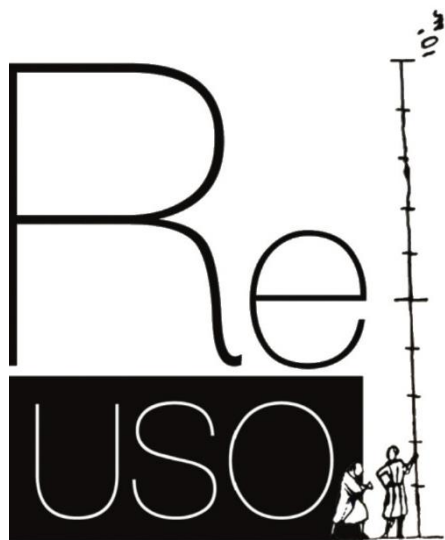


Documentation, Restoration and Reuse of Heritage

2-4 November 2022
Porto, Portugal

BOOK OF PROCEEDINGS





**Documentation, Restoration
and Reuse of Heritage**

Book of Proceedings

2-4 November 2022
Porto, Portugal

www.fe.up.pt/reuso

Proceedings of the
Xth edition of the ReUSO - Documentation, Restoration and Reuse of Heritage

Format: Ebook (pdf)

ISBN: 978-972-752-296-5

Porto, Portugal, 2-4 November 2022

H. Varum, A. Furtado & J. Melo (eds.)

The Conference Organizing Committee are not responsible for the statements of opinions expressed in this publication. Any statements of views expressed in the extended abstracts contained in this Book are those of the author(s). Mention of trade names or commercial products does not constitute endorsement or recommendation for use.

Chair

Humberto Varum
U.Porto / FEUP, Conference Chair

Honorary Committee

António Sousa Pereira (Rector) | UP | Portugal
Rui Artur Bártolo Calçada (Director) | FEUP | Portugal
João Pedro Xavier (Director) | FAUP | Portugal
Ignazio Marcello Mancini (Dean) | U. Basilicata | Italy
Giuseppe De Luca (Director) | U. Firenze | Italy
Aldo Corcella (Director) | DiCEM/U. Basilicata | Italy
Susanna Caccia Gherardini (Professor) | U. Firenze | Italy

ReUSO Founding Committee

Stefano Bertocci | U. Firenze | Italy
Giovanni Minutoli | U. Firenze | Italy
Fauzia Farneti | U. Firenze | Italy
Susana Mora | U.P. Madrid | Spain
Silvio Van Riel | U. Firenze | Italy

Organising Committee

Humberto Varum, Portugal
Alexandre Costa, Portugal
André Furtado, Portugal
Aníbal Costa, Portugal
António Arêde, Portugal
Bruno Marques, Portugal
Bruno Quelhas, Portugal
Cilísia Ornelas, Portugal
Clara Vale, Portugal
Esmeralda Paupério, Portugal
Hipólito Sousa, Portugal
Hugo Rodrigues, Portugal
João Miranda Guedes, Portugal

José Melo, Portugal
José Miguel Rodrigues, Portugal
Marco Faggella, Italy
Miguel Malheiro, Portugal
Nelson Vila Pouca, Portugal
Patrício Rocha, Portugal
Pedro Delgado, Portugal
Rui Póvoas, Portugal
Rui Silva, Portugal
Teresa Ferreira, Portugal
Vasco Freitas, Portugal
Xavier Romão, Portugal

Scientific Committee

Humberto Varum, Portugal
Agostino Catalano, Italy
Alexandre Costa, Portugal
Alice Tavares, Portugal
Ana Tostões, Portugal
Ana Velosa, Portugal
André Furtado, Portugal
Andrea Nanetti, Singapore
Angelo Lucchini, Italy
Aníbal Costa, Portugal
Antonella Guida, Italy
Antonello Pagliuca, Italy
Antoni Moreno-Navarro, Spain
António Arêde, Portugal
Antonio Conte, Italy
Calogero Bellanca, Italy
Camilla Mileto, Spain
Caterina Palestini, Italy
Clara Vale, Portugal
Damiano Lacobone, Italy

Juan A. García Esparza, Spain
Juan B. Aznar Mollá, Spain
Lorenzo Jurina, Italy
Luis Miguel Correia, Portugal
Luis Palmero Iglesias, Spain
Manlio Montuori, Italy
Manuela Grecchi, Italy
Marcello Balzani, Italy
Marco D'Orazio, Italy
Marco Faggella, Italy
Marco Morandotti, Italy
Marco Pretelli, Italy
Marco Tanganelli, Italy
Marcos Tognon, Brazil
Maria Fernandes, Portugal
María Paz Sáez Pérez, Spain
Mariana Correia, Portugal
Marianna Calia, Italy
Mariella De Fino, Italy
Marina Fumo, Italy

Daniel Oliveira, Portugal
Daniela Concas, Italy
Daniela Esposito, Italy
Edoardo Curra, Italy
Eduardo Júlio, Portugal
Elena Cantatore, Italy
Emanuela Chiavoni, Italy
Emanuele Romeo, Italy
Enrico Sergio Mazzucchelli, Italy
Enrico Sicignano, Italy
Enrico Spacone, Italy
Esmeralda Paupério, Portugal
Fabio Fatiguso, Italy
Fauzia Farneti, Italy
Fernando Branco, Portugal
Fernando Pinho, Portugal
Fernando Vegas, Spain
Francesca Fatta, Italy
Gianluca Belli, Italy
Gianni Minutoli, Italy
Giorgio Monti, Italy
Giovanni Pancani, Italy
Giovanni Santi, Italy
Giuseppe Margani, Italy
Graziella Bernardo, Italy
Guido Camata, Italy
Hipólito Sousa, Portugal
Hugo Rodrigues, Portugal
Ignacio Lombillo, Spain
Inês Flores-Cólen, Portugal
Ippolita Mecca, Italy
Javier Mosteiro, Spain
João Appleton, Portugal
João Lanzinha, Portugal
João Mascarenhas Mateus, Portugal
João Miranda Guedes, Portugal
Joaquim Teixeira, Portugal
Jolanta Sroczynska, Poland
Jorge Branco, Portugal
Jorge Pinto, Portugal
José Aguiar, Portugal
José Melo, Portugal
José Miguel Rodrigues, Portugal
José Ramon Albiol Ibanez, Spain
Mario Bevilacqua, Italy
Michele D'Amato, Italy
Miguel Malheiro, Portugal
Nadia Ieksarova, Ukraine
Nelson Vila Pouca, Portugal
Nicola Masini, Italy
Nicola Santopuoli, Italy
Nicola Tarque, Peru
Nina Avramidou, Italy
Nuno Valentim, Portugal
Panagiotis Asteris, Greece
Patrício Rocha, Portugal
Paulo Cruz, Portugal
Paulo Lourenço, Portugal
Pedro Castro Borges, México
Raffaella Lione, Italy
Raimundo Mendes da Silva, Portugal
Renata Prescia, Italy
Reynaldo Esperanza Castro, Mexico
Riccardo Gulli, Italy
Rita Bento, Portugal
Roberta Maria Dal Mas, Italy
Roberta Spallone, Italy
Roberto Castelluccio, Italy
Romeu Vicente, Portugal
Rosa Maria Caballero, Spain
Rosário Veiga, Portugal
Rui Póvoas, Portugal
Sandro Parrinello, Italy
Sérgio Lagomarsino, Italy
Sibel Onat Hattap, Turkey
Silvio Van Riel, Italy
Soraya Genin, Portugal
Stefano Bertocci, Italy
Susana Alonso-Muñoyerro, Spain
Tayyibi Abdelghani, Morocco
Teresa Ferreira, Portugal
Tiago Ferreira, Portugal
Tiago Pinto, Portugal
Vanessa Borges Brasileiro, Brazil
Vasco Freitas, Portugal
Veronica Vitiello, Italy
Vito Domenico Porcari, Italy
Xavier Romão, Portugal

CONTENTS

Plenary Keynote Lectures

Methodology for minimum intervention in sustainable Earthen architecture	1
<i>Anibal Costa; Alice Tavares</i>	

Participants communications

The New Towns of Sierra Morena	9
<i>Emma Lomoschitz Mora-Figueroa and José Luis González Almansa</i>	
The abandoned mining complexes in Sardinia. Potential approaches to recover their value	21
<i>Dessi Maria</i>	
The musealization of modern residential architecture	33
<i>Emilia Garda and Teresa Casale</i>	
Evaluating the impact of infrastructures on urban ecosystems: application of the Envision Protocol to the “Sopraelevata” of Genoa	45
<i>Vite Clara and Gaggero Marta</i>	
Shen Joan Vladimirit Orthodox Monastery: reuse and conservation	57
<i>Trematerra Adriana</i>	
Recovery and reuse in the walkway architecture: looking to the future for dismissed rural buildings in Italy and France	67
<i>Garda Emilia and Renzulli Alessandra</i>	
Place and identity. Conceiving the <i>Genius Loci</i>	79
<i>Di Mari Giuliana, Garda Emilia Maria, Renzulli Alessandra and Vitale Denise</i>	
The Garden of Remembrance on the ruins of the Marburg synagogue in Germany: memory, identity and reuse.....	91
<i>Rossella Leone, Roberto Ragione and Nicola Santopuoli</i>	
Understanding, interpreting, and shaping a dialogue between drawing and digital modelling. The case study of Donatello's Pulpit	103
<i>Sandro Parrinello, Francesca Picchio and Silvia La Placa</i>	
Earth-based mortars at the Wupatki Pueblo: a preliminary assessment through non-destructive testing	115
<i>Laura Gambilongo, Alberto Barontini and Paulo Lourenço</i>	
WoodBox modules: a flexible and re-usable emergency solution for temporary retail activities	123
<i>Lucchini Angelo, Mazzucchelli Enrico Sergio, Scrinzi Giacomo, Pastori Sofia, Stefanazzi Alberto, Silva Stefania and Severgnini Mario</i>	
The factory and its doom. Considerations about the non-application of the different knowledge for the restoration and use of industrial heritage in the case of Olivetti Brasil	133
<i>Di Mari Giuliana and Garda Emilia</i>	
The Rehabilitation Impact of Historic Houses on Cultural Heritage. Sustainable Actions for the Historic Centre of Oporto, World Heritage Site.....	145
<i>Inês Rosa, Patrícia Moreira, João Miranda Guedes and Eduarda Vieira</i>	
Valorisation and Reuse of Catholic Heritage in the Balkan Peninsula	159
<i>Trematerra Adriana, Gennaro Pio Lento and Luigi Corniello</i>	
The Fort of SS. Salvatore in Messina. Relief, stratifications and degradation of a fortification between the Middle Ages and the Modern Age.....	169
<i>Alessio Altadonna, Giuseppe Martello, Antonino Nastasi and Fabio Todesco</i>	

Strategies for rural settlements and marginal areas regeneration: multiscale and multidisciplinary approach for a systemic process	181
<i>Fernanda Speciale, Manuela Grecchi and Laura Elisabetta Malighetti</i>	
Spaces, society, university: for a renewed teaching of restoration. The case study of Amideria Chiozza	195
<i>Alessandra Marin and Sergio Pratali Maffei</i>	
Bloco da Carvalhosa, The South Terraces Reinterpretation	207
<i>Henrique Ferreira, Carlos Maia and Paulo Mendonça</i>	
Adaptive reuse as a strategy for overcoming obsolescence: the "Mercato dei Fiori" in Pescia.....	219
<i>Maurizio De Vita, Laura Marchionne and Elisa Parrini</i>	
A methodology for the comfort upgrading and the microclimate management: a case study	231
<i>Mariangela De Vita, Chiara Marchionni, Marianna Rotilio, Giovanna Di Cresce and Pierluigi De Berardinis</i>	
Methodological proposal for the analysis of the heritage values of buildings for intervention decisions	243
<i>Fatima Benchenni and Juan Monjo-Carrió</i>	
Circular approach for deep renovation of historic building heritage. The case of a manor villa in Argelato, Bologna	251
<i>Cecilia Mazzoli, Lorna Dragonetti, Rachele Corticelli and Annarita Ferrante</i>	
The use and the conservation of historic buildings. Case studies in the Alentejo region, Portugal.....	263
<i>Maria Fernandes and Maria João Costa</i>	
L'edificio della Gioventù Italiana del Littorio di Forlì diventa Museo della Ginnastica e Auditorium. Restauro e riuso di una architettura dissonante	271
<i>Andrea Savorelli and Chiara Atanasi Brilli</i>	
Historical rural architecture of North Portugal and Spanish Galicia – analysis of vernacular forms and concept of adaptation for cultural tourism needs, case study of Porreiras in Portugal	283
<i>Marta Orszt and Elżbieta Raszeja</i>	
Glocalization design strategies of multinational enterprises in the context of revitalizing historic districts: Case studies in China and Europe	297
<i>Xi Wei, Xin Wu, Qiang Xu, Jiajun Li and Marianna Calia</i>	
Indoor air quality and ventilation: two fundamentals to define Healthy Buildings.....	309
<i>Maria Sofia Savoca Ludovica</i>	
Managing a complexity of details. Studies to re-use the stable of the Calendasco's castle.....	321
<i>Michela Marisa Grisoni, Nicola Badan and Davide Zanon</i>	
Projection mapping for the enhancement of Estense wall paintings: a workflow for complex surfaces and the management of colors	335
<i>Manuela Incerti and Stefano Giannetti</i>	
The reuse of the architectural heritage in a state of ruin as a strategy for the conservation. The "Canto di Stampace" in Pisa	347
<i>Laura Marchionne and Elisa Parrini</i>	
Start over from the fragment. Some notes on old Gibellina and new Gibellina	359
<i>Daniela Esposito and Daniela Concas</i>	
The energy requalification of an author's social housing complex Ridolfi's INCIS Houses: a challenge for heat-reflective coatings.....	371
<i>Giuseppina Currò, Ornella Fiandaca and Giovanni F. Russo</i>	
Ancient Monastery of S. Spirito in Bergamo: the rebirth.....	385
<i>Beatrice Bolandrini, Roberta Grazioli and Simone Tribbia</i>	
The value of use and scheduled maintenance of historical buildings with architectural interest: the case study of the Quaglietta Castle in Campania (Italy)	397
<i>Eliana Basile and Gigliola D'Angelo</i>	

The rehabilitation impact of historic houses on cultural heritage. Sustainable actions for the Historic Centre of Oporto, World Heritage Site.....	409
<i>Inês Rosa, Patrícia R. Moreira, João Miranda Guedes and Eduarda Vieira</i>	
Presentation of a methodology for the analysis of old industrial chimneys	423
<i>Rui Silva, Nelson Vila Pouca, Patrício Rocha, Paupério Esmeralda and António Arêde</i>	
Understanding to maintain the INA-CASA experimentation. Minnucci and public housing in Brindisi.....	435
<i>Carla Chiarantoni</i>	
The traditional Andalusian heritage of the patio house. Methodological guidelines and design experimentation for active conservation	447
<i>Alessandra Bellicoso, Krizia Berti, María Jesús Albarreal Nuñez and Alessandra Tosone</i>	
Hypothesis of “Dogana” recovery at the Magdalena Bridge.....	459
<i>Renato Iovino, Ippolita Mecca, Emanuele La Mantia and Flavia Fascia</i>	
Recovering the modern. A “fragile” work of Ignazio Gardella.....	469
<i>Annalisa Dameri and Paolo Mellano</i>	
The difficult "reuse" of historical heritage: the case of the Scardavilla di Sopra Monastery in Meldola	481
<i>Fauzia Farneti and Silvio Van Riel</i>	
The role of landscape study in Architecture degree courses.....	491
<i>Cecilia Sodano and Nicola Santopuoli</i>	
A teaching experience in cooperation between University and Municipality for the reuse of an architectural complex in Northern Italy	501
<i>Eva Coisson, Chiara Vernizzi and Elena Zanazzi</i>	
Architectural heritage: intervention to continue	511
<i>Miguel Malheiro</i>	
Villages and regeneration.....	523
<i>Claudia Battaino and Maria Paola Gatti</i>	
Reuse of the Church of San Domenico: approach and adaptive strategies for the design of a new congress center.....	535
<i>Alessandra Bellicoso, Pierluigi De Berardinis, Mariangela De Vita, Danilo Di Donato, Gianni Di Giovanni, Tullio de Rubeis, Marianna Rotilio and Alessandra Tosone</i>	
The theoretical foundation of architectural restoration.....	547
<i>Cesare Crova</i>	
Architectural restoration, research, teaching: results of the first Decade Experience by Building Engineering-Architecture Course.....	561
<i>Nicoletta Marconi and Valentina Florio</i>	
Behavioural-design-based risk assessment and mitigation against floods in historical urban built environment: a virtual reality approach.....	573
<i>Gabriele Bernardini, Alessandro D’Amico, Enrico Quagliarini and Ruggiero Lovreglio</i>	
Implementing open-source information systems for assessing and managing the seismic vulnerability of historical constructions.....	585
<i>Rafael Ramirez Eudave, Daniel Rodrigues, Tiago Ferreira and Romeu Vicente</i>	
Spontaneous rural settlements in the Emilia 2012 seismic aftermath: strategies for the enhancement of the countryside landscape.....	595
<i>Montuori Manlio</i>	
Diagnostic campaigns and structural assessment of an existing masonry buildings	607
<i>Riccardo Mario Azzara, Vieri Cardinali, Maria Teresa Cristofaro and Marco Tanganelli</i>	
Extreme wind events and risk mitigation: overview and perspectives for resilient building envelopes design in the Italian context.....	617
<i>Enrico S. Mazzucchelli, Giacomo Scrinzi, Sofia Pastori, Paolo Rigone, Angelo Lucchini, Dario Trabucco and Martino Milardi</i>	

Traditional stone masonry walls subjected to blast and axial loadings <i>J. F. M. Conceição, Fernando Pinho and Joaquim B.</i>	627
Evaluation of the seismic vulnerability of Coimbra's old city center: a comparative study between 2009-2021 <i>Marcos Antonio Chiamulera, Tiago Ferreira, Romeu Vicente and J. Mendes da Silva</i>	637
Methodology for Assessing the Degradation Level of Existing Structures with a Parameterized Cubic Damage Model <i>Erik Dutra and João Pantoja</i>	647
SHM for failure propagation detection in steel truss bridges <i>Manuel Buitrago, Giacomo Caredda, Elisa Bertolesi, Cristina Porcu, Pedro Calderón and José Adam</i>	659
Three in one. A step towards a rehabilitation 4.0 <i>Isabel Bentes, Jorge Pinto, Sandra Pereira, Carla Teixeira and Anabela Paiva</i>	669
Catastrophic Destruction of the Cultural Heritage of Odessa, XX-XXI c.c <i>Nadiia Yeksarova, Vladimir Yeksarov and Andrii Yeksarov</i>	681
Architectural heritage and armed conflicts. The bombing of Potenza in Basilicata in 1943 <i>Enza Tolla and Giuseppe Damone</i>	695
War, yesterday and today. Documentation of the destruction of and damage to historic-monumental buildings through testimony and recounting by the mass media <i>Maria Giovanna Putzu, and Fabrizio Oddi</i>	707
History, conservation and restoration of the rural architectural heritage in Terra d'Arneo <i>Clara Verazzo</i>	719
The renovation of the urban space of the industrial areas discontinued after the second world war. The case of the Costantino cotton factory in Bari <i>Carla Chiarantoni</i>	731
Computational 3D modeling supporting the preservation of historic timber roofs: the case of San Pietro's Cathedral in Bologna <i>Angelo Massafra, Davide Prati, and Giorgia Predari</i>	743
Physical prototyping of digital twins for the documentation, protection and dissemination of Heritage <i>Maria Pérez Sendín, Pablo Alejandro Cruz Franco and Antonio Gordillo Guerrero</i>	755
LabSAMPA – Laboratory for documentation of historical architecture in São Paulo: An experience of didactic cooperation between the Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo and the Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze, using Laser Scanner 3 D technology and photogrammetry <i>Stefano Bertocci, Regina Helena Vieira Santos, Luciano Migliaccio and Beatriz Piccolotto Bueno</i>	767
Scan-to-BIM applied to heritage conservation: a case study of Aldeia do Fujaco <i>Gabriel Sugiyama, Hugo Rodrigues and Fernanda Rodrigues</i>	779
Photogrammetry and 3D printing for conservation and disclosure of Cultural Heritage <i>Sara Gonizzi Barsanti and Adriana Rossi</i>	791
Monitoring the thermal comfort of a multifamily housing building from the Modern Movement period <i>Ivo Silva, Carlos Maia and Paulo Mendonça</i>	803
Material re-use in 3D printed building components <i>Stelladrianna Volpe, Sangiorgio Valentino, Andrea Petrella, Michele Notarnicola, Humberto Varum and Fiorito Francesco</i>	815
Fragility and recovery of colonial architecture: toward a sustainable approach in Morocco <i>Santi Giovanni, Abida Majda</i>	827
Recupero del campanile a vela della Chiesa di San Domenico a Bari <i>Marina de Marco and Alessandro Serra</i>	839

The cloister of Santa Marta in Bergamo: from the restoration by Luigi Angelini to the current context of the new Piacentiniano Centre.....	849
<i>Alessio Cardaci and Antonella Versaci</i>	
3D digitalisation techniques for the HBIM modelling of an existing building. Application to the inventory of defects and the management of the maintenance of a façade	861
<i>Cesar A. Carrasco, Javier M. Sánchez-Espeso and Ignacio Lombillo</i>	
Microclimatic monitoring as basis of a project process: an experimentation in Rome	873
<i>Gaia Turchetti</i>	
New recycling technologies of demolished materials for sustainable finishes: the project of concrete reuse on site in Tres Cantos, Madrid.....	883
<i>Giuseppe Trinchese, Alessia Verniero and Gregorio García López de la Osa</i>	
Salutogenic design and regeneration for building heritage.....	897
<i>Rosa Maria Vitrano</i>	
Around roman square: digital documentation and communication	913
<i>Martina Attenni, Vittoria Castiglione, Alfonso Ippolito, Mahsa Noursati Kordkandi and Simone Helena Tanoue Vizioli</i>	
Reflections on the mismatch between historic preservation and risk management policies in Brazil: case study of the municipality of Cachoeira, Bahia	925
<i>Alexandra C. Passuello, Eloisa Maria A. Giazzon, Vanessa G. Gonçalves, Bruna S. Rosa and Maria da Graça A. Dias</i>	
Problems of intervention in Non-Monumental Architectures in Brazilian historic centers: a case study of the Tiradentes Town Hall.....	943
<i>André Dangelo, Vanessa Brasileiro, Valéria Sávia Tomé França, David Prado Machado and Luiza Salles Araújo</i>	
Capo Velato. Restoration and extension of the town hall of Capo d'Orlando	955
<i>Pier Paolo Lagani</i>	
Integrated approach based on UAV and NDT for assessment of Roman Concrete Groin Vaults	967
<i>Silvia Santini, Carlo Baggio, Mauro Marzullo, Valerio Sabbatini and Claudio Sebastiani</i>	
Implementation of a wireless structural monitoring system and reverse engineering for numerical analysis purposes of a 16 th century church.....	981
<i>António Arêde, Susana Moreira, Gabriel Ferreira, Clara Vale, Hugo Pires, Luís Garcia and Orlando Sousa</i>	
The reuse and reliving of space in architectural heritage. Proposal for intervention in Tabacalera, Valencia	993
<i>Graziella Bernardo and Luis Manuel Palmero Iglesias</i>	
Influence of calcium chloride on the properties of lime pastes with pozzolanic additions	1003
<i>Leane Priscilla Bonfim Sales and Aline Figueiredo da Nóbrega</i>	
The preservation of built heritage Typical characteristics in through the codes of practice. An operational tool for the renovation of San Giovanni Lipioni's Heritage	1013
<i>Carlo Costantino, Anna Chiara Benedetti, Nicola Mantini, Cristiana Bartolomei and Giorgia Predari</i>	
Pantalica Rupestre: digital survey for the image of rock-cut Architecture.....	1025
<i>Carlo Inglese, Roberto Barni and Marika Griffò</i>	
Traditional Dwellings as Wildlife Habitat – Baixo Tâmega Valley Case	1037
<i>Jorge Pinto, Isabel Bentes, Zofia Zięba, Cristina Reis and Sandra Pereira</i>	
Blue. How it affects the perception of space	1045
<i>Teresa Casale, Emilia Garda, Martina Labella and Rabbia Aurora</i>	
Waterfront Renaissance in Bagnoli (Italy)	1057
<i>Angelica Rocco and Dora Francese</i>	
Protocol for the dissemination and divulgation of digital twins of singular elements on new platforms	1069
<i>Elena Gómez Bernal, Adela Rueda Márquez de la Plata and María Pérez Sendín</i>	
Sustainable reuse of vernacular architecture for rural tourism development.....	1081
<i>Albina Sciotti, Mariella De Fino and Fabio Fatiguso</i>	

Maintaining and reusing in tourism accommodation construction in Baixo Tâmega Valley	1093
<i>Jorge Pinto, Isabel Bentes, Cristina Reis, Paula Luísa, Sandra Pereira, Zofia Zięba and Anabela Paiva</i>	
The Palladian villas: landscape and architecture. Protection of an environmental system	1103
<i>Giovanni Minutoli</i>	
The "ball" church of Quaroni in Gibellina: a circular restoration.....	1111
<i>Cinzia Accetta</i>	
The Assessment of Urban Identity: A Methodological Approach.....	1117
<i>Hasan Mansour, Fernando Brandão Alves and António Ricardo da Costa</i>	
Improving municipal' tools and policies through systematic analysis to support decision-making.....	1141
<i>Cilisia Ornelas, João Miranda Guedes, Fernanda de Sousa and Humberto Varum</i>	
The Sacro Monte and the Convent of San Vivaldo in Montaione (FI).....	1149
<i>Giovanni Pancani and Lorenzo Matteoli</i>	
Remote Sensing and architectural survey for the restoration of Al Raabiya mosque, Mosul (Iraq).....	1161
<i>Bertocci Stefano, Bigongiari Matteo and Becherini Pietro</i>	



Remote sensing e rilievo architettonico per il restauro della moschea Al Raabiya a Mosul (Iraq)

Remote Sensing and architectural survey for the restoration of Al Raabiya mosque, Mosul (Iraq)

Bertocci Stefano - DIDA Dipartimento di Architettura - Università degli Studi di Firenze, Florence, Italy, stefano.bertocci@unifi.it

Bigongiari Matteo - DIDA Dipartimento di Architettura - Università degli Studi di Firenze, Florence, Italy, matteo.bigongiari@unifi.it

Becherini Pietro - DIDA Dipartimento di Architettura - Università degli Studi di Firenze, Florence, Italy, pietro.becherini@unifi.it

Abstract: Il testo presenta il progetto di rilievo e documentazione digitale della Moschea di Al-Raabiya a Mosul (Iraq). Il centro storico di Mosul è stato fortemente danneggiato dalle guerre contro il Daesh, ed oggi sono forti sia la volontà e sia gli sforzi economici per la ricostruzione del Patrimonio. Il Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze ha preso parte al progetto di restauro di questo complesso religioso seguendo le fasi di rilievo remote sensing, laser scanner e fotogrammetrico, e di restituzione grafica degli elaborati bidimensionali preliminari alla fase di progettazione. Sono stati inoltre condotti approfondimenti tematici che hanno messo in evidenza la matericità delle superfici, il loro stato di conservazione e le deformazioni plastiche delle strutture murarie. Le informazioni così raccolte sono state utilizzate per guidare nelle scelte progettuali e di restauro i colleghi del team di lavoro coordinato da Archimedia Trust.

Keywords: Mosul, Remote Sensing, Digital Survey, Drone, Restoration

1. Introduzione

Lo scopo di questo paper è presentare il progetto di documentazione e rilievo architettonico digitale della moschea Al-Raabiya di Mosul (Iraq) iniziato nel Giugno 2021; il progetto è stato progettato e realizzato in collaborazione con un gruppo di lavoro, rappresentato e coordinato dall'associazione Archimedia Trust Onlus [1], sulla base di una proposta di finanziamento che ha ottenuto buona valutazione e disponibilità economica dalla fondazione Aliph, che principalmente si occupa di supportare progetti a base culturale su territori e patrimoni che hanno subito eventi legati alla guerra. Nello specifico il progetto proposto si prefigge l'obiettivo di dare nuovamente un punto di riferimento sociale alla comunità del centro storico di Mosul con la riqualificazione del complesso della Moschea di Al-Raabiya; le operazioni di documentazione sono quindi state finalizzate all'acquisizione delle conoscenze morfologiche, quantitative e qualitative dei fabbricati, che potesse supportare scientificamente la redazione di un progetto di recupero e restauro del complesso religioso, che nel 2017 ha subito ingenti danni, come la maggior parte del centro storico della città, a causa dei raid dovuti alla guerra per la liberazione della città dalle milizie del Daesh. La città di Mosul, a seguito delle disgrazie della guerra, appare oggi come un grande cantiere di restauro, dove organizzazioni internazionali come Unesco e UNDP hanno iniziato a lavorare

per riaprire i principali luoghi monumentali, religiosi e a rimettere in funzione i luoghi dell'abitare, tutti allo stesso modo violentemente colpiti e compromessi dai bombardamenti. Il progetto di restauro del complesso della Moschea di Al-Raabiya, che allo stesso modo di esempi più illustri si trova nel centro storico della città (la parte ben più danneggiata dalla guerra), prevede non solo lo studio del monumento per la corretta esecuzione delle opere architettoniche, ma ha come punto di forza, in fase di esecuzione dei lavori, il dialogo con la comunità locale, sia religiosa (i proprietari ed amministratori del monumento) che civile, per la corretta progettazione degli spazi e per la possibilità di reperire materiali da costruzione per consentire il progressivo recupero di attività produttive della città. Il ruolo del gruppo di lavoro dell'Università di Firenze, Dipartimento di Architettura, ha previsto il supporto scientifico in tutte le fasi di progetto, più attivamente nelle prime fasi di acquisizione e restituzione dei rilievi architettonici, più a livello di consulenza sulle decisioni operative di progetto, supportando le decisioni dei restauratori e progettisti strutturali.



Figura 1. Veduta dello stato della Moschea a inizio lavori di rilievo

2. Il caso studio

La moschea Al-Raabiya è un complesso religioso del centro storico di Mosul, di modeste dimensioni rispetto alle moschee maggiori della città (Al Noori). Nel tempo il complesso è stato più volte ingrandito e restaurato pesantemente fino ad apparire oggi come uno spazio chiuso su sé stesso, in angolo ad un isolato del centro storico, ben identificato dal minareto in acciaio, non certo dalle pareti perimetrali spoglie rivestite con pietra locale, senza nessuna apertura se non il portale di ingresso, di piccola dimensione. Si entra in un cortile, che prima della guerra era un giardino fiorito, circondato da tre lati dalle stanze della Madrasa (un ampliamento in cemento armato degli anni 90) e sullo sfondo la moschea, con il suo portico e la grande cupola. L'aspetto dell'edificio religioso a sua volta è dovuto ad un restauro degli anni 90 che ha modificato le sembianze del monumento con l'aggiunta di un portico esterno, un tamburo a slanciare la cupola che oggi è stata rivestita con un nuovo strato azzurro, fortemente danneggiato dai bombardamenti. Sulla destra della moschea un edificio su due livelli (che segue la topografia dell'isolato, in forte pendenza verso l'ingresso) destinato ai servizi maschili e femminili.

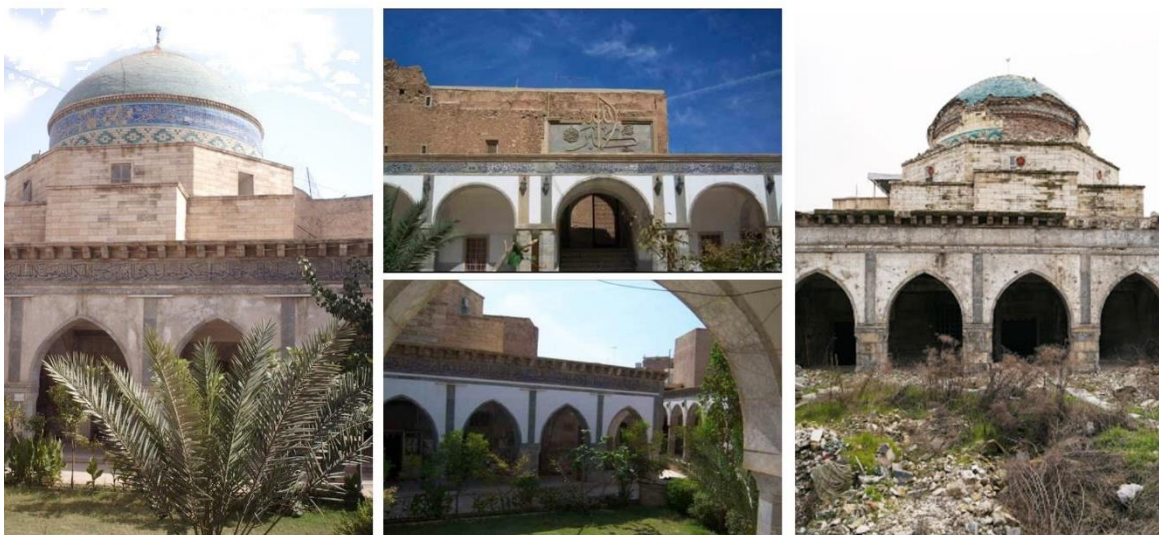


Figura 2. A sinistra e al centro fotografie della Moschea al suo stato originario. A destra dopo i raid

2.1. Metodologie

Il rilievo laser scanner della moschea Al-Raabiya è stato progettato per descrivere tutte le superfici dell'architettura con una definizione che consentisse la resa grafica dei disegni necessari alla redazione delle indagini diagnostiche sia per verificare la presenza di degradi, sia per valutare le meccaniche dei dissesti [2]. Le scansioni sono state effettuate con uno strumento Faro Focus S350, le cui caratteristiche hanno consentito il rapido completamento di misurazioni altamente affidabili, e con elevato raggio di misurazione: lo scanner è infatti in grado di misurare fino a 1 milione di punti al secondo, realizzando fotografie panoramiche HD. Il risultato delle acquisizioni ha prodotto una nuvola di punti in coordinate locali risultante dall'allineamento di 145 scansioni. Il corretto allineamento è stato verificato in prima istanza costruendo *cloud constraint* che realizzassero una poligonale esterna chiusa, che quindi consentisse il calcolo degli errori di allineamento; successivamente, una volta

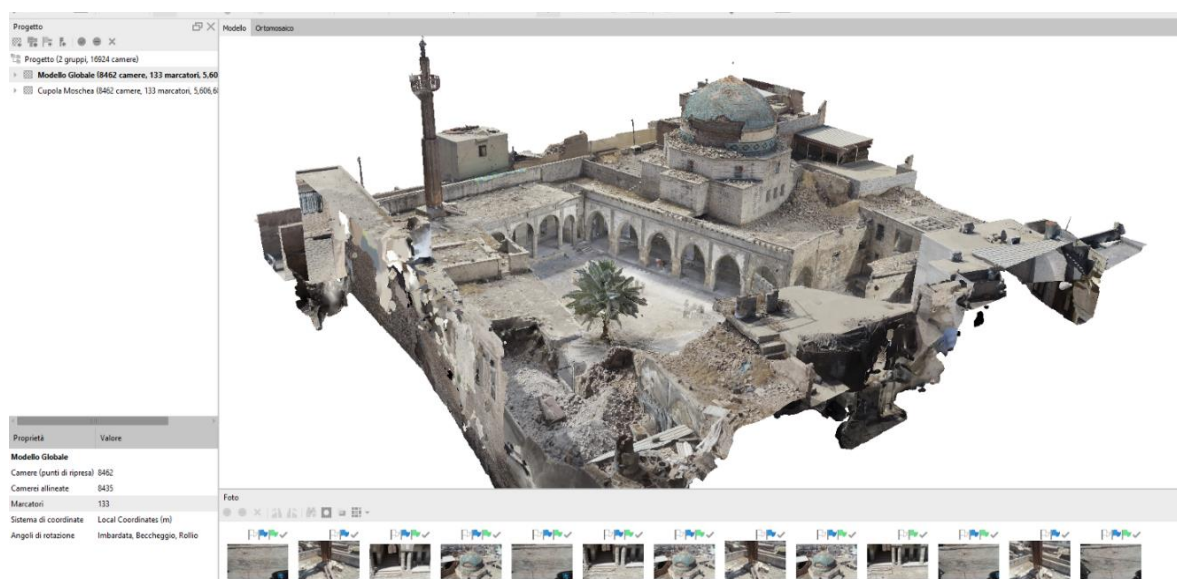


Figura 3. Software di elaborazione dati fotogrammetrici ottenuti dalla ripresa aerea per mezzo di strumentazione UAV (Phantom 3, DJI)

accettati per la scala di restituzione i valori ottenuti sono state verificate le registrazioni sezionando il modello in più punti con piani orizzontali e verticali e controllando il corretto allineamento delle stazioni. Nonostante la presenza di vegetazione, i risultati hanno garantito errori di allineamento inferiori ad 1,5 cm sulla distanza dei fili di sezione.

Il rilievo fotogrammetrico 3d è stato effettuato con lo scopo principale di produrre immagini rettificate delle superfici architettoniche da utilizzare per le indagini diagnostiche e per integrare quelle porzioni del modello difficilmente misurabili, sia per la complessità nel portarvi il laser scanner sia per la presenza a terra di cumuli di macerie che non garantivano la sicurezza del rilevatore; per ottenere questo risultato è stato utile combinare le acquisizioni realizzate da terra con camera fotografica con le acquisizioni ottenute dai voli con droni ed integrare successivamente i modelli ottenuti. Il rilievo fotografico della moschea è stato complesso a causa di una serie di condizioni ambientali che hanno reso difficoltoso lo scatto: le difficoltà maggiori si sono incontrate all'interno dei locali della moschea e della madrasa, dove l'illuminazione è particolarmente scarsa e proveniente da piccole bucatore (porte e finestre) le quali all'interno della scena hanno provocato forti punti di sovraesposizione; allo stesso modo è stato complesso il rilievo del portico a causa delle forti differenze di esposizione tra le pareti della madrasa e le volte su colonnato. Le campagne di ripresa fotografica sono state quindi organizzate per risolvere queste difficoltà e per ottenere un modello strutturato che potesse descrivere le superfici con una definizione almeno in scala 1:50. Nella scelta della corretta strumentazione da utilizzare per le riprese è stata considerata la condizione di scarsa illuminazione, che provoca l'abbagliamento di punti luce dove entrano i raggi solari. Per questo si è reso necessario prevedere l'utilizzo di strumenti che fossero in grado di realizzare inquadrature di alta qualità nonostante la luce presente fosse significativamente sfavorevole allo scatto fotografico. È stata utilizzata una fotocamera full frame Sony A7R II (sensore CMOS da 42,4MP) mirrorless, in modo da garantire un alto livello di definizione, che fosse in grado di descrivere le pareti nei suoi dettagli, e una cornice di buona qualità a livello di esposizione: questa fotocamera è in grado di restituire fotogrammi di alta qualità anche impostando una sensibilità piuttosto elevata, in modo tale da favorire lo scatto senza treppiede; le acquisizioni da drone sono invece state realizzate con un drone DJI Phantom 3. Per ricostruire al meglio le superfici della moschea, si è deciso di riprendere inquadrature seguendo tre livelli di indagine: un primo da terra che si muove intorno all'oggetto a distanza ravvicinata, un secondo aereo che riprende immagini nadirali, un terzo ancora aereo ma inclinando la telecamera verso gli alzati per riprendere al meglio i prospetti [10]. Ognuna di queste sequenze fotografiche, riprendendo oggetti da diverse



Figura 4. Prospetto frontale della Moschea. Ridisegno a cad e Fotopiano

distanze, richiedeva l'uso di obiettivi con diverse lunghezze focali. Per la prima sequenza, da terra, è stato utilizzato un Sony FE 28mm f/2 28mm, ideale per muoversi intorno agli oggetti anche a distanze ravvicinate, inferiori ai 2 metri: con questo obiettivo sono state acquisite tutte le superfici esterne ed interne della moschea. Le sequenze esterne hanno utilizzato l'ottica fissa del drone. La scelta della focale si è basata sullo studio della risoluzione che deve essere garantita ai fotogrammi per rientrare nelle scale di definizione del modello tridimensionale; se, nel caso del rilievo laser scanner che viene acquisito direttamente in scala metrica, è possibile valutare la definizione in base alla griglia dei set point, per quanto riguarda il rilievo fotografico, la valutazione dei valori di definizione deve essere progettata su la base dei pixel con cui vengono definite le superfici[9][11]. Le acquisizioni fotografiche hanno mantenuto un rapporto di almeno 6px/cm con un margine minimo di sovrapposizione tra fotogrammi contigui del 50%. Non è stato possibile utilizzare target a terra da misurare con strumenti GPS per complessità dovute alla lettura dei dati satellitari in Iraq. Al termine della fase di raccolta dati, migliaia di immagini sono state importate e orientate nel software Agisoft Metashape durante il processo di ricostruzione 3D, in molti differenti modelli. La nuvola di punti fotogrammetrica è stata poi scalata sulla base della nuvola di punti del laser scanner per ottenere un modello ancora più affidabile, oltre che scalato e georeferenziato. L'unione dei modelli è avvenuta per punti di controllo evidenziando errori di allineamento inferiori a 1,5 cm. Durante questa elaborazione sono stati legati insieme le varie componenti dei modelli fotogrammetrici con l'utilizzo di punti di controllo. Il modello finale ha evidenziato discostamenti dal modello laser scanner minimi, inferiori ad 1 cm eccetto che per le aree costruite all'esterno del fabbricato, che non interessavano il progetto e dovute probabilmente alla giacenza sul margine del modello laddove la sovrapposizione tra gli scatti non era stata controllata. Prima di procedere con l'elaborazione dei dati per la ricostruzione della scena tridimensionale, è stato effettuato un attento controllo di qualità sui fotogrammi: anche se si è sempre cercato di mantenersi entro i tempi di scatto di sicurezza per evitare l'effetto mosso negli scatti fotografici [3] soprattutto per quanto riguarda le acquisizioni da distanza ravvicinata in cui, muovendosi intorno all'oggetto, si incorre in ripetuti cambiamenti di esposizione alla luce, si doveva evitare il



Figure 5. Veduta di una orthophoto ottenuta dall'elaborazione fotogrammetrica delle foto acquisite da UAV

rischio di avere fotogrammi fuori fuoco o con esposizione errata. Per questo motivo le foto in formato .raw sono state importate in un apposito software con lo scopo di verificarne la corretta messa a fuoco e regolarne i parametri. In questo modo il bilanciamento del bianco è stato equalizzato per tutti gli scatti in modo da avere un colore il più uniforme possibile. A causa delle diverse esposizioni alla luce delle superfici, si è inoltre deciso di limitare al minimo la presenza di zone sovra illuminate e in ombra, riducendo al minimo i parametri luci e ombre. Infine, abbiamo cercato di rendere l'esposizione delle superfici il più omogenea possibile variando il parametro in base al tempo di scatto del fotogramma. I dati provenienti da diversi sistemi di acquisizione sono stati utilizzati per realizzare i disegni tecnici (piante e sezioni) secondo il sistema tradizionale che prevede l'estrazione delle geometrie dalle nuvole di punti del laser scanner, la matericità delle superfici dalle acquisizioni fotogrammetriche: entrambi i database hanno stato opportunamente sottoposto a protocolli di certificazione dei dati al fine di verificare l'affidabilità sia della registrazione delle scansioni che della calibrazione dei fotopiani sulla nuvola di punti [4].

La verifica dell'affidabilità delle ricostruzioni è avvenuta attraverso il confronto tra i diversi sistemi di rilievo tridimensionale: il rilievo ha integrato diverse metodologie, producendo differenti copie digitali della moschea con diversi livelli di affidabilità. Possiamo sintetizzare le acquisizioni in due diversi sistemi di ricostruzione: laser scanner, SfM. Il primo di questi metodi di misura è in grado di fornire una misura entro determinati parametri di errore: la singola scansione da laser scanner infatti, a seconda del modello di strumento, garantisce un'elevata affidabilità, nel nostro caso millimetrica. Purtroppo non si può dire lo stesso delle ricostruzioni fotogrammetriche, sebbene il posizionamento del trigger point sia avvalorato dalla presenza sul drone di un GPS: il posizionamento del trigger point, infatti, non garantisce la corretta ricostruzione delle nuvole di punti che vengono influenzate da numerose e diverse problematiche legate alla sorgente luminosa [5]. Per questo, dopo un accurato controllo del processo di registrazione si è preso come base morfologica il rilievo laser scanner, le cui coordinate polari sono state utilizzate per verificare i punti di controllo del rilievo fotogrammetrico, sia da terra che dal drone.

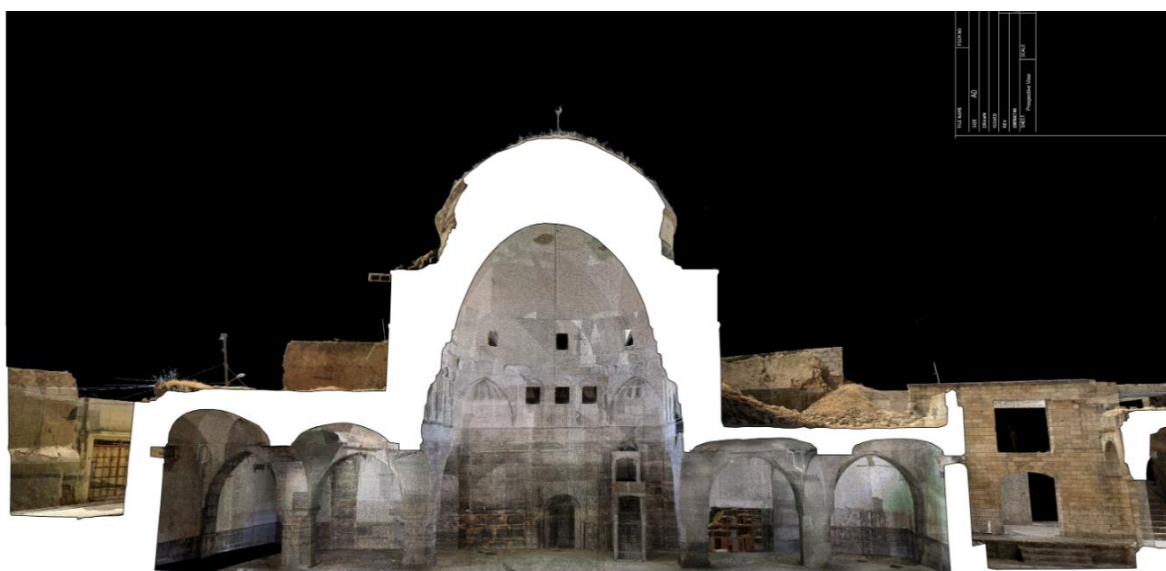


Figura 6. Particolare di una tavola ottenuta dalla Sezione trasversale della Moschea

3. Creazione di un database digitale al fine della catalogazione, studio e analisi.

A seguito della campagna di rilievo, la fase di post produzione dei dati raccolti in situ è iniziata con la creazione, per la gestione e analisi, di un database contenente tutto il materiale prima acquisito e poi registrato, tramite laser scanner, reflex e drone. Il fine della catalogazione di suddetto materiale ha la valenza di semplificare il lavoro di controllo, anche a distanza di tempo, quindi di interrogazione e creazione di output 2D/3D che serviranno allo studio, confronto e analisi del presente caso studio. I dati raccolti vengono elaborati per produrre disegni bidimensionali dello stato di conservazione della moschea e dei suoi locali, da confrontare e analizzare nella preparazione di un progetto di restauro dell'intero complesso monumentale. L'obiettivo dello studio è quindi quello di trasmettere la specificità storica e il valore artistico di questo complesso architettonico attraverso la creazione di un modello gestionale tridimensionale. La validazione di questo processo avviene tramite la realizzazione di una metodologia ri-applicabile per sviluppare un sistema di gestione che sfrutti un modello informativo applicato al patrimonio storico con il fine di monitorare e pianificare le attività di manutenzione di un complesso sistema di struttura museale. Obiettivo del rilievo è quello di porre particolare attenzione a tutte quelle caratteristiche dell'oggetto architettonico che possono fornire importanti informazioni sul manufatto. Risulta quindi fondamentale identificare le parti strutturali in una scala di dettaglio utile alla definizione delle diverse sezioni murarie, al processo di lavorazione della pietra e ai rapporti tra muratura o elementi architettonici adiacenti. Oltre agli studi morfologici, per determinare queste caratteristiche, sono necessarie informazioni fotografiche dettagliate; i dati fotografici infatti facilitano il processo di rilevamento delle unità stratigrafiche ed è proprio nella gestione del dato grafico che la fotografia risulta essere di fondamentale importanza poiché risulta essere l'espressione di un dato più oggettivo rispetto al disegno *wireframe* delle pietre, che dipende chiaramente dall'interpretazione soggettiva del disegnatore [5].

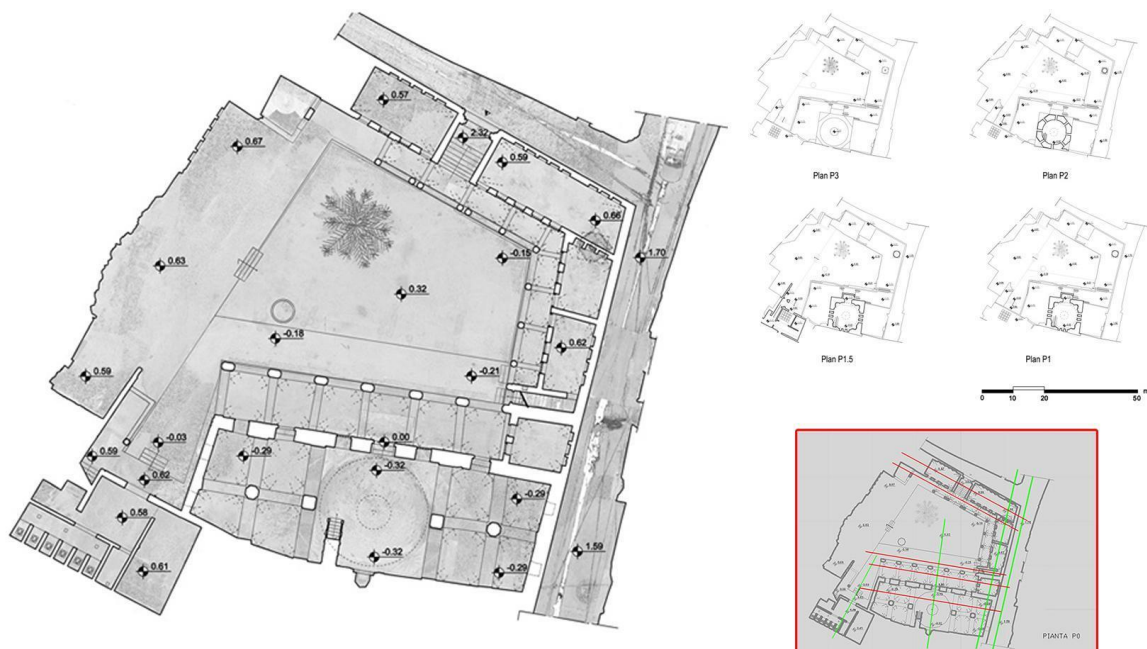


Figura 7. Pianta a P0 stabilito (in grande). Sulla destra elaborazioni della pianta ad altre quote. In basso a destra elenco dei prospetti e sezioni

3.1. Gestione e elaborazione di un corpus documentario per l'analisi stratigrafica e del degrado

Nella prima fase di studio e analisi, a seguito della registrazione della nuvola di punti del dato laser scanner e di quello ottenuto dal dato fotografico, aereo e terrestre, con i rispettivi software, sono stati quantificati un numero minimo di sezioni e prospetti (20) da cui poter ottenere una base documentale per supportare la progettazione del restauro. Tutto il materiale è stato quindi inserito in ambiente cad 2D per la realizzazione di disegni vettoriali dove poter leggere *in primis*, ad adeguata scala, i singoli conci delle pareti e i dettagli delle parti strutturali della Moschea. Questi disegni sono stati quindi inseriti in un *corpus* documentario tramite il quale è stato possibile sviluppare uno studio di stabilità strutturale più dettagliato. Nello specifico, è stata portata avanti un'analisi del degrado superficiale della muratura seguendo le norme (UNI e Normal) che prevedono l'utilizzo di polilinee e retini identificativi. Per una più semplice individuazione dei fenomeni di degrado dei materiali lapidei costituenti le superfici esterne degli edifici, è stata riportata una tavola sinottica nella quale sono stati messi in relazione i seguenti elementi:

- Le alterazioni¹ e le degradazioni individuate dalle “Raccomandazioni NorMaL - 1/88. Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico”, (CNR-ICR, 1990, Roma);
- La loro descrizione, desunta dalle suddette Raccomandazioni;
- Le principali cause dei fenomeni descritti;
- La riproduzione fotografica del fenomeno descritto, avente carattere indicativo e non esaustivo;
- La simbologia grafica con la quale le forme di degrado vengono correttamente descritte negli elaborati riguardanti il loro rilievo, nel rispetto della normativa vigente.

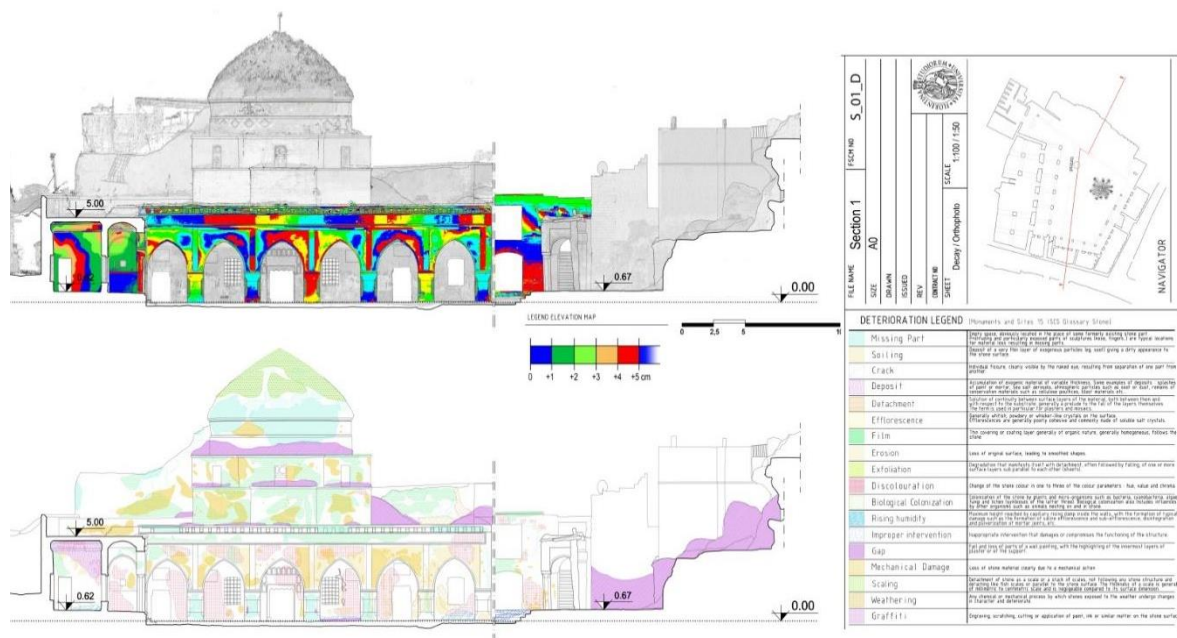


Figura 8. Prospetti della Moschea. Sopra l'elevation map. Sotto lo stato dei degradi con relativa legenda sulla destra

¹ Secondo le Raccomandazioni NorMaL, per 'alterazione' si intende "una modificazione del materiale che non implica necessariamente un peggioramento delle sue caratteristiche sotto il profilo conservativo", mentre con il termine 'degradazione' si intende una modificazione che "implica sempre un peggioramento"

Come risultato di questa analisi, sono state identificate e quantificate le aree maggiormente sottoposte a stato di deformazione o degrado, consentendo di stimare le spese per le operazioni di pulizia e messa in sicurezza della muratura. Particolare attenzione è stata dedicata all'identificazione delle unità strutturali e degli aggregati che compongono l'edificio e all'analisi del loro comportamento statico. Grazie all'utilizzo di opportune schede e grafiche, specifiche del software utilizzato (Cyclone), è stato possibile realizzare dei disegni 2D che hanno formato la base conoscitiva necessaria delle zone bisognose di intervento dell'intero complesso monumentale. La sperimentazione avviata ha così permesso di creare una metodologia di intervento che non solo ha fornito un supporto di base per l'obiettivo del progetto di operazioni di recupero, ma ha anche rappresentato un sistema che potrebbe essere replicato in altre situazioni di pericolo in una regione spesso soggetta a situazioni militari critiche ed emergenze umanitarie [7].

3.2. Sintesi della rappresentazione

L'indagine, o meglio, la restituzione del rilievo derivante da questa metodologia, è risultata molto affidabile in termini di metrica e qualità della ricostruzione, ma dispersiva a causa delle diverse sezioni e prospetti ricavati come output 2D. A tale scopo è stato realizzato un layout diviso in sub-categorie per dare al progetto di restituzione non solo un riscontro morfologico e metrico, ma anche unitarietà nella sua percezione. Risultava pertanto necessario che il lavoro dovesse avere un'organizzazione razionale ed ordinata, che permettesse la realizzazione di un catalogo di facile consultazione e comprensione [8]. All'interno della stessa tavola è possibile quindi leggere la sezione nella parte centrale, in scala 1:50, mentre in alto a destra il navigatore, dove è indicato l'effettivo taglio sulla pianta globale della Moschea; quindi, nella parte in basso a destra, una rappresentazione a assonometria cavaliere della sezione stessa. Suddetta tipologia è stata correttamente ripetuta per la rappresentazione a wireframe, fotopiano, degrado con il fine di poter così realizzare una documentazione esaustiva utile per la ricostruzione del monumento e rientrare così nel processo di rinascita voluto dal generale dell'UNESCO Audrey Azoulay come da iniziativa "Revive the Spirit of Mosul" del 2018.

4. Conclusions

Il rilievo tridimensionale della moschea, come descritto ampiamente nel paragrafo precedente, ha così prodotto un corpus di documenti sulla morfologia dell'edificio e sullo stato di conservazione superficiale e strutturale dei suoi paramenti murari utili allo scopo della redazione di un progetto di riqualificazione e restauro dell'area. Sulla base delle indicazioni fornite dal rilievo infatti il gruppo di lavoro capitanato da Archimedia Trust, ha avuto la possibilità di valutare con precisione interventi ed incidenza in termine di volumi e costi.

Acknowledgements

Il progetto di rilievo della Moschea di Al Raabiya, di cui è responsabile scientifico Stefano Bertocci, è stato affrontato durante una missione di rilievo svolta a Giugno 2021, coordinato da Matteo Bigongiari. Si ringrazia Archimedia Trust per la collaborazione al progetto di documentazione e Matteo Sordini di ATM srl, per il progetto di rilievo fotogrammetrico svolto a Mosul.

References

- [1] Fontana Antonelli, G. The Restoration and Critical Reconstruction of Two Historic Mosques Severely Affected by Armed Conflict in Mosul (Iraq). In: Niglio, O. (eds) *Regenerating Cultural Religious Heritage*. Springer, Singapore. 2022. pp. 269-276
- [2] Bigongiari M., Pancani G., (2020) Digital survey for the structural analysis of the Verruca fortress, in *PROCEDIA STRUCTURAL INTEGRITY*, 2020, v.29
- [3] Forti G. *Fotografia. Teoria e pratica della Reflex*, Hoepli, 2006.
- [4] Pancani G. Rilievo delle lastre tombali del Camposanto Monumentale di Piazza dei Miracoli a Pisa, in “*Restauro archeologico*”, n°2, Firenze University Press, Firenze, 2017
- [5] Pancani G. Bigongiari M. The Integrated Survey of the Pergamum by Nicola Pisano in the Cathedral of Pisa, in *Digital Cultural Heritage*, Springer Nature, Switzerland AG, 2017, pp. 373-388
- [6] Bertocci S., Arrighetti A., Bigongiari M., “Digital Survey for the Archaeological Analysis and the Enhancement of Gropina Archaeological Site. *Heritage*. 2. 2019, pp. 848-857.
- [7] Bigongiari M., Picchio F., Canestrone M.. La documentazione della Moschea di Al-Jazzar ad Acri. *Protocolli metodologici per un'analisi funzionale allo sviluppo del cantiere di restauro*. UID., 2018, pp. 1545-1552
- [8] Pancani G. *Piazza dei Miracoli a Pisa: il Battistero Metodologie di rappresentazione e documentazione digitale 3D*. 2016
- [9] Colomina I., Molina P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: a review. *ISPRS J Photogramm Remote Sens*, 92, 2014, pp. 79–97
- [10] Gaiani M., (Ed.), *I portici di Bologna, Architetture, modelli 3D e ricerche tecnologiche*, Bologna: Bononia University press, 2015.
- [11] Multiyroso A., Grussenmeyer P. (2017). Documentation of Heritage Buildings using Close-Range UAV images: dense matching issues, comparison and case studies. *The photogrammetric Record*. Vol. 32 (159)., 2017, pp. 206-229.

