

RA

restauro archeologico

Conoscenza, conservazione e valorizzazione
del patrimonio architettonico
**Rivista del Dipartimento di Architettura
dell'Università degli Studi di Firenze**

Knowledge, preservation and enhancement
of architectural heritage
**Journal of the Department of Architecture
University of Florence**

1 | 2023

**“Già chiamano
in aiuto la chimica...”
Il restauro da bottega
a laboratorio scientifico e
pratica di cantiere**

special issue

UF
FIRENZE
UNIVERSITY
PRESS

"GIÀ CHIAMANO IN AIUTO LA CHIMICA..."

Il restauro da bottega
a laboratorio scientifico e
pratica di cantiere

Restoration from *bottega*
to scientific laboratory
and site practice

a cura di

Susanna Caccia Gherardini

Emanuela Ferretti

Cecilia Frosinini

Mariacristina Giambruno

Marco Pretelli



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

RA | restauro archeologico

Conoscenza, conservazione e valorizzazione
del patrimonio architettonico
Rivista del Dipartimento di Architettura
dell'Università degli Studi di Firenze

Knowledge, preservation and enhancement
of architectural heritage
Journal of the Department of Architecture
University of Florence

Anno XXXI special issue numero 1/2023
Registrazione Tribunale di Firenze
n. 5313 del 15.12.2003

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

Director

Giuseppe De Luca
Università degli Studi di Firenze

Editors in Chief

Susanna Caccia Gherardini,
Maurizio De Vita
Università degli Studi di Firenze

Guest Editors

Susanna Caccia Gherardini
Università degli Studi di Firenze

Emanuela Ferretti
Università degli Studi di Firenze

Cecilia Frosinini
Opificio delle Pietre Dure

Mariacristina Giambruno
Politecnico di Milano

Marco Pretelli
Alma Mater Studiorum Università di Bologna

INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD

Hélène Dessales, Benjamin Mouton, Carlo Olmo,
Zhang Peng, Andrea Pessina, Guido Vannini

EDITORIAL BOARD

Andrea Arrighetti, Sara Di Resta, Junmei Du,
Annamaria Ducci, Maria Grazia Ercolino, Rita
Fabbri, Gioia Marino, Pietro Matracchi, Emanuele
Morezzi, Federica Ottoni, Andrea Pane, Rosario
Scaduto, Raffaella Simonelli, Andrea Ugolini, Maria
Vitiello

EDITORIAL STAFF

Paola Bordoni, Giorgio Ghelfi, Francesca Giusti,
Pierpaolo Lagani, Francesco Pisani, Adele Rossi

"GIÀ CHIAMANO IN AIUTO LA CHIMICA..."

Il restauro da bottega
a laboratorio scientifico e
pratica di cantiere

Restoration from *bottega*
to scientific laboratory
and site practice

15 - 16.12.2023, FIRENZE

INTERNATIONAL
CONFERENCE

COMITATO SCIENTIFICO INTERNAZIONALE International Scientific Committee

Gianluca Belli
Università degli Studi di Firenze

Debora Berti
Università degli Studi di Firenze

Francesca Bewer
Harvard Art Museums

Marco Biffi
Università degli Studi di Firenze

Susanna Caccia Gherardini
Università degli Studi di Firenze

Emanuela Daffra
Opificio delle Pietre Dure

Emanuela Ferretti
Università degli Studi di Firenze

Cecilia Frosinini
Opificio delle Pietre Dure

Mariacristina Giambruno
Politecnico di Milano

Alessandra Marino
Istituto Centrale per il Restauro

Annunziata Maria Oteri
Politecnico di Milano

Federica Ottoni
Università degli Studi di Parma

Irma Passeri
Yale University Art Gallery

Emanuele Pellegrini
IMT Alti Studi di Lucca

Marco Pretelli
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

Renata Picone
Università degli Studi di Napoli - Federico II

Emanuele Romeo
Politecnico di Torino

Eike Schmidt
Gallerie degli Uffizi

Arianna Spinosa
Parco Archeologico di Pompei

Emanuele Zamperini
Università degli Studi di Firenze

COMITATO ORGANIZZATIVO Organising Committee

Università degli Studi di Firenze

Paola Bordoni

Maddalena Branchi

Giorgio Ghelfi

Francesca Giusti

Pierpaolo Lagani

Francesco Pisani

Adele Rossi

Gli autori sono a disposizione di quanti, non rintracciati, avessero legalmente diritto alla
corresponsione di eventuali diritti di pubblicazione, facendo salvo il carattere unicamente
scientifico di questo studio e la sua destinazione non a fine di lucro.

Copyright: © The Author(s) 2023

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>).

cover design

●●● didacommunicationlab

DIDA Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Firenze
via della Mattonaia, 8
50121 Firenze, Italy

published by

Firenze University Press

Università degli Studi di Firenze
Firenze University Press
Via Cittadella, 7 - 50144 Firenze, Italy
www.fupress.com

Cover photo

Louis Jules Duboscq-Soleil, *Naturalista al lavoro con alambicchi, una candela,
un piccolo scheletro all'interno di una campana di vetro e un teschio* (1854 ca.),
dagherrotipia/fotografia stereoscopica.

© Archivi Alinari, Firenze



Stampato su carta di pura cellulosa Fedrigoni



Indice | Summary

I PRODROMI

PRELUDES

«Une coopération intellectuelle s'impose». The beginnings of scientific methods applied to monument restoration 8
Susanna Caccia Gherardini

Restauro e chimica: un significativo rapporto inter e intradisciplinare nell'evoluzione storica della cultura della conservazione 14
Serena Pesenti

Il ruolo di Piero Sanpaolesi nel processo di rinnovamento della disciplina del restauro durante gli anni Trenta del Novecento 22
Arianna Spinosa

La formazione dei settori di restauro dei Tessili e degli Arazzi presso l'Opificio delle Pietre Dure 30
Marta Cimò, Claudia Cirrincione, Riccardo Gennaioli, Guia Rossignoli, Licia Triolo

Scienza e autarchia nelle prime attività del Regio Istituto Centrale del Restauro (1939-43) 38
Stefania Di Marcello

Ai primordi del restauro scientifico in Germania e in Italia fra la fine del XIX e gli inizi del XX secolo: Alois Hauser, Otto Vermehren e Augusto Vermehren 46
Anna Mieli, Lucia Borghese Bruschi

GABINETTI SCIENTIFICI, GLI STRUMENTI TECNICI E LA DIAGNOSTICA

SCIENTIFIC LABORATORIES, TECHNICAL INSTRUMENTS AND ANALYSES

Il San Giovannino di Úbeda restituito 56
Maria Cristina Improta

Per una scienza della conservazione. L'esperienza di Antonietta Gallone nel panorama scientifico e museale milanese dell'ultimo quarto del XX secolo 64
Serena Benelli

Le sperimentazioni dell'ICR sui prodotti per la conservazione dei materiali lapidei tra gli anni Quaranta e Sessanta del Novecento 72
Giorgio Ghelfi

UNA PROSPETTIVA STORICA: LE REALTÀ REGIONALI E I PROTAGONISTI

FROM THE HISTORICAL PERSPECTIVE: THE REGIONAL LABORATORIES AND THE PROTAGONISTS

Toward the scientific laboratory: Massimiliano Ongaro 82
Marco Pretelli

Umberto Chierici e la Soprintendenza ai Monumenti del Piemonte, 1953-1976. Il contributo alla cultura della tutela e la pratica di cantiere 88
Francesca Lupo, Monica Naretto

"I restauri bisognerebbe farli con un soffio". L'intervento di Pietro Lojaco per la conservazione del pavimento della chiesa di San Filippo Neri a Siracusa 96
Rosario Scaduto

Luigi Angelini e il restauro architettonico nella Bergamo del Novecento 104
Antonella Versaci

La scoperta, i trattamenti protettivi e i restauri del teatro greco di Eraclea Minoa in Sicilia 112
Gaspere Massimo Ventimiglia

Tra scienza, tecnica e storia. Hermes Balducci restauratore 120
Emanuele Zamperini

Piero Sanpaolesi e il laboratorio scientifico di Firenze 128
Francesco Pisani

Cementi nascosti. Pensiero, tecnica e sperimentazione nel cantiere-laboratorio di San Marco a Venezia 136
Giorgio Danesi

Vittorio Granchi (1908-1992) e la nascita del Gabinetto Restauri della Soprintendenza alle Gallerie di Firenze. Dai "restauri di rivelazione" agli interventi ai tempi della guerra 1940-45 e dell'alluvione del 1966 144
Andrea Granchi, Giacomo Granchi

La malta Minéros di Max Krusemark: un unguento amarillo per il restauro dei materiali lapidei nel Secondo Dopoguerra in Spagna <i>Luigi Cappelli</i>	152
Un approccio interdisciplinare ante-litteram: l'Accademia di Francia e Michele Ruggiero nella Pompei dell'Ottocento <i>Ersilia Fiore</i>	160
Per una storia dell'Opificio delle Pietre Dure nel primo cinquantennio del Novecento <i>Maria Vittoria Thau</i>	168
Lo spoglio dell'archivio privato di Ugo Procacci. Il caso della Trinità di Masaccio: vicende storiche e conservative <i>Valentina Monai</i>	176
Assisi 1926. La costruzione dello "stile" francescano <i>Antonio Festa</i>	182
LA NASCITA DELLE ISTITUZIONI PREPOSTE ALLA TUTELA E LA LEGISLAZIONE PER LA PROTEZIONE DEL PATRIMONIO STORICO ARTISTICO	
THE BIRTH OF THE BODIES RESPONSIBLE FOR THE SAFEGUARD AND LEGISLATION OF HISTORICAL AND ARTISTIC HERITAGE	
L'istituzione della Commissione conservatrice provinciale di Terra di Lavoro e la nascita del Museo Campano di Capua <i>Emanuele Romeo, Riccardo Rudiero</i>	192
«Le vere amicizie sono forse più intense sul loro nascere». Frammenti da un 'dialogo' tra Cesare Brandi e Giulio Carlo Argan (1933-1940) <i>Valentina Russo</i>	200
Giappone: nascita del sistema legislativo per la protezione del patrimonio culturale <i>Barbara Galli</i>	208
La tutela, i monumenti, la proprietà: interessi e valori a confronto. Frammenti da un dibattito <i>Lorenzo de Stefani</i>	216
Tutela e riqualificazione dei quartieri del Moderno: un confronto tra i protocolli di sostenibilità ambientale GBC e ITACA <i>Alessandra Cernaro, Giuseppina Currò</i>	220
Alle origini della protezione del patrimonio. Giuseppe Castellucci e l'Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti in Toscana <i>Pierpaolo Lagani</i>	228
IL LESSICO, LA MANUALISTICA E I GLOSSARI SCIENTIFICI	
LEXICON, HANDBOOKS AND SCIENTIFIC GLOSSARIES	
Trattamenti e patinature delle terrecotte architettoniche ferraresi: ricette e sperimentazioni tra metà Ottocento e inizio Novecento <i>Rita Fabbri</i>	238
Dalla fonderia artistica al laboratorio. Il lessico del restauro dei bronzi a Firenze: voci tra scienza, arte e tecnica <i>Maria Baruffetti</i>	246
«Monumenti vivi» e «monumenti morti»: Giovannoni e il restauro tra lessico e categorie operanti <i>Sara Bova</i>	254
Il lessico del cantiere tradizionale a Napoli tra XVIII e XIX secolo: dalle fonti alle norme per la classificazione e definizione dei materiali e delle tecniche costruttive <i>Damiana Treccozi</i>	262
Appunti per un panorama sul ruolo e l'attività della Commissione NorMaL nella definizione di un lessico comune per il restauro, a partire dagli anni Settanta del Novecento <i>Adele Rossi</i>	270
MUSEOLOGIA E CONSERVAZIONE DEL PATRIMONIO. IL RUOLO DEGLI STORICI DELL'ARTE E DEI CURATORI DEI MUSEI	
MUSEOLOGY AND HERITAGE CONSERVATION. THE ROLE OF ART HISTORIANS AND MUSEUM CURATORS	
Restoration and Museography: the value of "open sites" as a promotion of conservation activities <i>Aldo R. D. Accardi</i>	280
Connoisseurship at Trial: Hahn vs Duveen (1921-1929) <i>Matilde Cartolari</i>	288
Lo spazio delle collezioni e delle competenze: il caso della Galleria Sabauda a Torino nel progetto di Piero Sanpaulesi <i>Francesca Giusti</i>	296
« La grande dame des musées » : Françoise Cachin et la muséologie en France de la seconde moitié du XXe siècle <i>Matilde Martellini</i>	304

LA PUBBLICISTICA DI SETTORE, I PERIODICI E I CONVEGNI

PUBLICATIONS, JOURNALS AND CONFERENCE PROCEEDINGS

La valorizzazione delle fonti dirette e indirette: i contributi del giovane Giovanni Poggi per "Rivista d'Arte" e "L'Arte", fra storia dell'architettura e teoria del restauro (1902-1910) 312

Emanuela Ferretti

L'esperienza di "Fede a Arte": la cultura del restauro in una rivista vaticana 320

Saverio Carillo

Il Research Laboratory del British Museum e l'attività di divulgazione nella pubblicistica inglese (1919-1938) 328

Daniele Dabbene

LA COLLABORAZIONE FRA SCIENZA, STORIA DELL'ARTE E RESTAURO

COLLABORATION BETWEEN SCIENCE, ART HISTORY AND RESTORATION

Storici dell'arte e restauratori tra tradizione e spinta al cambiamento. Riflessioni e pungoli di Roberto Papini nel secondo Novecento 338

Annunziata Maria Oteri

"et auro occultatus": Silvio Ferri e la cultura del restauro 346

Maria Carolina Campone

Mineralization and preservation. From the 19th-century petrification of corpses to the green conservation of cultural heritage 354

Davide Del Curto, Anna Turrina

Prime considerazioni sul progetto di ricerca Co.R.A.Ve.: applicazioni di prodotti sperimentali per la conservazione del patrimonio archeologico 360

Leonardo Borgioli, Emanuele Morezzi, Tommaso Vagnarelli

L'archivio scientifico dell'Opificio delle Pietre Dure come patrimonio di conoscenza e risorsa di ricerca 368

Andrea Cagnini, Monica Galeotti, Simone Porcinai

Collaboration between science and art history: wood for carving, a database on statuary in Italy 376

Nicola Macchioni, Giovan Battista Fidanza, Lorena Sozzi

«Il restauro non è una scienza arcana che pei gonzi». Giuseppe Mongeri e i prodromi del rapporto tra scienza, storia dell'arte e restauro 384

Michela Marisa Grisoni

INFN-CHNet and the Opificio delle Pietre Dure: a long-lasting fruitful collaboration 392

Anna Mazzinghi, Lisa Castelli, Chiara Ruberto, Lorenzo Giuntini, Francesco Taccetti

La seconda fase della storia della diagnostica applicata ai beni artistici: dalla fondazione dei laboratori storici di stato, alla nascita di laboratori privati al servizio del pubblico 400

Cinzia Pasquali

Le nanotecnologie per il restauro: scenari di applicazione per la conservazione delle superfici architettoniche musive del XX secolo 408

Sara Iaccarino

Dal laboratorio alla realtà del cantiere: il progresso delle soluzioni nel trattamento dell'umidità di risalita capillare 416

Manlio Montuori

Study of ready-mixed plasters applied to the conservation of architectural heritage: comparison between different types of binders and aggregates 424

Maria Cecilia Carangi, Francesca Baratta

IL RUOLO DELLE UNIVERSITÀ E DEL SISTEMA DI ISTRUZIONE E FORMAZIONE

THE ROLE OF THE UNIVERSITIES; THE EDUCATION AND THE TRAINING SYSTEM

L'architetto restauratore e l'esperto dei materiali. Esperienze didattiche come occasione di riflessione su interazioni, competenze e ruoli 434

Sara Goidanich, Lucia Toniolo

Per una innovazione della disciplina Restauro 440

Renata Prescia

Dalla bottega al laboratorio e viceversa. Verso una logica dell'attenuazione 446

Angela Squassina

Il rapporto tra pratica e approccio tecnico-scientifico nei laboratori di restauro dell'Università di Urbino: le nuove tecnologie a supporto dell'intervento 452

Laura Baratin, Alessandra Cattaneo, Francesca Gasparetto, Veronica Tronconi

IL CANTIERE DI RESTAURO COME LABORATORIO DI CONOSCENZA: I CASI STUDIO IN UNA PROSPETTIVA COMPARATIVA

THE RESTORATION SITE AS A LABORATORY OF KNOWLEDGE: CASE STUDIES IN A COMPARATIVE PERSPECTIVE

Se non "chiamano in aiuto la chimica". Rifazione vs "approccio scientifico" nei cantieri dei Paesi emergenti <i>Mariacristina Giambruno, Sonia Pistidda</i>	462
Commissioni ministeriali e prime indagini strumentali sulla Cupola del Brunelleschi: l'inizio di un processo <i>Federica Ottoni</i>	470
La chiesa di Santa Maria delle Grazie al Calcinaio di Cortona. I restauri dei paramenti lapidei tra gli anni '60 e '90 del XX secolo <i>Pietro Matracchi, Carlo Alberto Garzonio, Gabriele Nannetti, Isabella Seghi, Teresa Salvatici, Federico Salvini</i>	478
Dal rilievo digitale al progetto di restauro, linee guida per la conservazione di un tratto di cinta magistrale a Verona <i>Sandro Parrinello, Giovanni Minutoli, Anna Dell'Amico</i>	486
Le pietre storiche fiorentine: caratterizzazione e conservazione <i>Massimo Coli, Mauro Matteini</i>	494
Il restauro della Cattedrale di San Lorenzo a Genova. La ricerca di un fondamento scientifico <i>Lucina Napoleone, Rita Vecchiattini</i>	502
Il rilievo per la conservazione dei monumenti: il cantiere di restauro del Tabernacolo di Lupo di Francesco nel Camposanto Pisano <i>Giovanni Pancani, Matteo Bigongiari, Roberto Cela, Sara Chirico</i>	510
Un palinsesto di architettura e natura. La protezione delle superfici dell'abbazia di San Pietro a Crapolla (Massa Lubrense) tra conoscenza e ricerca applicata <i>Stefania Pollone, Mariarosaria Villani, Claudia Di Benedetto, Fabio S. Graziano</i>	518
Monumento ai Caduti e alla Vittoria: esperienze di cantiere nel restauro di un'opera del Novecento forlivese <i>Giulia Favaretto, Giancarlo Gatta, Alessia Zampini</i>	526
Il Restauro e l'apporto della Chimica: alcune esperienze nel contesto napoletano <i>Claudia Aveta</i>	534
Il restauro della facciata della chiesa degli Scalzi a Venezia: dallo studio del monumento all'intervento, tra immagine e materia <i>Silvia Degan, Marco Comunian</i>	542
I restauri delle architetture ecclesiastiche nei primi decenni del Novecento a Venezia. Casi, protagonisti e metodi nel confronto tra teoria e prassi <i>Luca Scappin</i>	550
Microwave reflection method for moisture assessment for architectural heritage conservation: first results on the case study of church of S. Pietro in Valle (Fano, Italy) <i>Francesco Monni, Andrea Gianangeli, Enrico Quagliarini, Marco D'Orazio</i>	558
La diagnostica in imaging sul campo: i cantieri di restauro delle pitture murali <i>Ashley Vidler</i>	566
La storia dei restauri come metodo scientifico a supporto dell'intervento. Una lettura regressiva su nuclei significativi del Castello di Agliè (TO) <i>Giulia Beltramo</i>	574
Cantieri del dopoguerra milanese: Ferdinando Reggiori e il restauro di Casa Silvestri <i>Caterina Valiante</i>	582
L'INTERDISCIPLINARITÀ DEI PROCESSI: LA RELAZIONE TRA RESTAURO E LABORATORIO SCIENTIFICO	
THE INTERDISCIPLINARITY OF PROCESSES: THE RELATIONSHIP BETWEEN RESTORATION AND THE SCIENTIFIC LABORATORY	
Moenia urbis. L'interdisciplinarietà dei processi per le scelte di restauro. Le mura greche nella sede centrale della Federico II <i>Renata Picone</i>	592
Dalla conservazione dei materiali alla conoscenza del costruito, tra «scienze della natura» e «scienze storiche» <i>Alberto Grimoldi, Angelo Giuseppe Landi</i>	600
Reintegrazione e analisi degli elementi ornamentali nell'architettura modernista <i>Graziella Bernardo, Fabio Minutoli, Luis Manuel Palmero Iglesias</i>	608
Beyond the limestone. Indagini sulle dinamiche degenerative per la rigenerazione del patrimonio costiero fortificato pugliese <i>Michele Coppola, Federica Mele, Claudio Natali, Cristina Tedeschi, Samuele Ansalone</i>	616
Analisi speditive per la conoscenza dell'edilizia storica: alcune applicazioni nei cantieri marchigiani post sisma 2016 <i>Enrica Petrucci, Graziella Roselli</i>	624
Il restauro delle opere in cemento armato: interdisciplinarietà della ricerca scientifica e della pratica progettuale <i>Stefania Landi</i>	632

**Il cantiere di restauro come laboratorio di conoscenza:
i casi studio in una prospettiva comparativa**

The restoration site as a laboratory of knowledge:
case studies in a comparative perspective

Il rilievo per la conservazione dei monumenti: il cantiere di restauro del Tabernacolo di Lupo di Francesco nel Camposanto Pisano

Giovanni Pancani | giovanni.pancani@unifi.it

Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Architettura

Matteo Bigongiari | matteo.bigongiari@unifi.it

Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Architettura

Roberto Cela | r.cela@opapisa.it,

Opera Primaziale Pisana

Sara Chirico | info@sarachirico.it

Opera Primaziale Pisana

Abstract

The contribution concerns the description of documentation and restoration methodologies for the Tabernacle of Lupo di Francesco at the entrance of the Camposanto Pisano. This project was carried out in collaboration between the Department of Architecture at the University of Florence and the Opera Primaziale Pisana.

The operations included the use of reality-based methodologies, with range-based and image-based instrumentation, to create high-quality digital surveys with adequate definition for detailed mapping of the surface deteriorations observed directly on-site, thus enabling the planning of subsequent restoration interventions.

The restoration of the Tabernacle of Lupo di Francesco allowed for the recovery of the legibility of surfaces largely covered by biological growth. Furthermore, during the construction site, historical interventions on the monument were identified, and data from archival documents were compared with those obtained in situ from materials and workmanship marks. All this information was integrated into a GIS system to facilitate the study and sharing of the collected data.

Keywords

Architectural survey, Integrated survey, Diagnostic analysis, Restoration site, Camposanto Pisano.

Introduzione

Il progetto di ricerca svolto sul Tabernacolo di Lupo di Francesco completa una serie di collaborazioni che il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze stringe con l'Opera Primaziale Pisana, con il fine principale di fornire la documentazione architettonica digitale necessaria alla progettazione e alla successiva esecuzione di tutta una serie di interventi di restauro e consolidamento delle strutture che formano il complesso dei monumenti di Piazza dei Miracoli, con particolare accento negli ultimi anni proprio agli interventi legati al Camposanto monumentale¹. Il progetto nasce nel 2020 e prevede, con l'occasione dell'istallazione del cantiere che consente di raggiungere il monumento posizionato sulla cima del fronte esterno meridionale del Camposanto, di iniziare il processo di rilievo TLS (*terrestrial laser scanner*) e fotogrammetrico con il fine di fornire tutta

la base documentale necessaria all'identificazione e alla quantificazione degli interventi di restauro da sostenere da parte dell'Opera Primaziale.

Il progetto di rilievo architettonico digitale.

Il rilievo digitale è stato progettato con lo scopo di creare una copia digitale del monumento con definizione in scala almeno 1:5 per consentire la rappresentazione di elaborati grafici bidimensionali di dettaglio dove fosse possibile indagare ed individuare le principali forme di degrado superficiale presenti sull'architettura ed il relativo corpo scultoreo. Il rilievo digitale ha previsto l'integrazione di differenti sistemi di acquisizione *reality based*, completando il rilievo TLS del monumento con acquisizioni fotogrammetriche (*Structure from Motion*).

Le acquisizioni laser scanner sono state eseguite sia da terra, prima dell'istallazione del cantiere, sia una volta realizzato dall'alto delle strutture in tubi innocenti e dalle coperture del camposanto. Per le riprese tridimensionali è stato utilizzato uno strumento *close range* con elevata accuratezza di dato (ZFimager5016) che ha consentito la realizzazione di un database di scansioni che descrivono le superfici del monumento con elevata densità, in modo tale da rispettare i parametri di definizione previsti per la scala 1:5, ovvero un punto ogni millimetro². I database di scansioni sono stati successivamente post-prodotti fino al conseguimento di una registrazione complessiva di tutte le scansioni, verificando con precisi protocolli di indagine che i legami *cloud-to-cloud* non avessero creato disallineamenti di valore non accettabile dalla scala di restituzione.

Il rilievo fotogrammetrico è stato eseguito con camere fotografiche utilizzate da terra (sony mirrorless alpha7 markII), che si sono rivelate sufficienti alla ricostruzione tridimensionale del monumento grazie alla possibilità di salire sulle impalcature e raggiungere il complesso apparato scultoreo del tabernacolo e ricostruire tridimensionalmente tutte le superfici che, per problemi legati alle tempistiche necessarie e all'esiguo spazio di lavoro a disposizione, lo scanner non aveva potuto misurare. Il rilievo fotografico ha costruito un dataset di importanti dimensioni che descrive le singole superfici con una densità di almeno 40px/cm inquadrato. Le fotografie, realizzate in formato grezzo, hanno subito un processo di post produzione che ha portato a bilanciamento del colore, e all'eliminazione di eventuali porzioni di monumento che fosse particolarmente sopra/sottoesposto. La ricostruzione tridimensionale attraverso applicativi fotogrammetrici ha consentito la ricostruzione di un modello tridimensionale con una mesh adeguatamente corretta; la mesh è stata scalata con il supporto della nuvola di punti TLS, mediante l'utilizzo di numerosi punti di controllo, che verificassero la corretta ricostruzione tridimensionale. Lo svolgimento di una texture ad alta risoluzione ha consentito la realizzazione dei fotopiani di tutte le superfici che compongono il tabernacolo e di tutto l'apparato scultoreo.

Dalla nuvola di punti tridimensionale ottenuta da laser scanner sono state impostate le sezioni per la descrizione CAD 2D di tutti gli elaborati grafici utili alla realizzazione della base grafica per la redazione delle indagini diagnostiche. Al filo di ferro è stato sovrapposto il fotopiano realizzato dal modello fotogrammetrico, verificando con procedure ormai consolidate la corretta sovrapposizione spaziale tra le coordinate del disegno proveniente da nuvola TLS e del fotopiano proveniente dal rilievo fotogrammetrico.

Il restauro del Tabernacolo di Lupo di Francesco, tra materiali costitutivi e sostituzioni storiche.

Il lavoro svolto per la realizzazione dei fotopiani del monumento è stato un supporto fondamentale su cui si è riversata tutta la documentazione e le informazioni ricavate nell'intervento di restauro a cui è stato sottoposto il monumento³. La rappresentazione grafica così ottenuta ha permesso di soddisfare l'esigenza raffigurativa delle diverse superfici da documentare, evitando il lavoro supplementare di rilevamento manuale delle aree nascoste normalmente rappresentate tramite rilievi diretti. I prospetti sono stati riportati su un sistema Gis⁴ in cui sono state inserite le informazioni ricavate: i materiali costitutivi, lo stato di conservazione, gli interventi precedenti, le indagini diagnostiche e gli interventi di restauro effettuati.

Il cantiere ha previsto una rilevante fase di studio preliminare in cui: le informazioni d'archivio, le fonti storico artistiche e le rappresentazioni storiche, sono state intrecciate con i dati materici generati dall'osservazione in situ dei litotipi, dei fenomeni di degrado e delle tracce di lavorazione. Questo lavoro simultaneo ha consentito di rileggere il monumento analizzandone i rimaneggiamenti storici subiti; identificando così gli elementi architettonici pertinenti alla fase medievale e quelli appartenenti a fasi successive, rivedendo ed integrando alcune informazioni presenti in letteratura⁵.

Tra i materiali costitutivi ritroviamo in ordine di estensione: il marmo bianco apuano che è il litotipo prevalente; il marmo di S. Giuliano che è presente in modo circoscritto; il calcare rosso ammonitico di Campiglia usato per colonne e intarsi; il marmo Rosso di Francia e il marmo Bardiglio per integrazioni (fig.1).

Il S. Giuliano è pertinente alla fase più antica del monumento, infatti nel periodo medievale venne usato principalmente quest'ultimo e il marmo bianco che venne riservato a sculture ed elementi decorativi più complessi. Nei rifacimenti ottocenteschi troviamo principalmente il marmo bianco apuano usato anche in sostituzione del S. Giuliano, ma di una tipologia ben distinguibile rispetto al marmo bianco medievale per la diversa tessitura cristallina e il diverso processo di degrado che ha sviluppato. Sempre nell'Ottocento si usò «il marmo rosso di maremma per impiallacciatura»⁶, ridotto in lastre usate per ricoprire il marmo chiaro che risultava così intarsiato; e il marmo Bardiglio⁷ per piccoli inserti.

Gran parte delle aree esposte a nord⁸ erano coperte da un'estesa patina biologica che ostacolava la lettura delle superfici. La pulitura effettuata nell'intervento di restauro che è stata orientata su metodi a basso impatto ambientale ed ha previsto l'uso di enzimi ed oli essenziali al posto dei tradizionali biocidi; ha consentito di riacquisire la leggibilità dell'epidermide del monumento, permettendo l'acquisizione di nuove informazioni.

I litotipi antichi sono contraddistinti da un evidente fenomeno di alveolizzazione, presente in diversi stadi, accentuato dalla più lunga permanenza all'aperto oltre che dalla differente morfologia. Il marmo bianco usato nel medioevo sembra principalmente un bianco ordinario proveniente dalla zona di Carrara, mentre i marmi bianchi ottocenteschi sono tendenzialmente bianchi venati provenienti dal Monte Altissimo⁹. Su quest'ultimo si ritrovano erosione e degrado differenziale, ma non si era sviluppata alcun tipo di alveolizzazione (fig.2).

Questo fenomeno è stato un fattore determinante che ha aiutato la distinzione degli elementi architettonici individuandone la pertinenza o meno con le fasi più antiche.

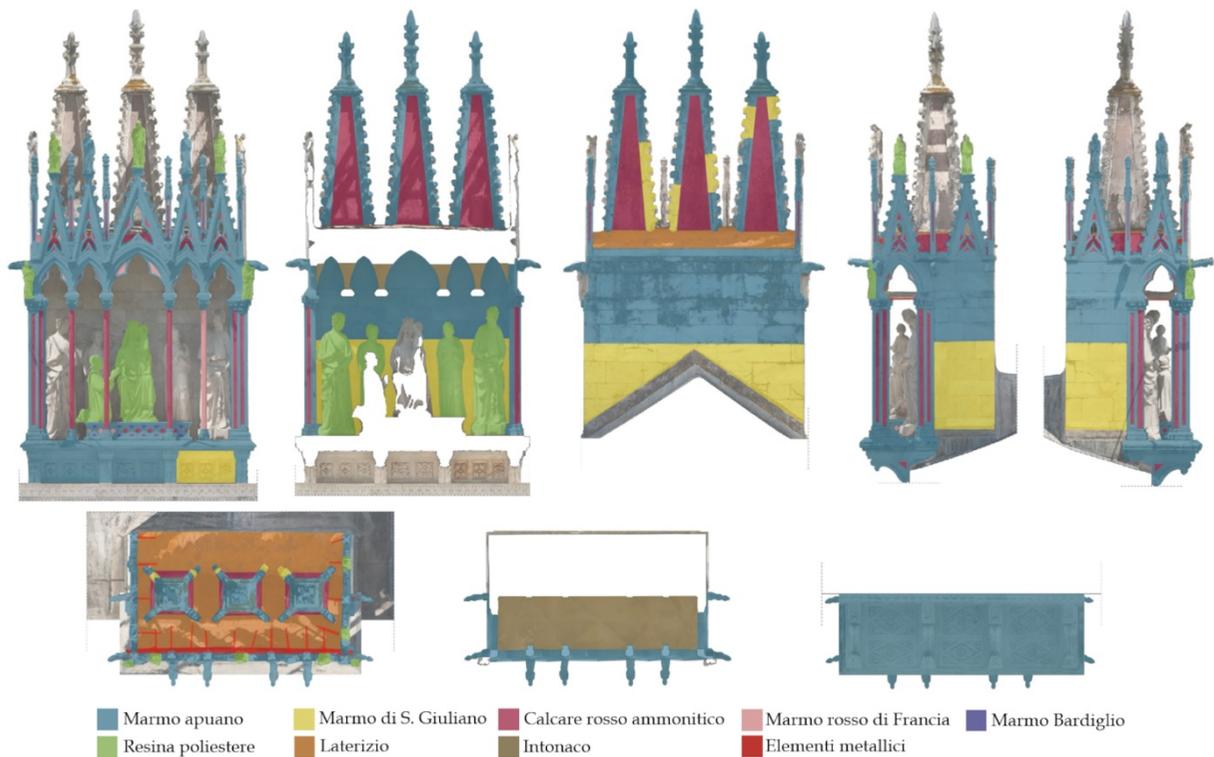


Fig. 1 Mappatura dei materiali costitutivi presenti. (elab. S. Chirico 2023).

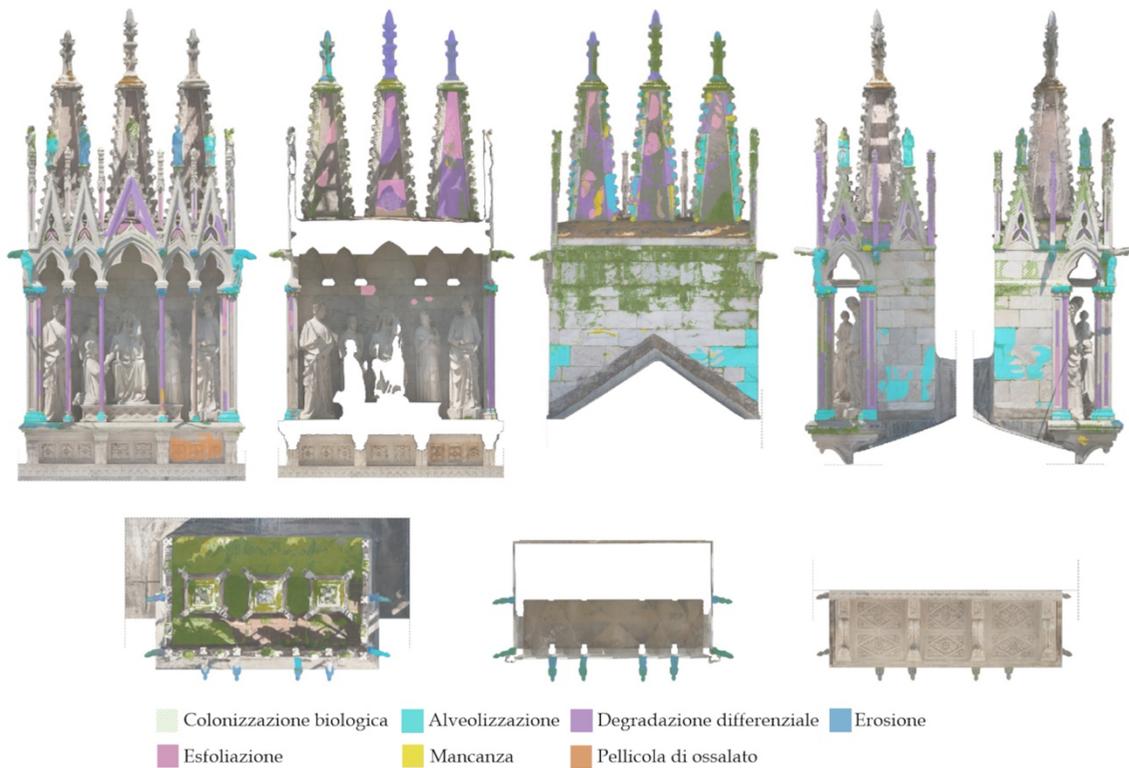


Fig. 2 Mappatura di parte delle voci dello stato di conservazione. (elab. S. Chirico 2023).

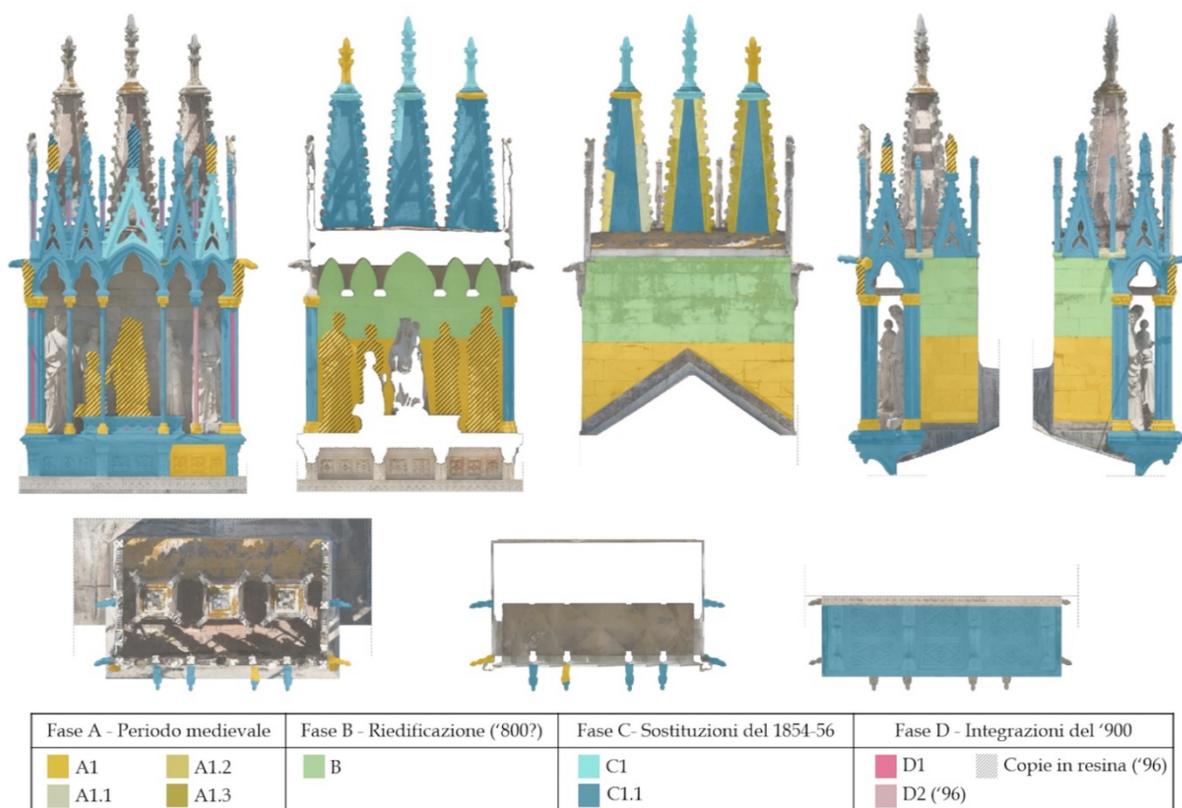


Fig. 3 Identificazione delle diverse fasi a cui sono pertinenti gli elementi architettonici (elab. S. Chirico 2023).

Il monumento è stato rimaneggiato molto nel corso dei secoli, probabilmente l'esposizione a molteplici fattori ambientali¹⁰, l'esile ed elaborata architettura e l'interventismo ottocentesco hanno fatto sì che oggi più della metà degli elementi che lo compongono sia stata sostituita nel tempo. L'esigua e localizzata presenza dei litotipi antichi e il circoscritto fenomeno dell'alveolizzazione, ci aiutano a vedere graficamente quanto poco permanga oggi in situ del periodo medievale.

L'intervento preminente che ha caratterizzato l'aspetto del Tabernacolo per come lo vediamo oggi è stato quello svolto tra il 1854 e il 1856 in cui ha operato principalmente lo scalpellino Francesco Storni con collaboratori¹¹. Grazie all'ampia documentazione presente nei resoconti dei pagamenti¹² è stato possibile rintracciare con dettaglio le operazioni eseguite in questi anni, ripercorse anche dalle indagini della Masetti¹³ negli anni '90.

Il Tabernacolo vergeva in condizioni molto gravi a tal punto che ritennero opportuno smantellarlo e riedificarlo, in parte alcuni elementi vennero riutilizzati, in parte vennero creati ex novo.

È stato così possibile confrontare questi dati con le informazioni trasmesse dalla superficie stessa della materia e ottenere così una mappatura con l'individuazione dell'appartenenza della fase storica di ogni elemento (fig.3).

Si sono distinte: la fase A in cui sono raccolti gli elementi antichi, la fase B in cui vi è una riedificazione forse ottocentesca, una C in cui sono inserite le sostituzioni ottocentesche di Storni¹⁴ e una fase D in cui sono comprese le reintegrazioni novecentesche¹⁵. All'interno di ogni fase vi è un'ulteriore distinzione fatta sulla base dello stato di conservazione e della lavorazione dei conci.

Gli elementi in fase A sono tutti interessati dal fenomeno dell'alveolizzazione, per quanto si possano individuare differenze di tipologie di lavorazione riconducibili a diverse mani o a sostituzioni antiche.

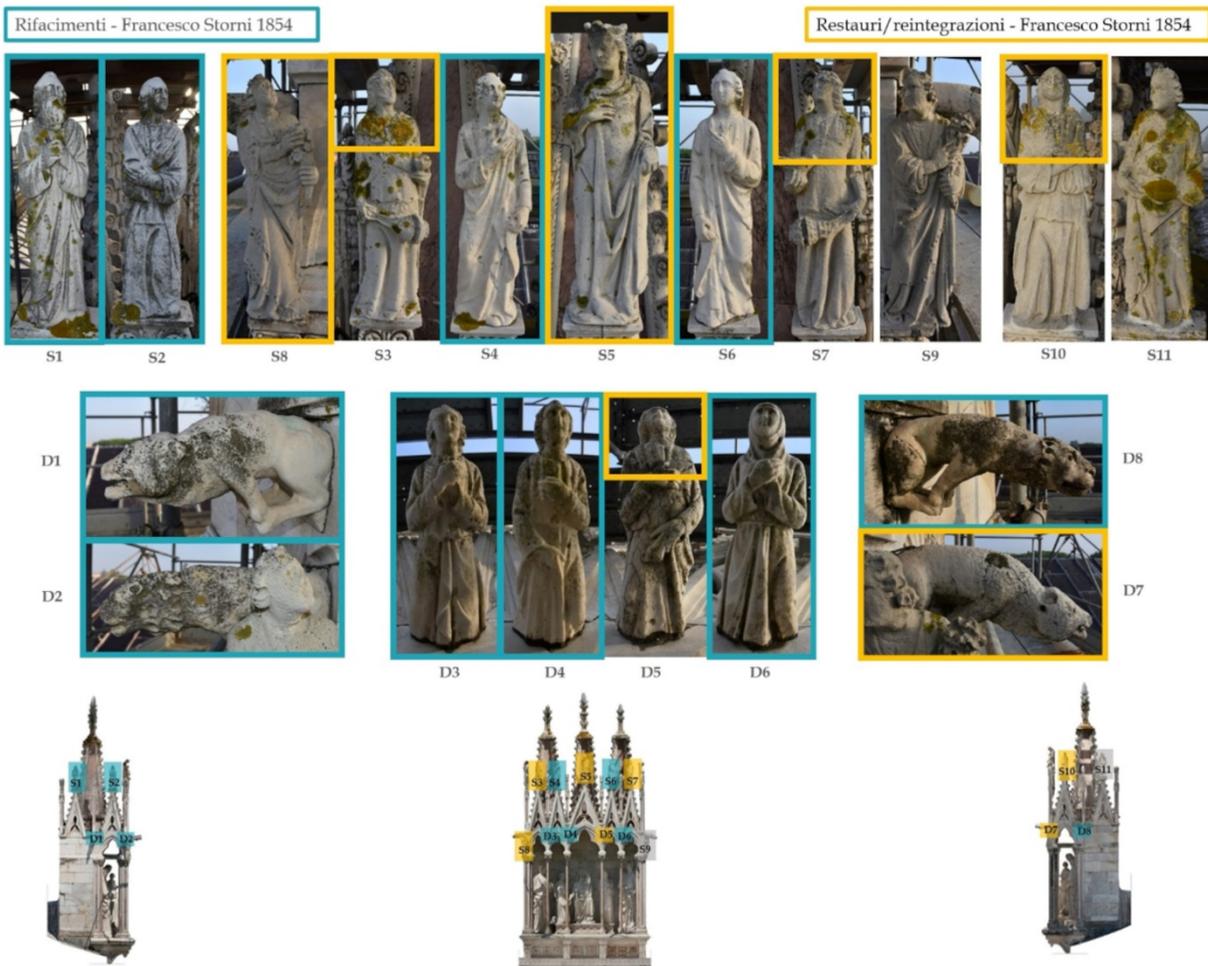


Fig. 4 Identificazione delle sculture eseguite ex novo e di quelle restaurate o reintegrate (elab. S. Chirico 2023).

Nella ricomposizione ottocentesca, alcuni elementi decorativi medievali vennero riutilizzati, come i capitelli di lesena, le basi, elementi decorativi delle guglie e alcune sculture; tanti altri vennero sostituiti. Nella mappatura pertinente (fig.3), in blu, vi è l'identificazione degli elementi rifatti da Storni e collaboratori, ben rintracciabili nei pagamenti¹⁶, che come vediamo furono la gran parte.

In merito alle sculture, sappiamo che Storni restaurò le grandi statue nel loggiato. Mentre le piccole figure su guglie e i doccioni: 7 vennero restaurate/reintegrate e 10 vennero scolpite ex novo¹⁷. Le sculture minori nel totale sono 19, ma lui intervenne solo su 17 di queste.

Storicamente sono state identificate le S1, S2, S4, S5, S6, D3, D4, D6 e due buttafuori animali non precisati tra quelle rifatte e le S3, S7, S8, S10 e D5 e i rimanenti due doccioni animali tra quelle restaurate¹⁸. Mentre in seguito allo studio fatto in questo intervento di restauro si propone una nuova identificazione (fig.4): tra le sculture rifatte vengono aggiunte sicuramente i doccioni D1, D2 e D8, che non presentano alveolizzazione, ed esclusa la S5. Quest'ultima forse era stata compresa tra quelle restaurate insieme al buttafuori D7.

La S5 è stilisticamente molto diversa da quelle eseguite da Storni e appare come una scultura antica riutilizzata, in cui le dimensioni maggiori¹⁹ verranno sfruttate per una collocazione centrale nella composizione.



Fig. Modello tridimensionale, ottenuto dall'allineamento di scansioni e fotogrammi, utilizzato per l'elaborazione delle restituzioni grafiche e le analisi tematiche (elab. M. Bigongiari 2023).

Alcune figure, come la S3, S7, S10 e D5, verranno reintegrate nella parte superiore perché mutile, mentre la S8 verrà riasssemblata, in quanto suddivisa in 4 parti. Rimangono così fuori dal conteggio la S9 e S11 che sicuramente insieme alla S8 e D7 sono le sculture integre più antiche presenti.

In merito ai quattro doccioni animali, l'unico medievale è il D7, il solo a presentare il fenomeno dell'alveolizzazione. Questo conserva in sé degli elementi interessanti: sotto le orecchie ormai deformate dal degrado vi sono due fori con all'interno piombo, anche sul dorso dell'animale sono presenti due fori, rispettivamente forse sedi di corna ed ali metalliche. Questi elementi potrebbero far sospettare che si trattasse di un bue/toro alato, il simbolo dell'evangelista S. Luca, si può forse ipotizzare che originariamente i quattro doccioni animali agli angoli fossero in realtà i simboli dei quattro evangelisti che nel rifacimento ottocentesco diventarono, semplificando, quattro figure animali. Anche le sculture umane in cui è rimasto il busto antico, presentano due fori sulla schiena, all'altezza delle scapole, probabilmente sedi di ali metalliche. Quindi il Tabernacolo originariamente doveva apparire coronato da angeli e figurine alate. Oggi gran parte delle statue sono copie in resina²⁰ eseguite negli anni '90, quindi le uniche sculture medievali rimaste sul monumento sono la D7 e la parte inferiore della D5.

Conclusioni

Il presente lavoro di ricerca ha consentito di affinare l'utilizzo delle moderne tecnologie di rilievo digitale e le tecniche di restituzione dei dati ottenuti dalle misurazioni. L'utilizzo di una base morfologicamente accurata ha consentito di programmare accuratamente tutte le operazioni di restauro da condurre in situ, avendo contezza delle spese a cui l'amministrazione sarebbe andata incontro.

Parallelamente il paper mostra come il progetto di restauro non segni un punto di arrivo definitivo delle conoscenze sul monumento, ma conferma come proprio le fasi di cantiere possano aumentarle, come in questo caso, e di come ci sia necessità di avere strumenti adeguati per registrare le nuove evidenze ottenute. L'indagine diretta del monumento ha dato importanti notizie storiche sul monumento e sui materiali e sulle tecnologie utilizzate, ma soprattutto ha fornito la prova concreta degli interventi di restauro che si sono succeduti nei secoli, mettendo in evidenza usi più e meno virtuosi, ma che comunque mettono al corrente delle pratiche di restauro adottate in un cantiere importante come quello di Piazza dei Miracoli.

¹ Per una bibliografia sui progetti relativi a Piazza dei Miracoli e i suoi monumenti vedi Pancani, G. (2017). Rilievo delle lastre tombali del Camposanto Monumentale di Piazza dei Miracoli a Pisa. *Restauro Archeologico*, 25(2), 74-89.

² Per la definizione delle scale di restituzione e dei conseguenti parametri di definizione da adottare nel rilievo digitale vedi Pancani, G. (2017).

³ Il cantiere si è svolto tra settembre 2021 e marzo 2023.

⁴ È stato usato il software QGIS.

⁵ CLARA BARACCHINI (a cura di), *I marmi di Lasinio. La collezione di sculture medievali e moderne nel Camposanto di Pisa*, catalogo della mostra (Pisa, Museo Nazionale di San Matteo, 30 luglio- 31 ottobre 1993), Firenze, Studio per Edizioni Scelte 1993, pp. 320-321.

ANNA ROSA CALDERONI MASETTI, *I restauri ottocenteschi al Camposanto urbano di Pisa (1825-1885)*, «Bollettino storico pisano», LIX, 1990, pp. 209-241.

ANTONINO CALECA, *Costruzione e decorazione dalle origini al secolo XV*, in C. Baracchini e E. Castelnuovo (a cura di), *Il Camposanto di Pisa*, Torino, Einaudi 1996, pp. 18-20.

⁶ Opera della Primaziale di Pisa, *Registri dei settimanali dei lavori dell'Opera*, 1855-1861, n.215.

⁷ Spesso usato sui monumenti di Piazza dei Miracoli nei rifacimenti ottocenteschi in sostituzione del nero di Filettole.

⁸ Il monumento si colloca sul portale di ingresso principale del Camposanto, con la facciata rivolta a sud.

⁹ Come testimoniato dai resoconti dei pagamenti e confermato da nostre indagini petrografiche effettuate da Marcello Spampinato.

¹⁰ Il Tabernacolo è notevolmente esposto su tutti i fronti a venti, piogge e irradiazioni solari. Le estreme condizioni ambientali a cui è sottoposto sono testimoniate anche da documenti storici in cui vengono rintracciati pagamenti di 'stoje' per difendere dal forte sole gli scalpellini durante i lavori. Archivio dell'Opera del Duomo, *Recapiti del Rendimento dei Conti del 1854*, n. 492, n.214.

¹¹ Storni lavorerà insieme ai collaboratori scalpellini Jacopo Fortini, Stefano Fortini e Carlo Fantoni.

¹² Opera della Primaziale di Pisa, *Registri dei settimanali dei lavori dell'Opera*, 1855-1861, n.215.

¹³ ANNA ROSA CALDERONI MASETTI, *I restauri ottocenteschi...*, op. cit.

¹⁴ Gli elementi in C1.2 differiscono da quelli in C1.1 per un peggiore stato di conservazione ma sono riconducibili agli stessi anni.

¹⁵ In D1 integrazioni in calcare rosso ammonitico fatte nel '900. In D2 la colonna in marmo Rosso di Francia sostituita nell'intervento del '97 e l'esecuzione delle copie in resina delle sculture.

¹⁶ Opera della Primaziale di Pisa, *Recapiti del rendimento di Conti degli anni 1854-1855*, n.492. Risultano i pagamenti per: 4 mensole (pagamenti a Jacopo e Stefano Fortini, Carlo Fantoni); 3 lastroni che formano il piano, ognuno con rosoni lavorati a trapano; 2 pezzi di fregio a rosoni, collocati fra la base delle mensole in posizione verticale (Francesco Storni); 3 pezzi di cornicione della tettoia del camposanto a due ordini di foglie, (Francesco Storni); 4 colonnine di Rosso di Campiglia (Jacopo Fortini); 8 pilastrini di Rosso di Campiglia (Jacopo Fortini); 18 braccia di fogliami e volute che decorano le guglie (Francesco Storni); 9 cuspidi con volute (Francesco Storni); 4 pinnacoli a fogliami che sono al centro tra le cuspidi (Francesco Storni); 1 capitello di ordine composto (Francesco Storni).

¹⁷ Opera della Primaziale di Pisa, *Recapiti del rendimento di Conti degli anni 1854-1855*, n. 492, ordine di pagamento n.83.

¹⁸ ANNA ROSA CALDERONI MASETTI, *I restauri ottocenteschi...*, op. cit.

¹⁹ La S5 è alta 70cm rispetto alle altre che sono tutte tra i 57 e i 60cm.

²⁰ Le originali lapidee sono esposte nel Museo dell'Opera del Duomo di Pisa.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE