono state fotografate ciascuna con almeno tre scatti, uno centrale e più ravvicinato per inquadrare la lastra principale e le sue cornici ai lati, mentre altri due scatti, sono serviti per riprendere da una posizione più elevata rispetto all'inquadratura precedente, quindi da una distanza lievemente maggiore, rispettivamente la metà destra e la metà sinistra, della tomba con un'inquadratura più ampia che comprendesse anche parte delle lastre tombali adiacenti. Questo set di immagini non solo ha consentito un'accurata capacità descrittiva delle lastre nella visione bidimensionale ma il campo di ripresa "residuo", che comprendeva appunto le tombe contigue, ha permesso l'acquisizione dei profili laterali dei marmi e delle loro lesioni, dati molto utili per una visione tridimensionale delle superfici marmoree e quindi per le elaborazioni 3D (Mesh model). Le immagini sono state realizzate utilizzando un obiettivo Sony SAL 24-70mm f/2.8 SSM Zeiss Vario Sonnar T*, con una fotocamera Sony Alpha 900 che dispone di un sensore Full-Frame 24x36mm con risoluzione di 24 megapixel. L'obiettivo è stato utilizzato prevalentemente alla focale di 35mm, laddove anche la consueta distorsione a barilotto delle lenti grandangolari risulta essere molto contenuta, l'apertura del diaframma è stata sempre

³Temperatura colore. "Per fornire una riproduzione ottimale, le pellicole a colori" o i sensori fotografici "debbono essere usate con una luce prossima alla temperatura di colore per la quale sono state tarate. Espressa in gradi kelvin (da Wiliam T. Kelvin) secondo la scala delle temperature assolute, la temperatura di colore di una sorgente di luce è quella alla quale occorre innalzare un corpo nero perché, partendo dallo zero assoluto, emetta un'energia spettrale uguale a quella della sorgente." In Forti G. 2006, *Fotografia, teoria e pratica della reflex*, p. 144, Roma, Editrice reflex.

⁴"Algoritmi che riescono a ricostruire da una sequenza di scatti fotografici i parametri inteni della macchina fotografica e la posizione nello spazio dei punti omologhi" Inzerillo L., Santagati C. 2013, *Il progetto del rilievo nell'utilizzo di tecniche di modellazione dense stereo Matching*, Disegnare idee immagini, Anno XXIV, n. 47, dicembre 2013, Roma, pp 82-91.

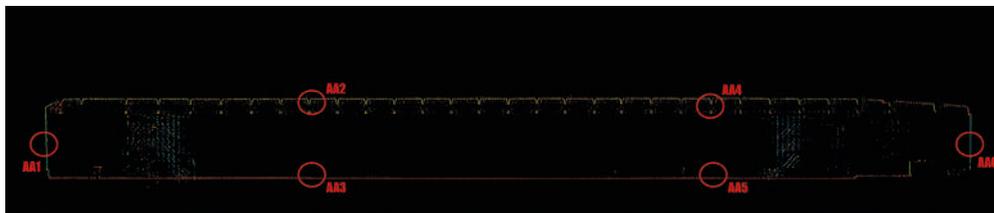
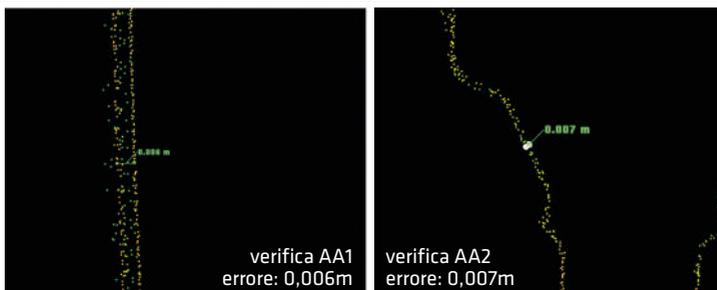


Fig. 9
Estratto dalla tavola di certificazione del rilievo laser scanner, nell'immagine in alto una sezione verticale e in basso sono riportati due dei punti di verifica



verifica AA1
errore: 0,006m

verifica AA2
errore: 0,007m

⁵ Per la verifica delle risoluzioni alle varie scale si fa riferimento ai seguenti testi e normative: Dovendo stabilire le tolleranze di un rilievo non potremmo che rifarci a principi legati alle capacità percettive, alla manualistica e alle normative (ISO) poiché la normativa italiana in materia risulta piuttosto lacunosa. Quale bibliografia di riferimento si veda: Docci M., Maestri D. (2010). Manuale di rilevamento architettonico e urbano, Bari, laddove vengono stabiliti gli errori ammissibili (grado di affidabilità) relativi ai grafi cismo alle varie scale indicandoli nella tabella di seguito:

Scala 1: $200 \pm 40 \div 60$ mm; Scala 1: $100 \pm 20 \div 30$ mm; Scala 1: $50 \pm 10 \div 15$ mm; Scala 1: $20 \pm 4 \div 6$ mm;

Scala 1: $10 \pm 2 \div 3$ mm. La norma ISO 4463-3 relativa alla precisione delle dimensioni dei disegni di rilievo stabilisce i limiti di accuratezza in: Scala 1: 200 ± 50 mm; Scala 1: 100 ± 25 mm; Scala 1: 50 ± 12 mm.

⁶ In: Pancani G. (2011), *Lo svolgimento in vera grandezza delle volte affrescate delle sale dei quartieri al piano terreno di Palazzo Pitti a Firenze*, in *Il Disegno delle trasformazioni*, atti delle Giornate di Studio, Clea Edizioni, Napoli.

impostata con almeno uno stop in meno rispetto all'apertura massima disponibile, mettendo in atto tutti i comportamenti tecnici necessari per la realizzazione di immagini "native" di elevata qualità.

Il Camposanto Monumentale conta un numero totale di 581 tombe o lastre sepolcrali con una superficie di circa 3060 metri-quadri, pertanto in considerazione delle grandi dimensioni del monumento e della notevole quantità di immagini da acquisire, è stato necessario, già dal momento dello scatto, catalogare e individuare le immagini nella loro corretta posizione, con un'accurata "monografia" per la classificazione delle foto.

Le fotografie delle lastre sepolcrali relative alle quattro gallerie che formano il chiostro del Camposanto, sono state catalogate in 19 fogli, ognuno corrispondente ad una porzione di pavimento su cui mediamente sono presenti 6 file da 6 tombe ciascuna e sono così suddivisi: Galleria Nord (fogli 1-7, 240 tombe), Galleria Est (fogli 8, 9 e 10, con 54 tombe di cui 3 nella pedana rialzata), Galleria Sud (fogli 11-17, 209 tombe) e Galleria Ovest (fogli 18-19 con 48 tombe). Altri quattro fogli sono stati utilizzati per catalogare le immagini relative alle due passerelle nel cortile del chiostro, dove sono presenti 30 lastre sepolcrali, divise equamente nei due passaggi esterni, la passerella ovest e quella est (fogli 20-23).

Metodologia seguita: elaborazione dati e restituzione

La fase di restituzione ed elaborazione dati è stata affrontata in primo luogo con la messa a registro della nuvola di punti, effettuando registrazioni appoggiate sulla poligonale topografica, verificate con un protocollo di certificazione basato su due principi:

Il primo verifica la corrispondenza fra i target misurati nella poligonale topografica e quelli presenti nella nuvola di punti, controllando che gli eventuali errori siano inferiori a 10 mm. Il secondo, andando a verificare la corrispondenza dei *fili di sezione*. Tale metodo consiste nel prendere una nuvola di punti, comprendente un certo numero di scansioni registrate, su

cui eseguire almeno tre sezioni che siano fra loro perpendicolari, una per asse cartesiano e che comprendano parti rilevanti e significative della registrazione. Da ogni sezione estratta si verifica che i punti allineati lungo il profilo della sezione di ogni scansione, che chiameremo "Fili", siano per tutte le scansioni presenti nella registrazione corrispondenti o tendenti al medesimo profilo, e che gli eventuali disallineamenti non siano superiori alle tolleranze fissate per gli errori massimi ammissibili alla scala di restituzione scelta per il rilievo⁵.

In seguito alla registrazione della nuvola di punti con cui è stato elaborato il modello metrico del rilievo, sono state affrontate le elaborazioni delle immagini fotografiche per ottenere le restituzioni dei modelli qualitativi, la restituzione 2D con l'ortofotopiano del pavimento e i vari modelli SfM 3D (Mesh model).

A questo fine, sono state preventivamente equalizzate tutte le immagini fotografiche, effettuando le correzioni necessarie per l'esposizione delle immagini, per la temperatura di colore e per gli altri parametri necessari a renderle quanto più omogenee possibile. Le 2300 immagini realizzate sono state preprocessate con il fine di limitare gli eventuali aggiustamenti successivi alle elaborazioni 2D e 3D (Mesh model).

Per la restituzione con fotogrammetria piana, si è proceduto secondo una metodologia ormai largamente consolidata, basata sul raddrizzamento, la calibrazione e la mosaicatura delle immagini fotografiche, sull'immagine raster (ortho-image), ottenuta dalla proiezione in vera grandezza della superficie da processare⁶. Questo procedimento consente di ottenere elaborati di elevata qualità ed estremamente affidabili, grazie al controllo ed alla calibratura, che può essere condotta sia con semplici punti di controllo, sia utilizzando la digitalizzazione al filo di ferro delle superfici da fotoraddrizzare. Esiste tuttavia la possibilità che si verifichino degli errori e delle

Fig. 10
Immagine della digitalizzazione al filo di ferro dei profili delle lastre tombali

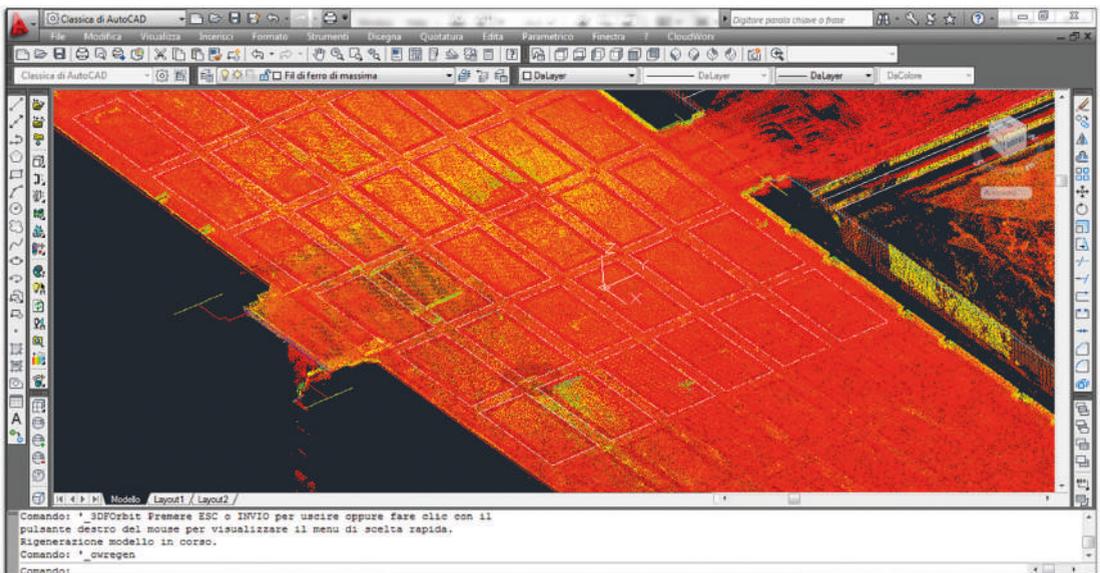
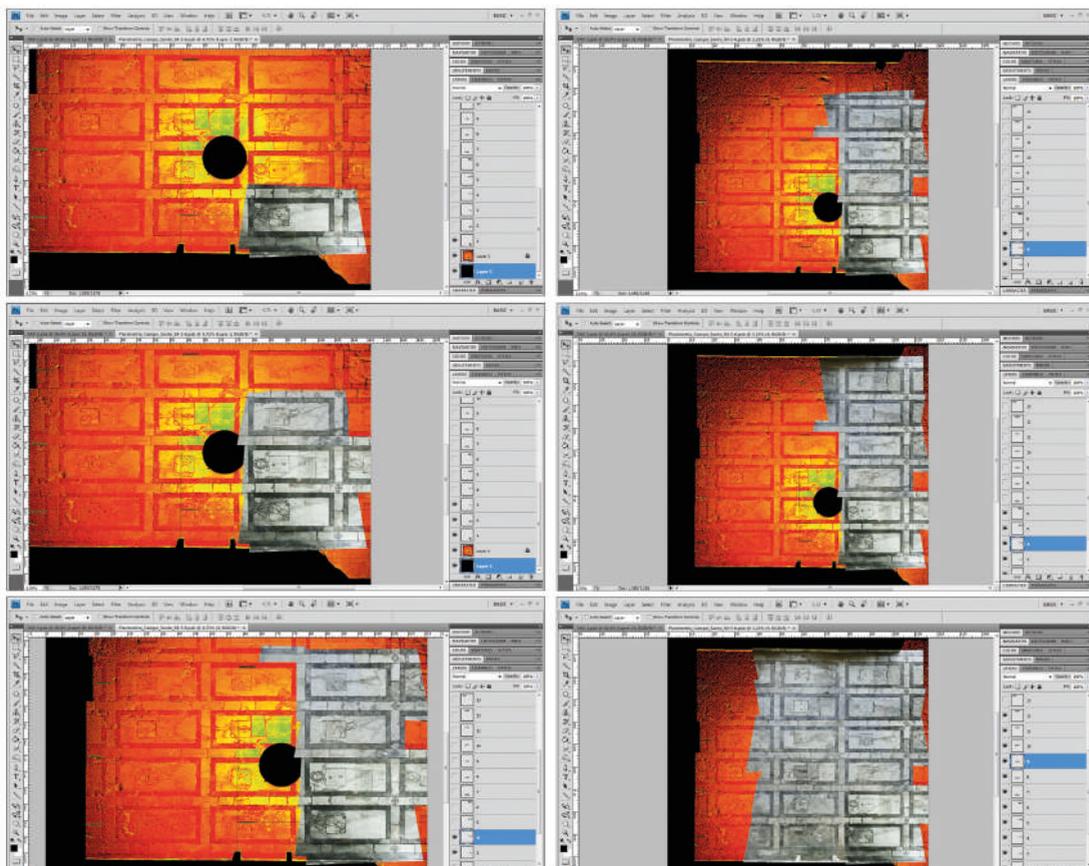


Fig. 11
Avanzamento del lavoro per la realizzazione dei fotopiani, con le fasi di foto-raddrizzamento, calibrazione e mosaicatura delle immagini. Per il controllo costante del lavoro sono sempre presenti nel file la rasterizzazione della proiezione in scala estratta dalla nuvola di punti e la digitazione al filo di ferro

imprecisioni legate soprattutto alla perizia ed alla preparazione dell'operatore. Un errore nella digitalizzazione del filo di ferro può compromettere la calibrazione, ragione per cui è sempre buona norma effettuare controlli incrociati con l'immagine raster.

La risoluzione del fotopiano è evidentemente funzione della qualità e della risoluzione delle acquisizioni, considerando anche che con inquadrature pressoché perpendicolari si ha una perdita di risoluzione modesta, circa il 20%. Possiamo comunque stabilire che seppure il grado di affidabilità metrica non vari, poiché determinato dai presidi di controllo come il rilievo laser scanner e il rilievo topografico, al variare della risoluzione delle immagini può cambiare il grado di risoluzione e quindi la capacità descrittiva del fotopiano finale.

A questo riguardo occorre fare alcune considerazioni legate alla capacità di risoluzione e di visualizzazione di un ortofotopiano, nonché alla stampa degli elaborati che dovranno seguire alcune regole particolarmente cogenti come nel caso oggetto di studio. La visualizzazione nonché la stampa sono di solito realizzate in modo da consentire un'agevole consultazione del materiale prodotto. Per apprezzare tutta la pavimentazione del Camposanto nel suo insieme, è stato necessario realizzare un quadro d'Unione in scala 1:50. Questa tipologia di stampa, ma anche di realizzazione dei fotopiani, non consente però di apprezzare sia la complessità decorativa



che caratterizza molte lastre, sia lo stato del degrado delle superfici marmoree. Pertanto, ogni galleria del Camposanto è stata rappresentata singolarmente con tavole in scala 1:20. Mentre alcune lapidi, in particolare le lastre tombali con epigrafi e/o scolpite con le figure dei giacenti sono state sviluppate secondo modelli SFM 3D (Mesh model) con risoluzioni adeguate per la rappresentazione alla scala 1:5.

Per la risoluzione delle immagini sono stati rispettati precisi parametri legati alla risoluzione di stampa che prevedono uno standard di 300 pixel per pollice. Tuttavia è necessario precisare che per ottenere questo standard di definizione alle varie scale, senza perdere qualità, è necessario che le immagini dei fotopiani abbiano una risoluzione che rispetti le seguenti equivalenze:

Nella scala 1:50 un metro reale è rappresentato in 2 cm di stampa. Considerando che la conversione fra pollici e cm è uguale a 1 pollice = 2,54 centimetri, ne risulta che la risoluzione per la stampa alla scala corrispondente è uguale a 118,11 pixel per centimetro, arrotondati a 120. Da questo ne consegue che, se nella scala 1:50, 2 cm servono per rappresentare un metro di superficie scalata, nel fotopiano le immagini corrispondenti devono avere una risoluzione di 240 pixel per rappresentare un metro della stessa superficie reale, ovvero 2,4 pixel per centimetro, arrotondato per eccesso a 3 pixel per centimetro, di conseguenza ne consegue che per:

la scala 1:50 = occorrono 3 pixel/cm di oggetto reale;

la scala 1:20 = occorrono 8 pixel/cm di oggetto reale;

la scala 1:10 = occorrono 16 pixel/cm di oggetto reale;

la scala 1:5 = occorrono 32 pixel/cm di oggetto reale.

Bisogna inoltre considerare che durante le elaborazioni necessarie per ottenere i fotopiani bidimensionali e le elaborazioni 3D (Mesh model), le immagini tendono a perdere di risoluzione. È tuttavia evidente che durante la fase di acquisizione la misurazione della porzione di superficie da inquadrare è empirica, quindi per raggiungere le risoluzioni desiderate è buona norma aumentare le risoluzioni dello schema di almeno il 30%.

Per le attività di 3D photo modeling Structure from Motion (SfM), è stato utilizzato uno dei software più diffusi, *Agisoft Photoscan*. Il processo di elaborazione fornisce modelli tridimensionali triangolati da sequenze di

Fig. 12
Immagine di una delle 18 tavole in scala 1:20 (la tav.3G) stampate nel formato AO

Fig. 13
Immagine della tavola in scala 1:50 con tutto il rilievo delle lastre tombali del Camposanto

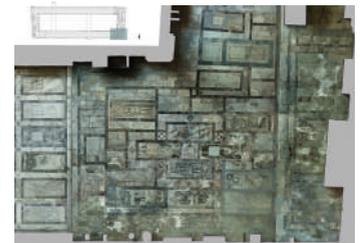
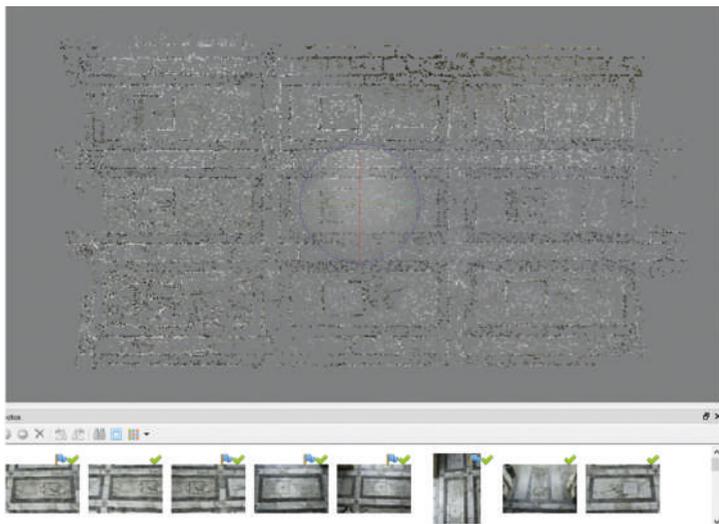


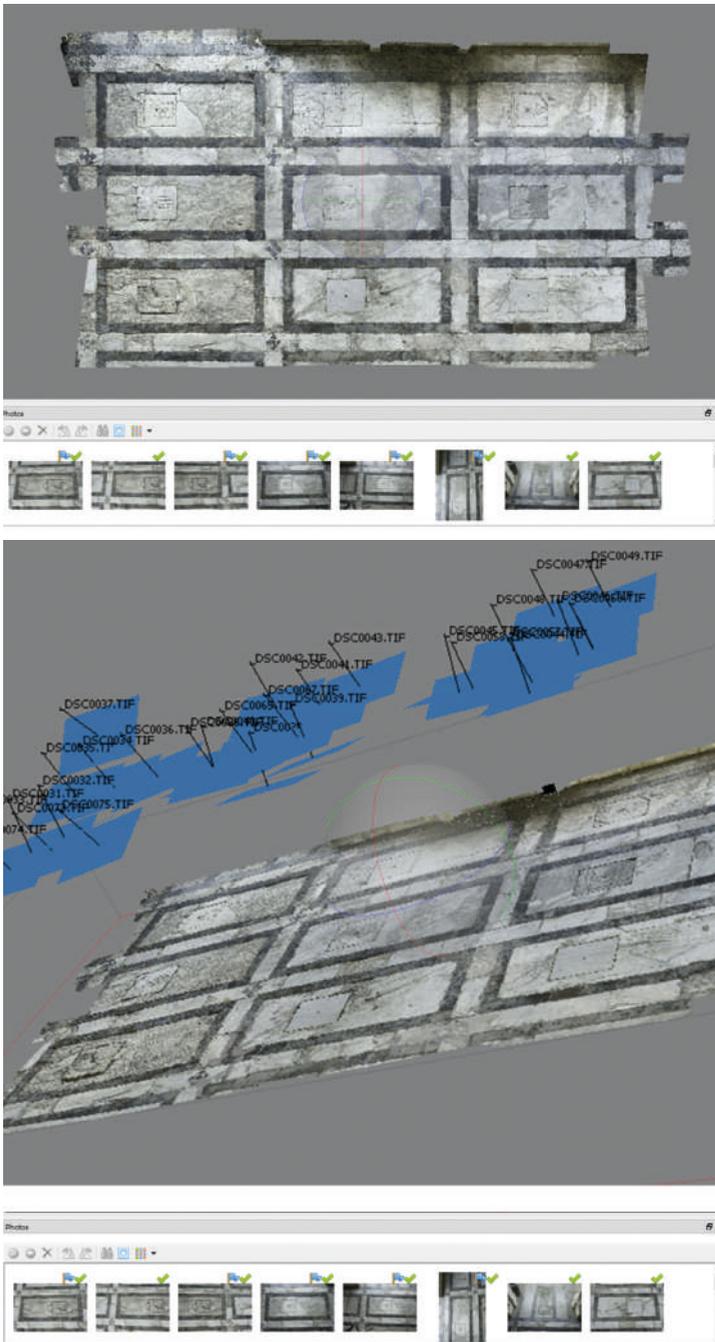
Fig. 14
Particolare della tavola 3G
relativo ad una tomba del
rilievo

Fig. 15
Particolare, della tomba di
cui alla Fig. 14, per apprezzare
il livello di risoluzione

Fig. 16
Elaborazione del modello
formato da un gruppo di 9
tombe della nuvola di punti
rada (*sparse cloud*)



immagini bidimensionali. Attraverso questa attività sono state allineate le immagini di 9 tombe alla volta, con cui è stata ottenuta una nuvola di punti rada detta anche *sparse cloud*. Per effettuare questa attività il software ha utilizzato algoritmi che possono processare le analogie fra i colori ed i punti di contrasto presenti nell'immagine fotografica, in virtù di cui riconosce i punti omologhi fra le varie immagini utilizzate. Si è poi passati all'elaborazione di una nuvola di punti fitta, *dense cloud*, processo durante il quale sono state aggiunte le informazioni necessarie a fornire una descrizione accurata del soggetto, che erano state tralasciate nella prima fase per evitare un appesantimento dei dati di calcolo. Il passaggio successivo è l'elaborazione della nuvola di punti fitta in modello 3D mesh ottenuto con il software Geomagic Wrap®. Infine, il modello mesh è stato nuovamente importato in Photoscan per essere texturizzato. Le fotografie impiegate come già anticipato, sono le stesse utilizzate per le elaborazioni di fotogrammetria piana. Si tratta di immagini scattate ad altissima risoluzione, di circa 18 pixel per centimetro, che hanno consentito l'elaborazione di una mesh estremamente accurata e una texture delle superfici coerenti e conformi allo stato di fatto.



Per scalare il modello 3D ottenuto attraverso Photomodeling sono state individuate le coordinate spaziali di una serie di punti di riferimento specifici della nuvola di punti già elaborata attraverso il rilievo laser scanner; i medesimi punti sono stati individuati nel modello di photoscan ai quali sono stati assegnati i valori delle coordinate già determinate nella nuvola

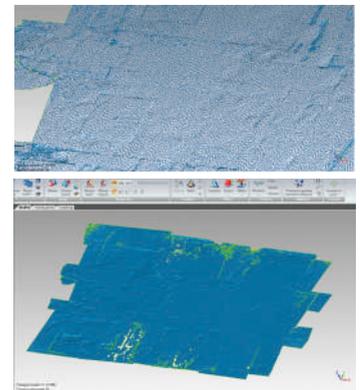


Fig. 17
Elaborazione della nuvola di punti densa (*dens cluod*)

Fig. 18
Visualizzazione del modello elaborato con evidenziati i punti di ripresa delle immagini

Fig. 19
Ottimizzazione del modello mesh attraverso l'utilizzo del software Geomagic Wrap®

Fig. 20
Individuazione delle coordinate spaziali sia nella nuvola di punti del rilievo laser scanner e nel modello 3D mesh model generato in Geomatic Studio

di punti. In questo modo il primo modello è stato perfettamente allineato sulle dimensioni reali registrate dalla nuvola di punti, consentendo di ottenere una *mesh* scalata non più in pixel ma secondo un'unità di misura di lunghezza (metri) e permettendo l'esportazione in orto-immagini che tengano in considerazione il rapporto pixel/cm.

Dopo aver referenziato il modello in Photoscan è stato possibile controllare, l'errore risultante assoluto, rispetto alla sua posizione nello spazio.

Grazie all'utilizzo di programmi specifici e dedicati a questo tipo di attività è stato possibile realizzare un modello tridimensionale metricamente affidabile, sul quale è stata ricreata la texture di tutta l'area.

Risultati conseguiti

Questo progetto ha consentito alla committenza di dotarsi degli opportuni strumenti per affrontare il restauro delle lastre tombali del Camposanto Pisano in questo senso debbono intendersi l'esteso rilievo laser scanner, l'ortofotopiano in scala 1:20 e i modelli della pavimentazione ottenuti con tecniche 3D photo modeling.

L'ortofotopiano è stato realizzato ad elevata definizione e la sua stampa in formato cartaceo, per contratto è stata eseguita in scala 1:20, ma l'altissima definizione dei file nativi (foto) e la loro oculata elaborazione in grado di contenere le perdite di informazioni durante le operazioni di fotoraddrizzamento e calibrazione, ha tuttavia permesso di ottenere file in grado di sopportare tranquillamente stampe in scala 1:10.

Con i processi 3D photo modeling Structure from Motion (SfM) sono stati generati 157 modelli, che mediamente contengono nove tombe ciascuno, risultato di grande interesse per la realizzazione di fotopiani di aree con geometrie particolarmente complesse e soprattutto per la valutazione congiunta della geometria assieme al cromatismo delle molte aree lesionate che il pavimento del Camposanto Monumentale Pisano presenta. La committenza aveva infatti richiesto già dal bando che il fotopiano fosse arricchito da elaborati in grado di fornire ulteriori informazioni rispetto ad un "normale" fotopiano. La geometria derivata dalle scansioni laser scanner non era però in grado di restituire i gradi di approfondimento richiesto, poiché le maglie di acquisizione strumentali non potevano spingersi molto al disotto dei due punti per centimetro senza incorrere in eccessi di rumore digitale. D'altra parte le dimensioni del monumento non consentivano a costi accettabili, l'utilizzazione di strumentazioni laser scanner per acquisizioni più raffinate. È sembrato quindi un buon compromesso utilizzare il 3D photo modeling Structure from Motion (SfM) quale strumento di approfondimento metrico morfologico e cromatico idoneo a rispondere alle esigenze della committenza.

Aspetti innovativi ed elementi originali

La gestione di una cospicua quantità di dati, conservandone le elevate qualità descrittive, può essere considerata fra gli elementi degni di nota, come al pari della realizzazione di un'unica campagna fotografica in grado di ri-

Fig. 21
Modello di dettaglio
di una tomba



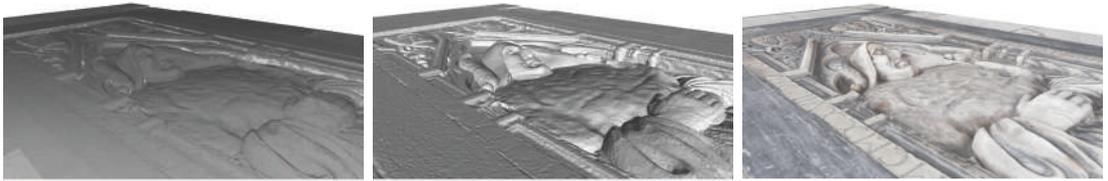


Fig. 22
Modello di dettaglio di una tomba, nelle tre viste wireframe, mesh, e texturizzato

spondere ad esigenze qualitativamente elevate ma con forme di elaborazione diverse. Se da una parte è possibile ritenere poco comune la realizzazione di due diverse tipologie di elaborazioni per il materiale fotografico, dall'altra si terrà conto che la loro concezione è subordinata a scopi diversi, la realizzazione dell'ortofotopiano in un caso e la realizzazione di piccoli modelli per la valutazione dei particolari morfologici e del degrado nell'altro. Talvolta, tuttavia, i dati sono stati contaminati come nel caso dell'impiego dei modelli 3D photo modeling SFM per ottenere particolari zone del fotopiano.

Bibliografia

Bandiera A., Beraldin J. A., Gaiani M. 2011, *Nascita ed utilizzo delle tecniche digitali di 3D imaging, modellazione e visualizzazione per l'architettura e i beni culturali*, in Ikhnos, «Annale di Analisi grafica e Storia della Rappresentazione», Lombardi editore, Siracusa pp. 81-134.

Baracchini C., Castelnuovo E. 1996, a cura di, *Il Camposanto di Pisa*, Einaudi, Torino.

Bini M., Bertocci S. 2012, *Manuale di rilievo architettonico e urbano*, De Agostini Scuola S.p.A., Novara.

Cipriani L., Fantini F., Bertacchi S. 2014, *Metodologie di rilevamento digitale tridimensionale: confronti e integrazioni*, «Bollettino degli Ingegneri», vol 11, pp. 918.

Cipriani L., Fantini F. 2015, *Modelli digitali di Structure from Motion per la costruzione di un sistema conoscitivo dei portici di Bologna*, «Disegnare idee immagini», Anno XXVI, n. 50, Roma, pp 70-91.

Dellepiane M., Dell'Unto N., Callieri M., Lindgren S., Scopigno R. 2013, *Archaeological excavation monitoring using dense stereo matching techniques*, in «Journal of Cultural Heritage», 14(3), pp. 201-210.

Docci M., Gaiani M., Maestri D. 2011, *Scienza del disegno*, De Agostini Scuola S.p.A., Novara.

Docci M., Maestri D. 2010, *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Laterza, Bari.

Forti G. 2006, *Fotografia, teoria e pratica della reflex*, Editrice reflex, Roma.

Gaiani M., Apollonio F.I. 2015, *Innovative approach to the digital documentation and rendering of the total appearance of ine drawings and its validation on Leonardo's Vitruvian Man*, «Journal of Cultural Heritage», 16, pp. 805 - 812.

Gaiani M., Apollonio F.I. 2015, *Innovative approach to the digital documentation and rendering of the total appearance of ine drawings and its validation on Leonardo's Vitruvian Man*, «Journal of Cultural Heritage», 16, pp. 805 - 812.

Kersten T., Stallmann D., (2012), *Automatic texture mapping of architectural and archaeological 3d models*, in «The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», XXXIX-B5, pp. 273-278.

Inzerillo L., Santagati C. 2013, *Il progetto del rilievo nell'utilizzo di tecniche di modellazione dense stereo Matching*, in «Disegnare idee immagini», Anno XXIV, n. 47, Roma, pp 82-91 (ISBN 978-88-492-1652-3)

Nguyen Hoahi-Minh, Wunsche B., Delmas P., Lutteroth C. 2012, *3D Models from the Black Box: Investigating the Current State of Image-Based Modeling*, in Proceedings of the 20th International Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision, WSCG, Pilsen, Czech Republic.

Pancani G. 2011, *Lo svolgimento in vera grandezza delle volte affrescate delle sale dei quartieri al piano terreno di Palazzo Pitti a Firenze*, in *Il Disegno delle trasformazioni*, atti delle Giornate di Studio, Clean Edizioni, Napoli.

Pancani G. 2016, *Piazza dei Miracoli a Pisa: il Battistero Metodologie di rappresentazione e documentazione digitale 3D*, Edifir, Firenze.

Pierrot-Deseilligny M., De Luca L., Remondino F. 2011, *Automated image-based procedures for accurate artifacts 3D modeling and orthoimage generation*, Proc. CIPA.

Restuccia F., Galizia M., Santagati C. 2012, *Urban and Architectural Design of the "Piazza del Governo" in Enna*, «Journal of Literature and Art Studies», vol 2 (6), pp. 606-621.

Metodologie di rilievo integrato per indagini diagnostiche non invasive: la documentazione della Moschea Bianca di Al-Jazzar a San Giovanni d'Acri, Israele

Francesca Picchio

DICAr - Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università degli Studi di Pavia

pagina a fronte

Fig. 3.4
Elaborazione
del modello
tridimensionale
con disegno dei
volumi

Abstract

The White Mosque of Al-Jazzar is the biggest complex in Israel outside the city of Jerusalem. In the center of the fleeting state of coexistence between the Muslim community and the Jewish community, the complex, part of the UNESCO protection area, is currently involved in a redevelopment project promoted by the Welfare Association and carried forward, in 2017, Experimental Research Laboratory DAda Lab (Drawing Architecture and Document-Action) of Pavia University and the University and Enterprise Joint Laboratory "Landscape Survey & Design" of the University of Florence and Pavia. The research activities has provided a digital survey of the complex and a diagnostic survey based on the relevant data and aimed at identifying any structural problems. The aim of the research is to create a databases useful for the diagnosis of the walls structural instabilities and to propose a masterplan of hypothesis for the restoration activities aimed also to the promotion of the architectural complex in the Cultural Heritage of the city of Acri.

La Moschea Bianca di Al-Jazzar

La Moschea che domina l'orizzonte di Acri, originariamente chiamata Masjid al-Anwar ma anche conosciuta con il nome di 'Moschea Bianca' per via della sua grande cupola bianca di 25 m di altezza, che solo successivamente è stata dipinta di un verde acceso, risulta essere la più grande moschea in Israele fuori da Gerusalemme. (Fig. 1.1). Il complesso fu voluto e progettato nel 1781 da Ahmed el-Jazzar sul sito dove sorgeva un'antica basilica bizantina, al posto della quale nel 1104 i crociati fecero edificare una chiesa dedicata a S. Giovanni. Gli abitanti di Acri utilizzarono gli ambienti della Moschea con varie finalità, prima tra tutte il rifornimento d'acqua in seguito alla distruzione dell'acquedotto della città durante l'assedio di Napoleone Bonaparte, nel 1799. (Fig. 1.2), (Fig. 1.3).

Il complesso è costituito da un grande cortile trapezoidale, al quale si entra dai due ingressi a Nord e ad Est del perimetro della moschea. Il cortile, dal quale si accede alla moschea, è costituito da un monumentale porticato ad arcate, distribuite sui tre lati Nord, Est e Ovest, le cui colonne, dall'aspetto



e dalla forma irregolare, provengono dalle rovine del sito di Cesarea. Nello stesso cortile si trova un piccolo edificio costituito da un ambiente unico, sovrastato da due cupole, che ospita le spoglie di Ahmad Pasha, el-Jazzar, e di suo figlio Sül eyman. L'ambiente interno della moschea, che sembra essere uno dei primi ad ospitare un matroneo situato in posizione sopraelevata rispetto alla sala della preghiera, si presenta ricco di decorazioni geometriche in marmo e di alcune iscrizioni coraniche. Dall'interno dell'edificio si accede anche al minareto a pianta circolare che, con i suoi 40 m di altezza, domina lo skyline di Acri. Oltre alla moschea, il complesso comprendeva un ambiente destinato all'Accademia Teologica Islamica e al relativo alloggio per gli studenti, collocato negli ambienti che oggi affacciano sul chiostro, una corte e una biblioteca pubblica. Le dimensioni grandiose del complesso, realizzato essenzialmente per rispondere ad una funzione spirituale, contribuirono a farlo divenire uno strumento politico per consolidare la sovranità dell'el-Jazzar.

Gli ambienti che fanno parte del complesso della Moschea di Al-Jazzar sono la dimostrazione di un'integrazione formale tra il linguaggio architettonico ottomano, bizantino e persiano. Testimonianza di questa integrazione di stili sono il *sabil* (dispensario d'acqua), edificato a fianco dell'accesso al perimetro sacro della moschea e, varcato l'accesso al chiostro, la fontana del sadirvan, posizionata in prossimità dell'ingresso alla moschea ed utilizzata per il rituale delle abluzioni. Questa struttura a pianta ottagonale, tipica dell'architettura ottomana del tardo Ottocento, costituisce un elemento di pregio all'interno del complesso religioso, sia per le sottili colonne di marmo sovrastate da capitelli intagliati, sia per la distintiva cupola verde a bulbo. La facciata monumentale della Moschea, preceduta da un portico con sei grandi colonne, si presenta in marmi policromi con motivi ornamentali che enfatizzano la rigidità geometrica dell'edificio.

La moschea era, ed è ancora oggi il simbolo del benessere e della stabilità economica e politica che doveva rappresentare la figura dell'el-Jazzar, tan-

Fig. 1.1
David Roberts, Veduta di San Giovanni D'Acri del 1839. Oltre il perimetro fortificato della linea di terra si erge il volume della Moschea del Jazzar



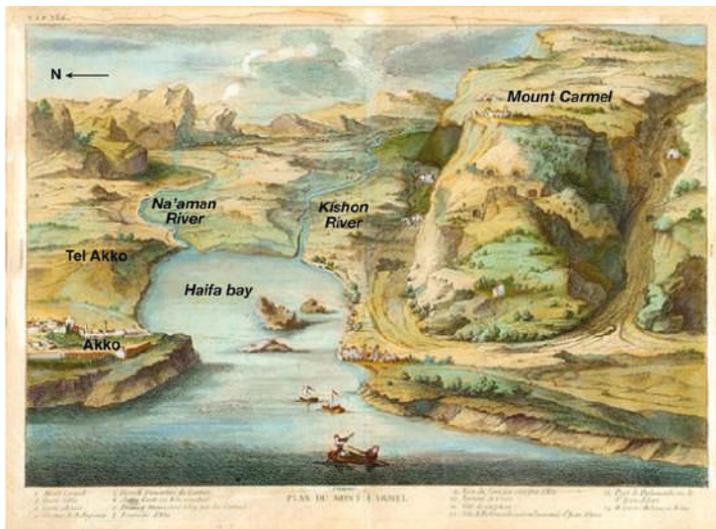


Fig. 1.2
La Baia di Haifa con la città di Acri in relazione al Monte Carmelo ed al Tel Akko, luogo dove sorse il primo insediamento

to che, dopo la sua morte, il complesso ha continuato ad essere un punto di interesse per la città, sia come centro culturale della religione musulmana che come sistema identitario nel panorama urbano, tanto da esigere specifiche azioni di intervento per ripristinare il valore che ha assunto nel tempo.¹ (Fig. 1.4).

Il progetto di documentazione del complesso di Al-Jazzar

A partire dal programma promosso dalla Welfare Association² per la redazione di un progetto di riqualificazione della Moschea di Al-Jazzar, è stata sviluppata una proposta di indagine conoscitiva sul manufatto, finalizzata a mettere in luce le anomalie strutturali e gli aspetti di degrado avanzato in cui riversano gli ambienti del complesso.

Per redigere tale programma è stata attuata una strategia di documentazione che ha previsto l'utilizzo di diverse metodologie e strumentazioni digitali, l'integrazione delle quali ha permesso di ottenere *output* variabili ed esaustivi, necessari a rispondere ad una molteplicità di obiettivi richiesti dal progetto, prima tra tutte un'indagine diagnostica non invasiva sul manufatto.³ (Fig. 2.1). Specialmente su contesti a rischio di conservazione, risulta oggi indispensabile applicare sistemi di documentazione che sfruttano strumentazioni digitali sempre più aggiornate, finalizzate a documentare esaustivamente il Bene e ad incrementarne la stessa conoscenza, sensibilizzando l'opinione pubblica verso la necessità di avviare strategie di tutela e recupero del Patrimonio artistico ed architettonico di ciascun Paese. Per questa ragione risulta sempre più importante realizzare interventi "a prevenzione", che possano permettere a complessi architettonici con valore storico ed artistico, di "resistere" ad eventi disastrosi e limitare il più possibile eventuali danni che possono subire nel tempo, in modo da preservare la memoria e permetterne l'attività di ricostruzione, riducendo sostanzialmente i costi e i tempi di lavoro. (Fig. 2.2), (Fig. 2.3).

¹Cfr. Talbot, M. The Lights of Ahmad, The Al-Anwar Mosque of Acre. Stamboulina, 2014.

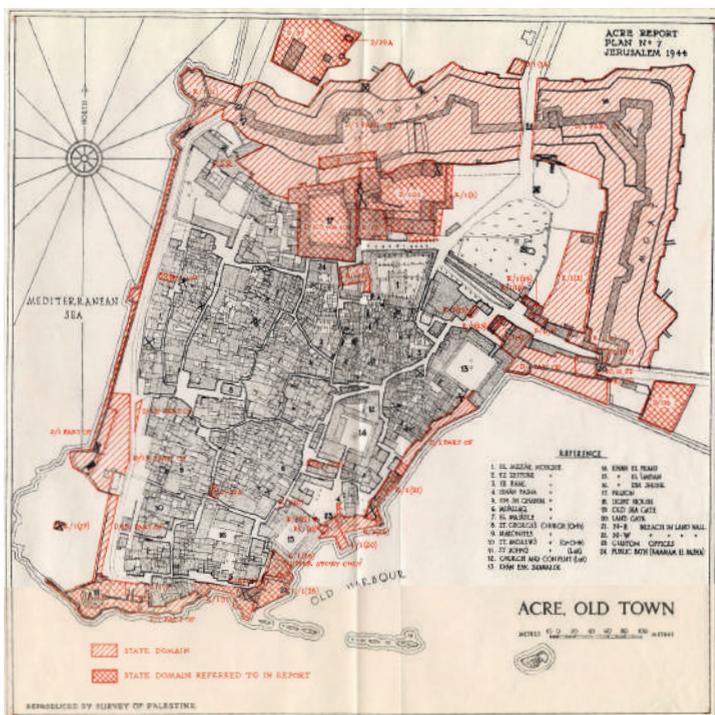
²Il progetto di ricerca, di cui responsabile il Prof. Sandro Parrinello e coordinatore tecnico scientifico la Dott. Francesca Picchio, è stato disciplinato da un accordo tra il Welfare Association e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Pavia. Al progetto hanno partecipato il Laboratorio Dada Lab (Drawing Architecture and Document Action) e il Laboratorio Congiunto Università e Impresa Inter Ateneo "Landscape Survey & Design" dell'Università di Firenze e Pavia. Alle attività di rilevamento hanno collaborato: Pietro Becherini, Monica Bercigli, Matteo Bigongiari, Mariangela Canestrone, Raffaella De Marco, Anna Dell'Amico, Ksenia Mezenina, Najati Fitiani, Raef Ahmad Touri.

³In particolare le tecnologie di acquisizione e rappresentazione tridimensionale quali la *computer vision*, la fotogrammetria e il *laser scanning*, sviluppano informazioni di complessità i cui codici di rappresentazione sono, nonostante le numerose esperienze prodotte, ancora in corso di definizione. Per un approfondimento delle ricerche condotte negli ultimi anni in Terra Santa per la documentazione digitale del Patrimonio cfr. Parrinello, (2017), *A Development Project for the United Nations. The Digital Survey for the Planning of East Jerusalem* in Amoruso G. (a cura di), *Putting Tradition into Practice: Heritage, Place and Design*. Proceedings of 5th INTBAU International Annual Event, pp. 551-559.

Fig. 1.3
Fotografie e Ortofoto
aeree con mappa della
città vecchia di Acri
del 1944

pagina a fronte

Fig. 1.4
Fotografie storiche
della Moschea nel
paesaggio di Acri



Le fasi di documentazione dimensionale, effettuate attraverso un'attività di rilevamento digitale, sono state finalizzate a restituire un *database* di punti rispondente alle geometrie delle murature ed allo stato di conservazione degli ambienti di ciascun elemento del complesso della Moschea di Al-Jazzar. Per ottenere un *database* contenente differenti livelli di informazione è stato necessario predisporre un accurato progetto di rilievo e una documentazione grafica ed informativa dell'intero complesso.⁴ Il rilievo critico e la sua conseguente rappresentazione grafica dello stato di fatto e dei fenomeni analizzati (eccentricità delle colonne, deformazioni sul piano verticale dei paramenti murari, mancanze e deterioramento dello strato superficiale), unitamente all'analisi delle fonti storiche e documentarie sul manufatto, hanno costituito un passaggio obbligato nella metodologia di indagine intrapresa per la documentazione della Moschea di Al-Jazzar. L'organizzazione e la gestione delle informazioni acquisite ha permesso di strutturare un sistema documentale finalizzato alla redazione di elaborati bidimensionali e tridimensionali, capaci di descrivere, a vari livelli, la complessità del *database* ottenuto. Il progetto di documentazione è stato pertanto articolato in tre fasi: la prima ha riguardato la realizzazione di un rilievo geometricamente affidabile, capace di descrivere dettagliatamente ciascun elemento all'interno del sistema globale individuato dalla nuvola di punti, realizzata con strumentazioni laser scanner e fotogrammetriche *close range*; la seconda fase ha previsto un'accurata restituzione dello stato di fatto mediante disegni tecnici, elaborati colorimetrici e il censimento



degli elementi. La terza fase ha riguardato l'individuazione degli elementi di criticità del complesso architettonico, predisponendo le basi necessarie all'avvio del progetto di recupero.⁵

Uno degli obiettivi principali che gli elaborati prodotti devono soddisfare è quella di riuscire a trasmettere, attraverso un linguaggio grafico tecnico, affidabile ma anche intuitivo, non solo le problematiche riscontrate nel sito, ma anche quei valori intrinseci del Patrimonio architettonico, l'esplicitazione dei quali risulta indispensabile alla sua conservazione e alla fase di pianificazione di interventi atti a conservarne la vitalità e l'identità nel tempo.

Affidabilità del rilievo digitale integrato ed elaborazione dei dati

Il rilievo digitale eseguito sul complesso architettonico della Moschea di Al-Jazzar è stato finalizzato a produrre una banca dati tridimensionale dell'oggetto dalla quale estrapolare le informazioni necessarie alla redazione di elaborati specifici, utili per una diagnostica realizzata con metodologie non invasive sul manufatto. Per il progetto di acquisizione dati, organizzato in due campagne di rilevamento, tra Febbraio ed Aprile 2017, sono state previste due principali metodologie di acquisizione: quella *Range-based* mediante strumentazioni laser scanner per l'acquisizione di dati metrici, e quella *Image-based* per l'acquisizione di informazioni colorimetriche legate all'aspetto materico e qualitativo delle superfici, ottenuta tramite fotogrammetria SfM (*Structure from Motion*). Tali sistemi hanno consentito di acquisire un'elevata quantità di informazioni in tempi contenuti, garantendo anche l'ottenimento di banche dati digitali estremamente

⁴La conoscenza del manufatto, per lo stato di conservazione e di deformazione di ciascuno dei suoi singoli elementi o della sua globalità, necessita di una conoscenza non superficiale, poiché l'indagine diagnostica non può prescindere dalla presa di coscienza delle interconnessioni esistenti tra le strutture. Per comprendere il perché risulti fondamentale affrontare un rilievo dettagliato per mettere in evidenza le connessioni strutturali fra le singole unità costituenti Cfr. Bini, Bertocci, *Il rilievo per il restauro dei tessuti storici, in contesti colpiti da eventi sismici*, in DisegnareCon, volume 10/ n.18 - giugno 2017, pp. 0.1-0.4.

⁵Tale approccio metodologico, suddiviso per fasi di lavoro, risulta un procedimento indispensabile su qualunque progetto di documentazione che abbia come finalità l'indagine diagnostica del manufatto o su sistemi urbani. Le strumentazioni laser scanner e fotogrammetriche, escludendo il contatto diretto con la superficie muraria, risultano le tecniche maggiormente efficaci per la diagnostica non invasiva su patrimoni a rischio. Per una riflessione sull'utilizzo dei dati laser scanner funzionali ad un'analisi preventiva delle condizioni strutturali degli edifici Cfr. Pancani, G. *Il centro storico di Poppi, analisi a livello urbano per la valutazione del rischio sismico*, in DisegnareCon, a cura di Bini M., Bertocci S., *The survey for the restoration of historical heritage volume 10/ n.18 - giugno 2017, pp. 9.1-9.10.*

Fig. 2.1
Attività di rilievo sul campo con utilizzo di strumentazioni range based (laser scanner a tempo di volo e a differenza di fase) e image based (fotogrammetria Structure from Motion - SfM) per la definizione della nuvola di punti sul complesso monumentale

⁶Dal momento che il rilievo digitale produce banche dati tridimensionali dalle quali reperire informazioni discrete sullo spazio reale, che possono essere messe a sistema con altre informazioni, per costruire uno strumento informativo interattivo, parlare di banche dati per la documentazione architettonica non riguarda solamente determinare la struttura di un complesso quantitativo di dati significativi circa la condizione di un contesto, ma riguarda più propriamente parlare di un nuovo volto attraverso il quale leggere e interpretare l'architettura stessa delle cose e dello spazio. Cfr. Parrinello, (2017), *A Development Project for the United Nations. The Digital Survey for the Planning of East Jerusalem* in Amoroso G. (a cura di), *Putting Tradition into Practice: Heritage, Place and Design*. Proceedings of 5th INTBAU International Annual Event, pp. 551-559.

affidabili.⁶ L'applicazione integrata di sistemi laser scanner e sistemi di rilevamento fotogrammetrico ha predisposto all'elaborazione di una nuvola di punti generale del complesso architettonico, comprensivo della Moschea e dei suoi ambienti interni ed esterni, rappresentante l'archivio di riferimento per le informazioni metriche e geometriche sul manufatto.

L'intera documentazione ottenuta dall'attività di rilevamento digitale ha contribuito alla realizzazione di disegni 2D che descrivono lo stato di conservazione ed i reciproci rapporti spaziali tra gli elementi del complesso, al fine di valutare cause ed eventualmente costituire la base affidabile per valutare possibili incrementi del quadro delle deformazioni delle strutture nel tempo. (Fig. 3.1), (Fig. 3.2), (Fig. 3.3).

Il dettaglio della rappresentazione grafica, che ha previsto la trascrizione grafica di ogni elemento necessario alla comprensione dell'immagine del complesso architettonico, è stato garantito dalla densità della nuvola di punti ottenuta dal rilievo laser scanner. A questo aspetto va aggiunto anche l'indispensabile contributo offerto dall'integrazione del dato fotogrammetrico, utilizzato non solo come dato "immagine a colori", descrivente l'oggetto nei suoi rapporti spaziali con l'intorno, ma anche come prodotto di una nuvola di punti 3D derivante dalla procedura di rilievo SfM, che sempre più spesso è necessario comparare, a livello di affidabilità, con quella ottenuta da strumentazione laser scanner in dettagli sui quali lo stesso laser risulta per vari motivi meno efficiente oppure inadatto (come si è verificato, ad esempio, per il rilievo della scala a chiocciola del vano interno del minareto nel quale, per mancanza di spazio utile di ripresa, non è stato possibile collocare il laser scanner).

Agli elaborati 2D sono stati affiancati modelli tridimensionali ottenuti dalla ricostruzione di superfici poligonali, sia di tipo *mesh* (dall'elaborazione



del dato della nuvola di punti) sia di tipo NURBS (dall'elaborazione numerica), integrate con mappature, *texture*, acquisite e generate dall'elaborazione delle immagini⁷ provenienti da campagna fotografica *close range* e in quota (sono stati realizzati modelli fotogrammetrici da sequenze fotografiche scattate dal ballatoio della Moschea, dal ballatoio terminale del minareto, dal camminamento perimetrale dell'estradosso del chiostro). (Fig. 3.4)

La gestione e l'ottimizzazione dei modelli in funzione del loro fine comunicativo e l'esportazione delle banche dati in diversi formati che ne permettono la rielaborazione in funzione della finalità del processo di documentazione, contribuiscono a rivoluzionare da una parte la relazione tra soggetto e sistema di fruizione del patrimonio digitalizzato, ma anche a mettere a sistema una metodologia che sfrutta la strumentazione e il dato digitale nella definizione di protocolli metodologici standardizzati a tutela dell'affidabilità.

Individuazione degli elementi di criticità degli ambienti

Alla gestione della banca dati digitale e alla produzione di un *corpus* documentario costituito dallo stato di conservazione e dall'analisi dei degradi di ciascuna superficie, è seguita una successiva operazione di raccolta di riflessioni e indagini circa la stabilità strutturale e l'analisi dello stato di deformazione di ciascun corpo di fabbrica, sfruttando i dati ottenuti dal rilievo 3D. La redazione da una parte di elaborati tecnici, descrittivi aspetti metrici e colorimetrici dei vari sistemi, e dall'altra di elaborati 3D, capaci di configurare ciascun elemento nel suo rapporto spaziale con l'intorno, ha permesso di elaborare analisi strutturali e diagnostiche non invasive sul manufatto.

Fig. 2.2

Nuvola di punti tridimensionale del complesso di Al-Jazzar. La banca dati tridimensionale abbraccia una porzione di centro storico oltre il perimetro del recinto della moschea e riporta una definizione tale da poter apprezzare i dettagli ornamentali con le commettiture tra le singole pietre

⁷Per una trattativa più approfondita sul tema dell'applicazione della metodologia di rilievo per la documentazione di complessi architettonici, affrontati dal Laboratorio DAda Lab (Drawing Architecture and Document Action) e il Laboratorio Congiunto Università e Impresa Inter Ateneo "Landscape Survey & Design" dell'Università di Firenze e Pavia, e finalizzati alla documentazione per la preservazione di siti in territori in emergenza, Cfr. Parrinello, La documentazione di al Nabi Musa nel deserto di el-Bariyah, Palestina. Uno studio attraverso il disegno dell'evoluzione storica e delle caratteristiche architettoniche dell'oasi edificata, in Docci M., (a cura di) Disegnare idee immagini n° 54 / 2017, Gangemi Editore.

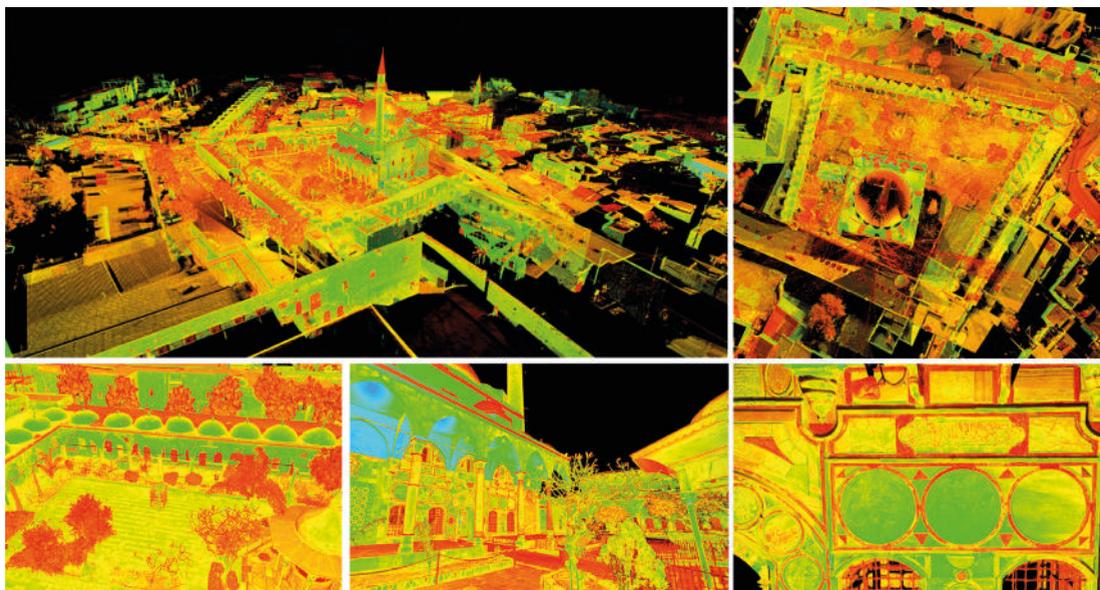


Fig. 2.3
Ricostruzione con metodologia SfM dei fotopiani sui pennacchi sferici della tamburo e per le grandi superfici quali la pavimentazione o i prospetti esterni

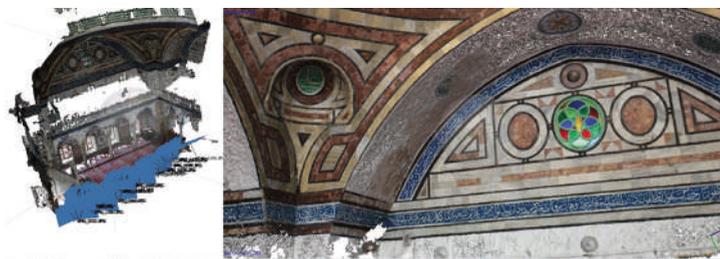
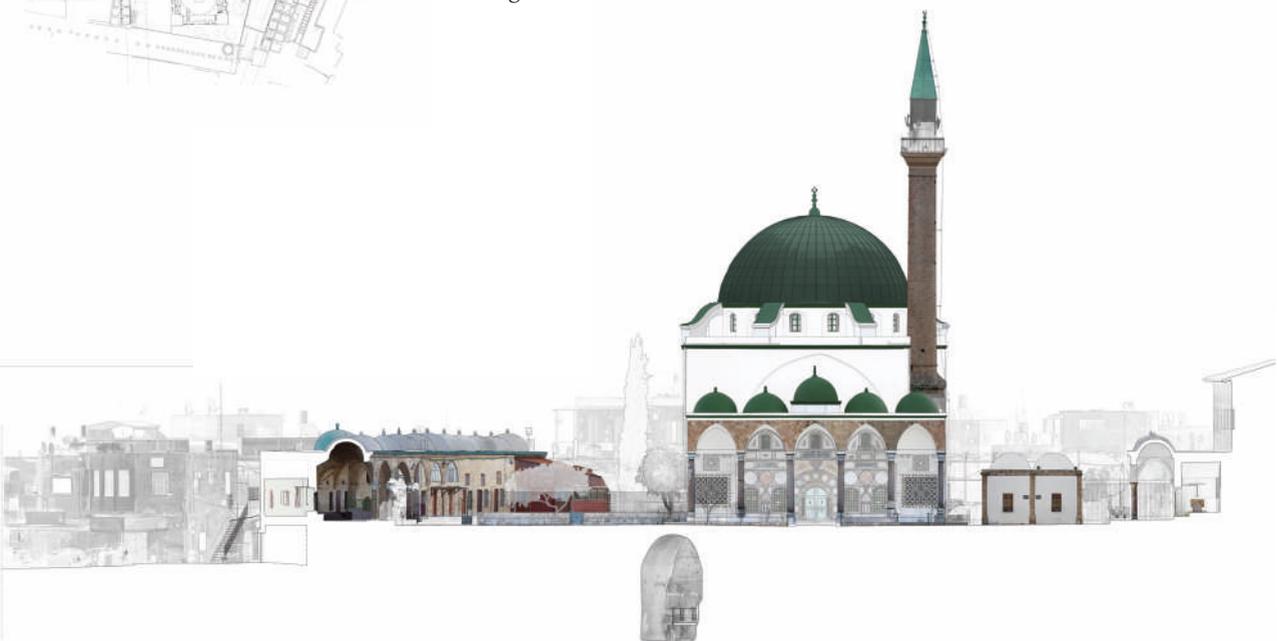
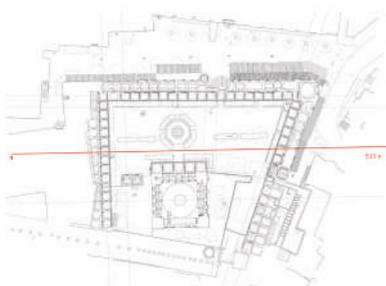


Fig. 3.1
Sezione ambientale con trattamento materico che attraversa il cortile e mette in relazione il volume della moschea con il porticato della scuola coranica e con i volumi ipogei delle cisterne crociate



L'accurata documentazione e le attente valutazioni prodotte per l'intero complesso, comprendente tutti gli edifici esistenti nel perimetro della moschea (documentati sia internamente che esternamente), ha permesso di ottenere informazioni esaustive circa la conformazione costitutiva del sistema generale e di ogni singolo elemento strutturale, valutando, ad esempio, lo spessore murario dei diversi setti, la disposizione degli spazi e le eventuali deformazioni rispetto ai piani geometrici ideali, i fuori piombo, ecc.... Tuttavia la presente ricerca non ha avuto come oggetto la redazione di un programma di intervento strutturale sugli edifici, ma bensì quello di presentare un protocollo metodologico capace di configurarsi come uno strumento di indagine non invasiva, anche se ovviamente non esaustiva, per la diagnostica di complessi architettonici a rischio. Tale metodologia, applicabile su vari ambiti di ricerca anche per l'enorme vantaggio di fornire *output* di uscita sempre più affidabili e con tempi e costi ridotti, può essere in grado di fornire informazioni di diversa natura e per molteplici usi, nel comune intento di avviare una più consapevole azione di pianificazione degli interventi di conservazione finalizzata a individuare le zone a ri-



schio e le porzioni che necessiterebbero di approfondimenti diagnostici per un successivo consolidamento e relativa messa in sicurezza delle strutture architettoniche.

Per valutare le interconnessioni strutturali tra gli elementi del sistema ed individuare le possibili cause di dissesto presenti, è stata affrontata l'analisi di ciascun macro-sistema, o sistema strutturale "omogeneo" del complesso (la moschea, il minareto, i fronti esterni, il porticato), scomponendolo nei suoi elementi per valutare puntuali fenomeni di degrado o di dissesto strutturale. Successivamente, i risultati ottenuti dalle indagini per macro-blocchi sono stati confrontati per valutarne le eventuali interconnessioni, al fine di valutarne eventuali correlazioni di causa-effetto.

Il porticato e gli ambienti delle scuole coraniche

Per esaminare dettagliatamente gli elementi e relazionare le informazioni ottenute ad un possibile quadro generale esteso al complesso, è stato necessario redigere una scheda specifica digitale, sulla quale raccogliere i dati qualitativi e le valutazioni di natura e per molteplici usi testuale, numerica e grafica, circa gli aspetti peculiari di ciascun elemento costruttivo analizzato (colonne, volte, ambienti interni). Tale censimento ha interessato anche le attività commerciali degli ambienti situati a piano terreno, accessibili dalla strada carrabile esterna (essendo il piano di calpestio della Moschea rialzato di circa 3 m). In molti casi il rilievo eseguito all'interno degli ambienti che affacciano sul cortile ha evidenziato situazioni critiche: gli ambienti superiori presentano elevate deformazioni interne nell'intradosso delle volte, mentre quelli degli esercizi commerciali a livello inferiore presentano lesioni negli ambienti voltati in corrispondenza del disallineamento dei setti murari tra i due piani di calpestio. Negli ambienti che affacciano sul chiostro oltre ai danni strutturali si riscontrano danni dovuti all'umidità, relativi probabilmente ad una progressiva trasformazione della condizione architettonica originaria: la chiusura di canne fumarie, il tamponamento di numerose finestre, l'innalzamento del livello del piano

Fig. 3.2

Sezione ambientale con trattamento materico che attraversa la moschea e mette in relazione i volumi ipogei delle cisterne crociate con il cortile e con il confine amministrativo esterno, coincidente con gli spazi occupati dal turkish bazaar

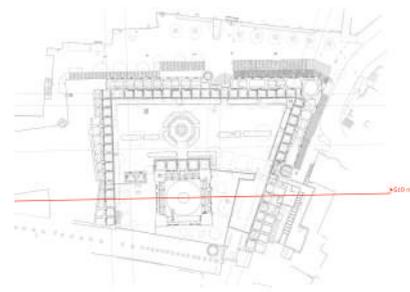


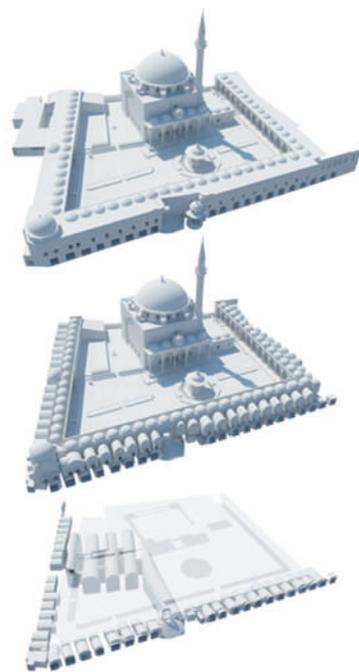
Fig. 3-3
Particolare del pro-
spetto principale e
del portale di accesso
alla Moschea

di calpestio. (Fig. 4.1). All'esterno le colonne del cortile, spesso composte da rocchi di riuso di diversa provenienza, presentano cerchiature metalliche alle estremità e, nella maggior parte dei casi, anche al centro del fusto. Le cerchiature hanno la funzione di contenere la dilatazione laterale del fusto ed incrementare la forza a compressione che, nelle colonne composte più che in altre, ha determinato molte lesioni e fenomeni di degrado diffuso, dovuto soprattutto alla corrosione degli stessi elementi metallici. (Fig. 4.4). Le volte a catino di ogni campata del portico sono costruite con blocchi trapezoidali disposti a fasce concentriche, di cui spesso sono visibili interventi ed integrazioni successive. Al fine di analizzare l'andamento e l'eventuale eccentricità e deformazione delle volte è stata utilizzata la banca dati ottenuta dal rilievo digitale, dalla quale sono state estrapolate informazioni processate dalla nuvola, attraverso l'utilizzo delle funzioni di *elevation map*, restituite sotto forma di gradienti di colore indicanti la distanza progressiva di ciascun punto dal piano di riferimento assegnato. (Fig. 4.3). Grazie a questa metodologia, applicata anche per le pareti del colonnato del cortile, al fine di valutare i fuori piombo dei piani verticali, è stato possibile analizzare l'entità delle deformazioni dei setti verticali, le deformazioni geometriche di ciascuna cupola e l'eccentricità dell'asse di ciascuna colonna al fine di predisporre elaborati specifici relativi al quadro complessivo delle deformazioni.

I fronti esterni

L'analisi diagnostica ha riguardato anche i fronti esterni, in corrispondenza degli ambienti che affacciano sul portico e gli esercizi commerciali al piano terra, accessibili dalla strada. Il lavoro ha previsto la lettura dei dis-





sesti, delle lesioni e delle deformazioni degli ambienti ad uso commerciale che si aprono sul fronte strada. Per documentare lo stato di conservazione delle superfici dei fronti esterni è stata effettuata un'accurata valutazione dei degradi superficiali applicando la classificazione delle patologie riportate nelle raccomandazioni NorMaL-1/88, "Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico". Pertanto è stato documentato lo stato di avanzamento di degrado superficiale, costituito per lo più da dilavamenti e da distacchi, oltre ad un quadro fessurativo che ha evidenziato una zona critica in prossimità dell'angolo Nord-Est.⁸ Gli elaborati ottenuti dall' *elevation map* delle superfici delle strutture verticali predisposte per valutare le deformazioni dei fronti esterni Nord e Est, hanno confermato la problematicità della zona d'angolo: al di sopra del livello delle coperture del chiostro grava il peso del tamburo che sorregge la cupola di copertura della sala angolare, ragione per cui, a causa dell' intervento di demolizione di una parete interna e dell'apertura di molte finestre su fronte strada, sono comparse fessurazioni a 45° visibili anche sul fronte esterno.

Il minareto

Gli aspetti di conservazione materica, strutturale e tecnico-costruttivi del minareto sono stati approfonditi nel corso della seconda campagna di rilievo, con lo scopo di integrare i dati provenienti dal rilievo architettonico effettuato nel Febbraio 2017. Il minareto della moschea di Al Jazaar può essere suddiviso strutturalmente in quattro parti differenti: la prima basamentale di forma prismatica che si sviluppa all'interno del cantonale

Fig. 3-4
Elaborazione del modello tridimensionale con disegno dei volumi e mappatura con *texture* ad alta risoluzione per la fruizione in remoto del sito

⁸ Cfr. NORMA UNI 11182:2006, Materiali lapidei naturali ed artificiali. Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni.

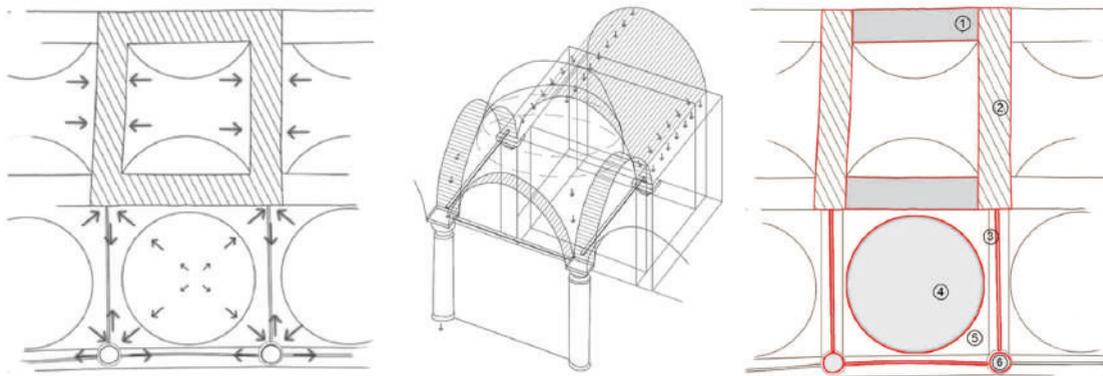
Fig. 4.1
Considerazioni
sugli elementi
strutturali degli
ambienti della
scuola coranica del
chostro:
1. muri secondari
2. pareti portanti
3. catene metalliche
4. cupola
5. pennacchi
6. colonne

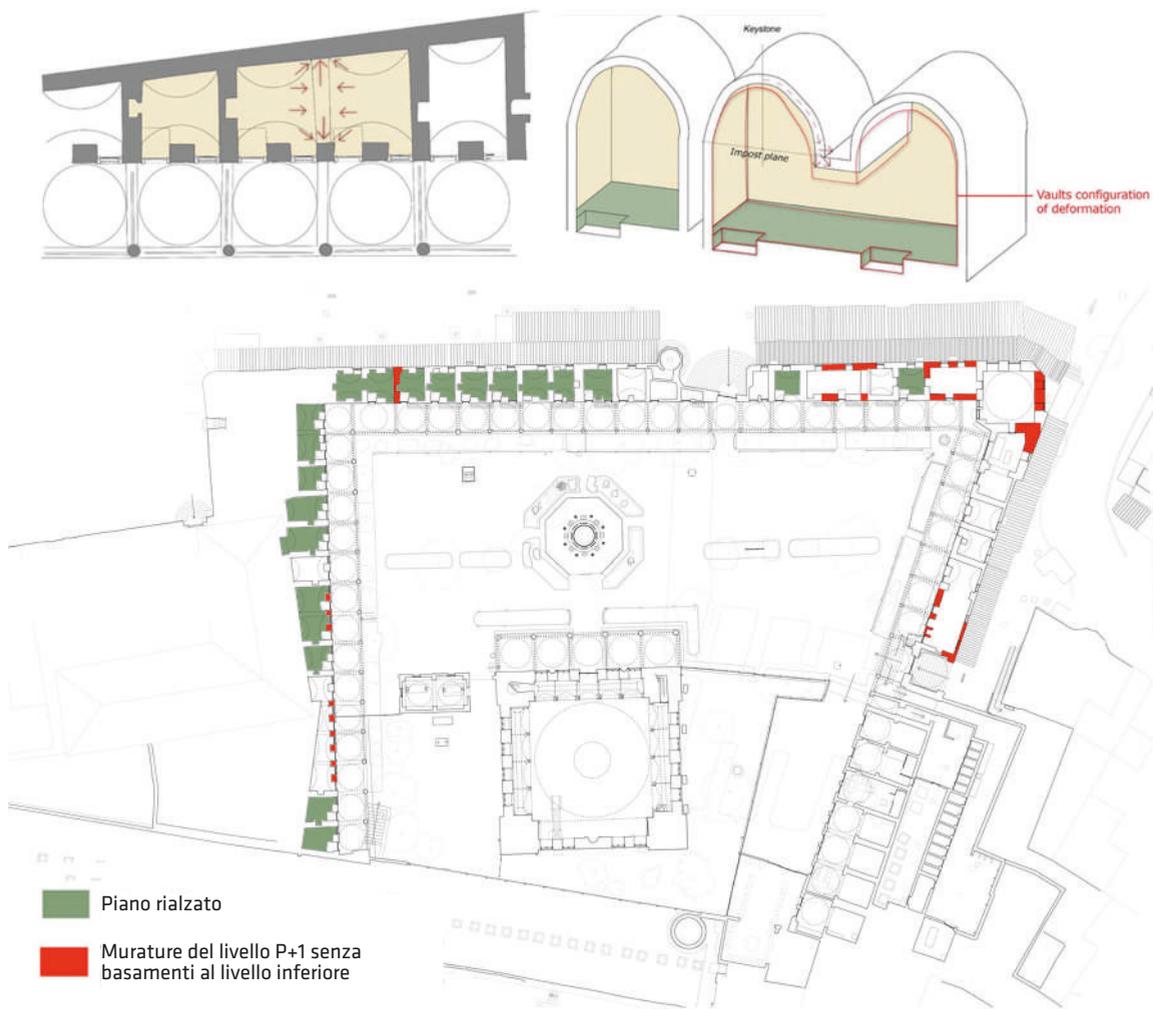
Nord-Ovest della moschea e permette l'accesso alle zone di preghiera per le donne ai piani superiori; la seconda che corrisponde al corpo cilindrico del minareto fino al ballatoio; la terza che si sviluppa dal ballatoio fino alla copertura ed infine la copertura, una struttura con puntoni in legno disposti radialmente e rivestita esternamente da lastre metalliche. L'interno del minareto è costituito da una struttura cilindrica con scala a chiocciola, con scalini poggianti su di un perno centrale che si incastrano nel muro perimetrale. Le ridotte dimensioni della corona circolare del vano hanno reso necessaria l'applicazione di un sistema di rilevamento SfM dell'interno, referenziato successivamente alla banca dati della nuvola di punti grazie a *target* di riferimento, opportunamente posizionati all'estremità inferiore e superiore della struttura del minareto; i *target* di riferimento sono stati rilevati con entrambe le metodologie di rilievo adottate.

Gli elaborati bidimensionali descrittivi l'interno del minareto hanno permesso di redigere una mappatura dei degradi⁹, e valutare come, lungo l'intero sviluppo della struttura, la principale causa di degrado che interessa il minareto sia dovuta anche ad un errato intervento di consolidamento effettuato in epoca recente attraverso l'introduzione di un sottile cappotto interno in calcestruzzo armato che appare non collaborante con la struttura muraria in pietra a causa di una errata disposizione dei ferri; a questo si aggiunge la corrosione dell'armatura metallica all'interno del cappotto in cemento, capace di provocare la rottura del conglomerato cementizio lungo l'intero sviluppo longitudinale della struttura. È stato fondamentale redigere l'elaborato planimetrico delle informazioni legate alla presenza di lesioni strutturali, e confrontare il dato ottenuto con il fenomeno dell'eccentricità del minareto, reso possibile dall'integrazione delle due banche dati ottenute per acquisire interno ed esterno della struttura. Per verificare il problema del disassamento del minareto, evidente anche a colpo d'occhio e confermato dalle sezioni verticali effettuate, è stato redatto un elaborato realizzato mediante sovrapposizione delle piante ai differenti livelli, da cui è stato possibile quantificare effettivamente lo spostamento del centro geometrico della struttura, che appare di verso concorde per ogni

⁹ La superficie interna del minareto è cilindrica, motivo per cui, nell'eventuale computo sulle superfici delle aree su cui intervenire è necessario adottare coefficienti di amplificazione. Ogni singolo degrado è stato descritto da una polilinea chiusa campita dal retino di riferimento stabilito dalla normativa NorMaL-UNI.

¹⁰ Lo spostamento del centro geometrico dal livello 0 al ballatoio (livello 9) ammonta a 14,3 cm, tra il livello del ballatoio (livello 9) e quello superiore (livello 10) ammonta a 12 cm poi, tra quest'ultimo (livello 10) e quello ancora superiore (livello 11) altri 8cm.





livello e gradualmente superiore in prossimità della cima del minareto. La verifica ha evidenziato che lo spostamento del centro geometrico, superato il livello del ballatoio, incrementa ulteriormente: questo è probabilmente dovuto al fatto che alla fine del XIX secolo la cella superiore del minareto è stata interamente ricostruita e costituisce quindi un sistema strutturale scollegato dal resto della costruzione¹⁰.

Conclusioni

La possibilità di realizzare interazioni fra i dati provenienti dal rilievo laser scanner 3D e fotogrammetrico e di sfruttare le modalità con cui i dati prodotti vengono organizzati e strutturati per avviare indagini diagnostiche sullo stato di conservazione del manufatto, ha permesso di realizzare indagini accurate con una metodologia di analisi, speditiva e non invasiva, per la valutazione del rischio che interessa il complesso della Moschea di

Fig. 4.2 Considerazioni sulla condizione strutturale delle stanze facenti parte la scuola coranica. Si evidenzia la criticità di alcune murature che sono state rimosse compromettendo l'equilibrio statico dell'intera struttura

Fig. 4.3
Restituzione del paramento murario del loggiato con *elevation map* ottenuta dalla nuvola di punti laser scanner impiegata per controllare lo stato di deformazione delle murature

pagina a fronte

Fig. 4.4
Documentazione sullo stato di conservazione delle catene che si ancorano sui peducci delle volte. La deformazione del paramento murario e lo la deformazione del piano verso l'esterno ha gravemente lesionato le catene provocando un effetto domino sul porticato

Al-Jazzar. Le considerazioni diagnostiche e strutturali affrontate per i vari sistemi della Moschea costituiscono la base della redazione di un successivo ed indispensabile progetto di conservazione, una sorta di *masterplan* di interventi, che avrà l'obiettivo di stabilire la priorità delle categorie di interventi da attuare, tenendo conto delle valutazioni relative alle condizioni di stabilità e alla vulnerabilità delle strutture stesse per rispondere ai necessari requisiti di sicurezza posti come obiettivo primario del progetto di recupero e, conseguentemente, alle richieste del progetto di valorizzazione del monumento.

Il sistema digitale costituito durante la prima fase di documentazione del complesso, è da considerarsi come il punto di partenza per ulteriori progetti di recupero della Moschea di Al-Jazzar; questa attività ha permesso di mettere a sistema una metodologia di intervento, replicabile per altri contesti a rischio che, attraverso la fruizione di una banca dati digitale, risultati capace di valorizzare il carattere simbolico della struttura, tutelando al contempo l'oggetto di indagine da eventi o fenomeni di degrado che ne possano compromettere la persistenza nel tempo.





Bibliografia

Bersche D. 2009, *Ottoman Water Distribution System in Acre*, International Conservation Center, Acre.

Buckingham J.S. 1821, *Travels in Palestine*, Longman, London.

Bertocci S., Minutoli G., Pancani G. 2015, *Rilievo tridimensionale e analisi dei disegni della Pieve di Romena*, in «DisegnareCon», a cura di G. Carbonara, M. Centofanti, R. Mingucci, *Design for Restoration: beyond the survey*, (vol 8, No 14), pp. 26.1-26.20.

Bini M., Bertocci S. 2017, *Il rilievo per il restauro dei tessuti storici, in contesti colpiti da eventi sismici*, in «DisegnareCon», a cura di M. Bini, S. Bertocci, *The survey for the restoration of historical heritage*, (vol. 10/ n.18), pp. 0.1-0.4.

Cohen A. 2009, *Palestine in the 18th Century*. 2nd edition. Varda Books, Jerusalem.

Conder C.R., Kitchener H. H. 1882, *Survey of Western Palestine: Memoirs of the Topography, Orography, Hydrography, and Archaeology*, Committee of the Palestine Exploration Fund, London.

Dichter B. 1973, *Maps of Acre*, Municipality of Acre, Acre.

Dichter B. 2000, *Akko: Sites from the Turkish Period*, ed. Carmel A. and Baumwoll Z., Gottlieb Schumacher Institute, Haifa.

Giuffrè A. 2003, *La meccanica nell'architettura*, Carocci Editore, Roma.

Goldmann Z. 1994, *Akko in the times of the Crusaders*, ed. Convent of the Order of St. John (2nd ed.), Acre.

Guerin V. 1880, *Description de la Palestine*, Galilee, vol. 2. Paris.

Folda J. 2005, *Crusader Art in the Holy Land, from the Third Crusade to the Fall of Acre, 1187-1291*, Cambridge University Press, Cambridge.

Hortig A. 2010, *Sabil al-Jazzar. Architectural Documentation of the Exterior Wall Fountain of al-Jazzar Mosque*. International Conservation Center, Acre.

Jonquière C. 1904, *L'expédition d'Égypte 1798-1801*. Paris.

Lurie Y. 2000, *Acre City of Walls: Jews Among Arabs, Arabs Among Jews*, Yaron Golan Publication, Tel Aviv.

Pancani G. 2017, *Il centro storico di Poppi, analisi a livello urbano per la valutazione del rischio sismico*, in «DisegnareCon», a cura di M. Bini, S. Bertocci, *The survey for the restoration of historical heritage*, (vol. 10/ n.18), pp. 9.1-9.10.

Parrinello S. 2017, *La documentazione di al Nabi Musa nel deserto di el-Bariyah, Palestina. Uno studio attraverso il disegno dell'evoluzione storica e delle caratteristiche architettoniche dell'oasi edificata*, in «Disegnare idee immagini» a cura M. Docci, (n° 54 / 2017), Gangemi Editore, Roma.

Parrinello S. 2017, *A Development Project for the United Nations. The Digital Survey for the Planning of East Jerusalem*, in «5th INTBAU International Annual Event» a cura di G. Amoruso, *Putting Tradition into Practice: Heritage, Place and Design*, Springer, pp. 551-559.

Petersen A. 2001, *A Gazetteer of Buildings in Muslim Palestine*, Part 1, Oxford University Press, Oxford.

Phillip T. 2001, *Acre: Rise and Fall of a Palestinian City, 1730-1831*, Columbia University Press, New York.

Pringle D. 2009, *Churches of the Crusader Kingdom of Jerusalem*, Vol. 4, Cities of Acre and Tyre with Addenda and Corrigenda to Volumes 1-3, A Corpus: I-III, Cambridge University Press, Cambridge.

Radiojewski B. 2010, *Historical Documentation of the Water Cisterns under the Jazzar Pasha Mosque in Acre*, International Conservation Center, Acre.

Rubin M. 1974, *The walls of Acre: intergroup relations and urban development in Israel*, Holt, Rinehart and Winston, New York.

Rustum A. 1926, *Notes on Akka and its defences under Ibrahim Pasha: prepared for the Archaeological Congress of Syria and Palestine*, University of Michigan.

Schur N. 1990, *A History of Acre*, Dvir Publishing House, Tel Aviv.

Sharon M. 1997, *Corpus Inscriptorum Arabicarum Palaestinae*, Vol. 1, Brill, Netherlands.

Talbot M. 2014, *The Lights of Ahmad, The Al-Anwar Mosque of Acre*.

<http://www.stambouline.com/search?q=Ahmad> (08/17)

La chiesa di Santa Maria di Campogrosso ad Altavilla Milicia (Palermo), i ruderi di un monumento normanno tra abbandono, restauri e studi archeologici

Zaira Barone

Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Palermo

pagina a fronte

Fig. 18
Altavilla Milicia (Palermo), chiesa di Santa Maria di Campogrosso, particolare della tessitura muraria del prospetto interno, muratura sud (foto dell'autore, 2015)

Abstract

The church of Santa Maria di Campogrosso, abandoned for some time, is now in ruins. However, this church represents an important historical and architectural witness of the *county period* in Sicily.

In addition, the story of this monument is linked to a very important episode, the Norman conquest of Sicily with the emergence of the so-called “Arab-Norman” architecture.

The essay describes the history of the church between abandonment, restoration and archaeological studies up to the present.

Premessa

I ruderi di quella che doveva essere l'imponente complesso architettonico di Santa Maria di Campogrosso sono ben visibili a tutti coloro che, allontanandosi dalla città di Palermo e percorrendo l'autostrada che porta verso la parte orientale dell'isola, li vedono spiccare sulla collina che s'impone guardando la costa tra Palermo e Termini Imerese.

La fabbrica è legata, come altre più note chiese, alla conquista normanna: “Il conte Ruggero, impadronitosi di questo luogo dopo la vittoria contro i saraceni, prima della conquista di Palermo innalzò con pietre squadrate questo convento consacrato a san Michele ed assegnò il feudo limitrofo ai monaci, come risulta dal suo privilegio originale” (T. Fazello, 1560, p. 272).

Tuttavia, mentre molte chiese normanne furono restaurate e valorizzate tra Otto e il Novecento (F. Tomaselli, 1994), la nostra chiesa, da secoli allo stato di rudere, fu marginalmente restaurata e solo più tardi considerata nel quadro dei monumenti storicamente legati ai Normanni.

L'importanza storica ed architettonica di questo monumento sta anche nell'essere, oggi, “una rara testimonianza di notevole interesse” (M. Guiotto, p.273) dell'architettura del periodo della contea in Sicilia¹. Uno studio storico approfondito garantirebbe la possibilità di districare i dubbi sulle trasformazioni che dal 1284, anno in cui i beni del cenobio vengono incamerati dalla Chiesa di Palermo, hanno modificato le caratteristiche della

¹ Mario Guiotto nel suo saggio, *La Chiesa di S. Michele in territorio di Altavilla Milicia*, elaborato in occasione del VII congresso nazionale di Storia dell'Architettura che si tiene a Palermo nel 1950, scrive che “la chiesa fu uno dei primi edifici sacri costruiti poco dopo la conquista dell'Isola”.



Fig. 1
Altavilla Milicia
(Palermo), chiesa
di Santa Maria
di Campogrosso,
prospetto nord-ovest
(foto dell'autore, 2015)

chiesa disorientandone la certezza d'attribuzione a chiesa basiliana (E. Oliva, p.35)².

In Sicilia gli esempi di insediamento basiliano contano solo alcuni esempi superstiti, e sono concentrati principalmente nella parte orientale dell'isola, con caratteristiche tecnico costruttive ben distinguibili dalle più note chiese normanne della Sicilia occidentale³. (Fig. 1)

La storia del monumento

In un territorio prevalentemente incolto e disabitato dall'età romana, non lontano da Palermo, durante la dominazione araba erano stati popolati alcuni casali con l'avvio di attività agricole. Qui, sui resti di un casale arabo detto *Ayliel* (dall'arabo *Ayn*, "la fonte"), nei primi anni del IX secolo fu edificata la chiesa di Santa Maria di Campogrosso o di San Michele ed annessa ad un monastero dell'ordine di San Basilio (R. Pirri, 1644). Ruggero II riconobbe al priore basiliano Michele il pieno controllo sull'amministrazione economica e sul diritto penale ordinario, non solo a carico dei monaci e dei servi del cenobio, ma anche sulla popolazione del casale, fu concessa anche la costruzione di una struttura con attività produttiva agricola detta *grancia* e il diritto di praticare nella zona il pascolo e la raccolta della legna. Seppur ad oggi non vi siano tracce visibili superstiti, esso non poteva essere molto distante dalla chiesa e doveva comprendere fabbricati con stalle, magazzini e alloggi, forse anche una cappella.

Abusivismo, mancanza di fondi stanziati per la ricerca e abbandono del monumento e del suo paesaggio non hanno ancora consentito una campagna di scavi completa, che possa dare un giusto apporto di dati non solo rispetto alla fabbrica della chiesa ma anche rispetto a quello che potrebbe ancora esserci dell'intero complesso monastico e del suo intorno.

² Il contenuto del documento del 1284 è citato da Pirri (1644) e la versione completa anche da Mongitore (1734).

³ È noto che molte terre coltivabili e zone edificabili, furono assegnate dal 1101, dalla Regina Adelaide, reggente per il conte Ruggero, futuro re di Sicilia, all'ordine dei Basiliani. Tuttavia, per la Sicilia occidentale, il tema dell'insediamento basiliano attente di essere approfondito.





Fig. 2
Altavilla Milicia
(Palermo), ponte
saraceno costruito per
guardare il fiume san
Michele e da sempre
collegato alla chiesa
di Santa Maria di
Campogrosso

Con l'arrivo dei Normanni il territorio di San Michele assunse un ruolo di grande importanza dal punto di vista religioso, economico e politico, grazie anche alla presenza della comunità basiliana intorno agli anni settanta del Mille. Il sistema urbano di questo territorio viene costellato da importanti presenze, oltre al complesso architettonico di Santa Maria di Campogrosso è interessante rilevare il ponte ad unico arco a sesto acuto in muratura di epoca normanna (denominato "ponte saraceno"), sul torrente Canamasca, che era utile ad agevolare gli scambi dei monaci e degli abitanti di *Ayltel* con Palermo. Si tratta di un ponte verosimilmente coevo alla chiesa Santa Maria di Campogrosso ed oggi più che mai risulta essere una delle poche tracce monumentali di particolare pregio architettonico che continuano a resistere nonostante il totale abbandono e il pessimo stato di conservazione (Fig. 2).

Cessata la presenza dei monaci basiliani a Campogrosso⁴, intorno al 1284, i beni del cenobio vengono acquisiti dalla chiesa di Palermo e nel Quattrocento San Michele diviene un feudo isolato e poco abitato, si avvia, piuttosto, lo sviluppo più consistente del confinante feudo della *Milicha*. È così che ha inizio la progressiva trasformazione e l'abbandono, ma riusciamo ancora ad avere qualche testimonianza nel Cinquecento della consistenza materiale del complesso architettonico: "Segue poi la vasta e bellissima

⁴Dalla seconda metà del secolo XIII, con la scomparsa degli svevi e la venuta di Carlo d'Angiò, incominciò il declino dei monasteri basiliani in Sicilia, "a causa del rarfarsi dell'elemento greco sia in conseguenza della disastrosa guerra tra Angioini e Aragonesi che portò ad una manomissione dei beni monastici ed alla quasi totale scomparsa del rito greco" (Penco, 1995, p. 212).

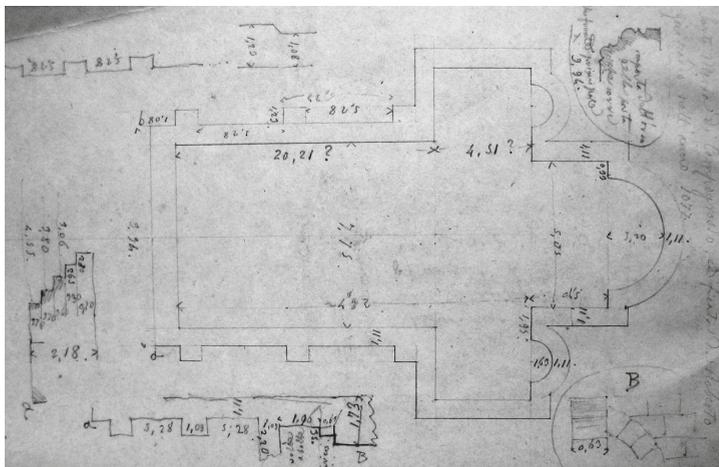
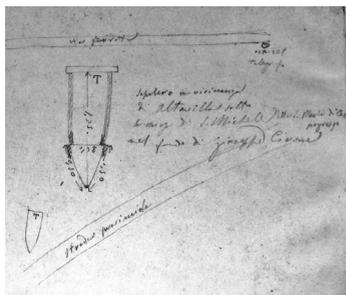
Fig. 3
 Rilievo dei resti di un sepolcro ritrovato in prossimità della chiesa di Santa Maria di Campogrosso, rilievo eseguito nel 1895 nel corso dei lavori di restauro dall'Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti della Sicilia

Fig. 4
 Chiesa Santa Maria di Campogrosso, rilievo eseguito nel 1895 nel corso dei lavori di restauro dall'Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti della Sicilia

Fig. 5
 Altavilla Milicia (Palermo), chiesa di Santa Maria di Campogrosso, particolare delle poche tracce di intonaco interno superstiti sulle murature dell'abside principale, con tracce di coloritura superficiale (foto dell'autore, 2015)

pagina a fronte

Fig. 6
 Altavilla Milicia (Palermo), chiesa Santa Maria di Campogrosso, pianta dello stato di fatto quota +10,00 mt con segnati i marchi dei lapidi identificati durante il rilievo. Disegno tratto da: *Progetto di restauro e fruizione dei ruderi della chiesa Santa Maria di Campogrosso di Altavilla Milicia (Palermo)*, tesi di laurea specialistica di Priscilla Misia, relatore Prof. Rosario Scaduto, correlatore Arch. Zaira Barone, 2016

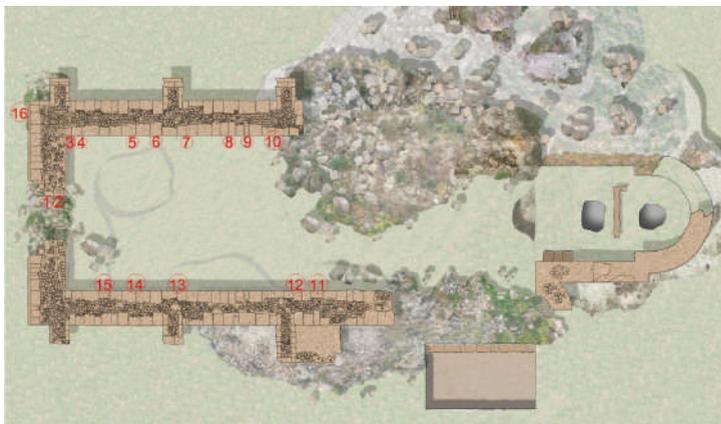


chiesa di San Michele di Campo Grosso, costruita su una roccia sorgente sul mare, con pietre squadrate, architettura elegante e tetto a volta, dai sovrani normanni, come indica lo stile. Le sono annessi alcuni magazzini ed una cisterna, che dimostrano che era unita ad essa, una volta, un convento di sacerdoti” (T. Fazello, 1560, p. 272).

In una delle “Sacre Regie Visitazioni”, ispezioni a cui i re spagnoli di Sicilia, tramite i viceré, potevano sottoporre le chiese, nel 1542 il canonico Francesco Vento, per conto del viceré Ferrante Gonzaga, visita “l’abbazia di sancti Michaelis”, di cui sono ancora ben riconoscibili “la pianta di antichissimo monastero, e comprendeva una chiesa recintata di una certa grandezza e di costruzione sontuosa e anche resti delle dimore dei monaci, ed una cisterna”⁵. Il canonico quantifica le spese per la “riedificazione” e, in alternativa, ne prospetta la profanazione e distruzione.

Alla fine del Cinquecento la chiesa già in abbandono, appariva ancora un edificio “ingens et pulcherrimum” (T. Fazello, 1560, p. 272), e le stanze del cenobio ancora in buone condizioni, “servono ai viandanti per albergarvi” (A. Filoteo degli Amodei, 1556), a dimostrazione di quanto fosse ancora grande e possente la struttura dell’intero complesso architettonico e di quanto ad oggi se ne siano perse definitivamente le tracce più importanti.

A decretarne definitivamente il destino di abbandono e distruzione fu la “regia visitazione” effettuata nel 1583 da Monsignor Francesco Del Pozzo, che confermando il pessimo stato della chiesa che chiama *abbazia di San Michele della Gulfa di Solanto*, priva di culto e di officianti e da lungo tempo deserta a causa delle incursioni piratesche⁶, ne disponeva la sconsacrazione, a cui seguì l’abbattimento del tetto. Di fatto, “anche se fosse riedificata e ripopolata tutte le cose sarebbero in pericolo e ritornerebbe la medesima minaccia, affinché sia scongiurata l’occasione di tanto pericolo, piuttosto sia sconsacrata e ciò che rimane dell’edificio fino in fondo sia abbandonato e nella chiesa palermitana della cattedrale sia posto un altare sotto il medesimo titolo di san Michele, nel quale sia posta la statua di lui e di quello” (F. Del Pozzo, 1583).



Fu così che la possente struttura della chiesa divenne rudere, descritta da allora in poi come un'antica chiesa diruta con alcuni muri svettanti, tanto che Vito Amico a metà Settecento descrive il casale di *Ayliel*: "Antico frantumato casale [...] dove la chiesa di S.Michele o di S.Maria di Campogrosso coll'annesso convento dell'ordine di S. Basilio [...] ammirasene oggi le quasi intere pareti, e ad Ovest la porta colle absidi, nel colle che poggia sul lido, e mostrano ancora un resto di antica magnificenza. Ricorda il Pirri esserne state trasferite nella Cattedrale di Palermo le statue di S. Michele, S. Basilio, e S. Lorenzo" (V. Amico, 1757, p.87).

La riscoperta e il restauro dei ruderi

Come d'altronde avveniva anche per più noti monumenti di epoca normanna in Sicilia, è nell'Ottocento che, col la rinascita in Sicilia del culto dell'architettura cosiddetta "arabo-normanna"⁷, anche la chiesa di Campogrosso riscuote, nonostante l'avanzato stato di rudere, l'interesse di alcuni studiosi, tanto da essere annoverata tra le chiese normanne in uno dei più noti studi del tempo: "la diruta chiesa di San Michele sulla strada da Palermo a Termini si compone di due piani distinti: l'uno sommerso, ne forma la nave somiglievole a una intera basilica occidentale; ed a questo più elevato di due gradini, l'altro si congiunge in forma orientale, con avere in centro la cupola poggiante su quattro pilastri e le tre absidi in fondo" (D. Lo Faso Pietrasanta, 1838). La solida struttura muraria che ancora resisteva alla fine dell'Ottocento era costituita dai resti della chiesa e del monastero, nonostante l'uso agricolo del terreno che li conteneva e il totale disinteresse delle Istituzioni⁸.

Nel 1895 per iniziativa e ad opera dell'Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti della Sicilia si rilevano e si consolidano i ruderi della chiesa, con il concorso economico del Comune di Altavilla⁹. A conferma, in quegli anni, del difficoltoso riconoscimento del valore monumentale di quei ruderi, è significativo leggere la delibera comunale del 25 novembre 1895 finalizzata all'approvazione dello stanziamento di Lire 100 per i lavo-

⁵ "Abbazia di San Michele annessa all'arcivescovado palermitano [...] attualmente patisce una grande rovina fino al punto da essere deserta e senza servizio del culto divino [...]. Attorno ai luoghi vicini detta chiesa, si compiono piuttosto atti criminali che spogliano i viandanti che passano in detta via pubblica. Per la quale chiesa o monastero vi sarebbe la necessità o di una totale profanazione e distruzione fino alle fondamenta, affinché non vi sia più oltre covò di grassatori e banditi, o una completa riparazione e riedificazione per la quale sarebbe necessaria una spesa di duecento onze" (Vento, 1542). Anche alla luce di questa indicazione, Oliva (2008) suppone un successivo rimaneggiamento della chiesa, che spiegherebbe alcune anomalie riscontrate da studiosi come Guiotto, Bellafiore e Di Stefano. Tuttavia non si ha notizia di eventuali interventi e, come si vedrà, le successive testimonianze continueranno a descrivere il monumento allo stato di rudere.

⁶ "Esso fu poi aggregato alla sede arcivescovile di Palermo, ed è oggi per la maggior parte in rovina, ricettacolo di predoni di fiere" (Fazello, 1560, p. 273).

⁷ Sul culto della cosiddetta architettura "arabo-normanna" si veda, tra gli altri, F. Tomaselli, *Il ritorno dei Normanni. Protagonisti ed interpreti del restauro dei monumenti a Palermo nella seconda metà dell'Ottocento*, Palermo 1994.

⁸ "l'esistenza di esso casale, che dal cennato tempietto (Santa Maria di Campogrosso) estendeasi allora sino alla contrada denominata portella dei Daini, oltre che dalla storia, viene materialmente confermata sino a noi con rettangolare configurazione e limitato sviluppo longitudinale anco da non pochi avanzi di loculi e di fondamenta di fabbricati d'abitazione e di muraglioni, detti bastioni che si sono andati rintracciando consecutivamente sino al precedente secolo e distrutti in seguito a vari lavori agricoli eseguiti" (Santangelo F., 1908, p. 16).

⁹ La corrispondenza tra l'Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti della Sicilia ed il Comune di Altavilla è conservata presso l'Archivio della Soprintendenza BB.CC.AA. di Palermo. Le citazioni che seguono sono tratte da tale documentazione.

Fig. 7
 Altavilla Milicia (Palermo),
 chiesa Santa Maria di
 Campogrosso, segni dei
 lapicidi rintracciati durante
 il rilievo sul campo. Disegno
 tratto da: Progetto di
 restauro e fruizione dei
 ruderi della chiesa Santa
 Maria di Campogrosso di
 Altavilla Milicia (Palermo),
 tesi di laurea specialistica di
 Priscilla Misia, relatore Prof.
 Rosario Scaduto, correlatore
 Arch. Zaira Barone, 2016



Altavilla Milicia (Palermo), Santa Maria di Campogrosso, particolare 6, marchio n.71



Altavilla Milicia (Palermo), Santa Maria di Campogrosso, particolare 7



Altavilla Milicia (Palermo), Santa Maria di Campogrosso, particolare 13, marchio n.71



Altavilla Milicia (Palermo), Santa Maria di Campogrosso, particolare 14

ri proposti dall'Ufficio Regionale: "non si sta a rilevare l'importanza storica ed artistica che possa avere il monumento predetto, perché tale pronunciato spetta agli intendenti in materia [...] certamente la Direzione preposta non avrebbe preso l'iniziativa di ciò fare".

Gli interventi sono diretti da Achille Patricolo¹⁰, figlio del Direttore Giuseppe Patricolo¹¹, e dal suo assistente Alessandro Tommasini. I rilievi eseguiti in tale occasione (Figg. 3-4), in particolare lo schizzo a matita del rilievo planimetrico della chiesa ad unica navata con croce latina triabsidata ed alcuni dettagli architettonici, ci restituiscono particolari oggi scomparsi o divenuti illeggibili, come il profilo delle modanature del portale d'ingresso, fortemente strombato, una cornice decorativa, alcune volte a botte laterali e sei contrafforti lungo le mura esterne della navata. Nella relazione sui lavori però non vi sono cenni ai ruderi del cenobio basiliano che affiancava l'edificio della chiesa, di cui oggi restano alcuni piccoli resti e che, alla data in cui interviene Patricolo, verosimilmente dovevano essere visibili.

L'intervento di Patricolo e Tommasini consiste nello "sgombrò di sterro e puntellatura con muri a secco nella Chiesa diruta monumentale di S. Michele in Altavilla", quindi non un vero e proprio scavo archeologico, ma più la volontà di liberare dalle macerie la struttura della chiesa per potere scoprire il piano di calpestio, capirne le quote ed eventuali scale, e dunque effettuare il rilievo.

Dalle relazioni che Tommasini invia all'allora Direttore Giuseppe Patricolo, si evincono interessanti informazioni su ciò che fu rinvenuto e sulle opere eseguite e, nel Novembre 1895, Tommasini descrive chiaramente la quota del pavimento della navata della chiesa e la presenza dei gradini che portavano alle quote dei vari livelli: dalla navata principale alla quota del livello dell'altare e dalla navata centrale alla quota del livello della cripta

¹⁰ Nato a Palermo (1867-1941), figlio dell'architetto Giuseppe Patricolo, rappresentò la quarta generazione di architetti all'interno della famiglia. In continuità con la tradizione dei Patricolo, i suoi interessi vanno dalla progettazione al restauro, ad un'intensa attività culturale. Fu allievo a Milano di Luca Beltrami e collaboratore di Gaetano Moretti. Fu uno studioso e saggista e lavorò in Italia e in Egitto occupandosi di restauro di monumenti e dell'allestimento del Museo Archeologico del Cairo.

¹¹ Giuseppe Patricolo (Palermo, 1834 - 1905), grande iniziatore della stagione di restauri delle architetture normanne, dal 1891 Direttore dell'Ufficio regionale per la conservazione dei Monumenti. Un quadro completo della figura di Giuseppe Patricolo si confronti il testo di F. Tomaselli, Palermo 1994.



Altavilla Milicia (Palermo), Santa Maria di Campogrosso, particolare 8



Altavilla Milicia (Palermo), Santa Maria di Campogrosso, particolare 9, marchio n.70



Altavilla Milicia (Palermo), Santa Maria di Campogrosso, particolare 15, marchio n.71



Altavilla Milicia (Palermo), Santa Maria di Campogrosso, particolare 16, marchio n.70

ta sottostante. Inoltre si fa cenno dei resti architettonici che oggi sembrano scomparsi o forse, in parte, essere ancora nascosti nella cripta: “gli avanzi dell’altare in muratura, stucchi dipinti alle pareti, cinque pezzi di cornici e del pavimento, piccoli frammenti di mattoni e ghiaia colorata, della quale la maggior parte nera [...]”. Fra i pezzi architettonici si è rinvenuto un concio ritagliato, appartenente forse alla chiave della volta a crociera per la sua forma a cuneo [...] nel cui centro vi sta un rosone rilevato”¹² (Fig. 5).

In quella occasione vengono rilevati anche alcuni segni di lapicidi: “Sono poi meritevoli [...] qualche lettera o segno di riconoscimento che si raffigurano in non pochi conci intagliati sia dal lato interno che esterno della chiesa, messi forse dall’artefice intagliatore onde distinguere il proprio lavoro” (Figg. 6-7).

Furono eseguiti alcuni risarcimenti murari, in particolare nella muratura a nord, in corrispondenza di una porta tompagnata con la circostante muratura a rischio di crollo. I ruderi furono infine consegnati al Comune che, in seguito per negligenza, non intervenne più nel sito.

Nel primo Novecento la chiesa continua ad avere una certa notorietà, infatti compare in alcuni studi tra i monumenti rappresentativi della cosiddetta architettura “arabo-normanna”, come quelli di Giulio Ulisse Arata (1914), che ne riporta una pianta poi contestata da Mario Guiotto (1956), e di Stefano Bottari (1948).

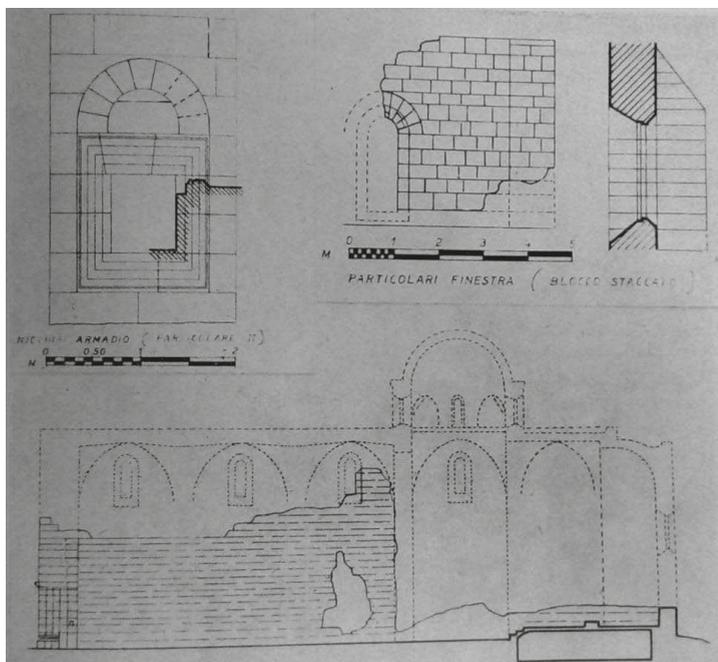
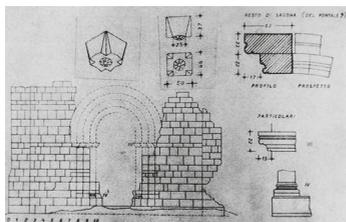
È del 1956 un altro significativo contributo allo studio dei ruderi ad opera dell’architetto Mario Guiotto¹³, Soprintendente di Palermo, che alla luce dei suoi studi ipotizzò anche una ricostruzione grafica della chiesa, rappresentando anche i profili di una modanatura del cornicione e della strombatura a colonne del portale e i resti dell’altare maggiore. Alcune delle informazioni da lui rinvenute non sono più rintracciabili a causa del pro-

¹²Dalla documentazione di archivio si evince che fu proposto di spostare i conci intagliati di maggior pregio, rinvenuti tra i materiali di crollo, all’interno della cripta che già in gran parte si descrive interrata.

¹³Mario Guiotto (1903 – 1999) Soprintendente a Palermo dal dicembre del 1942 al 1949 (gli subentreranno Armando Dillon e successivamente Giuseppe Giaccone) e testimone, durante il secondo conflitto mondiale, in prima linea per la salvaguardia dei monumenti sotto i colpi delle bombe che colpiscono Palermo. Guiotto rimase a Palermo anche dopo la guerra e proseguì la sua esperienza di architetto restauratore fino al 1949.

Fig. 8
Altavilla Milicia (Palermo),
chiesa Santa Maria di
Campogrosso, spalla di
una delle finestre e sezione
longitudinale a cura di
M. Guiotto (in Atti del VII
congresso nazionale di storia
dell'architettura, 1956)

Fig. 9
Altavilla Milicia (Palermo),
chiesa Santa Maria di
Campogrosso, ricostruzione
del portale a cura di M.
Guiotto (in Atti del VII
congresso nazionale di storia
dell'architettura, 1956)

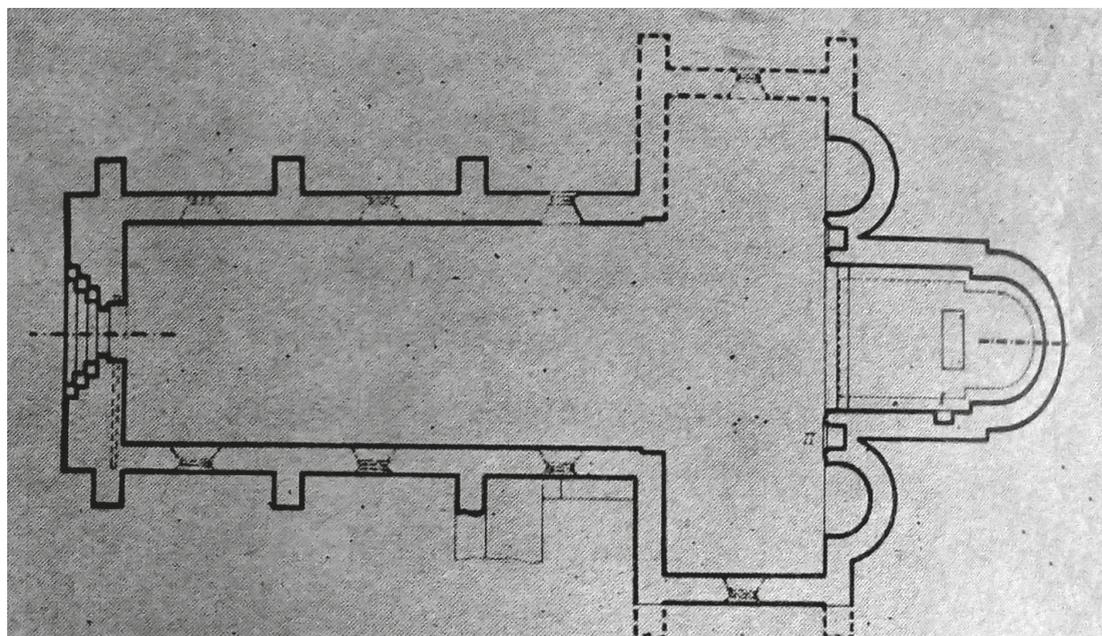


gressivo deterioramento della pietra e dei crolli, dunque il suo contributo resta oggi molto importante. Lungo i muri perimetrali rileva, tra un contrafforte e l'altro, le tracce di finestre acute a doppio strombo, ed in particolare, nel muro a nord, un tratto di davanzale e di spalla di una delle finestre (Figg. 8-9-10).

Nel 1979 Vladimir Zoric, avendo studiato e catalogato vari marchi dei lapicidi trovati nella cattedrale di Cefalù, li comparò con altri segni analoghi presenti in altre strutture del periodo normanno come il castello di Mareolce e la stessa chiesa santa Maria di Campogrosso (V. Zoric, 1989). Lo studioso evidenzia la presenza di almeno venti marchi dei lapicidi, consentendo dunque, per accostamenti e analogie temporali, di datare la chiesa e di accostarne il cantiere ad altri coevi¹⁴. Anche egli rileva alcune particolarità costruttive nel monumento - il transetto molto sporgente rispetto alla navata, le absidi laterali che si affiancano al profondo bema, il portale e le finestre strombate, la presenza di contrafforti a gradini, le volte costolonate - che la distinguerebbero da altri monumenti del periodo della Contea che sembrerebbero successive, accerta pure a Campogrosso alcuni segni che rinviano a maestranze operanti nella Cattedrale di Cefalù, tra il 1100 e il 1146 circa, avvalorando la tesi che la chiesa sarebbe stata riedificata in questi anni.

Dopo i rilievi di Guiotto la chiesa rimane in totale stato d'abbandono e, nel quadro del progressivo degrado, nel 1989 Zoric registra un consistente crollo del muro nord, avvenuto nel 1987, in corrispondenza dell'innesto col transetto. Ma per un intervento, se non di conservazione, almeno di ricerca sul campo, bisogna attendere fino a tempi recentissimi quando, dalla fine

¹⁴ È noto che la società siciliana, a partire dalla conquista dell'isola da parte dei normanni e durante il regno di Ruggero II, fosse caratterizzata dalla coesistenza di tre etnie principali rappresentate dalle popolazioni islamiche, bizantine e normanne, con tre lingue usate correntemente. Anche i cantieri del tempo dovevano essere influenzati in vario modo dalla cultura architettonica e costruttiva del *caput magister* e dei lapicidi che potevano essere diverse.



del 2015 al 2016, i resti sono indagati da un gruppo di archeologi polacchi dell'*Institute of Archeology and Ethnology of the Polish Academy of Science*, guidati dal professore S. Możdżoch. La ricerca, condotta in convenzione con la Soprintendenza dei Beni Culturali ed Ambientali di Palermo e con il Comune di Altavilla Milicia, per mezzo di piccoli saggi stratigrafici esterni alla chiesa, ha consentito di acquisire alcuni dati sulla periodizzazione della costruzione, mettendo in luce anche alcune sepolture (Figg. 11-12).

Le indagini geofisiche (georadar e resistività elettrica) effettuate nel sottosuolo circostante hanno evidenziato la presenza di strutture pertinenti al complesso monastico annesso alla chiesa. Inoltre sono stati rilevati altri marchi incisi dai lapicidi, rispetto a quelli già studiati, che classificati secondo la loro forma, costituiscono più di dieci gruppi diversi. L'analisi di tali simboli, in particolare quelli presenti nella parete meridionale, sembra confermare un'unica fase costruttiva (S. Możdżoch, 2017).

Future indagini e scavi mirati potrebbero garantire, una maggiore conoscenza, un recupero e l'inserimento in un percorso culturale, per avviare un processo graduale che miri al restauro e alla piena valorizzazione e fruizione del sito.

Riferimenti stilistici, descrizione dello stato di fatto e delle tecniche costruttive

Le caratteristiche architettoniche della chiesa Santa Maria di Campogrosso, possono essere paragonate a quelle di altre chiese del periodo della contea. Per quanto riguarda l'impianto a croce latina, ricorda da vicino quello dell'impianto del monastero di San Filippo di Fragalà e le strette finestre ipotizzate presenti, a doppio strombo, con arco acuto, si trovano solo in



Fig. 10
Altavilla Milicia (Palermo), chiesa Santa Maria di Campogrosso, ricostruzione della pianta a cura di M. Guiotto (in *Atti del VII Congresso Nazionale di Storia dell'Architettura*, 1956)

Fig. 11
Altavilla Milicia (Palermo), chiesa di Santa Maria di Campogrosso, vista aerea dello scavo da Sud-Est (foto di P. Wroniecki). (In S. Możdżoch, T. Baranowski, B. Stanisławski, *Rapporto preliminare della campagna di scavi archeologici condotti nel sito della chiesa di Santa Maria di Campogrosso – Altavilla Milicia-Pa*, *Notiziario Archeologico della Soprintendenza di Palermo* a cura della Sezione Archeologica della Soprintendenza per i Beni Culturali e Ambientali di Palermo, 19/2017)

Fig. 12
Altavilla Milicia (Palermo), chiesa di Santa Maria di Campogrosso, saggio 1, sezione est (foto di foto di A. Kubicka). La sezione stratigrafica mostra lo stato rinvenuto di un tratto di muro (G) che potrebbe essere interpretato come contrafforte del transetto. Gli strati, 3b e 3c, potrebbero essersi formati in seguito alla distruzione del muro. (In S. Moździoch, T. Baranowski, B. Stanisławski, Rapporto preliminare della campagna di scavi archeologici condotti nel sito della chiesa di Santa Maria di Campogrosso – Altavilla Milicia-Pa, Notiziario Archeologico della Soprintendenza di Palermo a cura della Sezione Archeologica della Soprintendenza per i Beni Culturali e Ambientali di Palermo, 19/2017)

Fig. 13
Altavilla Milicia (Palermo), Santa Maria di Campogrosso, cripta sotterranea. La cripta con volta a botte si trova sotto l'abside maggiore e oggi è per buona parte interrata a causa del cumulo di elementi architettonici crollati, detriti e terra vegetale (foto di Misia Priscilla, 2016)



qualche edificio nella Sicilia orientale come nella chiesa di sant'Andrea in piazza Armerina. Caratteristiche non visibili negli edifici dello stesso periodo nella Sicilia occidentale, sono le piccole nicchie come quella situata nel muro laterale del bema e i contrafforti esterni. Da quanto emerge dalla lettura della pianta, sembrerebbe che la chiesa Santa Maria di Campogrosso presenti caratteristiche più vicine alle costruzioni sorte nel continente e nella Sicilia orientale. Per spiegare la contraddizione tra le caratteristiche della chiesa estranee all'epoca normanna e talune caratteristiche architettoniche proprie del tempo, bisogna considerare l'ipotesi di uno o più rimaneggiamenti delle sue forme originarie. Occorre cioè tenere conto delle ipotesi sostenute da Camillo Filangeri, secondo cui, in periodi successivi al loro decadimento, alcuni cenobi di san Basilio siano stati "oggetto di trasformazione ed adeguamenti, ove non di ristrutturazioni, tali da renderli quasi irriconoscibili [...] ciò disorienta ancor più chi volesse approfondire il significato architettonico di quegli insiemi", con la conseguenza che, "i parametri architettonici sono ambigualmente confrontabili con le fonti storiche e l'impiego per chi ricerca diviene carico d'incertezze" (C. Filangeri 1979, p. 5).

Oggi dell'edificio a croce latina ad un'unica navata rimane solo parte dei muri perimetrali, in totale stato di degrado. Del cenobio basiliano in elevato non rimane nulla, se non le poche tracce di una scala, è verosimile ipotizzare che se ne potrebbero rinvenire alcune parti tramite uno specifico scavo archeologico.

A partire dall'analisi dello stato attuale è difficile determinare l'assetto della copertura, ma alcune informazioni si potrebbero apprendere anche dai diversi resti architettonici che si trovano nell'area intorno e anche nella cripta sottostante l'abside maggiore (Fig. 13). D'altro canto la chiave di volta rinvenuta durante i lavori della fine dell'Ottocento e poi rilevata da Guiotto, non lascia alcun dubbio sulla presenza di una volta a crociera e, d'altronde, anche i riferimenti stilistici con chiese dello stesso periodo non possono che fare ipotizzare una copertura a volte a crociera.

L'impianto a croce latina, ad una sola navata, ha un transetto sporgente e l'abside centrale è preceduto dal bema ed absidi minori, corrispondenti alla protesi e al diaconico, aperte sui rispettivi bracci del transetto. Delle tre absidi, due sono ancora visibili ma non lo è più la terza. Nella zona di muro tra l'abside centrale e quella laterale, altezza dell'imbocco del bema, è ricavata una nicchia retta ad armadio, incorniciata da una sagoma sporgente e probabilmente, in modo simmetrico, nell'altra abside doveva essere presente un'altra nicchia (Fig. 14).

La solea del presbiterio, su cui rimane ancora la traccia dell'altare maggiore, è sollevata da tre gradini rispetto al livello della navata della chiesa. Dentro la cripta si trovano depositati un cumulo di pietre e rifiuti che non consentono di rintracciare il piano di calpestio. Attualmente la cripta è visibile attraverso due fori causati dal dissesto della sua volta, costruita a botte in blocchi calcarei e all'intradosso rivestita con un sottile strato di malta di calce.

I muri portanti della chiesa, hanno un'altezza variabile fra i mt 7,00 e gli mt 8,00, e uno spessore in sezione muraria di circa mt 2,00. La muratura è costituita da filari orizzontali di blocchi di pietra calcarea perfettamente intagliati in tutte le facce e la tecnica dell'apparecchio murario è "a sacco". Sono filari che hanno un'altezza di dimensione media di cm 45,00 nella parte del basamento, mentre i blocchi diminuiscono la loro altezza nella parte superiore arrivando a un valore medio di cm 35,00. La struttura muraria non avendo copertura, a causa della sua distruzione, è stata nel corso dei secoli fortemente esposta agli agenti atmosferici nelle creste murarie e costretta, di conseguenza, a perdere parti della sua estensione in altezza. I muri perimetrali, inoltre, sono sostenuti da contrafforti degradanti a gradini verso l'alto, probabilmente ubicati in corrispondenza dei giunti di scarico delle crociere della navata, ma anche i contrafforti hanno subito l'azione del tempo e sono visibilmente degradati. Nonostante tutto si tratta di una struttura ancora solida strutturalmente nelle parti superstiti, che con un buon consolidamento e un'adeguata protezione potrebbe garantirsi per altro lungo tempo (Fig. 15).

In questi muri dovevano aprirsi delle finestre acute a doppio strombo rilevati da Guiotto, di cui si è detto e di cui oggi non resta traccia. Almeno sedici dei marchi dei lapicidi catalogati da Zoric si trovano oggi in ottimo stato di conservazione e sarebbe fondamentale un intervento delle superfici anche per preservarne l'importante dato storico e materiale¹⁵. Sarebbe opportuno anche eseguire dei calchi di questi conci, che potrebbero essere utili per garantire un documento di studio nel tempo e con l'occasione, potrebbero essere esposte delle copie al pubblico.

Nelle testate del transetto dovevano essere presenti anche i contrafforti, così come ipotizzati dal Guiotto e invece non disegnati da Patricolo e Tomasini e questo ci viene suggerito dal fatto che nel blocco di muratura crollato che ospita la finestra, vi si trovava la parte superiore, terminante a scivolo, di un contrafforte.

Nei muri laterali della navata non sono presenti altre porte di accesso, ma nel lato sud nello spazio tra il contrafforte ed il braccio del transetto si nota ancora l'impianto di una scala posta su un arco rampante in pietra, che plausibilmente serviva per comunicare con i locali del primo piano del monastero (Fig. 16).

Il prospetto principale presenta all'altezza di mt 2,60 da terra una cornice decorata con modanatura curvilinea ad andamento orizzontale e sporgente di circa cm 50,00 in modo poco accentuato rispetto alla parete esterna. Sicuramente il rilievo pubblicato da Giotto nel 1956, di cui si è detto, è particolarmente importante perché ci aiuta a ricostruire idealmente il prospetto della chiesa con quattro arcate degradanti e colonne inserite negli angoli rientranti (Figg. 17-18).

All'incrocio della nave col transetto è molto probabile che, così come ipotizzato da Guiotto, in conformità alle consuetudini generali e per meglio provvedere all'illuminazione interna, sulla costruzione si sopraelevasse una cupola o un tiburio.



Fig. 14
Altavilla Milicia (Palermo), chiesa di Santa Maria di Campogrosso, nella zona di muro tra l'abside centrale e quella laterale è ricavata questa nicchia retta ad armadio, incorniciata da una sagoma sporgente e probabilmente simmetrica a quella che doveva trovarsi nell'altra abside (foto dell'autore, 2015)

Fig. 15
Altavilla Milicia (Palermo), chiesa Santa Maria di Campogrosso particolare dei contrafforti (foto dell'autore, 2015)

¹⁵ Il rilievo dello stato di fatto e la schedatura dei marchi dei lapicidi ancora superstiti e il loro stato di conservazione, è stato studiato nella tesi di laurea specialistica di Priscilla Misia, *Progetto di restauro e fruizione dei ruderi della chiesa Santa Maria di Campogrosso di Altavilla Milicia (Palermo)*, relatore Prof. Rosario Scaduto, correlatore Arch. Zaira Barone, Università degli Studi di Palermo, Scuola Politecnica, A.A. 2015/2016.

pagina a fronte

Fig. 16
Altavilla Milicia
(Palermo), chiesa
di Santa Maria
di Campogrosso,
particolare dei resti
della struttura di
una scala su arco
rampante (foto di
Misia Priscilla, 2016)

Per la valorizzazione della chiesa di Santa Maria di Campogrosso

Studiando il Golfo di Termini Imerese abbiamo modo di osservare che i monumenti più interessanti di questo territorio sono immersi e soffocati dall'edilizia contemporanea e, nella maggior parte dei casi, sono abbandonati al degrado. Tanto da rendere a volte complesso accedervi poiché non esistono percorsi progettati e collegamenti viari adeguati.

I monumenti ancora presenti emergono all'interno di un paesaggio ricco di una natura rigogliosa e di numerosi campi ancora coltivati, tra campagna e territorio urbanizzato emergono i resti di: un ponte normanno, alcune tonnare, chiese e i ruderi della stessa chiesa di Santa Maria di Campogrosso che, indubbiamente, costituisce la testimonianza più interessante sia per la storia che rappresenta che per la consistenza materiale, ancora da scavare, che la rende ricchissima di potenzialità che potrebbero attivare un processo di valorizzazione che parte proprio dall'uso culturale-turistico.

Il paesaggio attorno ai ruderi della chiesa, ma in generale il paesaggio che costituisce tutto l'intorno fino all'entroterra, è formato dalle coltivazioni di agrumeti e oliveti sempre verdi, che crescono anche su ripidi terrazzamenti artificiali, costruiti nel corso dei secoli dal faticoso lavoro dell'uomo. Purtroppo si constata che non solo la chiesa di Santa Maria di Campogrosso, ma molte preesistenze storico-architettoniche, sia di proprietà pubblica che privata, versano in un deplorabile stato di abbandono e lo studio risulta spesso complesso a causa della vegetazione. Questa condizione di degrado e di non curanza nasce dalla non conoscenza dei valori culturali che queste architetture invece posseggono, una mancanza di conoscenza che influenza chi abita il territorio e che non riesce ad apprezzarne i profondi significati culturali e le importanti potenziali economico-sociali. Alla mancanza di conoscenza segue quindi una negazione di valore e di conseguenza l'incremento dell'abbandono, trasformazione e deturpamento, fino alla completa distruzione di questo patrimonio.

La collaborazione tra la Soprintendenza e l'Amministrazione comunale che pare stia, lentamente, portando ad alcuni risultati, potrebbe convertire i ruderi dell'ex complesso monumentale in un'importante risorsa culturale ed economica del territorio. Non si tratta di circoscrivere l'intervento al consolidamento delle strutture superstiti, si tratta di attivare un percorso di conoscenza fondamentale, perché mirato all'indagine archeologica di ciò che è ancora presente dell'insediamento normanno e, successivamente, progettare un sistema di relazioni di questo luogo con gli altri monumenti che portano con sé l'identità di un territorio che è stato ampiamente rappresentato da alcune architetture durante il periodo normanno. La costa del Golfo di Termini è il vero anello di congiunzione tra questi monumenti perché, difatti, si tratta della storia di un territorio agricolo che si riversa sul mare ed è fortemente influenzato sia dall'uso costante di tutte le attività agricole che di quelle collegate al mare, come la storica e ancora redditizia pesca e trasformazione del prodotto pescato. Il potenziale, non del tutto compreso, avvio di un turismo culturale che si affianca alla cul-



Fig. 17
Altavilla Milicia
(Palermo), chiesa
di Santa Maria
di Campogrosso,
particolare della
cornice modanata del
prospetto principale,
angolo sud-ovest (foto
dell'autore, 2015)

tura materiale e immateriale che caratterizza questo territorio è probabilmente l'unica possibilità di avvio di un processo di valorizzazione dei monumenti presenti e collegati al complesso di Santa Maria di Campogrosso. D'altronde erano originariamente uniti al complesso monastico le altre architetture monumentali delle torri costiere e delle tonnare che oggi rappresentano un percorso da sperimentare anche dal mare, con imbarcazioni che permetterebbero di conoscere la costa e comprenderne, una volta arrivati a terra, anche il patrimonio culturale monumentale delle architetture monumentali superstiti, prima fra tutte i ruderi del complesso di Santa Maria di Campogrosso.

Il loro restauro, la valorizzazione del paesaggio che li contiene e un loro reciproco collegamento, garantirebbe un percorso culturale-turistico tematico che, per altro, potrebbe ricadere perfettamente all'interno dell'itinerario "Palermo arabo normanna e le cattedrali di Cefalù e Monreale", già recentemente inserito nella lista del patrimonio dell'Umanità dell'Unesco.



Bibliografia

Vento F. (1542), *Regie visite*, ms, Archivio di Stato di Palermo, Conservatoria di registro, in seguito ASP, n.1205, foglio 11.

Filoteo degli Amodei A. (1556), *Descrizione della Sicilia*, in Di Marzo G. (a cura di), «Biblioteca storica e letteraria Sicilia», XXIV, 6, Palermo 1876.

Fazello T. (1560), *De rebus Siculis, decadis secundae*, edizione a cura di V. Amico, Catania, 1749

Del Pozzo F. (1583), *Regie visite*, ms, ASP, n.1326, f. 653.

Pirri R. (1644), *Sicilia Sacra disquisitionibus et notitiis illustrata*, edizione Montigore (1733), Palermo.

Mongitore A. (1734), *Bullae, privilegia et instrumenta panormitanae metropolitanae ecclesiae*, Angeli Felicella, Palermo 1855.

Amico V. (1757), *Lexicon Topographicum Siculum*, Catania 1757, ristampa *Dizionario topografico della Sicilia*, tradotto ed annotato da Gioacchino Di Marzo, tipografia Pietro Morvillo, vol. I, Palermo 1855.

Lo Faso Pietrasanta D. (1838), *Del duomo di Monreale e di altre chiese siculo-normanne*, Tip. Roberti, Palermo.

Soprintendenza dell'Arte medioevale e moderna della Sicilia in Palermo (1895-1896), *Palermo-Altavilla-Chiesa di S. Michele di Campogrosso*, Archivio storico della Soprintendenza di Palermo, b.n. 638.

Santangelo F. (1908), *Altavilla Milicia e il suo santuario della madonna del Loreto*, Stab. Tip. Lao, Palermo.

Arata G.U. (1914), *L'architettura arabo-normanna ed il Rinascimento in Sicilia*, Bestetti e Tumminelli, Milano.

Scaduto M. (1947), *Il monachesimo basiliano nella Sicilia medievale. Rinascita e decadenza*, Edizioni di storia e letteratura, Roma.

Guiotto M. (1956), *La chiesa di S. Michele in territorio di Altavilla Milicia*, in «Atti del VII Congresso Nazionale di Storia dell'Architettura», a cura del Comitato presso la Soprintendenza ai Monumenti, F.lli De Magistris, Palermo.

Bottari S. (1948), *L'architettura della Contea. Studi sulla prima architettura normanna nell'Italia meridionale e in Sicilia*, Muglia, Catania.

Filangeri C. (1979), *Monasteri basiliani di Sicilia*, Assessorato ai beni culturali ed alla Pubblica Istruzione, Regione Sicilia, S.T. Ass., Palermo.

Zoric V. (1989), *Alcuni risultati di una ricerca nella Sicilia Normanna. I marchi dei lapicidi quale mezzo per la datazione dei monumenti e la ricostruzione dei loro cantieri*, in «Actes du VI Colloque International de Recherches Glyptographie de Samoëns, 5 au 10 Juillet 1988», Editions de la Taille d'Aulme, Brainele Château.

Tomaselli F. (1994), *Il ritorno dei Normanni. Protagonisti ed interpreti del restauro dei monumenti a Palermo nella seconda metà dell'Ottocento*, Officina ed., Roma.

Penco G. (1995), *Storia del monachesimo in Italia: dalle origini alla fine del Medioevo*, Jaca Book, Milano.

Oliva E. (2008), *Santa Maria di Campogrosso*, Eugenio Maria Falcone Editore, Bagheria.

Misia P. (a.a.2015/2016), *Progetto di restauro e fruizione dei ruderi della chiesa Santa Maria di Campogrosso di Altavilla Milicia (Palermo)*, relatore Prof. Rosario Scaduto, correlatore Arch. Zaira Barone, Università degli Studi di Palermo, Scuola Politecnica, non pubblicato.

Możdżoch S., Baranowski T., Stanislawski B. (2017), *Rapporto preliminare della I campagna di scavi archeologici condotti nel sito della chiesa di Santa Maria di Campogrosso (San Michele del Golfo) - Altavilla Milicia - PA*, in «Notiziario Archeologico della Soprintendenza di Palermo», n. 19.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE