24 DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN

Michele RUSSO, Marta ACIERNO (Eds.)



DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN

Vol. XXIV

DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN

Vol. XXIV

Editors
Michele Russo, Marta Acierno
Sapienza Università di Roma

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

edUPV
Universitat Politècnica de València

Series *Defensive Architecture of the Mediterranean*

General editor: Pablo Rodríguez-Navarro

The papers published in this volume have been peer-reviewed by the Scientific Committee of FORTMED2026_Roma
© editors: Michele Russo, Marta Acierno
© editorial team: Silvia Seller, Martina Casciola, Giovanna Ferra, Giulia Flenghi, Carlotta Mellone, Luca Martelli
© cover picture: Francesco Giampietro
© papers: the authors
© publishers: Sapienza Università Editrice, edUPV (Universitat Politècnica de València)

© Copyright 2026 Sapienza Università Editrice
Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
ISBN: 978-88-9377-433-8 (three-volume collection)
DOI: https://doi.org/10.13133/9788893774338
ISBN: 978-88-9377-436-9 (vol. 24)
DOI: https://doi.org/10.13133/9788893774369

© Copyright edUPV (Universitat Politècnica de València) 2026
ISBN: 978-84-1396-410-2 (three-volume collection)
ISBN: 978-84-1396-413-3 (vol. 24)
edUPV Ref. 6859_01_01_01
DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21474
ISSN: 2792-5633 (Series *Defensive Architecture of the Mediterranean*)

Proceedings of the International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast FORTMED 2026
Roma, 19, 20 and 21 February 2026

CC BY-NC-SA 4.0
Legal Code: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.en



© 2026 Sapienza Università di Roma / edUPV

Organization and committees

Organizing Committee

Chairs:
Russo Michele. Sapienza Università di Roma
Acierno Marta. Sapienza Università di Roma

Scientific Secretary:
Seller Silvia. Sapienza Università di Roma

Topic Chairs:
Acierno Marta. Sapienza Università di Roma
Cutarelli Silvia. Sapienza Università di Roma
Russo Michele. Sapienza Università di Roma
Spadafora Giovanna. Università di Roma Tre

Members:
Casciola Martina, Ferra Giovanna, Flenghi Giulia, Martelli Luca,
Mellone Carlotta. Sapienza Università di Roma

Scientific Committee

Acierno, Marta. Sapienza Università di Roma. Italy
Almagro Gorbea, Antonio. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Spain
Barrera Vera, José Antonio. Universidad de Sevilla. Spain
Bertocci, Stefano. Università degli Studi di Firenze. Italy
Bevilacqua, Marco Giorgio. Università di Pisa. Italy
Bouzid, Boutheina. École Nationale d'Architecture. Tunisia
Bragard, Philippe. Université Catholique de Louvain. Belgium
Bru Castro, Miguel Ángel. Instituto de Estudios de las Fortificaciones – AEAC. Spain
Cámara Muñoz, Alicia. UNED. Spain
Camiz, Alessandro. Özyeğin University. Turkey
Campos, João. Centro de Estudos de Arquitectura Militar de Almeida. Portugal
Castrorao Barba, Angelo. Escuela de Estudios Árabes, CSIC. Spain
Cherradi, Faissal. Ministère de la Culture du Royaume du Maroc. Morocco
Cirafici, Alessandra. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*. Italy
Cirillo, Vincenzo. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*. Italy
Cobos Guerra, Fernando. Arquitecto. Spain
Columbu, Stefano. Università di Cagliari. Italy
Coppola, Giovanni. Università degli Studi Suor Orsola Benincasa di Napoli. Italy
Córdoba de la Llave, Ricardo. Universidad de Córdoba. Spain
Cornell, Per. University of Gothenburg. Sweden
Corniello, Luigi. University of Campania *Luigi Vanvitelli*. Italy
Cutarelli, Silvia. Sapienza Università di Roma. Italy
Daci, Entela. Universiteti Politeknik i Tiranës. Albania
Dameri, Annalisa. Politecnico di Torino. Italy
Eppich, Rand. Universidad Politécnica de Madrid. Spain
Fairchild Ruggles, Dorothy. University of Illinois at Urbana-Champaign. USA
Fatta, Francesca. Università Mediterranea di Reggio Calabria. Italy
Faucherre, Nicolas. Aix-Marseille Université – CNRS. France
Fiorino, Donatella Rita. Università degli Studi di Cagliari. Italy

García Porras, Alberto. Universidad de Granada. Spain
García-Pulido, Luis José. Escuela de Estudios Árabes, CSIC. Spain
Georgopoulos, Andreas. Nat. Tec. University of Athens. Greece
Gil Crespo, Ignacio Javier. Asociación Española de Amigos de los Castillos. Spain
Gil Piqueras, Teresa. Universitat Politècnica de València. Spain
Guarducci, Anna. Università di Siena. Italy
Guidi, Gabriele. Politecnico di Milano. Italy
González Avilés, Ángel Benigno. Universitat d'Alacant. Spain
Hadda, Lamia. Università degli Studi di Firenze. Italy
Harris, John. Fortress Study Group. United Kingdom
Islami, Gjergji. Universiteti Politeknik i Tiranës. Albania
Jiménez Castillo, Pedro. Escuela de Estudios Árabes, CSIC. Spain
León Muñoz, Alberto. Universidad de Córdoba. Spain
López González, Concepción. Universitat Politècnica de València. Spain
Marotta, Anna. Politecnico di Torino. Italy
Martín Civantos, José María. Universidad de Granada. Spain
Martínez Medina, Andrés. Universitat d'Alacant. Spain
Mazzoli-Guintard, Christine. Université de Nantes. France
Mirabella Roberti, Giulio. Università degli Studi di Bergamo. Italy
Mira Rico, Juan Antonio. Universitat Oberta de Catalunya. Spain
Navarro Palazón, Julio. Escuela de Estudios Árabes, CSIC. Spain
Orihuela Uzal, Antonio. Escuela de Estudios Árabes, CSIC. Spain
Pane, Andrea. Università Federico II di Napoli. Italy
Parrinello, Sandro. Università di Pavia. Italy
Pirinu, Andrea. Università di Cagliari. Italy
Piscitelli, Manuela. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*. Italy
Pompejano, Federica. Università di Genova, Italy
Quesada García, Santiago. Universidad de Sevilla. Spain
Rodríguez Domingo, José Manuel. Universidad de Granada. Spain
Rodríguez-Navarro, Pablo. Universitat Politècnica de València. Spain
Romagnoli, Giuseppe. Università degli Studi della Tuscia. Italy
Ruiz-Jaramillo, Jonathan. Universidad de Málaga. Spain
Russo, Michele. Sapienza Università di Roma. Italy
Santiago Zaragoza, Juan Manuel. Universidad de Granada. Spain
Spadafora, Giovanna. Università di Roma Tre. Italy
Spallone, Roberta. Politecnico di Torino. Italy
Toscano, Maurizio. Universidad de Granada. Spain
Ulivieri, Denise. Università di Pisa. Italy
Veizaj, Denada. Universiteti Politeknik i Tiranës. Albania
Varela Gomes, Rosa. Universidade Nova de Lisboa. Portugal
Verdiani, Giorgio. Università degli Studi di Firenze. Italy
Vitali, Marco. Politecnico di Torino. Italy
Vokshi, Armand. Universiteti Politeknik i Tiranës. Albania
Zaragoza, Catalán Arturo. Generalitat Valenciana. Spain
Zerlenga, Ornella. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*. Italy

Advisory Committee

Pablo Rodríguez-Navarro. President of FORTMED. Universitat Politècnica de València
Giorgio Verdiani. Vice-president of FORTMED. Università degli Studi di Firenze
Teresa Gil Piqueras. Secretary of FORTMED. Universitat Politècnica de València
Roberta Spallone. FORTMED advisor. Politecnico di Torino
Ornella Zerlenga. FORTMED advisor. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*
Vincenzo Cirillo, FORTMED advisor. Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Organized by:

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

DIPARTIMENTO DI STORIA DISEGNO E RESTAURO DELL'ARCHITETTURA

FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

Partnership:

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE — DIDA DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

Universitat d'Alacant Universidad de Alicante

Politecnico di Torino — Dipartimento di Architettura e Design

DESTEC DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA, DEI SISTEMI, DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI

CSIC CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS

Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli* — *Dipartimento di Architettura Disegno Industriale*

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

With the patronage of:

unione italiana disegno

Istituto Italiano dei Castelli

SIRA

ICOMOS COMITATO NAZIONALE ITALIANO

International Council on Monuments and Sites

Consiglio Nazionale Italiano dei Monumenti e dei Siti

With the sponsorship of:

COIMA ITALIA

DIA PREMIUM FOOD COMPANY

© 2026 Sapienza Università di Roma / edUPV

Table of contents

Preface XIII

Contributions

CHARACTERIZATION OF GEO-MATERIALS

Archaeometric and geophysical analyses for the study and conservation of the watchtower of St. Agatha (Red Tower) in Malta 5
Maurizio Lazzari, Francesco Cavalcante, Emanuele Colica, Sebastiano D'Amico, Lara De Giorgi, Antonio Lettino, Giovanni Leucci, Raffaele Persico

Preliminary archaeometric analyses of reused Roman materials: the case of the tower at Via dei Montanini 16 in Siena, Italy 11
Gioele Rossi, Fabio Gabbrielli, Marco Giamello, Andrea Scala, Enrico Tavarnelli

DIGITAL HERITAGE

Architectural analysis of the Aragones castle of Venosa. Pirro del Balzo 21
Luis Agustín-Hernández, Michele Buldo, Marta Quintilla Castán, Javier Domingo Ballesti

Digital translation of early-modern fortification models. The case of "Della fortificatione delle citta…" by Girolamo Maggi and Giacomo Fusti Castriotto 29
Lorenzo Belli, Piergiuseppe Rechichi, Denise Ulivieri, Marco Giorgio Bevilacqua

Watchtowers on the coast of the kingdom of Granada (Spain). Graphic documentation as a starting point for their protection and conservation. Case studies: Melicena tower 37
Jose Antonio Benavides-Lopez, Jose Antonio Barrera-Vera, Enrique-José Fernandez-Tapia, Maria Isabel Mancilla Cabello

The digital survey for the construction of information models of fortified architecture on the island of Capri 45
Massimiliano Campi, Carmine Gambardella, Valeria Cera, Rosaria Parente, Marika Falcone, Marica Camerino

Digital reconstruction and morphological analysis of the layout of the wall of Trujillo (Peru) using GIS tools 53
Diego Javier Celis Estrada, Teresa Gil-Piqueras, Pablo Rodríguez-Navarro

Franciscan reinterpretations: architectural adaptations and reuse of medieval fortified structures in Campania 61
Valeria Cera, Giuseppe Antuono

The fortified island of Ortigia: rediscovering a lost heritage through digitalization and historical memory 69
Roberta Cerruto

Kruja Castle in Albania: digital technologies for the knowledge and valorisation of the fortified heritage 77
Angelo De Cicco, Andrea Maliqari

Monastic Fortifications in the Judean Desert (*al-Barriyya*): 3D geo-mapping and Virtual Heritage for the assessment of dynamic heritage values 85
Raffaella De Marco

Eastern Elba: The Birth and Transformations of Portoferraio and Its Military Architecture 93
Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Pasquale Micelli

The medieval museum of Casentino valley: the case study of Romena castle as a design and research lab 101
Alessio Fantoni

The coastal tower of San Giovanni in Ugento (Le): historical investigations, architectural survey and digital restoration 109
Ivan Ferrari, Francesco Giuri

Historical-architectural analysis and digital documentation of the military complex and Norman castle of *Civitas Allipharum* 117
Raffaela Fiorillo, Angelo De Cicco

The Castellina of Norcia: from historical knowledge to digital valorization 125
Francesca Funis, Valeria Menchetelli, Serena Pallotti

Defending the Venetian Lagoon: Digital Reconstruction of the Early Modern Fortress at the *Lido* 133
Ludovica Galeazzo, Gianlorenzo Dellabartola, Federico Panarotto

Virtual Tours and BIM as Heritage Tools: The Case of Forte San Giovanni 141
Riccardo Maria Giannelli, Volha Petravets, Maksim Afonchanka, Michele Codeglia, Daniela Barbieri, Norbert Frroku

Digitization of fortifications using UAV and TLS for conservation, diagnosis and structural analysis: the case of the Castles of Callosa del Segura and Forna 149
José Antonio Huesca-Tortosa, Yolanda Spairani-Berrio, María Isabel Pérez-Millán, Carlos Pérez-Carramiñana

Geospatial analysis of the visual domain exercised by the Trigueros castle and its insertion in the castral system of the county of Niebla in the 15th Century 157
Juan José Fondevilla Aparicio

The bunkers of Clot de Galvany, Mediterranean Wall, 1937-1938 165
Andrés Martínez Medina, Giancarlo Sanna, Pablo Jeremías Juan Gutiérrez

Methodologies for the valorisation of research applied to the fortified heritage. The INFORTREAT project 173
Alessandro Meloni, Martina Rinascimento, Marco Giorgio Bevilacqua, Roberta Spallone

The Guglielmi Castle on Isola Maggiore: from Architectural Survey to a Proposal for Valorization and Communication 181
Valeria Menchetelli, Francesco Cotana, Chiara Spippoli

Sacrum et Munitum: architecture between faith and defense. The case of the Church of Saints Peter and Paul in Agrò 189
Sonia Mercurio, Marinella Arena

Parametric modelling between supputation and graphic descriptions in Antoine de Ville's Les fortifications (1628) 197
Martino Pavignano, Fabrizio Natta, Roberta Spallone

Strategy and optimisation of the surveying process using SfM photogrammetry: the case of Alcudia de Veo Castle (Castellón) 205
Ana Pérez-Vila, Teresa Gil-Piqueras, Pablo Rodríguez-Navarro

Endangered fortifications: The kulla of northern Albania in survey and conservation 211
Edmond Pergega, Blerina Tabaku, Saimira Arapi, Gjergji Islami

Advanced digital modelling of the Torre del Mar (Borriana, Castellón): from digital fabrication to immersive experience through eXtended Reality (XR) 219
Enrico Pupi, Roberta Spallone, Teresa Gil-Piqueras, Pablo Rodriguez-Navarro

Patterns of settlement in rural Andalusia in the Cocentaina region (Alicante) 227
Santiago Quesada-García, María Lozano-Gómez

LiDAR sensors and mobile mapping for the survey of historical architecture: the case study of the Castellare degli Ugurgeri - Siena (Italy) 235
Gioele Rossi, Jacopo Bruttini, Fabio Gabbrielli, Marco Giamello, Enrico Tavarnelli

Bastion survey protocol: operational activity framework for multi-scale surveys of fortified walls 243
Michele Russo, Gabriella Caroti

Stone sentinels: the coastal towers of Forio d'Ischia 251
Patryk Rynkowski, Francesca Romana Stabile, Daniele Calisi

Defensive architecture between land and coast: the tower of Sessa Aurunca and the tower of Lago Patria 259
Michele Sabatino, Maria Prisco

The Alcamo Stronghold: Multi-Scalar Survey and Hybrid Representation of the Sardinian Defensive Front (1942–1943) 267
Giancarlo Sanna, Andrea Pirinu, Andrés Martínez Medina, Nicola Paba

New perspectives on the Theodosian Land Walls of Istanbul through digital photogrammetry 275
Mustafa Sayan, Zeynep Eres

The Pietrenere Coastal Battery in Taureana di Palmi (RC) 283
Francesco Stilo, Lorella Pizzonia

Semantic representation of historical architectural heritage with digital modeling methods: The Aragonese Tower in Bitonto (Bari) 291
Riccardo Tavolare, Giovanni Mongiello

Fortification, transformations, disasters, a complex vicissitude for the Krujë Fortress in Albania 299
Giorgio Verdiani, Stéphane Giraudeau, Elisa Miho

Consistence of memories and lightness of the present: the Rigena Tower in Larnaca, Cyprus 309
Giorgio Verdiani, Alexia Charalambous

Digitally Reframing Coastal Fortifications: Enhancing Visibility and Meaning in the Mediterranean Landscape 317
Giorgio Verdiani, Ylenia Ricci, Andrea Pasquali

The Montalbano Fortress in La Spezia, third session and last notes 325
Giorgio Verdiani, Ludovica Marinaro

The Castelluccio of Gela: from documentation to digital rediscovery 333
Antonella Versaci, Alessio Cardaci, Paola Cammilleri

CULTURE AND MANAGEMENT

Defending the Langhe: the potential for castle networks within regional and cultural development policy 343
Fabio Ambrogio, Emanuele Romeo

Ancona: from fortress city to an inclusive city of the future. Military heritage as a driver for urban identity, experimentation, exploration, and regeneration..... 351
Giovanna Badaloni

The Night of Fortresses: A transnational model for sustainable and inclusive cultural heritage management..... 359
Gorana Barišić Bačelić, Đurđa Vrljević Šarić

Interdisciplinary methodological perspectives in university research. The ForteMare project: an ongoing research path..... 367
Zaira Barone, Clelia La Mantia

Wartime landscapes and cultural heritage: the Gustav Line's Abruzzo segment between historical memory and territorial development 375
Annalisa Colecchia

Participatory Model for the Management and Enhancement of the Cultural Heritage of Mussomeli (CL): The Manfredonian Castle as a Driver of Widespread Tourism..... 383
Mariateresa Galizia, Gloria Russo, Graziana D'Agostino, Giuseppe Maria Spera

The fortress *Le Castella* on the Ionian Sea. Results of a diagnostic plan 391
Caterina Gattuso, Domenico Gattuso

Analysis and proposals for Genoese Walls and Forts Park..... 399
Massimo Malagugini

The Museum of Defensive Systems in Europe, in the Citadel of Alexandria 407
Anna Marotta

A proposal for regional development: towards a network of 'fortresses/faro' in the Alessandria area .. 415
Anna Marotta, Piera Migliore

Heritage education and dissemination in the castles of the province of Alicante (Spain) and the voivodeship of Pomorskie (Poland) 423
Juan Antonio Mira Rico, Agniezska Kowalska, Monika Rogalewska

MISCELLANY

Rocks, settlements and fortifications in Calabria, between tangible and intangible protection…..... 433
Rosario Chimirri

Adaptive Reuse and Musealization Strategies for the Rocca di Sala in Pietrasanta..... 441
Andrea Crudeli

The submerged wall of the Bocagrande canal in Cartagena de Indias, a defensive work by the military engineer Antonio de Arévalo (1769-1788)..... 449
Jorge Galindo-Díaz, Joan Fontás-Serrat

Thaddeus' Tower. A modern-era defensive structure in Burriana (Castellón, Spain)……..... 457
Jose Manuel Melchor Monserrat

The Castle of Casertavecchia: ongoing research between archaeological excavation and digital surveying..... 463
Ornella Zerlenga, Nicola Busino, Domenico Iovane, Rosina Iaderosa

© 2026 Sapienza Università di Roma / edUPV

Preface

Fortifications constitute one of the most complex and stratified expressions of the built heritage, in which technical knowledge, political structures, territorial strategies and cultural representations are closely intertwined. Their understanding necessarily rests on an interdisciplinary approach, capable of bringing into dialogue historical, architectural, engineering, archaeological and landscape perspectives. Within this framework, the historiographical reflection of Marc Bloch appears particularly pertinent and fruitful, as it highlights how historical knowledge is grounded in the crossing of perspectives and in the capacity to interrogate the traces of the past through multiple viewpoints; a principle that finds in fortified architectures a particularly productive field of application, given their systemic nature and their long duration over time (Bloch, M., *Apologie pour l'histoire ou Métier d'historien*, Paris, 1949). As a matter of fact, fortifications are not merely military artefacts, but complex devices that have structured cities and territories, contributing decisively to the definition of their forms and spatial hierarchies. They are situated at the intersection of different scales, ranging from the territorial and urban dimensions to the level of construction and material detail. Within this multiscalar articulation, architecture assumes the role of a hinge, capable of connecting urban design with knowledge of construction techniques, and the overall layout of defensive systems with the material reality of structural solutions. To understand fortifications therefore means recognizing and interpreting the relationships between these different scales, avoiding reductive approaches and fragmented readings.

The international conference FORTMED, conceived as a space for encounter and exchange among different disciplines and research traditions, offering a qualified forum for discussion on issues related to the knowledge, conservation, and enhancement of fortifications. In a context marked by profound social, environmental, and technological transformations, the conference aims to contribute to the construction of a shared culture of fortified heritage, grounded in a critical awareness of its historical, architectural, and landscape values, as well as of its role in the present.

The idea for FORTMED was born in 2014 from the brilliant initiative of a research group at the Polytechnic University of Valencia, coordinated by Pablo Rodríguez-Navarro, who gathered international researchers on this topic with the primary objective of exchanging and sharing knowledge on fortifications to understand better, evaluate, manage, and enhance them. On this basis, the FORTMED 2015 conference, organised at the Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio of the Universitat Politècnica de València on 15, 16 and 17 October 2015, was proposed with the hope of starting a new tradition and making FORTMED a consolidated reality. Since then, eight other institutions have taken up the tradition. The second edition of FORTMED 2016 was organised by the Department of Architecture of the University of Florence and chaired by Giorgio Verdiani on 10, 11 and 12 November 2016. The third edition of FORTMED 2017 was curated by Víctor Echarri Iribarren and held on 26, 27, and 28 October 2017 at the Escuela Técnica Superior de Arquitectura of the Universitat d'Alacant. The fourth edition of FORTMED 2018 was organised by the Department of Architecture and Design of the Politecnico di Torino on 18, 19 and 20 October 2018, chaired by Anna Marotta and Roberta Spallone. The fifth edition of FORTMED 2020, organised by the Escuela de Estudios Árabes in Granada under the coordination of Julio Navarro Palazón and Luis José García-Pulido, suffered several setbacks due to the outbreak of the COVID-19 pandemic, moving from an in-person conference scheduled for 26, 27 and 28 March 2020 in Granada to an online conference on 4, 5 and 6 November 2020.

Precisely because of these difficult circumstances and the “slow return to normality”, there was a time jump that led to the sixth edition of FORTMED 2023, organised by the Department of Energy, Systems, Territory and Construction Engineering (DESTEC) of the University of Pisa under the coordination of Marco Giorgio Bevilacqua and Denise Ulivieri on 23 and 24 and 25 March 2023. Since then, conferences have been held annually, with the seventh edition, FORTMED 2024, organised by Gjergji Islami and Denada Veizaj with the support of the Polytechnic University of Tirana, taking place on 18, 19 and 20 April 2024. The eighth edition, FORTMED 2025, was hosted by the University of Campania Luigi Vanvitelli in Caserta and chaired by Ornella Zerlenga and Vincenzo Cirillo on 10, 11 and 12 April 2025.

Looking at this sequence of events, we can appreciate some aspects that make this conference unique. On the one hand, international venues demonstrate a desire to build and grow a large community around the domain of fortifications. On the other hand, there is the incredible quantitative and qualitative richness contained in the macro-theme of fortifications, which is developed through a huge number of theoretical and existing case studies scattered across territories and expressed in multiple forms of study and analysis aimed at knowledge, conservation, and promotion. A complex and rich ecosystem, represented by FORTMED over the years with great care, and perfectly represented by the collection of open-access conference proceedings, which guarantees excellent visibility and accessibility. With the ninth edition of the Rome conference, the FORTMED series of publications reaches 24 volumes in 2026, with more than 10,000 pages dedicated to research on the macro-theme of fortifications, a heritage to be preserved and promoted. The comprehensive overview of such a rich and diverse system of knowledge is certainly a harbinger of future developments, confirming the valuable insight gained in 2015. The same evidence is provided by the fact that the annual event always attracts a large number of scholars, showing that this subject is constantly evolving and offers new nutrition for thought, while increasingly consolidating a community built over time. The FORTMED 2026 Conference, now reaching its 9th edition, will be in Rome from 19th to 21st of February, 2026, hosted by Sapienza University of Rome, with the support of the Department of History, Representation and Restoration of Architecture and the Faculty of Architecture. The conference, following the past format, is structured around seven thematic areas, designed to cover the full spectrum of research and practice in the field of fortified heritage: Historical and Documentary, Theoretical Concepts, Research on Built Heritage, Characterization of Geomaterials; Digital Heritage, Culture and Management of Cultural Heritage, Miscellaneous.

In this context, the challenges and opportunities offered by digitalization assume a central role. Digital technologies now allow the collection, organization and interrelation of large quantities of heterogeneous data, making it possible to construct complex knowledge systems capable of reflecting the multilayered nature of fortifications. However, such tools cannot be regarded as mere technical support: they entail methodological and interpretative choices that profoundly affect the way heritage is understood and, consequently, transformed. The availability of integrated information systems represents a fundamental resource for guiding more informed restoration projects, founded on critical and shared knowledge, and capable of reconciling conservation, use, and transformation. Alongside the established presence of a large number of research projects in the fields of history, design, modelling and representation, diagnostics, it is therefore unsurprising that the Rome edition of FORTMED 2026 features a significant number of contributions devoted to restoration, understood not as an exclusively technical practice or as an isolated specialized field, but as a privileged space of synthesis between historical knowledge, critical interpretation, and design. The restoration of fortifications, given their complex and stratified nature, indeed requires constant engagement with historical reading, material analysis, structural assessment, and interpretation of cultural values, placing design at the centre of an articulate and reflective knowledge process. The prominence of these studies reflects a widespread sensitivity towards design as a critical act, capable of engaging with the long-term endurance, incompleteness, and heterogeneity of fortified systems, while avoiding standardized approaches and one-dimensional solutions. An expression of a shared epistemological stance, which recognizes in restoration design a space of mediation between memory and contemporaneity, between permanence and change. This cultural orientation finds particularly fertile ground in Rome and connects with the well-established tradition of the Roman school of restoration, which has always emphasized the inseparable relationship between reading the work, recognizing its stratifications, and assuming responsibility for contemporary intervention.

Within this framework, the decision to invite Donatella Fiorani as a keynote speaker for the conference is particularly pertinent for the role her research has played in developing a restoration approach founded on critical knowledge and design responsibility, as well as for her specific contributions to the study of fortified architectures, approached as complex systems where constructional, historical, territorial, and landscape dimensions are intertwined. Her work feeds the debate on restoration not merely as a tool of preservation, but as a field of theoretical elaboration capable of guiding the transformation of fortified heritage in the present. Besides, the choice of Pilar Chias Navarro as keynote speaker lies in her interest on the documentation and dissemination of cultural heritage, in particular on the analysis of architecture, cities and landscapes as essential cultural resources. She also specialises in the study of ancient cartography as an essential tool for understanding the evolution of landscapes, as well as in the use of GIS and remote sensing tools for impact assessment. The multidisciplinary and multiscalar research applications of these two invited speakers are representative of the complexity of the fortifications.

Reflection on knowledge is inevitably intertwined with consideration of the processes of heritagization of fortifications and city walls. As Françoise Choay has emphasised, heritage is not a fixed category, but the result of a cultural process that attributes value to certain objects, places, or systems, selecting them within a broader built reality (Choay, F., *L'allégorie du patrimoine*, Paris, 1992). In the case of fortifications, heritagization has involved a profound transformation of status: from functional military infrastructures to elements recognized as carriers of historical, identity-based, and symbolic values. This transition is not without ambiguity, as Choay observes, since the risk lies in reducing heritage to a museumized object or an iconic image, separated from its functional dimension and everyday life. The challenge, therefore, is to consciously manage these processes, recognizing fortifications as active agents in the present, as cultural devices capable of balancing between memory, design, and social practices.

It is no coincidence that this dialogue takes place in Rome, a city where the relationship between walls and urban fabric is particularly evident. The Roman walls, in their various historical phases, do not merely define a defensive perimeter, but rather constitute a threshold—a porous limit that is at once deeply lived. They continue to accompany and shape the experience of the contemporary city, functioning as a spatial and symbolic device that links past and present. Rome thus provides an emblematic context for reflecting on the role of fortifications in the modern city: not as isolated relics, but as cultural infrastructures capable of generating new relationships, practices, and meanings.

Within this perspective, FORTMED 2026 is conceived not only as a moment for presenting the state of the art in research, but also as an opportunity to envision future scenarios, promoting a vision of fortified heritage founded on critical knowledge, design responsibility, and an awareness of the equal and relational value of all its components.

Michele Russo, Marta Acierno
FORTMED 26 Chairs

Contributions

Characterisation of geomaterials

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21400

Archaeometric and geophysical analyses for the study and conservation of the watchtower of St. Agatha (Red Tower) in Malta

Maurizio Lazzari[a], Francesco Cavalcante[b], Emanuele Colica[c], Sebastiano D'Amico[c], Lara De Giorgi[d], Antonio Lettino[b], Giovanni Leucci[d], Raffaele Persico[e]

[a] CNR-ISPC, Potenza, Italy, maurizio.lazzari@cnr.it, [b] CNR IMAA, Potenza, Italy, francesco.cavalcante@cnr.it, antonio.lettino@cnr.it, [c] Università di Malta, Malta, emanuele.colica@um.edu.mt, sebastiano.damico@um.edu.mt, [d] CNR ISPC, Lecce, Italy, lara.degiorgi@cnr.it, giovanni.leucci@cnr.it, [e] Università della Calabria, Cosenza, Italy raffaele.persico@unical.it

How to cite: Lazzari, M., Cavalcante, F., Colica, E., D'Amico, S., De Giorgi, L., Lettino, A., Leucci, G. & Persico, R. (2026). Archaeometric and geophysical analyses for the study and conservation of the watchtower of St. Agatha (Red Tower) in Malta. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21400

Abstract

This contribution is part of the bilateral project Non-invasive investigations to enhance the knowledge and enjoyment of cultural heritage (funded by the National Research Council and the University of Malta) and has been focused on the study of the conservation conditions of the St. Agatha Watchtower, also known as the Red Tower, located on the Marfa promontory facing Ghadira Bay in Malta. The red tower is one of the fortifications built by the Knights of St. John between the 16th and 17th centuries to prevent attacks by the Ottomans. In particular, in 1647, during the reign of Grandmaster Lascaris, the St. Agatha Tower was erected in the Strait between Gozo and Malta to protect travellers, merchants and sailors against Turks and Corsairs. The tower had its first restoration with the intervention of Din l'Art Helwa, a Maltese volunteer organization dedicated to the conservation of historical and natural heritage, with the help of three Maltese companies. However, the north side of the Tower shows clear signs of degradation of the reddish plasters, which have been investigated in this study. In particular, ERT (Electrical resistivity tomography) investigations were carried out to define the dimensions of the cistern and any external water flows, in addition to plaster sampling, analyzed in the laboratory with stereomicroscope, SEM/EDX, and X-ray diffraction (XRD), to define its mineralogical composition and then the nature of the degradation. This information will certainly be useful for future phases of restoration of the Tower and reproduction of the original reddish colour, due to a hematite component.

Keywords: watchtowers, archaeometry, reddish plaster, Malta, Mediterranean Sea.

1. Introduction

This contribution is part of the bilateral project Non-invasive investigations to enhance the knowledge and enjoyment of cultural heritage (funded by the National Research Council and the

BY-NC-SA

University of Malta) and it focuses on the study of the conservation conditions of the St. Agatha watchtower, also known as the Red Tower (Fig. 1).

The study was conducted based on a preliminary bibliographical and historical analysis of the site, which allowed us to acquire information useful for understanding the functionality of the fortified structure and its main architectural elements. The study approach is multidisciplinary, involving a geophysical survey campaign with ERT (Electrical resistivity tomography) and GPR (Ground Penetrating Radar) along the perimeter of the tower and a series of archaeometric analyses on its characteristic reddish plaster.

This approach, used also in other archaeological context (Pierri et al., 2001; Persico et al., 2014; Lazzari et al., 2018; Leucci, 2019) provides useful information for the tower's restoration and for future enhancement of the fortified site, within the broader context of Maltese coastal fortifications.

1.1. Red Tower

In 1647, during the reign of Grandmaster Lascaris, the Tower of Saint Agatha, known also as Red Tower due to the colour it was painted, was built in the Strait between Gozo and Malta to protect travelers, merchants, and sailors from Turks and pirates (Hughes, 1956). It is not clear when or why the tower was first painted red. Probably this contrasting colour helped sentinels in Naxxar and Mdina to recognize it easily. Possibly, making the tower so visible also served as a deterrent to the invading marauders and corsairs of the past.

This chain of protection also included the Tower of Santa Maria in Comino. It lies dominantly on the crest of Marfa Ridge overlooking Ghadira Bay, the Nature Reserve and the Comino Channel (Spitieri, 1988). The roof offers a magnificent panoramic northern view of the Maltese islands.

Inside the tower was a chapel dedicated to Saint Agatha, while high above the main door, an inscription dedicated this fortification to the saint, who was born in Sicily and persecuted by her Roman lover. Upon his rejection, he condemned her to death, ordering her breasts to be cut off with pincers and then burned at the stake. A small plaque at the entrance to the tower warns that the site does not enjoy ecclesiastical immunity. This means that anyone, who had committed a crime was not entitled to refuge in the tower to avoid arrest. The original access was likely via a wooden drawbridge.

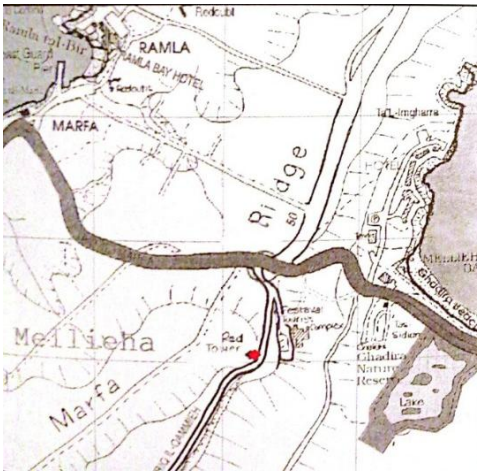


Fig. 1- Location of the red tower (red point)

The Tower housed a garrison of 49 men and five defensive cannons. It consists of two rooms with four corner towers, and access to the roof is via a spiral staircase. The original floor, discovered during restoration work, was covered with a raised parquet floor for protection. During the fort's use by the English, the floor was covered with mix concrete, perhaps to make it smoother and more walkable. It is likely that the tower originally had two wooden floors, forming two dormitories that served as accommodation for the soldiers. The tower is surrounded by stone wall without mortar resembling bastions. It is unknown when this tower was painted red.

A water cistern, used by the soldiers stationed in the tower, with a capacity of 42 cubic meters, is located to the right in the vaulted room. Water comes from the roof through a channel that drains down pipes to the underground cistern. It served the garrison's water needs. A cross and an inscription with the date 1814 is carved on the central wall. These graffiti are thought to have been made after or during the plague epidemic of 1813-14.

The central window next to the chapel contains a metal bar on which, during World War II, a machine gun was mounted, as that window looked straight towards Sicily, which was only 70 km away. The stone steps were stolen long ago,

so soldiers had to use the bars to access the roof during the last century.

The walls are four and a half meters thick on the ground floor. Halfway up the stairs, you enter the gallery and reach two small windows. When the tower was built, it was equipped with an upper floor that provided space for additional rooms, including sleeping quarters for the soldiers.

From the top, other towers can be seen: the Torre Santa Maria di Comino, the Torre Bianca in Armier, the Torre Znuber near Manicata, now sadly a ruin, and, in the distance, the Torre Lippia overlooking Gneina Bay (Fig. 2). The soldiers in the towers were tasked with guarding the beaches on this side of the island.

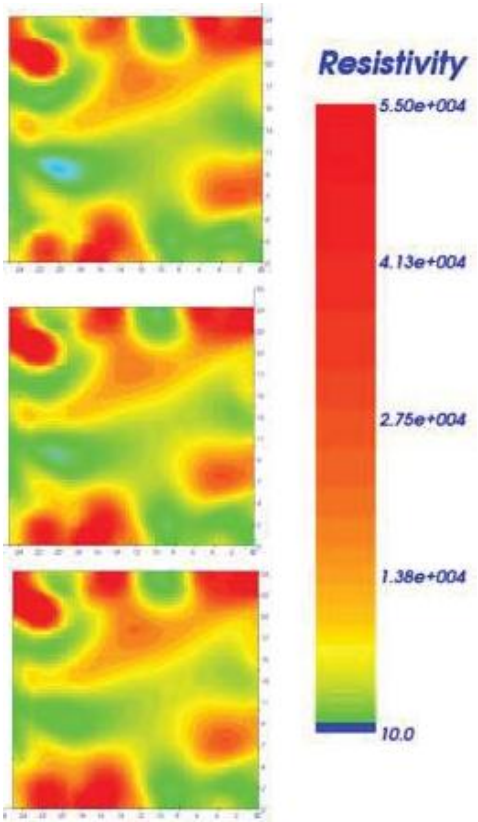


Fig. 2- The Red Tower in the wider context of Malta's coastal fortifications

Near the edge of the northern parapet is the eight-pointed star-shaped wall surrounding the tower. Although small in size, it would have served as a deterrent to attackers who had already braved the arduous climb up the surrounding hills.

The tower was restored with the intervention of Din l'Art Helwa, a Maltese volunteer organisation dedicated to the conservation of historical and natural heritage, with the assistance of three Maltese companies. This organization is a non-profit volunteer organisation that works to protect the cultural, historical and natural heritage of the Maltese Islands, it has carried out restoration work and continues to maintain various historic sites in Malta.

2. Geophysical prospection

In the framework of the bilateral project, so called Non-invasive investigations to enhance the knowledge and the enjoyment of cultural heritage, a GPR and ERT investigation close to the Red Tower have been performed, looking for ancient structures and remains from the 17th century on (Persico et al., 2019a; Persico et al., 2019b; Persico et al., 2020). In particular, in order to investigate below the tower, a special configuration was exploited with the electrodes distributed along the perimeter of the tower, so to surround it. A dipole–dipole equatorial-parallel array was used. The exploited georesistivimeter was a Syscal Kid Switch 24, and the data were processed using the software ErtLab (http://www.geostudiastier.it) that makes use of Finite Elements algorithm. In figure 3, three ERT slices are shown. The areas with higher resistivity values between 45000 and 55000 Ohm m^{-1} indicate the probable presence of empty volumes under the tower. The 3D visualization by iso-resistivity surfaces shows the 3D extension of the probable empty volumes below the tower.

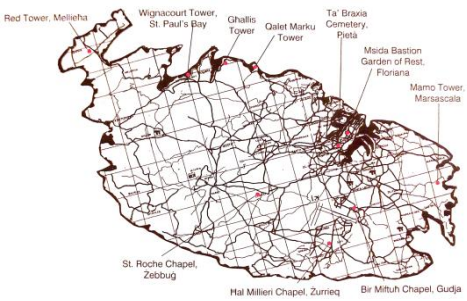


Fig. 3- From top to bottom, ERT under the Red Tower at the depth 0.5, 1 and 1.5 m, respectively

GPR data have been gathered also around the tower with a RIS Hi Mode system equipped with a dual antenna at 200 and 600 MHz. Two small areas have been prospected with parallel Bscans

with transect 50 cm close to the cover of a known cistern. From the slides, the size of the cistern can be clued, and at the depth of about one meter, a probable pipe connecting the tower to the cistern is seen among the main anomalies. The two images in Fig. 4 have been achieved from the antennas at 600 MHz.

The data have been processed with the commercial code GPR Slice, and the processing consisted of zero timing, background removal filter, band pass filter and migration. The cover of the cistern is the grey circle on the right-hand side of the images.

The two prospected areas are two rectangles about sized 2x10 m (closest to the cistern) and 3x10 m (closest to the tower). It was not possible to prospect the intermediate area because of the roughness of the surface (Fig. 4).



Fig. 4- GPR slices close to the Red Tower. On the GPR slices close to the Red Tower. At the top: depth of about 70 cm. At the bottom: depth of about 100 cm. The red dots indicate the plaster sampling points

3. Mineralogical analysis

To characterize the mineralogical composition of the red plaster of the perimeter walls of the Red Tower, data also useful for restoration purposes, two samples already detached from the wallwere taken and analyzed in the laboratory. In particular, the plaster samples were taken along the northern facade of the Tower (Fig. 4), where it is most degraded and shows detachments with widespread crystallizations on the internal part of the detached surface.

3.1. Methods

The mineralogical composition of the sample was studied by X-ray diffraction (XRD), using a Rigaku Rint 2200 powder diffractometer with Cu Ka radiation and graphite monochromator. Measuring conditions: 2-70 °2θ, 0.02 °2θ steps and 3 sec/step count time. The mineralogical phases were identified by the ICDD powder diffraction file database. The samples have been analyzed by stereo-microscope and SEM/EDX (Figs. 5-6).

3.2. Results

The analyzed sample has two millimetric layers one, more internal, with a larger granulometry aggregate and a lighter colour and an outer one with a finer aggregate grain size and a more intense red colour.

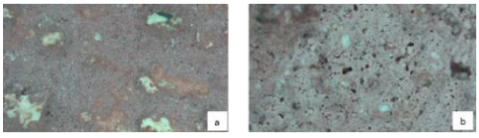


Fig. 5- External (a) and internal (b) surface of the investigated sample

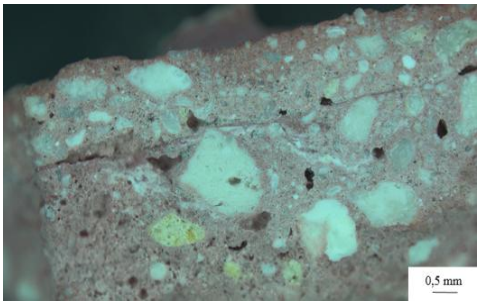


Fig. 6- Stereo-microscope image of the polished surface of the sample

The results indicate that the sample is mainly characterized by the presence of calcite (comes from the binder) and, subordinately, by quartz and hematite (Fig. 7).

The almost exclusive presence of calcite suggests that the plaster sample consists of both a limestone aggregate and a calcite binder. The red coloration is due to the presence of hematite (Figs. 8-9).

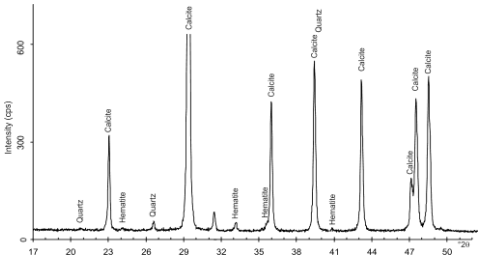


Fig. 7- XRD pattern

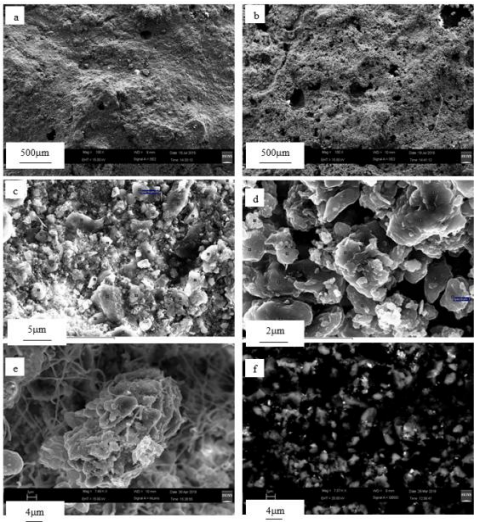


Fig. 8- SEM images and EDX spectra of: 'intonachino' (a); inner detachment surface with rounded pores (b); zoom on the surface sample (c); detail of internal fabric (d); organic filaments and microorganisms of the detachment surface (e); backscattered images showing iron oxides distribution (bright spots) in the sample matrix (f)

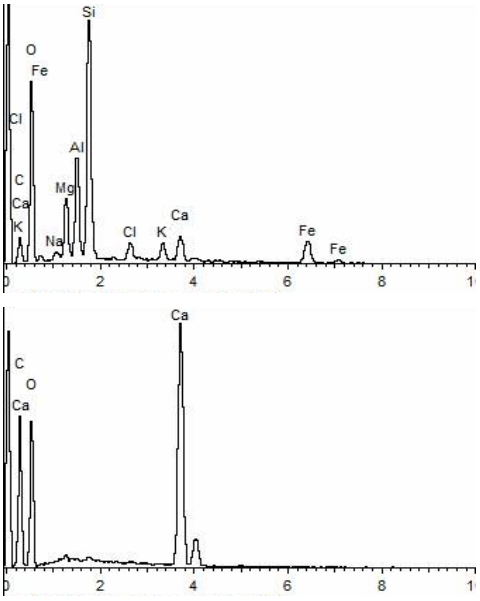


Fig. 9- Typical EDX spectrum of the alumosilicate sand (above) and limestone aggregates (below)

4. Final remarks

The study conducted at the Red Tower in Malta has allowed us to acquire important information on the overall architectural structure, both above and below ground, as well as on the mineralogical composition of the characteristic red plaster, used, among other things, also in some other cases of fortified structures in Italy, such as that of the Rontana Castle in the province of Ravenna. (Cirelli & Ferreri, 2015). This information is essential for best planning the restoration and repair phases of the red plaster, due to the presence of hematite, which is currently degraded, especially on the north-facing side of the Tower, according to the original compositional characteristics analyzed in this study.

Acknowledgements

The authors are grateful to Din l'Art Helwa for facilitating the access to the site and for the collaboration started throughout the project.

References

Cirelli, E. & Ferreri, D. (2015) Vivere e morire nel castello di Rontana. Lo sfruttamento del gesso in un insediamento di fondazione medievale della vallata del Lamone. In: Lucci, P. & Piastra, S. (a cura di)

I gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso Romagnola (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 28). Faenza, Carta Bianca Editore, pp. 545-568.

Hughes Q., (1956) *The Building of Malta during the period of the Knights of St john of Jerusalem 1539-1795*. London, Alec Tiranti Ltd.

Lazzari, M., De Giorgi, L., Ceraudo, G. & Persico, R. (2018) Geoprospecting survey in the archaeological site of Aquinum (Lazio, central Italy). *Surveys in Geophysics*, 39, 1167-1180.

Leucci, G. (2019) *Nondestructive Testing for Archaeology and Cultural Heritage: A Practical Guide and New Perspectives*. Cham, Springer.

Persico, R., Ciminale, M. & Matera, L. (2014) A new reconfigurable stepped-frequency GPR system: possibilities and issues; applications to two different cultural heritage resources. *Near Surface Geophysics*, 12(6), 793-801.

Persico, R., D'Amico, S., Leucci, G., De Giorgi, L., Lazzari, M. & Colica, E. (2019) Innovative geophysical measurements on the cultural heritage in Malta: the case study of the St Agatha Tower. In: *EGU General Assembly 2019, Geophysical Research Abstracts*, 21, EGU2019-1861-1.

Persico, R., D'Amico, S., Leucci, G., De Giorgi, L., Lazzari, M. & Colica, E. (2020) Non-invasive investigations for enhancing the knowledge and the valorisation of the cultural heritage: first results of the Malta–Italy bilateral project. In: *EGU General Assembly 2020*, Online, 4-8 May 2020, EGU2020-2886. Göttingen, Copernicus GmbH for EGU.

Persico, R., Leucci, G., D'Amico, S., De Giorgi, L., Colica, E. & Lazzari, M. (2019) The watch towers in Malta: a patrimony to preserve for the future. In: *2019 IMEKO TC-4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (MetroArchaeo 2019).* Proceedings, 4-6 December 2019, Florence. Florence, IMEKO, pp. 100-102.

Pierri, R., Leone, G., Soldovieri, F. & Persico, R. (2001) Electromagnetic inversion for subsurface applications under the distorted Born approximation. *Il Nuovo Cimento C*, 24(2), 245-261.

Spiteri S., (1988) *The Fortification of the Maltese Islands by Hospitaller Knights of the Order of St. john.* Valletta, Said International; Paola, Printwell Ltd.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21401

Preliminary archaeometric analyses of reused Roman materials: the case of the tower at Via dei Montanini 16 in Siena, Italy

Gioele Rossi[a], Fabio Gabbrielli[b], Marco Giamello[a], Andrea Scala[a], Enrico Tavarnelli[a]
[a] University of Siena, Department of Physics, Earth and Environmental Sciences. Siena, Italy, gioele.rossi@student.unisi.it, marco.giamello@unisi.it, andrea.scala@unisi.it, enrico.tavarnelli@unisi.it, [b] University of Siena, Department of History and Cultural Heritage, Siena, Italy, fabio.gabbrielli@unisi.it

How to cite: Rossi, G., Gabbrielli, F., Giamello, M., Scala, A. & Tavarnelli, E. (2026). Preliminary archaeometric analyses of reused Roman materials: the case of the tower at Via dei Montanini 16 in Siena, Italy. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21401

Abstract

The subject of the present study is one of the two towers, today corresponding to house numbers 1 and 16 in via dei Montanini in Siena (Italy), which constituted the impost structures of an arch, possibly dating back to Roman times, known as the Arco di San Donato, demolished around 1480. In particular, the analysis focuses on the tower located at number 16, which preserves conspicuous remains of materials from a pre-existing Roman structure. These include blocks consisting of brick and mortar elements, carefully squared in imitation of the tower stone ashlars of a later period, and others made of *cocciopesto* flanked by travertine ashlars, arranged in such a way as to create a polychrome effect visible on a large part of the wall face. The aim of the study was to analyse the brick-mortar blocks and the *cocciopesto* blocks through archaeometric investigations, with the intent of understanding the composition and production processes, in view of possible conservation interventions. The work uses a multidisciplinary approach combining non-invasive surveys and laboratory analyses. The survey was carried out using a Mobile Mapping System (MMS) based on LiDAR (Light Detection and Ranging) technology, which generated a high-density point cloud useful for mapping the wall surfaces. At the same time, representative samples of the *cocciopesto* and brick-mortar blocks were taken and subjected to macroscopic observations, mineralogical analyses by X-ray diffraction (XRD) and polarising optical microscope observations for a mineralogical-petrographic characterisation. Preliminary archaeometric analyses attest to the use of local raw materials, offering significant data on building techniques and resource procurement methods in ancient times. The good preservation of the materials analysed suggests the possibility of reconstructing them in the laboratory with characteristics like the original ones.

Keywords: Medieval tower, Roman building reuse, cocciopesto, archaeometric analysis.

1. Introduzione

Le analisi archeometriche oggetto del presente studio riguardano i materiali con la quale è realizzata una delle due torri medievali, oggi corrispondenti ai numeri civici 1 e 16 di via dei

BY-NC-SA

Montanini a Siena, che costituivano le strutture d'imposta di un arco, forse di età romana, noto come Arco di San Donato, demolito intorno al 1480 (Cristofani, 1979; Parenti, 1992a; Gabbrielli, 2010; Pansini, 2021). La presenza di questa struttura non è immediatamente percepibile, ma può essere riconosciuta osservando le murature delle due torri. L'esistenza dell'arco è attestata da due documenti notarili, datati rispettivamente a dicembre 1012 e marzo 1087, il secondo dei quali riporta la dicitura 'Actum Sena juxta ecclesia de S.Donato q. est prope arco antico'. Di particolare significato, inoltre, è il reperto epigrafico murario posto nella torre al civico n.1 costituito da due frammenti di travertino, probabilmente appartenenti ad un architrave, dove è possibile leggere 'Vero et Vale'.

In particolare, l'analisi si è concentrata sulla torre situata al numero 16 (Fig. 1a-b), che conserva cospicui resti di materiali provenienti da una struttura romana preesistente (Parenti, 1992a, 1995, 1996). Tra questi si distinguono numerosi blocchi costituiti da elementi in laterizio e malta, accuratamente squadrati ad imitazione dei conci in pietra da torre di epoca successiva (Pansini, 2012), e altri realizzati esclusivamente in cocciopesto affiancati da conci in travertino, disposti in modo da creare un effetto policromo visibile su gran parte del paramento murario.

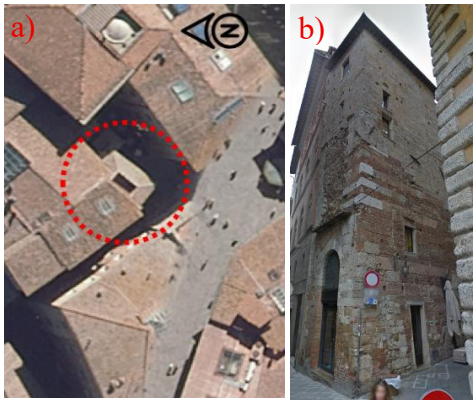


Fig. 1a-b- Ortofoto (a) e localizzazione (b) della torre di via dei Montanini n.16 (GEOscopio, 2025)

2. Metodo della ricerca

Le analisi archeometriche sui materiali costruttivi della torre al civico 16 di via dei Montanini sono state condotte impiegando una combinazione di tecniche di digitalizzazione e diagnostica, finalizzate all'individuazione, quantificazione e definizione dello stato di conservazione e alla caratterizzazione mineralogico-petrografica dei blocchi costituiti da elementi in laterizio e malta e di quelli realizzati in cocciopesto.

A tale scopo è stato eseguito un rilievo tridimensionale mediante un Sistema di Mappatura Mobile (MMS) basato su tecnologia LiDAR (Light Detection and Ranging) (Bakuła et al., 2022), affiancato ad un rilevamento fotogrammetrico digitale per la mappatura dei blocchi. Sono stati raccolti quattro campioni rappresentativi dalla facciata posta a Sud-Est (Fig. 2): due provenienti da blocchi in cocciopesto (OC420 e OC421) e due da blocchi formati da elementi in laterizio e malta (OC422 e OC423).

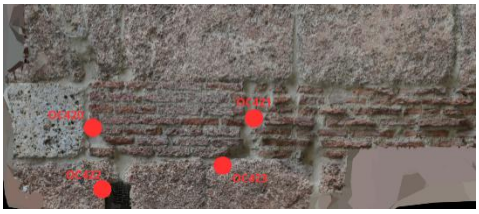


Fig. 2- Localizzazione dei quattro campioni raccolti sulla facciata Sud-Est della torre di via dei Montanini n.16 – quota 2,40 ca. dal piano strada (elaborazione grafica degli autori, 2025)

Infine, i dati risultanti dai due rilevamenti sono stati elaborati in processing e rifiniti in post-processing con software dedicati, e i campioni raccolti sono stati caratterizzati dal punto di vista mineralogico-petrografico.

2.1. Sistema di Mappatura Mobile (MMS) e fotogrammetria digitale

Il rilievo è stato effettuato tramite un Sistema di Mappatura Mobile (MMS) basato sul dispositivo Eagle Max prodotto da 3DMakerpro, uno strumento per l'acquisizione tridimensionale ad alta risoluzione, concepito per la realizzazione di gemelli digitali su scala urbana. Il sistema incorpora un sensore LiDAR Livox Mid-360 (Livox Mid-360 2025), in grado di eseguire scansioni efficaci fino a una distanza di 70 m su superfici ad alta riflettanza ($\geq 80\,\%$), con un campo visivo orizzontale di 360° e verticale di 59°. La densità di acquisizione, pari a 200'000 punti al secondo, è supportata dalla presenza di

quattro camere RGB da 48 Mp, che consentono la raccolta simultanea di dati fotogrammetrici ad alta definizione (Strauss et al., 2025). Il sistema è inoltre equipaggiato con un modulo RTK integrato e antenna GNSS esterna.

Parallelamente al rilievo LiDAR, è stata condotta una campagna di fotogrammetria digitale utilizzando una fotocamera Sony DSC-HX60V, dotata di obiettivo Sony G f 4,3-129 mm. Le immagini acquisite dal piano strada sono state georeferenziate mediante il sistema GNSS integrato all'interno del dispositivo.

2.2. Processing e Post-processing: generazioni di ortofoto e mappatura dei blocchi

Successivamente all'acquisizione sul campo, la nuvola di punti è stata processata utilizzando il software RayStudio (Scanner LiDAR Eagle e software RayStudio, 2025), che permette di unire più scansioni, eliminare il rumore, l'applicazione di filtraggi e ulteriori operazioni di trattamento dati finalizzate all'ottenimento di una rappresentazione tridimensionale accurata.

In fase di post-processing è stato impiegato il software RealityCapture per integrare alla nuvola anche il dataset fotogrammetrico, migliorando la risoluzione e l'accuratezza complessiva del modello, in particolare per i dettagli delle superfici murarie non direttamente osservabili dal piano stradale. A partire dal modello finale sono state generate ortoproiezioni ad alta risoluzione per le due facciate visibili della torre poste rispettivamente a Sud-Est e a Sud-Ovest, ottenute mediante proiezione ortogonale su piani verticali predefiniti, garantendo coerenza metrica per le analisi successive.

Le ortofoto sono state successivamente importate in QGIS, dove è stata realizzata una mappatura dei blocchi presenti nella facciata tramite vettorializzazione manuale dei materiali (Corso, Roca & Buill, 2017). Questo processo ha consentito la quantificazione areale e percentuale delle diverse tipologie di materiali impiegati nella muratura, fornendo la base per un'analisi statistica delle tecniche costruttive e della distribuzione dei materiali stessi.

2.3. Microscopia ottica e diffrattometria a raggi X

La caratterizzazione mineralogico-petrografica dei campioni raccolti e confezionati in sezione sottile è stata effettuata mediante un microscopio ottico-polarizzatore Leica DMR XP equipaggiato con obiettivi HP PL Fluotar, reflex digitale e relativo software per l'acquisizione delle immagini, illuminazione in luce riflessa e trasmessa. L'analisi mineralogica è stata effettuata con l'ausilio di un diffrattometro Philips X' Pert PRO PW 3040 con rilevatore allo stato solido X' Celerator PW 3015.

3. Risultati

L'integrazione delle tecniche di rilievo tridimensionale e delle analisi archeometriche ha consentito di acquisire una conoscenza approfondita della composizione materica e dello stato di conservazione dei materiali costruttivi della torre.



Fig. 3- Nuvola di punti texturizzata della torre oggetto di studio (elaborazione grafica degli autori, 2025)

3.1. Rilievo tridimensionale e mappatura dei materiali

L'elaborazione congiunta dei dati LiDAR e fotogrammetrici ha restituito una nuvola di punti (Fig. 3), caratterizzata da un'elevata precisione geometrica.

Le ortoproiezioni generate per le facciate accessibili hanno consentito di eseguire una

mappatura litologica dettagliata, distinguendo con accuratezza i diversi blocchi costruttivi.

La mappatura effettuata con QGIS della facciata posta a Sud-Est (Fig. 4 a-b) ha evidenziato una predominanza di blocchi in pietra da torre e calcare cavernoso (54,51%), blocchi di riuso in laterizio e malta (15,12%), laterizi (10,20%), blocchi in cocciopesto (10,05%), e, in misura minore, conci in travertino (3,30%), in calcare (1,08%) e arenaria pliocenica (0,58%).

Per quanto riguarda la facciata posta a Sud-Ovest (Fig. 5 a-b) si evidenzia una predominanza dell'impiego di pietra da torre ed elementi in laterizio.

Per visualizzare graficamente la distribuzione percentuale delle diverse tipologie di materiale impiegato, i dati raccolti sono stati elaborati mediante tabelle pivot e grafici a torta (Fig. 6) in ambiente Excel.

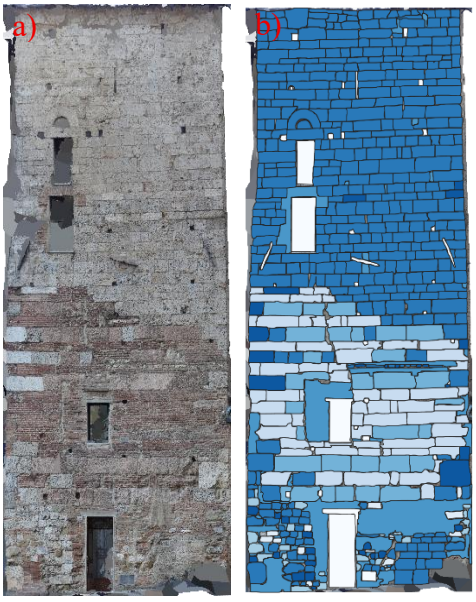


Fig. 4 a-b- a) Ortoproiezione della facciata Sud-Est della torre: b) mappatura litologica (elaborazione grafica degli autori, 2025)

Le analisi spaziali hanno consentito di individuare meglio i pattern costruttivi ricorrenti: blocchi in laterizio e malta, accuratamente squadrati per imitare i conci in pietra della fase medievale, provenienti da una struttura romana preesistente, accanto a elementi in cocciopesto affiancati da conci in travertino, disposti secondo una logica compositiva policroma ben visibile su ampie porzioni del paramento murario.

3.2. Caratterizzazione mineralogico-petrografica

Le osservazioni in microscopia ottica su sezione sottile hanno confermato la natura composita dei campioni (Fig. 7). I campioni provenienti da blocchi in cocciopesto (OC420 e OC421) mostrano una matrice costituita da un legante a base di calce aerea, con componenti idraulicizzati, a tessitura microsparitica, e un aggregato composto principalmente da frammenti di cocciopesto di forma angolosa, con un grado di classazione scarso (Jerram, 2001) e granulometria variabile tra 160 µm a 5000 µm.

La malta si presenta priva di macro-porosità ed è caratterizzata da un impasto grasso, ben amalgamato e relativamente ben classato, con rapporto legante/aggregato di circa 1:1.

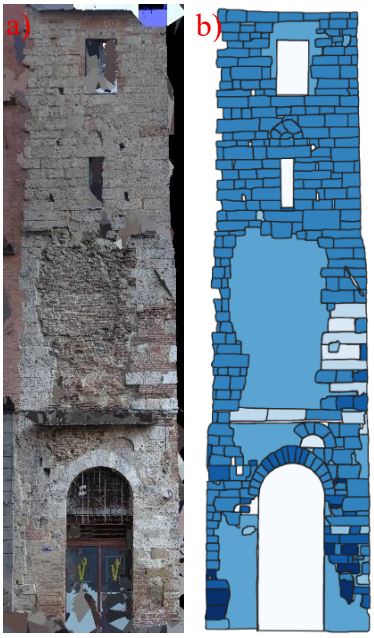


Fig. 5 a-b- a) Ortoproiezione della facciata Sud-Ovest della torre: b) mappatura litologica (elaborazione grafica degli autori, 2025)

I campioni provenienti dai blocchi in laterizio e malta (OC422 e OC423) sono costituiti da un legante di calce aerea e da un aggregato con grado di classazione compreso tra moderato e scarso. I clasti mostrano un arrotondamento sub-angoloso e forma mediamente sferica (Jerram, 2001).

La granulometria dell'aggregato varia da 180 µm a 320 µm ed è costituita, in ordine decrescente di abbondanza, da: quarzo mono e policristallino, feldspati, frammenti di calcite spatica e micritica, mica bianca, selce, aggregati micro-nano cristallini di ossidi di ferro, frammenti di argilliti e arenarie a cemento argilloso.

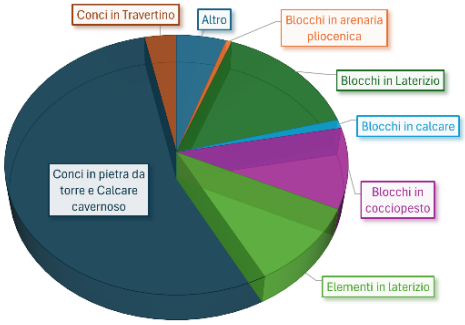


Fig. 6- Grafico a torta della composizione litologica della facciata Sud-Est (elaborazione grafica degli autori, 2025)

Si osservano inoltre grumi millimetrici a tessitura micritica. La malta presenta pori di forma sub-sferica, con dimensioni comprese fra 80 µm e 350 µm, ed è costituita da un impasto magro, ben amalgamato e relativamente ben classato, con un rapporto legante/aggregato di circa 1:3. L'analisi diffrattometrica ha confermato la presenza dei principali minerali identificati otticamente, evidenziando nei campioni di cocciopesto la presenza di fasi pozzolaniche. Inoltre, in alcuni campioni sono state rilevate tracce di gesso secondario, interpretabili come prodotti di alterazione da solfatazione del legante carbonatico.

3.3. Stato di conservazione

L'analisi visiva delle superfici murarie ha evidenziato fenomeni diffusi di erosione differenziale (Anson Cartwright et al., 2008), particolarmente marcata nei pochi conci in arenaria pliocenica e nei blocchi di reimpiego romano in laterizio e malta, soggetti a maggior erosione superficiale e micro-fratturazione.

4. Discussione dei risultati

L'integrazione tra il rilievo tridimensionale tramite Sistema di Mappatura Mobile (MMS) basato su tecnologia LiDAR, la fotogrammetria digitale e le analisi mineralogico-petrografiche, hanno consentito una lettura stratigrafica accurata della torre di via dei Montanini 16, restituendo una chiara distinzione tra i materiali edilizi antichi e medievali. L'applicazione di questo sistema e questa tecnologia ha garantito la generazione di una nuvola di punti dettagliata, funzionale alla mappatura dei materiali impiegati in accordo alla creazione di ortoproiezioni delle facciate. Quest'ultima ha permesso di rilevare una significativa presenza di materiali di reimpiego, tra cui blocchi in cocciopesto e quelli di reimpiego romano in laterizio c malta, accuratamente squadrati e spesso disposti, insieme a conci di travertino, secondo una logica policroma (Pansini, 2021). Le analisi mineralogiche e petrografiche hanno confermato la natura eterogenea dei materiali, con componenti coerenti e provenienti dalle litologie dell'area senese. Le indagini visive sul degrado hanno messo in luce fenomeni di erosione differenziale, localizzata per lo più nei conci in arenaria pliocenica e nei blocchi costituiti da laterizio e malta, quest'ultima in particolare essendo più vulnerabile agli agenti atmosferici.

5. Conclusioni

Lo studio condotto sulla torre al civico 16 di via dei Montanini ha evidenziato l'efficacia di un approccio integrato, basato sull'impiego congiunto di tecnologie di rilievo tridimensionale (MMS con sensori LiDAR e fotogrammetria) e analisi archeometriche mineralogico-petrografiche, anche in vista di future indagini di stratigrafia degli elevati finalizzate a ricostruire dettagliatamente le diverse fasi edilizie. I risultati ottenuti confermano una significativa presenza di materiali da costruzione di reimpiego, in particolare blocchi in cocciopesto e in laterizio-malta, riconducibili a una fase romana preesistente. Le analisi mineralogico-petrografiche attestano, inoltre, la natura eterogenea dei materiali, caratterizzati da matrici ben classate, aggregati locali e fasi idrauliche da reazione pozzolanica nei campioni in cocciopesto. Questi dati offrono spunti significativi per lo studio delle tecniche costruttive e delle pratiche di approvvigionamento dei materiali nel territorio senese. Infine, lo stato di conservazione appare complessivamente buono, con forme localizzate di degrado (in particolare erosione differenziale), coerenti con i principali pattern descritti dalla letteratura tecnico-diagnostica (Anson Cartwright et al., 2008). Ciò rende plausibile la riproduzione in laboratorio dei materiali originari, utile per eventuali interventi conservativi mirati.

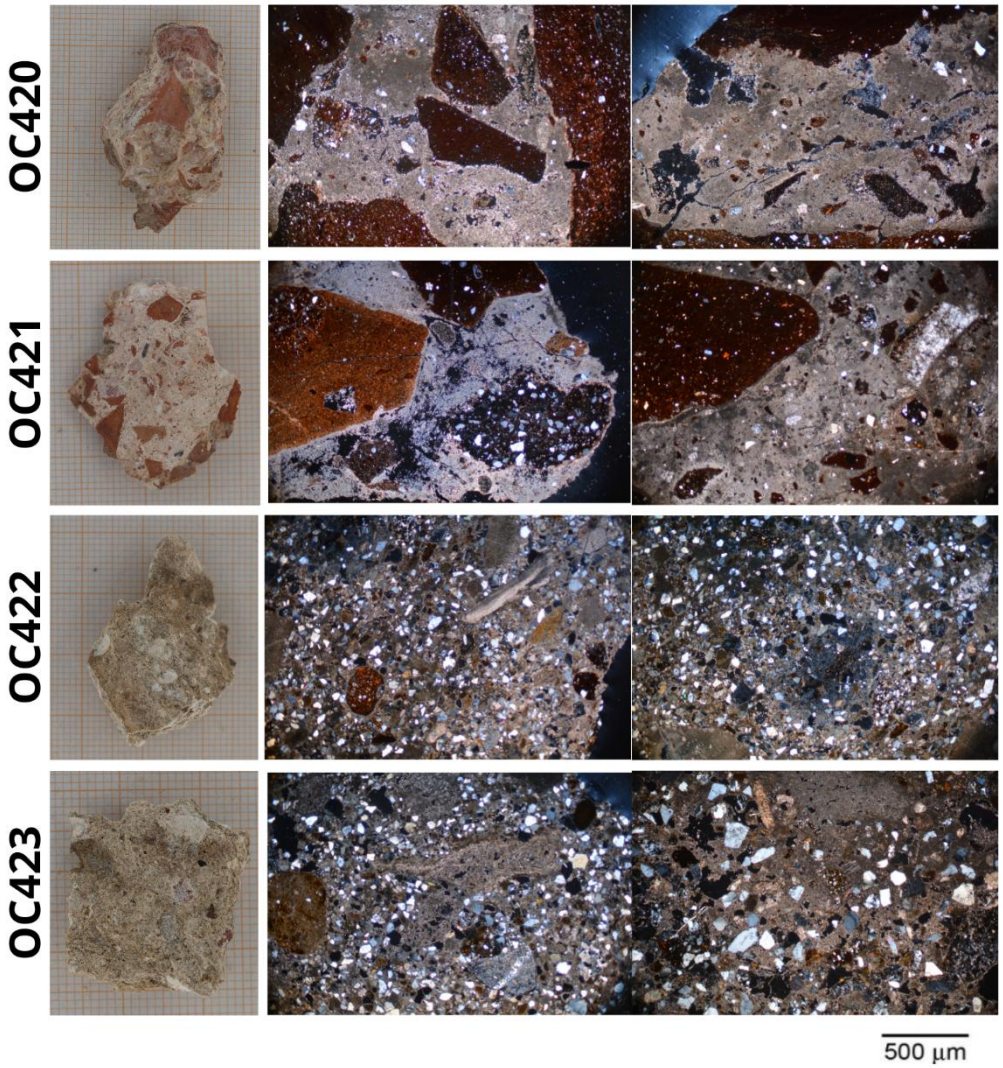


Fig. 7- Immagini di microscopia a luce polarizzata in sezione sottile di una selezione dei campioni di materiali analizzati (tutti ottenuti con nicols incrociati); OC420 e OC421 (blocchi in cocciopesto); OC422 e OC423 (malta dei blocchi di reimpiego in laterizio e malta) (elaborazione grafica degli autori, 2025)

Bibliografia

ICOMOS–ISCS (2008) *Illustrated glossary on stone deterioration patterns / Glossaire illustré sur les formes d'altération de la pierre.* (Monuments and Sites, XV). Paris, ICOMOS.

Bakuła, K., Lejzerowicz, A., Pilarska-Mazurek, M., Ostrowski, W., Górka, J., Biernat, P., Czernic, P., Załęgowski, K., Kleszczewska, K., Wężka, K., Gąsiewski, M., Dmowski, H. & Styś, N. (2022) Sensor integration and application of a low-sized mobile mapping platform equipped with LiDAR, GPR and photogrammetric sensors. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B1-2022, 167-172.

Corso, J., Roca, J. & Buill, F. (2017) Geometric analysis on stone façades with terrestrial laser scanner technology. *Geosciences*, 7(4), 103.

Cristofani, M. (a cura di) (1979) *Siena, le origini: testimonianze e miti archeologici. Catalogo della mostra (Siena, dicembre 1979-marzo 1980)*. Firenze, Olschki.

Gabbrielli, F. (2010) *Siena medievale. L'architettura civile*. Siena, Protagon Editori Toscani.

Regione Toscana (2025) GEOscopio. Disponibile al link: https://www.regione.toscana.it/-/geoscopio

Jerram, D. A. (2001) Visual comparators for degree of grain-size sorting in two- and three-dimensions. *Computers & Geosciences*, 27(4), 485-492

Livox (2025) Livox Mid-360, disponibile al link: https://www.livoxtech.com/mid-360(Ultima consultazione: 25 maggio 2025).

Pansini, R. (2012) San Donato Arch in Siena: a contribution to the history of the Roman settlement through building archaeology. In: Börner, W. & Uhlirz, S. (eds.) Proceedings of the 17th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies 2012 (CHNT 17, 2012*)*. Vienna, Museen der Stadt Wien – Stadtarchäologie, pp. 1-12.

Pansini, R. (2021) Uso e riuso di laterizi romani in una torre medievale: il caso di via dei Montanini 16 a Siena. In: Bukowiecki, E., Pizzo, A. & Volpe, R. (a cura di) *Demolire, riciclare, reinventare: la lunga vita e l'eredità del laterizio romano nella storia dell'architettura*. Roma, Edizioni Quasar, pp. 145-151.

Parenti, R. (1995) Approvvigionamento e diffusione di alcuni materiali litici da costruzione dei dintorni di Siena. In: Lamberini, D. (a cura di) *Le pietre delle città d'Italia. Atti della Giornata di studi in onore di Francesco Rodolico (Firenze, 25 ottobre 1993)*. Firenze, Le Monnier, pp. 87–108.

Parenti, R. (1996) Torri e case-torri senesi: i risultati delle prime ricognizioni di superficie. In: De Minicis, E. & Guidoni, E. (a cura di) *Case e torri medievali. La città e le case: tessuti urbani, domus e case-torri nell'Italia comunale (secc. XI-XV).* Atti del II Convegno di studi, 11-12 dicembre 1992, Città della Pieve. Roma, Edizioni Kappa (Museo della città e del territorio, 7), pp. 76-88.

Parenti, R. (1992a) Fonti materiali e lettura stratigrafica di un centro urbano: i risultati di una sperimentazione non tradizionale. *Archeologia Medievale*, XIX, 7-62.

3DMakerpro EU (2025) Eagle LiDAR scanner e software RayStudio. Disponibile al link: https://www.jimumeta.com (Ultima consultazione: 23 maggio 2025).

Strauss, M. J. et al. (2025) A handheld multisensory scanner system with real-time mapping and data processing for building survey applications. In: Licciardo, G. D., Carlsohn, M. F. & Schneider, V. J. (a cura di) *Real-Time Processing of Image, Depth, and Video Information 2025*, Proceedings of SPIE, 13526, 7–10 April 2025, Prague. Bellingham (WA), SPIE, paper 135260C.

Digital Heritage

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21465

Architectural analysis of the Aragones castle of Venosa. Pirro del Balzo

Luis Agustín-Hernández[a], Michele Buldo[b], Marta Quintilla Castán[a], Javier Domingo Ballestin[a]

[a] Departamento Arquitectura, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España, lagustin@unizar.es, mquintilla@unizar.es, jdomingo@unizar.es, [b] Laboratorio di modellazione architettonica ed urbana (MAULab), Politecnico di Bari, Bari, Italia, michele.buldo@poliba.it

How to cite: Agustín-Hernández, L., Buldo, M., Quintilla, M., Castán & Domingo Ballestin, J. (2026) Architectural analysis of the Aragones castle of Venosa. Pirro del Balzo. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21465

Abstract

In this communication, a methodology for the architectural analysis of heritage buildings is proposed, structured into five sequential stages, progressing from general aspects to detailed observations. Due to limited space, only the first two stages are addressed in this paper. The first stage focuses on contextual analysis, which examines the elements surrounding the building but not intrinsic to it. This is approached from two complementary perspectives: A subjective perspective, based on historical narratives and evidence, considering historical, economic, and stylistic criteria. An objective perspective, which documents the physical, geographical, and urban environment in which the building is situated. The second stage addresses the formal analysis of the building, concentrating on its external and morphological characteristics. This is subdivided into three main components: 1.- The aesthetic and visual perception of the architectural ensemble; 2.- The volumetric configuration and compositional structure; 3.- The façade, understood as the "skin" of the architectural form. Additionally, three further analytical dimensions are identified for future development: spatial, functional, and technical analysis. To support the analytical process, three preparatory tools are proposed: 1.- bibliographic review of documentary sources; 2.- A detailed geometric and graphic survey of the building; 3.- Constructional and stratigraphic assessments, including physical soundings and technical reports. To complement the methodological approach, a study of the Castello Aragonese di Venosa is presented, illustrating the application of the first two stages.

Keywords: Architectural analysis, digital model, Castello di Venosa.

1. Introducción

El análisis arquitectónico de un edificio, es algo profundamente tratado en la literatura especializada, ya sea sobre edificios históricos de valor patrimonial o edificios contemporáneos, en

BY-NC-SA

este caso y siguiendo con investigaciones anteriores de los autores, se plantea un modelo o protocolo de análisis para edificios históricos de valor patrimonial, con el fin de resultar comparable con otros métodos y también entre edificios, se profundizará analizando como modelo el Castello Aragonese di Venosa, cuya construcción fue realizada en 1470 por Pirro del Balzo (1430-1491), Duque de Andria y Venosa, según informa el epigrafo superpuesto, sobre los frisos de un escudo de armas en el muro de la torre oeste.

2. Metodología del análisis

Establecer una metodóloga de análisis arquitectónico para un edificio histórico de valor patrimonial, puede ser complejo y sin duda no existen fórmulas óptimas para todos los edificios, grupos arquitectónicos, contextos urbanos o paisajísticos.

Como indican entre otros: Vincenzo Iannizzaro: "El proceso cognitivo, relacionado con un artefacto arquitectónico destinado a estudiar y potenciar, debe basarse necesariamente en el análisis, interpretación y representación del propio bien, así como en el contexto urbano y territorial en el que se inserta. Análisis que, desde una perspectiva multidisciplinar, implica aspectos históricos, evolutivos, configurativos, tecnológicos y conservadores." (Iannizzaro, 2007).

O Rafael Martin: "El patrimonio histórico edificado engloba una serie de valores culturales materiales, entre los que se pueden destacar los arquitectónicos (relativos a la forma, el espacio y la tecnología constructiva), los arqueológicos (entendiendo el edificio como un conjunto de tipos constructivos con su secuencia estratigráfica y sus relaciones contextuales) o los artísticos (relacionados con el estilo)" (Martin-Talaverano, 2014). Lo que recoge la literatura publicada consensua que se deberá tener en cuenta:

- Identificación General. Datos objetivos-administrativos;
- Descripción Formal. Composición volumétrica. número de elementos, simetría/asimetría, proporción;
- Organización arquitectónica. Forma organización de los espacios, jerarquía espacial;
- Materiales y Técnicas Constructivas;
- Elementos Ornamentales y Decorativos;
- Contexto Urbano y Relación con el Entorno;
- Transformaciones, ampliaciones y mantenimiento;
- Jerarquización del edificio estudiado, valorando normativa y protocolos clásicos Carta de Venecia, etc. referencias a la autenticidad y valor patrimonial.

Para realizar el protocolo del análisis arquitectónico se propone utilizar un modelo secuencial, desde lo más general en el exterior del edificio, a lo más particular en los detalles propios e internos del edificio, con las siguientes fases: contexto del edificio, forma, espacio, función y análisis técnico-constructivo, por cuestiones de extensión y poder profundizar en dichos análisis, en la presente ponencia estudiaremos solo los dos primeros.

2.1. Análisis del contexto

Donde se analiza todo lo que está alrededor del edificio, tiene influencia en él.

a. Contexto subjetivo. Histórico, económico, estilístico.

Momento de construcción y periodos históricos de transformación. Eventos históricos relevantes en su entorno y en el mismo. Personajes históricos involucrados. Función original del edificio y cambios de uso a lo largo del tiempo.

Motivación para la construcción del edificio, promotor que financia la construcción, contexto económico del lugar y del promotor, materiales y recursos empleados por proximidad. Influencia del edificio en la economía local, valor patrimonial actual.

Estilo arquitectónico predominante, influencias regionales o extranjeras, transiciones estilísticas o elementos híbridos. Relación con otras obras contemporáneas o similares.

b. Contexto objetivo. Físico, geográfico, urbanístico.

Se describe la ubicación física y natural del edificio dentro del territorio, coordenadas o localización geográfica, el contexto geográfico de la ubicación: relieve, fronteras o rutas históricas. Condiciones climáticas que pueden influir en la arquitectura.

Inserción en la trama urbana, relación con calles, plazas, ejes viales o murallas históricas, evolución del entorno urbano. Uso actual del edificio y del entorno, análisis del paisaje urbano contemporáneo. Visibilidad, accesibilidad, memoria común de los ciudadanos.

2.2. Análisis Formal

En el análisis formal se analizará, el edificio por el exterior aquello que configura su forma, que se percibe cuando se observa exteriormente.

a. Percepción estética y visual del conjunto

El aspecto exterior general se valora cómo un objeto arquitectónico, con un significado propio, puede evaluarse su proporción, su silueta o su volumen. Así como su estética dentro de un estilo arquitectónico.

b. Volumetría y Composición

En la volumetría se valorará el elemento unitario, la forma geométrica principal (cúbica, prismática, cilíndrica, orgánica), la relación entre volúmenes primarios y secundarios (torres, patios, cuerpos anexos), las proporciones: verticalidad, horizontalidad, macizo-hueco, la forma pura simple o la forma compleja

La composición describe la organización espacial de los elementos arquitectónicos, su simetría, jerarquía, ritmo, armonía y contraste. También las pautas de diseño: estructura reguladora de la forma, orden compositivo (central, axial, radial), así como ejes visuales y la relación entre los elementos: Adición, sustracción, integración, división.

c. La fachada, la piel de la arquitectura

Ubicación y orientación de las fachadas, relación con el entorno urbano o natural, serán el filtro interior-exterior, jerarquía visual, colores, contrastes y sombras.

Composición geométrica bidimensional, proporcionalidad, trazados. composición por planos. Distribución de los elementos arquitectónicos (vanos, puertas, balcones, arcos, bóvedas, columnas, decoración escultórica …). Materiales constructivos y de revestimiento.

2.3. Otros análisis

Como continuación del análisis sin profundizar en este apartado, se debería realizar también un análisis espacial: donde se deberían tener en cuenta factores como: Identificación de accesos, volumen interior, relación entre forma y espacio, geometría tridimensional interior. Organización espacial, jerarquía en la organización espacial, recorridos, conexiones. Iluminación.

También un análisis funcional donde se deberían tener en cuenta cuestiones como: Establecer usos, principales y secundarios, usos generales del edificio y particulares de zonas; se debería establecer un diagrama que relacionase, usos, usuarios y funciones, para poder relacionar una zonificación y establecer una relación entre espacios por usos. Relación entre forma y función, espacio y función.

Por último, para completar el análisis arquitectónico debería haber un análisis Técnico donde se debería tener en cuenta: la tipología constructiva, cimentaciones, estructura vertical, estructura horizontal, cubiertas, estanqueidad, estado de conservación. Materiales su combinación y su compatibilidad, origen, técnica constructiva. Estado de conservación, patologías, reformas, ampliaciones, conservación, restauración, refuerzos, consolidaciones, intervención, factores externos (humedad, viento, sismo)

3. Herramientas metodológicas

Para aplicar este protocolo o metodología de análisis arquitectónico, es necesario utilizar una serie de herramientas metodológicas, que proporcionen los datos base para el análisis. Tras el estudio de la literatura publicada sobre análisis arquitectónicos en edificios de valor patrimonial, se ha encontrado que los recursos necesarios para obtener datos comparables y objetivos son:

- Análisis bibliográfico de fuentes documentales;
- Levantamiento gráfico-geométrico detallado;
- Catas e informes constructivos y estratigráficos.

3.1. Análisis bibliográfico de fuentes documentales

“La adquisición de datos históricos y arqueológicos puede abarcar una variedad de herramientas y métodos de investigación que estudian diferentes aspectos de la historia del edificio.” (Khalil et al., 2021).

El análisis bibliográfico de fuentes documentales permite establecer su significado histórico, arquitectónico o social, a partir de registros escritos o gráficos, con dos tipos de fuentes.

Fuentes primarias o históricas, sin interpretación, son directas de relatores, arquitectos o historiadores contemporáneos con el edificio, se pueden encontrar en archivos históricos, actas notariales, escrituras, contratos de construcción, inventarios, planos originales o correspondencia oficial, también en crónicas, diarios, textos de época, dibujos arquitectónicos, históricos o fotografías antiguas y principalmente el propio edificio su construcción y composición.

Fuentes secundarias, son documentos que provenientes de interpretación de fuentes primarias o de hipótesis de investigadores, no son desdeñables, porque a veces no hay fuentes primarias, pero no tienen el valor inferior, se encuentran en: monografías académicas, tesis, artículos científicos, catálogos patrimoniales, reconstrucciones virtuales, restauraciones creativas, planimetría y dibujos posteriores con interpretación del edificio.

3.2. Levantamiento grafico- geométrico detallado

"El levantamiento debe ser fundamentalmente un método de análisis y su objetivo final tiene que ver fundamentalmente con el conocimiento del edificio." (Almagro, 2004).

Existe gran cantidad de literatura publicada sobre levantamientos arquitectónicos, sucintamente se puede nombrar que, desde el principio, ya en la proyección del edifico, el planteamiento de sus trazas o su concepción se han utilizado recursos gráficos, en la actualidad con mayor o menor tecnología se intenta reproducir esa gestación y puesta en obra del edificio.

El dibujo a mano directamente del natural sigue siendo un recurso útil para el levantamiento arquitectónico, croquis o apuntes gráficos permiten representar detalles poco accesibles, con otras metodologías, o la planificación de campañas de fotogrametría y escáner laser.

Se ha perfeccionado con la incorporación de nubes de puntos, con precisiones milimétricas y la posibilidad de utilizar colores verdaderos, utilizando carta de colores de referencia calibrada, utilizando dos técnicas principalmente, Fotogrametría (SfM) y escáner láser (LS).

Estas técnicas no son excluyentes si no complementarias, utilizando SfM, se pueden obtener colores de calidad, mejorando las texturas, resulta sencillo utilizando un dron, tomar fotografías exteriores de cualquier parte, incluso con accesos complejos, es una técnica muy adecuada para el análisis formal.

Por su parte LS, garantiza una mayor precisión, pero una peor colorimetría, con una cierta dificultad de uso en cubiertas y zonas de difícil acceso, pero con un excelente resultado en interiores, será una técnica muy adecuada para el análisis espacial.

"El estado actual de madurez de la fotogrametría y de los escáneres láser 3D, favorece, sin lugar a duda, la obtención de modelos tridimensionales hiperrealistas" (Rodríguez-Navarro, Piqueras, 2024, p. 561.)

Pero una vez obtenidas las nubes de puntos, tanto exteriores como interiores, se deben unir y formarán la base para la creación de un gemelo digital en HBIM, pero esto no es suficiente, también se debe ubicar en un software de GIS en su posición georreferenciada real, lo que permitirá en este software que trabaja por capas, incluir el modelo HBIM y todos los datos que se desee asociarle, de tipo alfanumérico, imágenes o conectados con otros softwares.

"El patrimonio se debe considerar no como un ente aislado, sino como un elemento integral e integrado con relaciones espaciales, históricas, visuales y territoriales, encuadradas dentro de un sistema cultural. Por ello, la integración de las tecnologías BIM y SIG es el enfoque adecuado para alcanzar este objetivo." (Quintilla-Castan & Agustin-Hernández, 2023).

3.3. Catas e informes constructivos / estratigrafías

Por último, aunque no forma parte de este primer estudio sobre el análisis arquitectónico, se debe contar con datos arqueológicos y constructivos obtenidos de estudios estratigráficos, así como de informes de catas invasivas y no invasivas, testigos y ensayos constructivos.

La documentación y el análisis arquitectónico es un proceso pluridisplinar, la estratigrafía es una toma de datos que tradicionalmente realizan los arqueólogos, donde sobre un elemento constructivo se representan las diferentes épocas

o técnicas de ejecución, recogiendo en su informe la “historia vivida del edificio”.

“En este sentido, el objetivo principal de este tipo de análisis consiste en la formulación de una hipótesis de las fases y periodos constructivos del edificio o de las fábricas analizadas, pero al mismo tiempo, existe un objetivo secundario en la confección de una exhaustiva documentación de los materiales y técnicas constructivas en su relación estratigráfica” (Mileto &Vegas, 2004)

Los informes estructurales y constructivos son importantes, no tanto para el análisis, pero si para una intervención posterior. Los informes más relevantes, para el análisis, son los procedentes de catas, que informan sobre el contenido interior de los elementos constructivos, o de imágenes de transmitancia, o procedentes de georradar, con cuyos datos se puede modelar una cimentación o el interior de un elemento constructivo en HBIM.

4. Modelo de análisis del Castello Aragonese di Venosa. Pirro de Balzo

Como aplicación de la metodología propuesta, se va a realizar un estudio de caso sobre el Castello di Venosa, en el aplicaremos los dos primeros apartados: 1.- Análisis del contexto y 2.- Análisis formal, para realizar el análisis se han utilizado dos de las herramientas propuestas:

Análisis bibliográfico de fuentes documentales:

se han consultado fuentes primarias, no habiendo encontrado más allá de relatos contemporáneos de la época de construcción, respecto a las fuentes secundarias, no se ha encontrado ningún artículo científico específico sobre el Castello di Venosa, pero si referencias en otros donde se tratan Castillos medievales en Pulia y Basilicata. Se ha consultado el Archivo Storico del Comune di Venosa, el Catalogo Generale dei Beni Culturali (ICCD, 2023);

se ha encontrado una escasa bibliografía en forma de libros publicados en el entorno de Venosa (Vaccaro 2014; Lauridia 1972; Garzia et al. 2003; Curti et al. 1993).

Esta escasa información hace del castillo, dado su gran tamaño y buena conservación, un edificio adecuado para un análisis arquitectónico basado en el propio edificio. Para realizar el análisis formal, se ha procedido a un levantamiento fotogramétrico del exterior.

Para el levantamiento se han utilizado dos grupos de fotografías: 1.- procedentes de una cámara en un dron realizado con un dron Phantom 3 de dji, con sensor de 12Mb píxeles efectivos, lente FOV 94° 20 mm (35 mm formato equivalente) f/2.8, enfoque a ∞, tamaño Máx. de Imagen 4000×3000. Con tres vuelos circulares alrededor del castillo con una inclinación de cámara de 30º, 45º y 60º + un vuelo cenital en malla, con un total de 537 fotografías. (Fig. 1)



Fig. 1- Dron realizando la toma fotográfica (Foto de los autores)

2.- Fotografías tomadas con una cámara desde el plano del suelo, con una toma fotográfica terrestre, realizada con una cámara Nikon 810, con un objetivo AF-S NIKKOR 18-35mm f/3.5-4.5G ED, con la que se realizaron 93 fotografías adicionales. Se procesaron las fotografías para obtener una nube de puntos del conjunto y la malla texturizada, datos necesarios para la realización del análisis.

4.1. Análisis del contexto subjetivo. Histórico, económico, estilístico

Durante el medioevo, el sur de la península itálica, incluida la isla de Sicilia, sufrió invasiones extranjeras, que marcaron su dominio y administración, primero bajo dominación Normanda (siglo XI–XII), después la invasión Hohenstaufen (siglo XII–XIII), el reino (Nápoles + Sicilia) pasa a manos del Sacro Imperio Romano Germánico, con una destacada época bajo el gobierno de Federico II. Posteriormente la invasión Angevina (1266) con gobierno de los Anjou, trasladando su capital a Nápoles. Tras las Vísperas Sicilianas (1282), Pedro III de Aragón interviene y toma control de Sicilia. Comienza el conflicto entre los Anjou (Nápoles) y los

aragoneses (Sicilia). Alfonso V, el Magnánimo, conquista del reino de Nápoles (1442), tras él gobernó de su hijo ilegitimo italiano Fernando I, conocido como Ferrante, formando la casa real aragonesa-italiana.

En junio de 1458, después de la muerte de Alfonso V, el reino de Aragón, Sicilia y Cerdeña pasó a su hermano Juan II de Aragón. Al mismo tiempo el Reino de Nápoles fue asignado a Fernando I, hijo natural. Él y su hijo Alfonso, duque de Calabria, construyeron una reorganización total del Reino de Nápoles. Esto sucedió gracias a planes de trabajo muy detallados, programas para modernizar el sistema de defensa y una nueva red viaria, dirigida tanto a las tropas en movimiento, como al transporte rápido de artillería. Era un sistema de defensa para fortalecer no sólo una ciudad si no toda la región. (Spinelli, 2006). La presencia aragonesa en el reino de Nápoles supuso una italianización del sur de la península, los acuerdos de Aragón con las ciudades estado de Florencia, Milán y Venecia, frente al papado, (Panarese, A. 2023 p.4). No obstante, esta apariencia de subordinación nacional no era exacta, la realidad era una organización de orden feudal, en el que determinados nobles eran nombrados para administrar un área de influencia, condado, ducado, ciudad, … y durante su hegemonía se alineaban con unos u otros contendientes, o se revelaban contra el poder establecido. Este es el caso de Pirro del Banzo Orsini, promotor del Castello di Venosa. Para la familia Orsini del Balzo, se considera fundador a Raimondo Orsini, y en 1399 se convirtió en príncipe de Taranto, gobernando sabiamente hasta 1406. Su descendiente, Gabriele, entregó, entre otras cosas, Venosa como dote a su hija primogénita, María Donata, por su matrimonio con Pirro del Balzo, hijo de Francesco, duque de Andria, príncipe de Altamura (Lauridia, E. 1972, p29).

Eran tiempos convulsos de constantes enfrentamientos entre los Anjou y sus partidarios, contra los aragoneses y sus partidarios, entre los que se encontraba Pirro, aunque posteriormente participó en la conspiración de los barones, lo que le costó su encarcelamiento en Nápoles. “El rey Fernando incluso tuvo que acampar una vez cerca de Rendina, un arroyo entre Venosa y Lavello, afluente del Ofanto. Y, sin embargo, Orsini logró entrar en la ciudad (Venosa) mediante engaños. Habiendo entrado por el lado opuesto, el rey pudo repeler a Tarantini. Aunque intentó salvar la vida de muchos ciudadanos, no pudo evitar que sus pertenencias fueran saqueadas”. (Lauridia, E. 1972, p31). Ante esta situación, los aragoneses con Pirro al frente deciden fortificar Venosa, con la reconstrucción de la antigua muralla y la construcción de un nuevo Castillo. Se consensua construirlo en el punto más bajo de la meseta de Venosa, por donde eran especialmente vulnerables, pero se encuentran con que es el emplazamiento de la catedral de S. Felice.

Debido a estos acontecimientos, Pirro en particular tuvo que pensar más que seriamente qué hacer y llegó a un acuerdo con el obispo Porfido. …/… Pero había que liberar el sitio de todo lo que resultaba engorroso.

Básicamente, de la iglesia que entonces era catedral, con el nombre de S. Felice, muy probablemente, si aún hoy existe la leyenda de las almas purgativas en procesión en el foso del castillo la noche de la fiesta: el 24 de octubre. (Lauridia 1972, p33).



Fig. 2- Mapa físico del reino de Nápoles (Foto Google Earth)

Contexto objetivo. Físico, geográfico, urbanístico. El castillo forma parte de un plan de fortificación de elementos defensivos de montaña, frente a los de costa, se encuentra en la linea defensiva formando un frente desde Foggia, pasando por Melfi, Venosa, Lagopesole y

Potenza. Que separa Nápoles de Bari, o el Mediterráneo del Adriático, siendo un lugar estratégico para la conquista y defensa del reino, como se observa en la Fig. 2.

El castillo se ubica en la zona con la pendiente más suave de la meseta de Venosa, es el punto más débil de la fortificación existente, en el extremo sur-este de la población, se decide construir un foso, que permitirá, aprovechando los desniveles naturales, construir una fortificación uniforme de vanguardia y una segunda linea de protección proporcionada por el propio castillo. La construcción del Castillo se avanza respecto a la ciudad, dejando un vacío, para ubicar una plaza en tiempo de paz y sirve como elemento de aislamiento del castillo en momentos defensivos, flanqueando el foso, como se observa en la Fig. 3. Así se compone la defensa de la ciudad, de forma alargada, con el Castillo al sur.

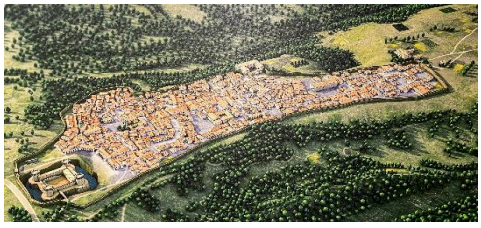


Fig. 3- Imagen medieval de Venosa. Museo Archeologico Nazionale "Mario Torelli" (Foto de los autores)

4.2. Análisis Formal

El Castello Aragonese di Venosa está compuesto por una volumetría compacta y simétrica, la forma cerrada de su perímetro, junto a las torres, el foso y la potencia estructural definen una estética de arquitectura militar.

Tal y como indica Antonio Giovannucci Superintendente del Patrimonio Arquitectónico y del Paisaje de Basílicata: “La estructura constaba de cuatro murallas coronadas por torres cilíndricas. Tanto las torres como los baluartes estaban conectados por pasarelas.

A su alrededor había un profundo foso con fines de defensa, mientras que en su interior estaba dotado de un gran patio para el entrenamiento de las tropas y la preparación de suministros en caso de ataque.”

Percepción estética y visual del conjunto.

El conjunto se encuentra rodeado por un foso seco, gran aportación para la defensa con armas de fuego, trasladando el campo de batalla al propio foso, de aproximadamente 15 metros de anchura y de entre 6–8 metros de profundidad

Entre el foso y el castillo se construye un bastione o baluarte para albergar la artillería, es un baluarte de formas troncocónicas, delante de las torres y recto por delante de las cortinas defensivas, en forma de scarpa, de aspecto similar a Castell Nuovo de Nápoles, este elemento quizá es el más característico de todo el conjunto.

En el interior alberga un patio de armas, hacia donde se abren las dos construcciones que forman el interior del castillo a modo de palacio renacentista, en la cortina noreste y noroeste, ambas de dos plantas con una escalera exterior, en las remodelaciones posteriores se le añadió una escalera interior y una loggia.

Volumetría y Composición

La composición es simétrica en planta y en alzado. Cada torre ocupa un vértice, un eje central organiza el acceso principal del siglo XVII, aunque en origen el acceso era por un puente levadizo en el lado sud-este entre torres este y sur.

La fachada, la piel de la forma arquitectónica

La fachada principal es simétrica, con un conjunto de huecos de gran tamaño perfectamente pautado y ordenado, con dos plantas, las fachadas laterales son más sencillas y homogéneas, con menos vanos y elementos decorativos.

6. Conclusiones

Se propone una metodología de análisis arquitectónico dividido en 5 bloques, contexto, forma, espacio, función y tecnología. Es una metodología útil, que pretende establecer unas bases de comparabilidad entre diferentes edificios de valor patrimonial, sin obviar ningún factor determinante, para ilustrar el modelo se ha realizado un análisis del Castello Aragonese di Venosa, con resultados favorables.



Fig. 4- Malla texturizada del conjunto (Fotografía de los autores)

References

Almagro, A. (2004) *Levantamiento arquitectónico.* Granada, Universidad de Granada.

Curti, E. & Vaccaro, A. (1993) *Di Venosa. Il Museo. il Castello*. Venosa, Edizioni Osanna.

Iannizzaro, V. (2007) *L'età aragonese nell'architettura di Campania meridionale, Basilicata, Calabria. Referenziazione territoriale, documentazione e rappresentazione informatizzata.*, Vol. 1. Salerno, Cuies, Salerno.

Khalil, A., Stravoravdis, S. & Backes, D. (2021) *Categorisation of building data in the digital documentation of heritage buildings. Applied Geomatics*, 13, pp. 29–54.

Garzia T., Lavorano, E. M.& Vernetti P. D.(eds.) (2003) *Il Castello Ducale di Venosa. Storia, restauro, riuso.* Venosa, Edizioni Osanna.

Lauridia, E. (1972) *Il Castello Aragones di Venosa*. Bari, Ed. Tipografia Adriatica.

Martín-Talaverano, R. (2014) *Documentación gráfica de edificios históricos: principios, aplicaciones y perspectivas. Arqueología de la Arquitectura*, 11, e011, pp. 1–26. Available at: https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2014.014.

Mileto, C. & Vegas, F. (2004) *El análisis estratigráfico constructivo y el proyecto de restauración arquitectónica. Arqueología de la Arquitectura*, 3, pp. 155–162. Available at: https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2004.67.

Panarese, A. (2023) *Gli Aragonesi. Il regno aragonese fra Mezzogiorno e Mediterraneo.* Lecce, Capone Editore.

Quintilla-Castán, M. & Agustín-Hernández, L. (2023) *Metodologías para el desarrollo de una base de datos gráfica del patrimonio arquitectónico. Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca*, 12(23), pp. 99–111. https://doi.org/10.18537/est.v012.n023.a08

Rodríguez-Navarro, P. & Gil-Piqueras, T. (2024) *Estandares y métodos para optimizar la digitalización 3D de las fortificaciones.* In: Islami, G. & Veizaj, D. (eds.) *International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast.* Proceedings of the International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast FORTMED 2024, 18 - 20 April 2024, Tirana. *Tirana,* Universiteti Politeknik i Tiranës; Valencia, edUPV (Universitat Politècnica de València), pp. 555-5621.

Spinelli, D. (2006) Storia e rilievo del castello di Ladislao II d'Aquino a Rocchetta Sant'Antonio di Foggia. Architettura militare nella Daunia in età aragonese. In: De Mattia, F. (ed.) *L'architettura di età aragonese nell'Italia centro-meridionale: verso la costituzione di un sistema territoriale informativo documentario ed iconografico.*, Vol. 2: *Architetture fortificate di età aragonese in Puglia: Capitanata, Terra di Bari e Terra d'Otranto.* Bari, Adda Editore, pp. 97–134.

Vaccaro, A. (2014) *Venosa*. Venosa, Edizioni Osanna

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21466

Digital translation of early-modern fortification models. The case of "Della fortificatione delle citta…" by Girolamo Maggi and Giacomo Fusti Castriotto

Lorenzo Belli[a], Piergiuseppe Rechichi[a], Denise Ulivieri[b], Marco Giorgio Bevilacqua[a]
[a] University of Pisa, DESTeC, Pisa, Italy, lorenzobelli646@gmail.com, piergiuseppe.rechichi@phd.unipi.it, marco.giorgio.bevilacqua@unipi.it, [b] University of Pisa, DESTeC, Pisa, Italy, denise.ulivieri@unipi.it, Co-coordinator ICOFORT - ICOMOS Italia

How to cite: Belli, L., Rechichi, P., Ulivieri, D. & Bevilacqua, M. G. (2026). Digital translation of early-modern fortification models. The case of "Della fortificatione delle citta…" by Girolamo Maggi and Giacomo Fusti Castriotto. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21466

Abstract

This paper presents the results of an experimentation developed within the activities of the PRIN2022 INFORTREAT research project. The project aims at the production of digital information systems to collect, translate, and transfer knowledge about the construction of bastioned fortifications found in Early Modern treatises. The ultimate goal is to create an original knowledge tool for the conservation of fortified heritage. The study focuses on *Della fortificatione delle citta…* by Girolamo Maggi and Giacomo Fusti Castriotto (first edition 1564). Starting from an in-depth historical analysis and the critical redrawing of the fortification models discussed in the treatise, the research applies an integrated Visual Programming Language-Building Information Modelling (VPL-BIM) methodology for the digital translation of Castriotto's theoretical models. The work confirms the importance of the treatise within the Early Modern Italian culture. Furthermore, the parametric modeling allows us to verify and visualize Castriotto's references and compare them to his models. It also tests the potential of the approach developed within the wider frame of the INFORTREAT project when applied to such an important treatise, where the formal and construction aspects of first-generation Italian-style fortification models are described in detail.

Keywords: parametric modeling, military architecture, Girolamo Maggi, Giacomo Fusti Castriotto.

1. Introduction

The PRIN2022 INFORTREAT research project seeks to enhance the understanding and conservation of fortified heritage through digital information systems. The aim is to interpret and communicate the complex constructive knowledge of fortifications, drawing from pivotal military architecture treatises of the 16th-18th centuries. After an initial experimentation on

BY-NC-SA

Pietro Sardi's *Corno Dogale* (1639), which validated an effective integrated Visual Programming Language-Building Information Modelling (VPL-BIM) workflow (Rechichi et al., 2024), followed by the study on the treatises by Bonaiuto Lorini (1st ed. 1597) and Francesco Tensini (1st ed. 1624) (Rechichi et al., 2025), in which the approach demonstrated the possibilities to set up a comparison between an author and his references through critical redrawing and digital modelling, the current research focuses on *Della fortificatione delle citta...* by Girolamo Maggi and Giacomo Fusti Castriotto (1st ed. 1564). The treatise represents one of the most important key references in 16th-century Italian fortification culture, since it expresses a new way of thinking about defence design, based on the use of 'science with practice' and emphasizing the importance of drawing in the conception and graphic representation of the project, as already highlighted by other scholars (D'Amico, 2012; Zerlenga, Cicala & Cirillo, 2023; Pavignano, 2023).

The study presented here focuses specifically on the geometric models proposed in the first two books and on the configurations of regular fortification (square, pentagonal, hexagonal), which form the basis of many theoretical and operational applications of the period.

The analysis focuses on the design of city walls and bastions, the measurement of curtain walls, the composition of flanks, and the construction of firing lines according to constant proportions, derived from the text and translated into geometric rules. In this context, the approach based on Visual Programming Language (VPL) proves to be a particularly effective tool. It allows not only for the parametric reconstruction of the models proposed by Maggi and Castriotto, but also for a dynamic comparison with those of other treatises mentioned in the text. Thanks to VPL, it is possible to create adaptable digital models that allow for the exploration of geometric transformations as one or more parameters vary.

This approach makes it possible to compare measurements, proportions, and configurations for each part of the fortification, highlighting affinities, divergences, and design relations among authors. Finally, VPL could represent a methodological bridge between philological analysis and graphic representation, offering a tool for reading and interpretation that combines scientific rigor, operational flexibility, and digital accessibility.

2. *Della fortificatione delle citta…*

Della fortificatione delle citta..., first published in Venice in 1564 by Rutilio Borgominiero, opens with an illustrated frontispiece featuring engravings made from copper and wood matrices. The work, which was reprinted throughout the 16th century (second edition in 1583 (1), printed by Camillo Borgominiero), established itself as one of the most significant and detailed treatises on the theory and practice of modern fortification. Authored by Giacomo Fusti Castriotto, a military engineer active in various European contexts, between 1549 and 1552, the work was published posthumously with extensive additions, comments, and reorganizations by Girolamo Maggi, a jurist, man of letters, and humanist polymath (Promis, 1874: pp. 295-311; Provasi, 1939). Maggi's additions, learned and erudite, stand alongside and sometimes overlap with Castriotto's more direct and practical military language. The elegance of Maggi's vocabulary and stylistic prose earned his contribution linguistic recognition, and the treatise was cited in the *Vocabolario degli Accademici della Crusca* as a model of the Italian language.

The text is divided into three distinct books, totalling 139 sheets (*recto-verso*) and 74 chapters. The writing of the chapters and the composition of the three books cannot be strictly attributed to a single author for each part. Instead, it features an alternating and composite structure where contributions from both Maggi and Castriotto interweave and follow one another, progressively integrating their two planes of work: the theoretical-philosophical and the technical-operational.

The analysis in this study specifically examines the first two of the three books that make up the first edition of the treatise. These books contain the most relevant content for reconstructing the fortified models and interpreting the underlying geometric and design logic. The first book, which consists of 16 chapters and is largely attributed to Girolamo Maggi, is a theoretical discussion of the principles of fortification. It includes references to ancient history, the aesthetics of defensive architecture, and the concepts of balance, proportion, and rationality in urban construction, drawing on configurations and descriptions from

other authors. The second book, comprising 33 chapters, is characterized by a more distinctly technical and practical approach, with a greater prevalence of Castriotto's contribution. It addresses specific topics such as geometry and provides operational and practical instructions supported by graphic examples and regular geometric models. One of the most original contributions is the invention of a tool for precisely determining the inclination of a wall's scarp, a device so ingenious that it was adopted and cited by other authors (Maggi & Castriotto, 1564: Book Two, Chapter II, fol.42v.).

As a whole, the work is an original and systematic synthesis of theory and practice, providing a comprehensive overview of the military-architectural culture of the time. It represents a turning point in the evolution of defensive ideas in response to the transformations brought about by artillery and the strategic use of geometry in the design of bastioned systems. Maggi, for his part, addresses the topic of fortification from a theoretical and humanistic perspective, focusing on the concepts of proportion, rationality, and architectural beauty. Castriotto, on the other hand, translates these reflections into operational instructions, proposing measurements, proportions, and models applicable to construction practice. In his highly descriptive drawings, the graphic scale is not always explicitly numerical.

The size of elements is frequently suggested through the modular representation of bricks, which are regularly drawn to provide a visual reference to the actual proportions of the structures represented (Maggi & Castriotto, 1564: Book One, Chapter XIV, fol.34v.- 35r.). The inclusion of examples, case studies, and defensive structures from real contexts broadens the operational scope of the work, facilitating a direct comparison between theory and construction reality.

The treatise is also rich with references to previous and contemporary models, documenting a dense network of intertextual relationships. References to other authors are numerous and range from Vitruvius to Albrecht Dürer, and from Giovan Battista Bellucci (named as "il Sanmarino") to Jacopo Seghizzi (cited as "Capitan frate da Modena"), also including Pietro Cataneo, Giacomo Lanteri, Niccolò Tartaglia, Niccolò Machiavelli, Leon Battista Alberti, and Michele Sanmicheli. This wealth of sources allows the work to be read as a platform for dialogue, where tradition and innovation are in constant conversation.

3. Methods

The methodology used follows the workflow already tested within the INFORTREAT project. It is structured into a sequence of five phases: 1) textual and iconographic analysis of the treatise; 2) critical redrawing of models and identification of geometric rules; 3) digital parameterization and construction of VPL scripts in Grasshopper; 4) Integration into the Building Information Modelling (BIM) environment; 5) BIM Model online visualization/distribution (Fig. 1). Using parametric modeling made it possible to translate 16th-century descriptive content into a contemporary digital language, reproducing in a dynamic and modifiable way (via a VPL script in Grasshopper) what the treatise expressed through text, measurements, and geometric instructions.

This approach overcomes the rigidity of the traditional graphical approach, transforming historical knowledge into an interactive model that can not only critically represent the original proposal but also explore geometric variations based on the multiple descriptions of the authors cited. The first phase involved the principles of planimetric profiling for the defenses.

Based on a critical analysis of the text and iconographic sources, the proportional relationships—which weren't always clearly stated—between the parts of the regular fortifications were extracted: bastions, curtain walls, moats, and outworks.

These relationships were then formalized into a script that allows for the dynamic generation of digital models based on defining a single side of the fortified perimeter, with the maximum length of the curtain wall as the starting parameter.

From this measurement, the orthogonal support points for the bastion flanks are generated, drawn according to the geometric specifications described. Next, the bisectors of the angles—capital axes—formed at the apex of the two bastions are calculated; the internal intersection of these bisectors locates the geometric center of the fortification. This center serves as the reference for dynamically changing the number of sides of the defensive polygon (Fig. 2).

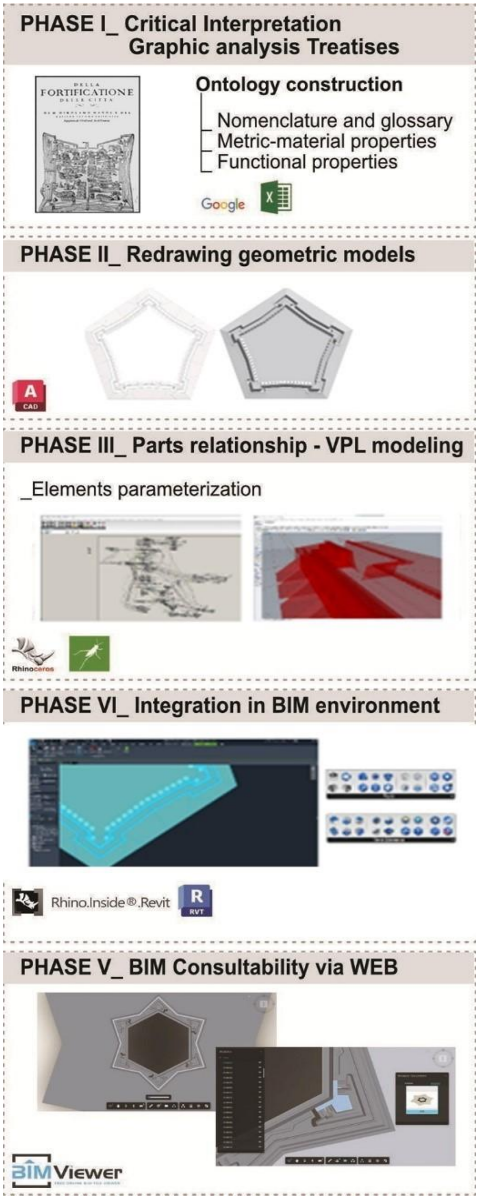


Fig. 1- Methodology workflow (graphic elaboration by Lorenzo Belli, 2025)

The system allows you to switch from a square to a hexagon, for example, by simply modifying an input parameter while keeping all the necessary transformation operations (Move, Offset, Mirror, B-rep, etc.) for building the three-dimensional parametric geometries of the fortification members intact. The script also enables the visualization of correspondences (or discrepancies) between the models prescribed by Maggi and Castriotto and those of their authors (Fig. 3). The three-dimensional nature of the model is achieved through an adaptive script (Fig. 4). This script allows for a comparison of the key parameters of the rampart's section, the curtain walls, the moats, and the outworks (etc.) described in the treatise with those of other authors mentioned. It is important to emphasize that the characterization parameters for the elevated models are directly related to the inclination of the scarp, consistent with what is described in the treatise (Maggi & Castriotto, 1564: Book Two, Chapter I, fol. 42 r.) (Fig. 5).

To ensure the model is informative and can be transferred to a BIM (Building Information Modeling) environment, a methodological solution already established in the research project was adopted. This solution is based on using the Rhino.Inside.Revit plugin within Autodesk Revit. The geometries, without losing their modifiability, are managed and informed in Grasshopper with a constant link to Autodesk Revit, resulting in a dynamic, informed model of the fortification project. The complete informed models of the fortifications are finally uploaded to web BIM visualization tools, to maximize public accessibility to this knowledge.

4. Results and Discussion

The treatise was not created with the intent of proposing innovative or experimental fortification solutions. Instead, it was conceived as a systematic collection of geometric and dimensional principles, developed and selected through the authors' direct study of sources and professional experience. The work reflects a desire for critical synthesis, re-composing and reinterpreting historical models drawn from treatise tradition, some observed in the field and others inferred from the texts of cited authors. More than a design treatise in the strict sense, it is a reasoned compendium of the technical and cultural knowledge that Maggi and Castriotto acquired throughout their biographical and military careers. The results of this study show how the digitalization of fortified models, through the use of VPL scripts and integration into a BIM environment, allowed for the parametric representation of the geometric principles described in the treatise. The geometric construction of the fortified side begins precisely with the dimensional limit indicated in the text.

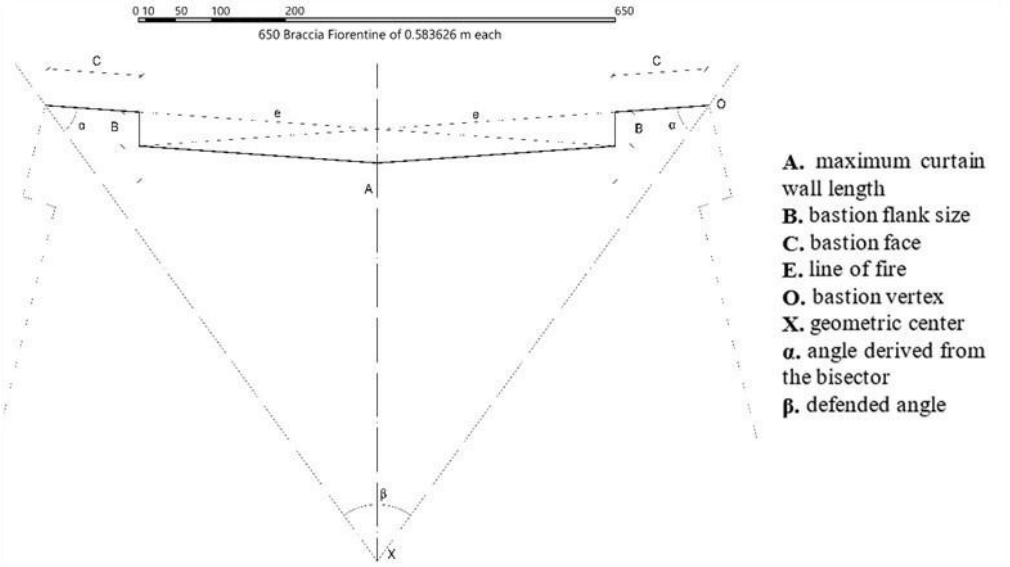


Fig. 2- Critical redrawing of the planimetric profiling scheme of fortifications referred to a generic defended angle. Graphic scale in *braccia fiorentine* (graphic elaboration by Lorenzo Belli, 2025)

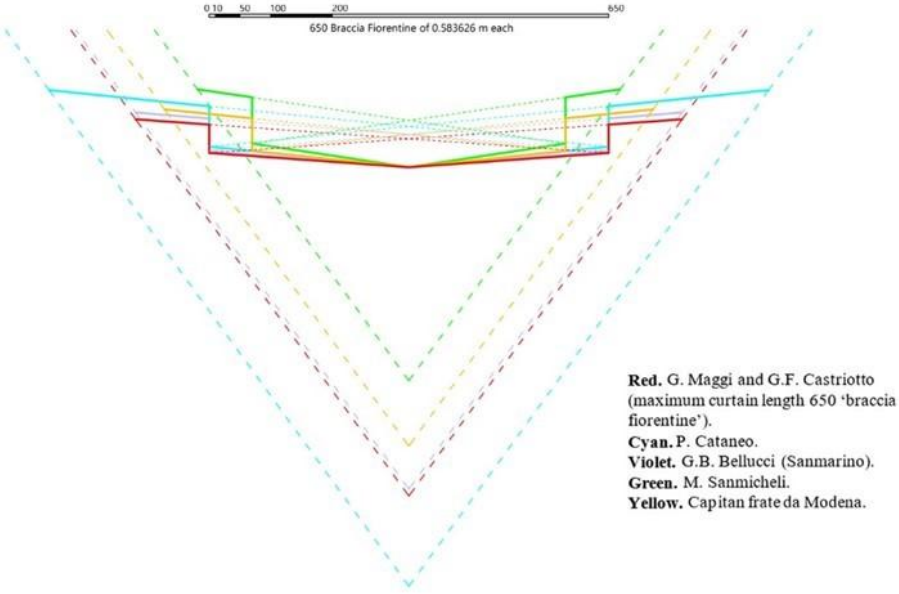


Fig. 3- Parametric configurations of the planimetric profile of fortifications following the prescriptions by Maggi and Castriotto and their references. Graphic scale in *braccia fiorentine* (graphic elaboration by Lorenzo Belli, 2025)

Maggi defines a maximum measurement for the length of the curtain wall, giving two reasons: "...se si farà la cortina tanto lunga, ne seguiranno molti incovenienti, che quando il nemico si metterà sotto ad un fianco de'Balluardi converrà sparare un pezzo grosso d'artiglieria per

offenderlo... l'altra ragione è che quando qualche machina armata di balle di lana, fusse condotta sotto al fianco predetto, si che dalle cannoniere di quello non potesse esser offesa, l'artiglieria del Balluardo opposto non la potria spezzare per la troppa distantia" (Maggi & Castriotto, 1564: Book One, Chapter XI, fol. 24 r.)

The authors also discuss various types of bastions and curtain walls used in fortifications, analyzing the advantages and disadvantages of each shape. Bastions with less acute angles, described as more resistant, are praised for their defensive capability thanks to their roundness, but are criticized for creating blind spots where the enemy can approach without being hit. They therefore suggest using these shapes only in specific situations, such as in fortifications near lakes or seas, where enemy access is more difficult. The shape of the curtain wall is also addressed; it should not be completely straight to avoid having the defense depend only on the bastions. Alternatives like the 'bent inward' curtain wall or one with platforms are proposed (2).

The geometric reconstruction process carried out through the VPL script enabled the application of the tracking methods presented in the treatise to regular polygonal trajectories, ensuring the potential to facilitate comparison operations not only within the system of cultural references present in the text but also with respect to the collection of digitized treatises within the INFORTREAT project.

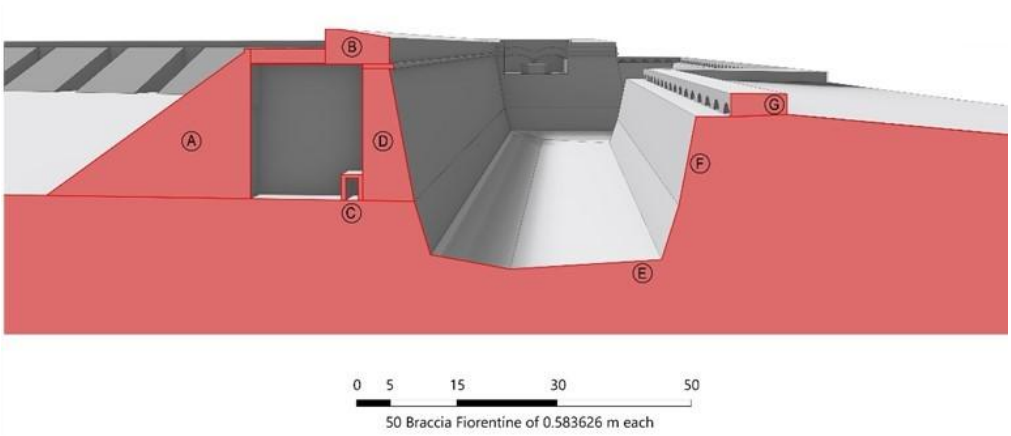


Fig. 4- Section of the fortified models: A) *pomerium*; B) parapet; C) countermine; D) scarp; E) moat; F) counterscarp; G) covered way. Graphic scale in *braccia fiorentine* (graphic elaboration by Lorenzo Belli, 2025)

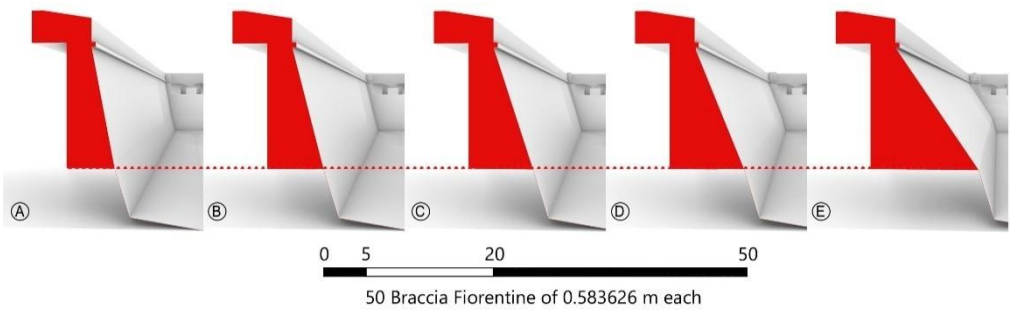


Fig. 5- Different scarp configurations described in the treatise (Maggi & Castriotto, 1564: Book II, Chap. I, fol.42 r.). Graphic scale in *braccia fiorentine* (graphic elaboration by Lorenzo Belli, 2025)

Starting from the previous geometric definitions, the study included a systematic iconographic analysis of all the fortification elements described in the first two books of the treatise. The goal was to verify their form and proportions. Each architectural element was compared with the proposals of other authors cited in the text, considering their respective geometric descriptions, suggested construction techniques, and units of measurement. In particular, it was necessary to harmonize the different units of measurement adopted by the various treatise writers—such as the piede di Urbino, the canna di Urbino, the passo veneziano or the braccio fiorentino—to ensure consistency and comparability between models. For this reason, the entire VPL script was structured using the braccio fiorentino as the reference unit, adopted as a unified system for parameterizing the geometries. This step allowed for a semantic enrichment of the model, integrating historical, constructive, and functional information into a single, searchable structure.

The association of information with the parametrically modelled geometries was done using the Rhino.Inside.Revit plugin. This tool allows for active Grasshopper windows to be opened directly from Autodesk Revit, providing a series of components that facilitate the exchange of information and entities between the two software. A 'direct shape' in Revit was parametrically associated with each significant geometric entity of the model. This shape was accompanied by a system of parameters that can be managed directly in Grasshopper with the dedicated Rhino.Inside.Revit components. This workflow ensured the ability to constantly update quantitative parameters directly dependent on the geometric characteristics of the parametric entities. The resulting model (Fig. 6) is a dynamic system where geometry and parameters update based on changes made to the fundamental parameters that, according to the treatise's prescriptions, define the design rationale of the fortifications. As a direct consequence, the model inherits its ontological characterization from the nature of the treatise.

5. Conclusions

The treatise by Maggi and Castriotto represents a key reference of the Italian fortification culture of the second half of the 16th century. The model created following the research pipeline contributes to enriching the structured knowledge system of the research project. The ability to visualize informed, scaled models of fortification systems extrapolated from the treatises facilitates the comparative study of different systems. This enhanced knowledge, supported by the visualization of the geometries, paves the way for identifying consonances and dissonances in military architecture design across chronological, geographical, and cultural contexts.

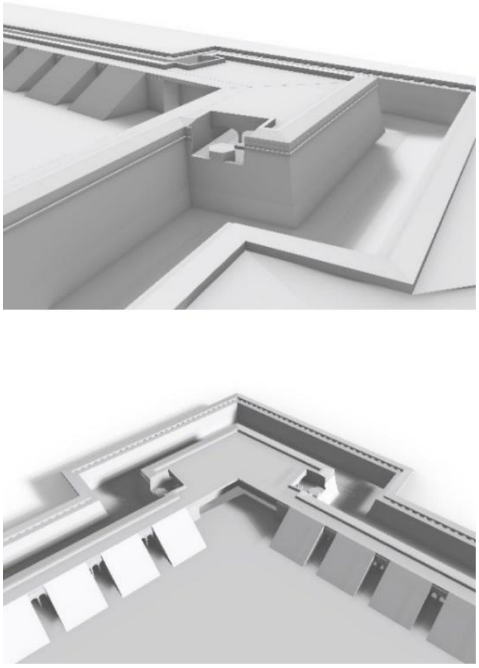


Fig. 6- Views of the models (graphic elaboration by Lorenzo Belli, 2025)

The visual and dynamic nature of VPL makes it easy to understand the geometric elements, creating a useful tool for historical research and scientific dissemination. It also provides a system of information useful for designers who, when approaching interventions on existing fortifications, can access a collection of fundamental geometries and information for understanding the structure and identifying its original design context.

Making these models widely accessible through online BIM visualization tools maximizes the methodology's effectiveness. This approach not only provides valuable research tools for specialists but also makes defensive architecture easier for the general public to understand.

Acknowledgements

This study received funding from the European Union - Next-GenerationEU - National Recovery and Resilience Plan (NRRP) – MISSION 4 COMPONENT 2, INVESTMENT N. 1.1, CALL PRIN 2022 D.D. 104 02-02-2022 – INFORTREAT. Reconstructing the Early Modern bastioned front. INformation models for the fruition of constructive knowledge in FORtified architecture TREATises (16^{th}-18^{th} Century): a new integrated analysis tool for the interpretation, restoration and maintenance of Early Modern fortified heritage. CUP N. I53D23005420006.

Authors' contributions: Introduction, MGB, LB; 2. *Della fortificatione delle citta…*, LB, DU; Methods, LB, PR, MGB; Results and Discussion, LB, PR; Conclusions, MGB, LB.

Notes

(1) The copies printed in 1584 belong to the same edition as those printed in 1583 (Ferrari, 1988).

(2) See interesting lithographs in Book One, Chapter IX, fol. 19v. 20r. 20v.

References

D'Amico, S. (2012) *La rappresentazione dell'architettura militare nei trattati cinquecenteschi*. [PhD Thesis]. Florence, University of Florence.

Ferrari, G.E. (1988) Le edizioni venete di architettura militare del Maggi e Castriotto. In: *L'architettura militare veneta del Cinquecento*. Milano, Electa, pp. 179-194.

Maggi, G.F. & Castriotto, G. (1564) *Della fortificatione della citta, di M. Girolamo Maggi e del Capitan Iacomo Castriotto, Ingegniero del Christianiß. Re di Francia, Libri III*. Venezia, Rutilio Borgominiero.

Pavignano, M. (2023) Fortificazioni alla moderna e rappresentazione: esempi dalla trattatistica del XVI secolo In: Cannella, M., Garozzo, A. & Morena, S. (eds.) *Transizioni.* Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione, 14-16 settembre 2023, Palermo. Milano, FrancoAngeli, pp. 576-597.

Promis, C. (1874) *Biografie di ingegneri militari italiani dal secolo XIV alla metà del XVIII. In: Miscellanea di storia italiana della Regia Deputazione di storia patria, XIV*. Torino, Fratelli Bocca Librai S.M., pp. 295-311.

Provasi, P. (1939) Un grande maestro della fortificazione Iacomo Fusti Castriotti architetto militare e inventore (1501-1562). *Rivista d'artiglieria e genio*, 1939(XVII), 567-595.

Rechichi, P., Miele, V. & Bevilacqua, M.G. (2024) Modelli informativi digitali di architettura militare della prima età moderna. Il caso del Corno Dogale di Pietro Sardi. In: Bergamo, F., Calandriello, A., Ciammaichella, M., Friso, I., Gay, F., Liva, G. & Monteleone, C. (eds.) *Misura / Dismisura.* Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione, 12-14 settembre 2024, Padova. Milano, FrancoAngeli, pp. 3603-3626.

Rechichi, P., Miele, V. & Bevilacqua, M.G. (2025) Digital dialogues between Military Architecture Treatises. The case of "Le Fortificationi..." by Bonaiuto Lorini and "La Fortificatione guardia difesa et espugnatione delle fortezze..." by Francesco Tensini. In: Zerlenga, O. & Cirillo, V. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Vol. 20, Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 10-12 April 2025, Caserta. Valencia, edUPV, pp. 1165-1172.

Zerlenga, O., Cicala, M. & Cirillo, V. (2023) La cultura del disegno nell'architettura della difesa tardo-cinquecentesca: il trattato "Della Fortificatione delle città" di Iacomo Castriotto e Girolamo Maggi. In: Amore, R., Pascariello, M.I & Veropalumbo, A. (eds.) *Città e guerra. Difese, distruzioni, permanenze delle memorie e dell'immagine urbana. Tomo II - Tracce e patrimoni*. Napoli, Federico II University Press, pp. 75-86.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21476

Watchtowers on the coast of the kingdom of Granada (Spain). Graphic documentation as a starting point for their protection and conservation. Case studies: Melicena tower

Jose Antonio Benavides-Lopez[a], Jose Antonio Barrera-Vera[b], Enrique-José Fernandez-Tapia[c], Maria Isabel Mancilla Cabello[d]

[a]Universidad de Granada, Granada, Spain, jbenavid@ugr.es, [b]Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain, barrera@us.es, [c]Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, Spain, fernandez.tapia@uah.es, [d]Arqueologa, Granada, Spain, mancillacabello@gmail.com

How to cite: Benavides-Lopez, J. A., Barrera-Vera, J. A., Fernandez-Tapia, E. J. & Mancilla Cabello, M. I. (2026). Watchtowers on the coast of the kingdom of Granada (Spain). Graphic documentation as a starting point for their protection and conservation. Case studies: Melicena tower. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21476

Abstract

The Mediterranean coastline features a nearly continuous series of towers, strategically constructed on elevated vantage points to command extensive views over the sea. These structures, which vary in shape and typology, were placed at calculated distances to allow visual communication between them. Known as watchtowers or signal towers, they were built between the 15th and 18th centuries with the main objective of detecting the approach of hostile ships coming from North Africa. This article presents a methodology applied for the graphic documentation, analysis and determination of the criteria for intervention in the protection and conservation of the built heritage. One of the main risks presented by interventions on fortified heritage is the lack of comprehensive knowledge of it. Therefore, the aim of this study is to conduct a comprehensive analysis of the Torre Melicena watchtower, situated along the Granada coastline, in order to enhance the understanding of its historical development and to formulate appropriate intervention strategies for its preservation and long-term maintenance.

Keywords: graphic documentation, coastal towers, conservation, SfM photogrammetry.

1. Intoducción

Las torres vigías han servido desde la antigüedad como instrumentos clave para la vigilancia y la transmisión de alertas. Mucho antes de la era moderna, ya se empleaban métodos sencillos pero efectivos, como columnas de humo o fogatas encendidas. Estas señales eran empleadas como medio eficaz para alertar a las comunidades ante la amenaza de un ataque o cualquier otra situación de emergencia. La costa mediterránea ha sido históricamente una zona expuesta a diversos peligros, pero esta situación fue especialmente

BY-NC-SA

crítica en el litoral andaluz, dada su cercanía con África y la facilidad con la que podía cruzarse el Estrecho en embarcaciones de vela, siendo frecuentes, durante siglos, las incursiones de piratas berberisco y turcos. En época nazarí la costa adquiere una renovada importancia como frontera que, al igual que la terrestre, debe ser organizada y controlada. Este sistema se basará en fortalezas en las principales ciudades costeras y otras fortificaciones como torres costeras y rábitas. Estas torres atalayas, de mampostería y con tipología, tanto cilíndrica como cuadrangular, tienen un origen diverso (Rouco & Martín, 2020). Algunas de ellas, como la de Melicena, es probable que fueran construidas por comunidades locales para proteger calas y pesquerías (Malpica, 1986). Durante el siglo XVII, la amenaza de ataques en la costa andaluza, como el saqueo de Adra, llevó a la Corona a reforzar la defensa de ciudades como Málaga. Estas medidas se intensificaron en el siglo XVIII, especialmente con Carlos III, quien en 1764 estableció un sistema defensivo costero coordinado con fortificaciones, baterías, casas fuertes y torres vigías, alcanzando así una mayor eficacia frente a incursiones enemigas (Fernandez, 2019).

La mayoría de las torres, en el pasado, ni siquiera contaban con un levantamiento arquitectónico que permitiera estudiar sus sistemas constructivos, formales y tipológicos. En su lugar, únicamente se representaban mediante croquis y dibujos sintéticos (Rodríguez-Navarro, & Gil-Piqueras, 2025).

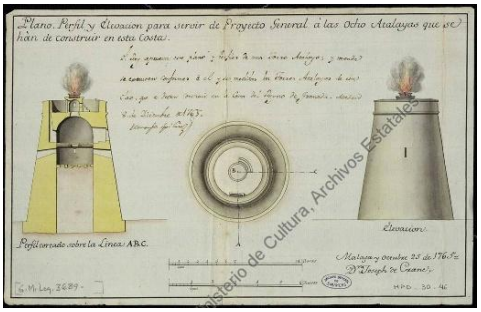


Fig. 1- Plano de planta, alzado y seccion proyecto torres atalayas en s XVIII (Archivo Estatal de Simancas)

El importante papel estratégico de vigilancia de las torres queda reflejado en el Real Decreto de 15/11/1889, donde prohibía la demolición de torres y fortalezas costera, por insignificantes que pudieran ser. Normativa reforzada en 1949 para proteger todos los castillos de España, impidiendo cualquier acción que altere su integridad o cause su derrumbe.

En España, la arquitectura defensiva posee un destacado valor patrimonial, reconocido legalmente con la máxima protección por la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español. No obstante, su conocimiento y conservación han enfrentado dificultades históricas, principalmente por su ubicación en zonas remotas o de difícil acceso y por la pérdida de funcionalidad, lo que ha favorecido su abandono y deterioro. El Plan Nacional de Arquitectura Defensiva (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015) recoge esta problemática y propone metodologías que faciliten un conocimiento riguroso de estos bienes antes de intervenir en su conservación, asegurando así que la valoración cultural se sustente en documentación sólida, tanto textual como gráfica.

Este trabajo presenta la metodología empleada para la documentación histórico-constructiva de la torre vigía de Melicena. El estudio abarca desde la toma de datos y su procesamiento informático mediante técnicas fotogramétricas SfM (Structure-from-Motion), hasta la representación gráfica y el análisis arqueológico basado en el examen detallado de materiales, técnicas constructivas y sus interrelaciones. El objetivo es generar una base documental rigurosa, tanto gráfica como interpretativa, que contribuya a su protección y puesta en valor.

Los avances tecnológicos han dado lugar a nuevas herramientas —como el escáner láser, las cámaras sobre drones o el software de procesamiento automatizado— que han revolucionado la forma de registrar la realidad y, en consecuencia, de interpretarla. Sin embargo, este conocimiento no debe limitarse a la simple recopilación de datos materiales y bonitos gráficos. El verdadero objetivo debe ser comprender el significado cultural que estos bienes han tenido a lo largo del tiempo, con el fin de orientar de manera adecuada su conservación y difusión.

2. Organización y análisis geográfico

Entre los siglos XV y XVIII, las torres vigías se situaban en promontorios costeros que permitían la visualización directa de otras

Ministerio de Cultura, Archivos Estatales

torres cercanas, separadas por apenas unos kilómetros, creando así una cadena defensiva continua a lo largo de la costa. La comunicación se realizaba mediante señales de humo durante el día y hogueras o antorchas por la noche, recursos suficientes en muchos casos para disuadir a las embarcaciones enemigas. Cuando estas medidas no eran efectivas, un segundo nivel defensivo, formado por fortines y castillos ubicados en la retaguardia, movilizaba tropas de caballería para detener desembarcos, hundir las naves y capturar a los atacantes (Fernandez, 2019).

La importancia que tuvieron estas fortificaciones queda reflejado en el estudio llevado a cabo para el análisis espacial del sistema defensivo de la costa granadina en época nazarí y su transformación tras la conquista castellana (Rouco & Martín, 2020), donde se inventariaron 20 fortificaciones para el siglo XV, 48 fortificaciones para el XVI y 47 para el XVII.

Observando que la disposición estratégica de las torres costeras en Granada evidencia una notable densidad de intervisibilidad, ya que cada una puede ser observada desde entre 10 y 13 emplazamientos distintos de manera simultánea.

Esta configuración sugiere que, incluso bajo condiciones meteorológicas adversas, el sistema de vigilancia habría mantenido un funcionamiento eficiente, siempre que dispusiera del personal necesario para su operación.

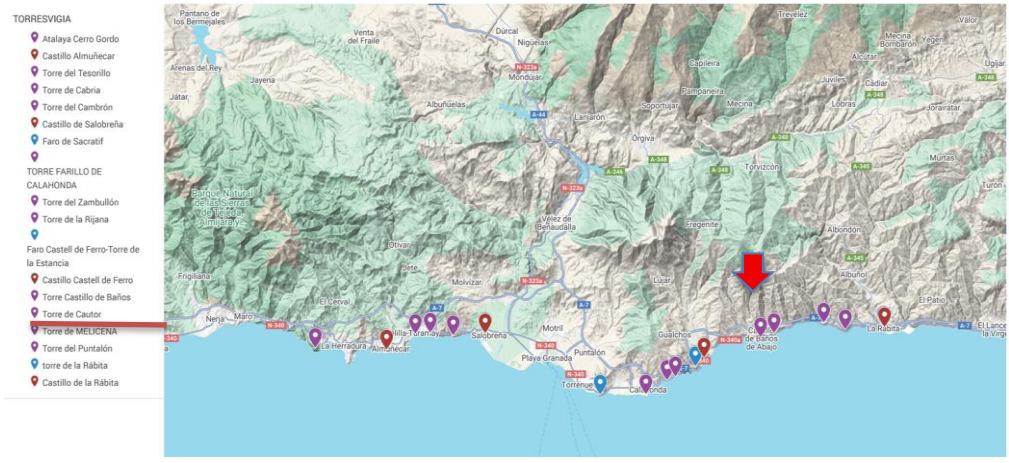


Fig. 2- Mapa con localización actual de las fortificaciones en la costa de Granada, con indicación de la torre de Melicena

3. Tipologías de torres

Hasta el s. XV, la costa mediterránea del antiguo Reino de Granada estaba defendida por torres almenaras de construcción sencilla. Tras la reconquista, los intentos de invasión fueron frecuentes necesitando una transformación de las torres para que pudieran soportar las nuevas armas de fuego.

3.1. Torres de planta cuadrada:

Las torres de planta cuadrada suelen tener un origen nazarí. Su función principal era la vigilancia, por lo que presentan una estructura esbelta y elevada, con muros rectos y verticales de mampostería y ladrillo.

3.2. Torres de planta circular

Las torres de planta circular constituyen un elemento representativo de la arquitectura defensiva andalusí y de las primeras fortificaciones erigidas tras la conquista cristiana de los territorios peninsulares. Estas estructuras, concebidas fundamentalmente para funciones de vigilancia y control del territorio, fueron construidas mediante mampostería de caliza oscura y pizarra, dispuestas con mortero de cal y recubiertas en el exterior con un enfoscado del mismo material para garantizar su protección frente a los agentes atmosféricos. Las superficies visibles de los paramentos presentan un acabado enripiado, que no solo confería mayor cohesión al conjunto murario, sino que también dotaba a la construcción de una textura rugosa característica.

Desde un punto de vista estructural, las torres adoptan generalmente una morfología troncocónica, solución arquitectónica que favorecía la estabilidad global del alzado y contribuía a desviar la energía cinética de los proyectiles enemigos, reduciendo así su capacidad destructiva sobre los muros. Esta configuración conllevaba un notable incremento del grosor en la base de los muros, optimizando la resistencia pasiva de la construcción frente a los embates de asedio y los procesos de empuje lateral asociados al peso propio de la fábrica.

Normalmente, estas torres contaban con una ventana orientada hacia el mar, ubicada a unos dos tercios de su altura, desde donde se realizaban labores de observación. La entrada, situada a la misma altura pero en el lado contrario, se alcanzaba mediante una escala de cuerda que se retiraba una vez dentro para dificultar su acceso. Tanto la ventana como la puerta solían estar resguardadas mediante matacanes, reforzando así su capacidad defensiva.

3.3. Torres de batería o de pezuña

Se considera que este tipo de torres tiene su origen en Italia, donde ya existían estructuras similares en regiones como Córcega y Cerdeña (Fernandez, 2019). Se trata de construcciones robustas, concebidas no solo para la vigilancia y la transmisión de señales, sino también para la defensa activa, pues estaban equipadas con artillería, contando con dos cañones y una guarnición más importante.

4. Metodología de registro

La metodología empleada para la toma de datos y su posterior tratamiento en gabinete ha consistido en la captura de las fotografías necesarias para la posterior restitución fotogramétrica mediante SfM+IM (Structure from Motion + Image Matching) (Benavides et al. 2016). En esta fase, el uso del UAV (dron) ha sido esencial para la obtención de imágenes de la parte superior, como cubierta y coronamiento de muros, así como para tomar fotografías desde puntos inaccesibles por otros medios, dado que estas estructuras se encuentran por lo general situadas en laderas y acantilados.

4.1. Datos UAV

Para la adquisición de las imágenes, se utilizó un UAV DJI Mavic3, que tiene una cámara Cámara dual Hasselblad L2D-20c, CMOS 4/3 de 20 Mpx (5280 × 3956 px) con una distancia focal de 12 mm. Es un dron que cuenta con un sistema GNSS estándar, por lo que, para obtener precisión, es necesario georreferenciar los vuelos, utilizando cuatro puntos de control en tierra (GCPs), con un sistema GNSS-RTK Emlid Reach-RS2, conectado a la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP). La precisión de los puntos de control GNSS fue de 1,2 cm en planimetría y 2,4 cm en altimetría. Dado que estas precisiones no son suficientes para el fin propuesto, se realizó un segundo levantamiento, apoyado en el anterior, de los puntos de control (GCPs) en el terreno y paramentos de la torre mediante Estación Total topográfica Leica TS06 cuya precisión es 2 mm+ 2ppm.

Las imágenes fueron capturadas a una distancia aproximada de 11 m alrededor de la torre, con un GSD de 1,7 mm. El vuelo se realizó mediante el control manual del dron, debido a la existencia de arboles de gran porte, permitiendo la captura de imágenes desde todas las posiciones.

4.2. Procesado

El software utilizado para ajustar las fotografías SfM, fue Agisoft Metashape v-2.1.3 (https://www.agisoftmetashape.com/), instalado sobre un PC con procesador12th Gen Intel Core(TM) i9- (3.20 GHz), y una tarjeta gráfica NVIDIA GeForce 4060.

Después del procesamiento con Agisoft-metashape, el modelo de aerotriangulación mostró un RMSE de 2,41 mm en X, 2,20 en Y y 3,67 mm en Z. La nube de puntos densa fué editada para eliminar arboles y objetos fuera del objeto de estudio, obteniendo 9,2 millones de puntos y generando una malla de densidad media de 1,51 millones de caras. Los ortomosaicos de planta y alzados se generarón con la propia app de Agisoft-metashape, con una resolución de imagen de 1,72 mm/pix.

Las ortoimágenes se exportaron en formato TIFF para ser tratadas sobre el software Autodesk Civil3D. El análisis geométrico del modelo 3D se ha realizado con el software Cyclone-3DRShaper (Leica Geosystems 2024).

5. Caso de estudio: *Torre de Melicena*

Ya en el s. XII el geógrafo Al-Idrisi en su mención a las alquerías situadas en la franja costera describe que Balîsâna (identificada con la actual Melicena) contaba con una torre almenara. Esta estructura defensiva se localizaba sobre un promontorio rocoso que alcanza una altitud aproximada de 100 metros sobre el nivel del

mar. Siendo su principal función la vigilancia y protección del litoral de Sorvilán y de la propia alquería de Balîsâna frente a posibles incursiones enemigas.

Tras la conquista cristiana se redactó en 1497 “La Instrucción para la guarda de la costa”, en ella aparece mencionada la atalaya de Melicena entre las torres vigías que debían formar parte y por tanto, consideramos es anterior a la reconquista. (García-Consuegra y Rodríguez, 2010).

El emplazamiento ofrece un dominio visual estratégico sobre un extenso sector del litoral. Hacia poniente, permite la identificación directa de varios hitos defensivos, como la torre del Cautor, el castillo de Castell, la torre de Cambriles, la torre de la Estancia y la torre del Zambullón. Hacia levante, la visibilidad se extiende hasta alcanzar la torre de Chilches (Espinar et al. 2007).



Fig. 3- Dominio visual hacia poniente

La torre de Melicena se inscribe dentro del modelo habitual de las torres vigías edificadas en la costa de Granada durante las épocas nazarí y castellana (Martín et al. 1999). Construida en mampostería, presenta una planta circular con un diámetro de 4,66 metros y alcanza una altura 9,83 m en cara norte y 10,20 m en cara sur. En su parte inferior se dispone un alambor tronco-cónico de 1,95 m de alto y que sobresale 1,20 m en su base respecto a la vertical del muro. El acceso al interior se realizaba a través de una única puerta, situada a 5,56 metros de altura sobre el nivel del suelo, orientada al noreste y encuadrada en sillares de cantería (Fig. 4a). Esta disposición obligaba al uso de una escala retirable. Sobre la puerta, se sitúan dos sillares de arenisca y un hueco en el antepecho de cubierta que indican la existencia de un matacán o buhedera. En el paramento sur, orientado hacia el mar, se abre una única ventana (Fig. 4b).

A partir del levantamiento gráfico se ha analizado el estado actual, examindo las patologías y sus causas. Si bien la patología más aparente es el desprendimiento del alambor de la base, este no influye en la estabilidad de la torre ya que es un elemento anexo época posterior. Analizando las causas de esta patologia observamos que pueden ser debidas al agua procendente del vierteaguas que se situa justo encima (Fig. 5). Realmente este alambor no influye en la estabilidad de la torre, por lo que se propone una consolidación para su conservación. El mayor deterioro observado en la torre proviene de una grieta vertical en cara norte que secciona la puerta y que se prolonga por alzado sureste, lo que ha provocado un desplazamiento excéntrico de la torre hacia el este (Figs. 7-8), añadido a una importante perdida material en la cara sur del muro (Fig. 6). Tras una atenta observación advertimos que estas patologías están provocadas por el chorreo de agua procedente del vierteaguas de cubierta así como los fuertes vientos de levante que ha de soportar.



Figs. 4a, 4b- Imagen de caras norte (a) y sur (b) de torre Melicena con grieta vertical que se prolonga por el lateral Este



Figs. 5a, 5b- Imagen y planta que muestran la rotura del alambor provocada, fundamentalmente, por las aguas procedentes del vierteaguas



Figs. 6a, 6b- Ortofotoplano del alzado Sur y modelo 3D donde se observa la importante perdida de volume de masa del cuerpo de la torre (aprox. 40 cm).

La sección longitudinal de la torre (Fig. 9) muestra las disposición interior y la estabilidad del cuerpo principal de la torre.

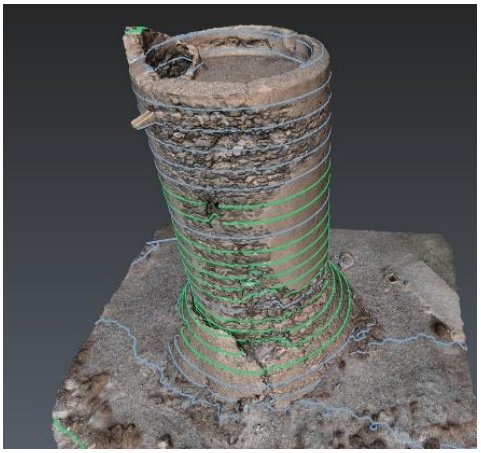


Fig. 7- Análisis geométrico de la torre Melicena mediante software Cyclone-3DShaper

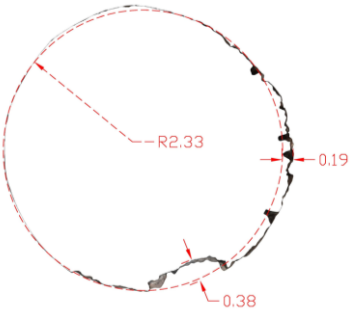


Fig. 8- Sección en planta de torre. Se comprueba la deformación excentrica hacia el este y la perdida de material del muro

6. Datos arqueológicos

El levantamiento gráfico se configura como una herramienta esencial para la investigación arqueológica y patrimonial, orientada al análisis integral de estructuras históricas. Su finalidad es analizar, reconocer y documentar las fases constructivas y sus transformaciones y los procesos de ocupación y abandono sufridos por la edificación a lo largo del tiempo. Este procedimiento facilita la interpretación de los aspectos históricos, morfológicos y tecnológicos, poniendo en evidencia no solo los valores geométricos y formales de la construcción, sino también las técnicas constructivas empleadas, los materiales originales y los procesos de degradación. Todo ello permite contextualizar la obra en su entorno cultural y urbano, aportando una base sólida para su conservación y puesta en valor.

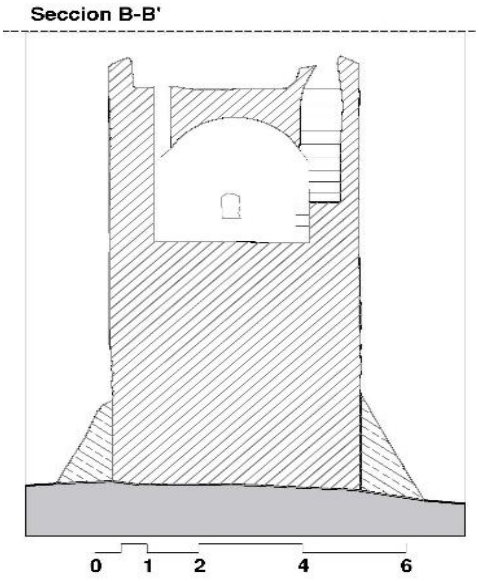


Fig. 9- Sección de la torre de Melicena

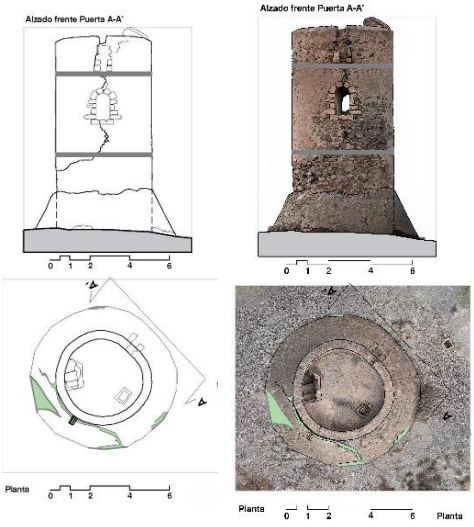


Fig. 10- Propuestas de consolidación de la torre de Melicena mediante colocación de dos cinchas de acero que abrazan y restauración de huecos mediante mortero de cal con mampuestos

La torre de Melicena se corresponde con un único Complejo Estructural dividido en cuatro fases constructivas (Ramos et al. 2022).

Fase I – Construcción de la torre (época nazarí) La torre fue edificada empleando mampostería irregular, compuesta mayoritariamente por esquistos de tamaño medio sin labrar ni concertar, trabados con mortero de cal y arena de tonalidad blanquecina. El análisis estratigráfico y constructivo revela que originalmente la estructura presentaba un enlucido exterior envitolado, del que se conservan algunos restos adheridos al paramento. Elementos singulares como el enmarcado de la puerta de acceso, los dos canes superiores de la buhedera y el vierteaguas de desagüe de la cubierta fueron ejecutados en piedra arenisca tallada, formando parte integral de esta primera fase constructiva. Asimismo, contiene la pequeña ventana abierta en la cara sur de la torre, realizada también con misma mampostería de la torre, aunque con una disposición ligeramente más cuidada respecto al resto del alzado.



Fig. 11- Análisis paramental. Las UEs marcan la secuencia constructiva de la torre

Fase II – Reparación y remodelación de la fábrica La segunda fase identificada corresponde a una intervención de reparación sobre la fábrica original (Ramos et al. 2022), consistente en el recrecido y refuerzo puntual de los paramentos mediante un nuevo forro de mampuestos, documentado al menos en el sector noreste de la torre. Esta actuación implicó además la aplicación de un enlucido continuo a base de mortero de cal de tonalidad rojiza, que cubre la totalidad de la superficie muraria en esta fase.

Fase III – Adición del alambor (época castellana). La tercera fase corresponde a la construcción de un alambor inclinado en la base de la torre, ejecutado en mampostería. Este tipo de refuerzo poliorcético, destinado a proteger la estructura inicial frente a los efectos de la artillería, es característico de las fortificaciones castellanas del Reino de Granada.

Fase IV – Reparaciones menores (época moderna). Estas actuaciones responden al desgaste propio del uso prolongado del edificio y se enmarcan dentro de un contexto de conservación funcional, como reflejan las inspecciones y ordenanzas documentadas hasta el siglo XVIII (Gil, 2004).

7. Conclusiones

Las condiciones geomorfológicas adversas en la vertiente sur de la estructura, caracterizadas por fuertes desniveles topográficos, así como la presencia de múltiples vacíos en la fábrica de mampostería y la imposibilidad de acceder a la cubierta, han imposibilitado la aplicación efectiva de técnicas de escaneado láser terrestre (TLS). Ante estas restricciones, se ha optado por el empleo de fotogrametría aérea asistida por vehículos aéreos no tripulados (UAV), lo que ha permitido la generación de un modelo tridimensional integral y de alta resolución. Esta estrategia ha facilitado la documentación exhaustiva de la torre, garantizando tanto la precisión métrica como la integridad del registro, aspectos fundamentales para su análisis morfologico y contructivo, su valoración patrimonial y la planificación de futuras intervenciones de conservación.

El empleo de UAV equipados con sistemas GNSS-RTK integrados optimizan significativamente las tareas de documentación permitiendo alcanzar altos niveles de precisión geométrica incluso en ausencia de puntos de control (GCPs), para la calibración dimensional.

El Decreto de 22 de abril de 1949 (B.O.E., 5 de mayo de 1949), por el que se declaraba bajo protección todos los castillos del territorio español, supuso un hito en la salvaguarda del patrimonio fortificado. A partir de su promulgación, las construcciones defensivas de la costa granadina pasaron a formar parte del catálogo de bienes protegidos, en un intento por reconocer su valor histórico, arquitectónico y cultural. Esta disposición legal sentó las bases de una tutela institucional que, con el paso del tiempo, evolucionó hacia la actual figura de Bien de Interés Cultural (BIC), consolidando su régimen de protección jurídica. Sin embargo, la mera existencia de un marco normativo no garantiza, por sí sola, la conservación material de estos bienes; es indispensable una implicación sostenida por parte de las administraciones competentes, así como la aplicación de criterios científicos en su intervención, estudio y puesta en

valor, siendo imprescindible que se destinen los recursos económicos y técnicos necesarios para garantizar su adecuada conservación.

El levantamiento gráfico se configura como una herramienta esencial para la investigación arqueológica y patrimonial, orientada al análisis integral de estructuras históricas. Su finalidad es analizar, reconocer y documentar las fases constructivas y sus transformaciones poniendo en evidencia no solo los valores geométricos y formales de la construcción, sino también las técnicas constructivas empleadas, los materiales originales y los procesos de degradación (Almagro, 2004).

Aunque la torre ha perdurado hasta nuestros días en un estado de conservación relativamente satisfactorio, presenta patologías estructurales que requieren una actuación urgente de consolidación. La presencia de grietas y desprendimientos, especialmente localizados en el alambor y en el paramento sur, comprometen su estabilidad y suponen un riesgo potencial para la integridad del bien, lo que podría afectar de manera irreversible a sus valores patrimoniales.

Referencias

Almagro, A. (2004) *Levantamiento arquitectónico*. Granada, Universidad de Granada.

Benavides López, J. A., Aranda Jiménez, G., Sánchez Romero, M., Alarcón García, E., Fernández Martín, S., Lozano Medina, Á. & Esquivel Guerrero, J. A. (2016) 3D modelling in archaeology: the application of Structure from Motion methods to the study of the megalithic necropolis of Panoria (Granada, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 10, 495-506.

Benavides López, J. A., Martín Civantos, J. M. & Rouco Collazo, J. (2020) Architectural survey and archaeological analysis of the Píñar Castle as a starting point for its conservation. *Virtual Archaeology Review,* 11(22), 95-115.

Espinar Moreno, M., Padilla Mellado, L., Gómez Noguera, I. & González Martín, C. (2007) Torres, castillos y atalayas. La defensa de la costa del Reino de Granada desde época islámica hasta el siglo XVIII. En: Diputación de Granada (ed.) *Patrimonio arqueológico de la Costa de Granada. De la Prehistoria a la Edad Moderna*. Granada, Diputación de Granada, pp.194-290

Fernández Cánovas, M. (2019) Torres de vigilancia en la costa del antiguo reino de Granada. (S XV-XVIII). *Informes de la Construcción,* 71(553), e276.

Gil Albarracín, A. (2004) *Documentos sobre la defensa de la costa del Reino de Granada (1497-1857).* Barcelona, Griselda Bonet Girabet.

Martín García, M., Bleda Portero, J., & Martin Civantos, J. M. (1999) *Inventario de arquitectura militar de la provincia de Granada. Siglos VIII al XVIII.* Granada, Diputación de Granada.

Malpica, A. (1986) Castillos y sistemas defensivos en las ta'as alpujarreñas de Sahil y Suhayl: un análisis histórico y arqueológico". Vol. 3. Actas del I Congreso de Arqueología Medieval Española, 17-19 avril, 1985, Huesca. *Zaragoza, Diputación General de Aragón*, pp. 357-371.

Ramos Noguera,J., Mancilla Cabello,M.I., Rouco Collazo, J. & Bonet García,T. (2022) *Memoria final de la intervención arqueológica puntual mediante análisis de estructuras emergentes en la Torre Atalaya de Melicena (Sorvilan, Granada)*. Inédito.

Rodriguez Navarro,P. & Gil Piqueras, T. (2025) The Defense Towers of the Coast of The Kingdom of Valencia. In: Bevilacqua, M. G., Spallone, R., Giordano, A. & Russo, M (eds.) *Early Modern Age Fortifications. Knowledge for Management, Conservation and Valorisation*. Alghero, Publica, pp. 92-103

Rouco Collazo, J., & Martín Civantos, J. (2020) Análisis espacial del sistema defensivo de la costa granadina en época nazarí y su transformación tras la conquista castellana. In: Navarro Palazón, J. & García-Pulido, L. J. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Vol. 10. Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 26-28 March 2020, Granada, Valencia, UGR, UPV, PAG pp. 189-196.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21477

The digital survey for the construction of information models of fortified architecture on the island of Capri

Massimiliano Campi[a], Carmine Gambardella[b], Valeria Cera[a], Rosaria Parente[c], Marika Falcone[a], Marica Camerino[a]

[a] Università degli Studi di Napoli 'Federico II', DiARC, Napoli, Italy, campi@unina.it, valeria.cera@unina.it, marika.falcone@unina.it, marica.camerino@unina.it, [b] Benecon Universities Consortium, UNESCO Chair on Landscape, Cultural Heritage and Territorial Governance, Napoli, Italy, gambardella.unescochair@benecon.it, [c] Universitas Mercatorum, Roma, Italy, rosaria.parente@unimercatorum.it

How to cite: Campi, M., Gambardella, C., Cera, V., Parente, R., Falcone, M. & Camerino, M. (2026). The digital survey for the construction of information models of fortified architecture on the island of Capri. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21477

Abstract

The paper addresses the issue of island fortifications on the island of Capri in the Gulf of Naples. Through the study and digitization of some exemplary cases, the research proposes a re-reading of the Capri landscape in connection with the defense systems that have shaped its image. Over the centuries the island has been the protagonist of important defensive events in the Mediterranean for which different architectures have been created along the coast to comply with the aim of decreasing the offensive effectiveness of the opposing actions, taking advantage of the natural characteristics of the territory and modifying them with appropriate technical solutions. From this perspective, as a first cognitive approach, aerial remote sensing was used which made it possible to obtain a large-scale orthophoto. The processing of the acquired data provided a fundamental basis for the initial mapping of the defensive system, allowing the fortified structures to be framed in the general morphological context of the island, distinguishing them both by type (towers, castles, strongholds, etc.) and by state of use or those still present from those that have disappeared as well as the transformed artefacts. There is no shortage of architecture that has been lost over time, such as the tower built at the Certosa di San Giacomo. Following this, various digital survey techniques were integrated for the construction of three-dimensional models, restoring the morphology of selected fortified architectures on the island of Capri, chosen as distinctive artefacts for the different categories. From these models, a precise analysis of the characteristics of the architectures examined was conducted, from a priority semantic decomposition to an interpretation of the same in geometric, material and construction terms, in order to prepare an initial documentary apparatus. The ultimate goal is the construction of a 'schedule' of forts.

Keywords: Capri, integrated survey, mapping, information models.

BY-NC-SA

1. Introduction

In the context of the evolution of technologies applied to the documentation and valorisation of cultural heritage, digital surveying is now established as a fundamental discipline, capable of integrating different approaches and instruments. The aerial remote sensing activity conducted on the island of Capri fits into this context, through the use of a multi-sensor platform composed of a hyperspectral sensor and a very high-resolution photographic camera, mounted on a Tecnam P2006T Special Mission Platform (SMP) aerial platform. This advanced configuration allows the acquisition of data with very high spectral resolution, which is fundamental for the non-invasive analysis of cultural and landscape assets, detecting information not visible to the human eye and integrating it into the operational flows of the three-dimensional survey. Within the theme of the Digital Heritage conference, the use of hyperspectral sensors is an innovative element to complement the most consolidated 3D technologies, such as laser scanners and photogrammetry. Hyperspectral data, georeferenced and returned with point clouds and 3D models, enable advanced modeling, contributing to the creation of increasingly accurate digital twins. This multidimensional approach opens new possibilities in representation, virtual and augmented reality, and in the conceptual modeling of assets, expanding the capacity for interpretation, conservation and use of cultural heritage in a digital key.

2. A possible workflow for the study of Capri's fortifications

The research aims to undertake a structured study of the distinctive fortifications of Capri. This study must be approached through an integrated methodology, an established practice in scientific research, which combines historical and architectural analysis with advanced survey and digitisation tools. The objective is to build a solid and accessible knowledge base to support the understanding, protection, and enhancement of a complex and little-known heritage. From a methodological standpoint, the proposed approach is organised into several phases:

I) Integrated screening and mapping;

II) Multi-informative indexing;

III) Digitisation and 3D knowledge models;

IV) Systematisation in a database.

The first phase, based on the preliminary localisation of the island's fortified structures, involves a detailed analysis that integrates mapping with historical sources such as cartography, historical iconography, and the interpretation of aerial and satellite imagery. Subsequently, for each fortification, a record sheet is compiled documenting its typology (coastal towers, small forts, etc.) and its period of construction. Distinguishing fortifications from different historical phases allows for a better understanding of the relationship between architectural forms, changing defence strategies, and shifting political contexts. For this reason, the catalogue also addresses materials and construction techniques, following shared cataloguing standards. The survey plays a central role in collecting the information required for the records and in supporting further analysis, both broadly and in detail for individual examples. The integrated use of reality-based survey techniques enables the creation of 3D digital models which, as is well known, represent important knowledge systems, useful for both scientific analysis and the communication of results. These models, once properly processed and enriched with metadata, allow for the exploration of various levels of information, for example, the relationship between the fortification and the landscape context, patterns of deterioration, and transformations undergone over time. Finally, to enable data querying and comparative analysis, it is essential to integrate all previously gathered data into an interoperable digital platform, based on relational databases and Geographic Information System (GIS) environments. In this way, the proposed approach overcomes a fragmented reading of Capri's fortifications, instead highlighting their role in island and Mediterranean history, and providing useful tools not only for research purposes but also for public engagement with the studied heritage.

3. Survey and Integrated Mapping of Island Fortification Systems

In the Mediterranean, islands have always served as strategic outposts for maritime control. Capri, due to its geographical position and morphology, has been at the center of a dense network of

coastal fortifications, developed from the classical period to the 19th century in response to shifting defensive needs. The island's rugged terrain – with steep slopes and jagged coastlines – favored the placement of military architectures that harmonize with the landscape, exploiting natural features as elements of protection (Cirafici, 2007). Across the Mediterranean, island fortifications generally followed two main models: hilltop strongholds located inland to control agricultural basins (typical of the early medieval period), and coastal watchtowers (developed in the modern era, especially in the Kingdom of Naples from the 16th century), aimed at detecting pirate incursions and coordinating defensive responses (Mangoni, 2012). Capri is no exception: although the island already hosted fortified sites during the Roman era, such as the so-called Villa Jovis, it is mainly from the late Middle Ages to the modern period that a complex system was established, now only partially preserved. As part of this research, a systematic survey of the territory was carried out using drone orthophotos and GIS analysis, which proved useful in identifying both surviving and lost fortification structures (Botto et al., 2021). The inventory led to the identification of 14 fortified sites distributed along the coastline and in the island's interior highlands. These were then classified by type (watchtower, coastal fort, casemate), period (medieval, viceregal, Bourbon), and preservation state (intact, partial, lost). A first phase of mapping, based on orthophoto analysis and historical sources, enabled the classification of Capri's main defensive architectures. These fortifications fall into three main categories:

3.1. Watchtowers (16th-18th centuries)

Generally isolated and positioned on strategic promontories (such as Tragara, Punta Cannone, or Marina Piccola), they served to visually monitor maritime routes. Many have now disappeared or been converted into residences, such as the Torre Saracena, destroyed in the 19th century.

3.2. Coastal forts (early 19th century)

Built during the French and Bourbon periods (1806-1815), these structures followed modular and geometric principles, with trapezoidal or rectangular plans, local limestone masonry, and artillery platforms. Among the best preserved are Forte Orrico, Pino, Mesola, and Vigliena.

3.3. Internal outposts and control structures

Less visible and often integrated into agricultural or forested areas, some structures around Monte Solaro and near the Certosa di San Giacomo played a secondary role in surveillance and communication, though they are now only partially legible. This initial survey phase made it possible to compile a catalog of Capri's fortifications, an essential tool for the conservation and valorisation of the island's military architectural heritage, considered as a functional system but also as an identity-bearing component of the island's cultural landscape (Cirafici, Masiello & Palmieri, 2025) (Fig. 1).

4. Aerial survey at a territorial scale for the digitization and elaboration of information models

As part of the advanced documentation of the fortification system on the island of Capri, airborne remote sensing at territorial scale is one of the most promising frontiers for the extensive and non-invasive investigation of archaeological sites and historical architecture integrated into the landscape. The use of Benecon's Platform allowed us the acquisition of high-resolution, multi-source data, essential for the identification, mapping, and study of cultural heritage in complex contexts like Capri Island. The island, renowned for its historical and landscape stratification, boasts numerous fortifications and defensive structures dating from Roman times to modern times, often poorly documented or partially hidden by Mediterranean vegetation (Fig. 2). The aerial hyperspectral survey, combined with 3D models obtained from photogrammetry, allows not only to identify material traces not visible with traditional methods, but also to collect diagnostic data useful for characterizing the context in which these structures are located. A particularly innovative element concerns the analysis of hyperspectral data in the Red Vegetation and Near Infrared channels, specifically sensitive to the spectral response of vegetation. This type of survey allows us to monitor vegetation cover, but also to identify anomalies in the growth of the vegetation itself, which often reveal the presence of buried or partially buried structures.

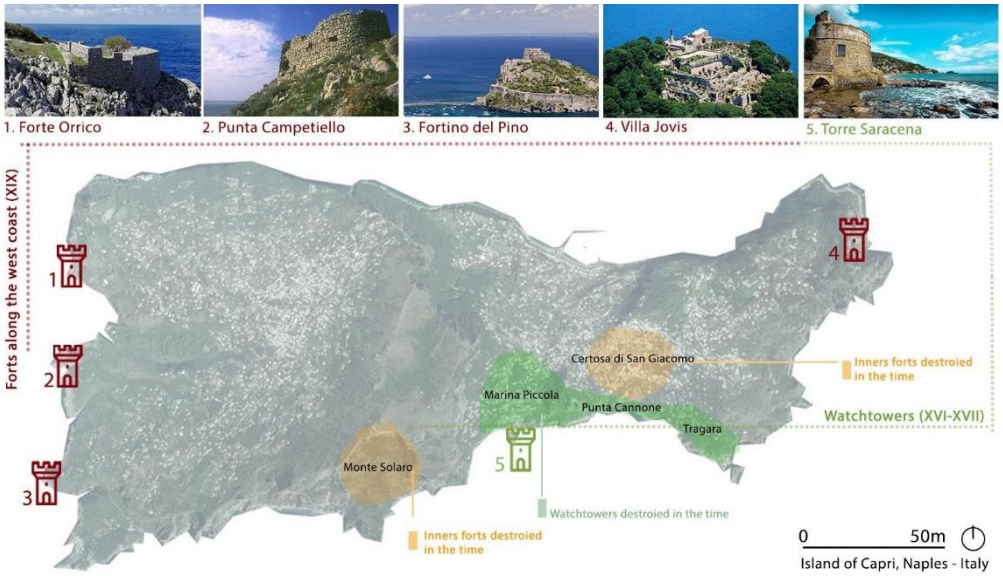


Fig. 1- Reconnaissance and integrated mapping for fortification systems on the island of Capri (graphic elaboration by the authors, 2025)

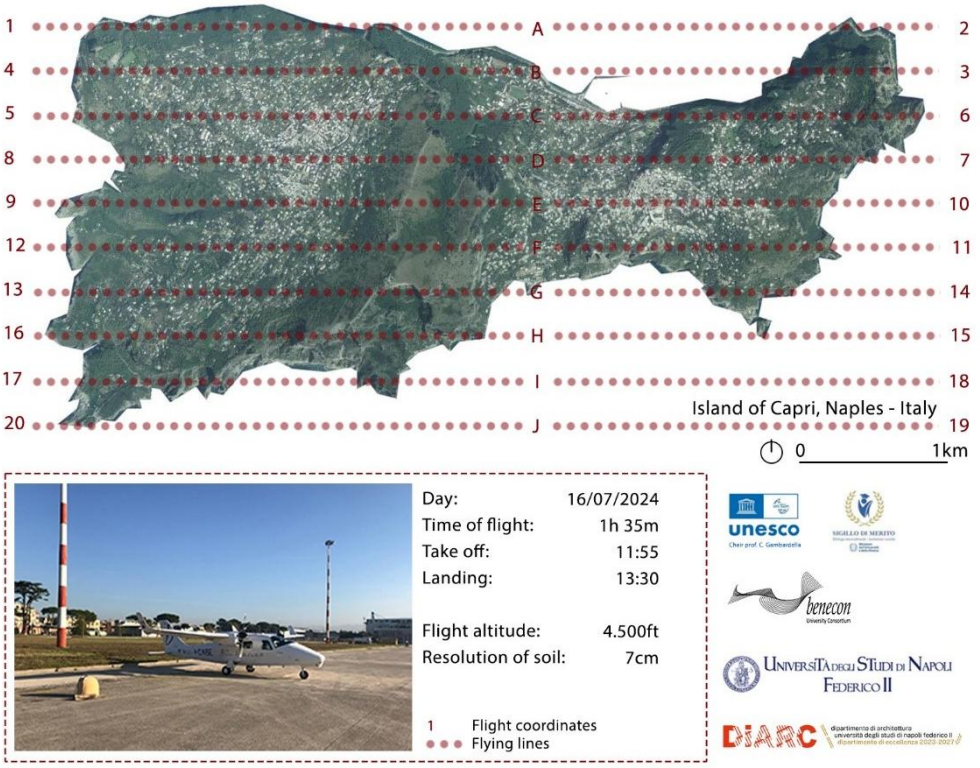


Fig. 2- Airborne sensing plan with flight route; Benecon I-CABE aircraft, equipped with CASI-1500 hyperspectral sensor and PhaseOne 150MP optical sensor (graphic elaboration by the authors, 2025)

In the case of fortifications, the analysis of the Red Vegetation Index (RVI) or the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) allows us to recognize patterns consistent with the presence of ancient walls or foundations, invisible to the naked eye but detectable thanks to the differentiated behavior of the overlying vegetation.

Particularly emblematic is the case of Villa Jovis, one of the largest and most preserved Roman imperial villas, located on the eastern tip of the island. Thanks to the aerial survey conducted with the CASI-1500, it was possible to extend the analysis beyond the emerged archaeological area, mapping potential structural remains in the surrounding territory.

This integrated approach allows not only to deepen our knowledge of the site itself, but also to reconstruct the territorial network of fortifications and infrastructures connected to the *villa*, such as sections of walls, visual control systems, and strategic access points. The collected data is organized within a territorial database of Capri's fortifications, based on GIS systems and enriched with information layers derived from hyperspectral sensors. This digital archive could represent a fundamental tool both for scientific research and for planning protection, monitoring, and enhancement interventions. Each georeferenced element can be accompanied by metadata relating to the type of structure, state of conservation, vegetation cover, and the detected spectral characteristics, enabling comparative analyses over time and fostering the development of 3D reconstructions and augmented reality applications.

Ultimately, the hyperspectral aerial survey at a territorial scale applied to the Capri context opens new perspectives for understanding the historical and landscape heritage, integrating technology, digital modeling, and environmental analysis into a single operational platform (Fig. 3).

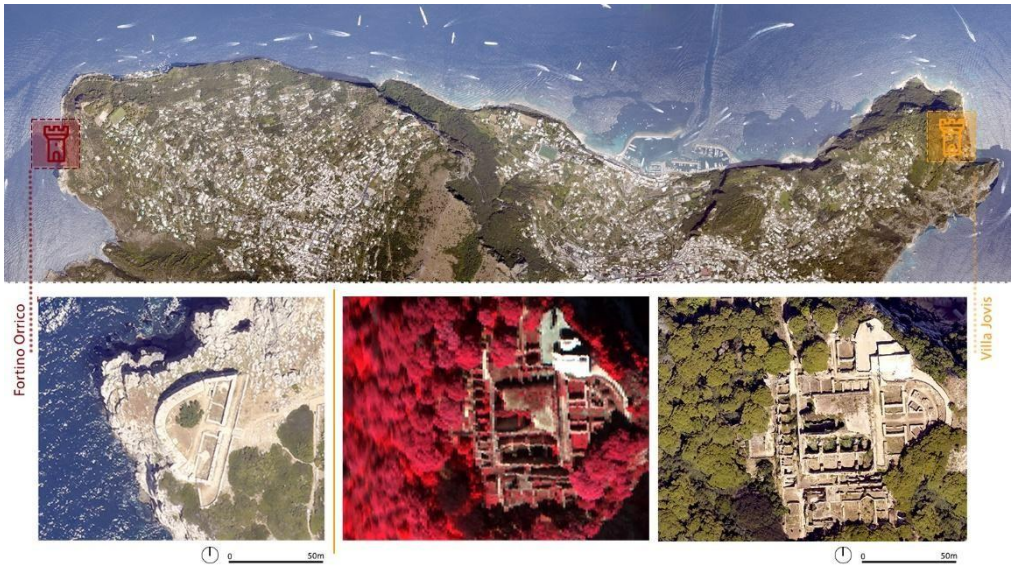


Fig. 3- Portion of georeferenced orthomosaic (UTM N33) from the island of Capri with focus on Fortino Orrico and Villa Jovis (graphic elaboration by the authors, 2025)

5. GIS georeferenced databases and data management systems for the fortified heritage of Capri

The island of Capri preserves a complex system of fortifications of exceptional historical interest, composed of coastal towers, panoramic points, city walls and military structures developed in several phases, from the Roman age to the Middle Ages up to the viceregal period. These artefacts, often located in areas that are difficult to access, represent not only material traces of the defensive strategies that have characterized the history of the island and the entire Mediterranean, but also elements of strong landscape identity (Pane, 1965; Di Tucci, 2018).

Despite this, their state of conservation is in many cases compromised and the fragmentary nature of the information available limits both their protection activities and the possibilities for valorisation. In this scenario, web-based GIS platforms are now configured as strategic tools for the management, promotion and dissemination of cultural heritage, thanks to their ability to integrate 3D models, geospatial data and heterogeneous information content, offering advanced representations of landscape and architecture and encouraging interaction between scholars, operators and the public (Parrinello & Pettineo, 2025). In this perspective, a GIS platform was therefore created for the fortified heritage of Capri aimed at the management and correlation of alphanumeric, raster and vector data, designed according to a model capable of generating multilevel maps that integrate different degrees of knowledge. Therefore, a precise analysis of the characteristics of the architectures examined was conducted, from a priority semantic decomposition to an interpretation of them in geometric, material and construction terms, in order to prepare a first documentary apparatus. The ultimate goal is the construction of a 'schedule' of forts. In fact, within the GIS platform, three-dimensional models, in particular point clouds, were imported via a dedicated geodatabase in LAS Dataset format, guaranteeing the management of large volumes of data reality-based and a multiscale visualization within the ArcMAP platform. At the same time, a preliminary thematic filing was initiated, conducted in parallel with the surveys, to facilitate the insertion and structuring of information in the attribute tables of the system. The cards collected data on location, toponym, coordinates, accessibility, historical framework (era, transformations, events), architectural characteristics (type, materials, construction techniques, state of conservation), photographic and graphic documentation (surveys, orthophotos, 3D models), as well as functional and dimensional elements, organized in tabular form and connected to polygon-type vector elements, so as to also reconstruct the planimetric distribution of the individual structures. The table was organized into attribute fields, associating each fortification with a unique code to allow correlation operations and maintain an archive that can always be consulted and updated (Acquaviva et al., 2022; Repola, 2025). The first results, represented in thematic maps, allowed us to interpret the relationships between the different phases of development of the defensive system, highlighting connections between the sites and the island landscape. The project was eventually set up for online publication via WebGIS, with the aim of engaging local communities and visitors through interactive maps and narrative paths that integrate historical content and immersive visualizations. From this perspective, information systems become knowledge and communication hubs, capable of networking complex data and transforming them into resources for research, protection and cultural tourism. The digitalisation and valorisation of Capri's fortified heritage thus represent a step towards an integrated management and use strategy, which combines conservation and sustainable development (Fig. 4).

6. Conclusions

The study conducted on the fortified architecture of the island of Capri has revealed the strategic and identity-bearing value of these structures, which, although often overlooked, are in fact central to the construction of the island's cultural landscape, of which they constitute a significant heritage. The integrated approach adopted, combining survey techniques and GIS, has enabled not only the mapping and classification of existing structures but also the development of three-dimensional models and advanced information systems capable of supporting multidisciplinary analyses. Thanks to the use of digital technologies, it is possible to carry out investigations that extend to buried or hard-to-access remains, captured within a system of relations and networks that offers new possibilities for interpreting and enhancing the defensive heritage. The creation of an inventory of fortifications and the integration of data into geographic information platforms allow for a form of engagement that is both more informed and more inclusive, as it is aimed not only at the scientific community but also at the general public and institutional decision-makers. In this regard, the work carried out provides a structured foundation for future research, conservation, dissemination, and sustainable management activities. Indeed, the case of Capri may serve as a replicable model for other Mediterranean island contexts, where the relationship between territory, landscape and defence systems assumes similarly identity-defining forms. Therefore, the

digitization of fortified architecture, when supported by interoperable tools, proves to be an effective strategy for transforming a fragmented and fragile heritage into an active resource for knowledge and cultural enhancement.

Acknowledgement

The scientific research presented here is part of a larger monitoring and survey activity conducted by the Benecon University Consortium on the island of Capri. The data presented here, and the related images were processed, analyzed and managed in the cartographic database jointly by the team of the authors of the article.

Notes

Although this contribution is the result of shared work, V. Cera authored paragraph 2, M. Camerino authored paragraph 3, R. Parente authored paragraph 4, M. Falcone authored paragraph 5. The '1. Introduction' and '6. Conclusions' paragraphs are edited by M. Campi and C. Gambardella.

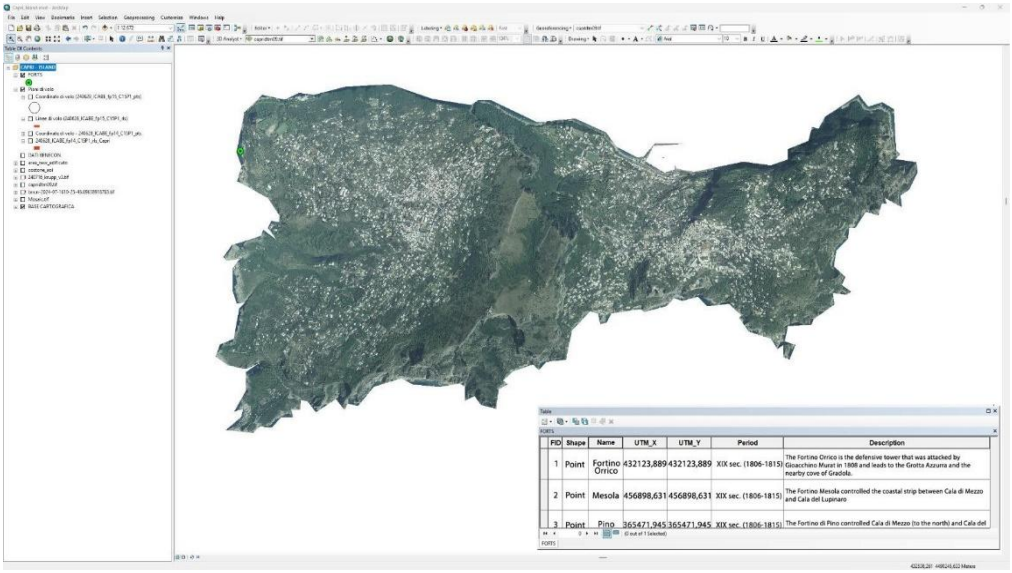


Fig. 4- GIS georeferenced databases for the fortified heritage of Capri (graphic elaboration by the authors, 2025)

References

Acquaviva, S., Campi, M., di Luggo, A., Falcone, M., Ferrara, M. & Palomba, D. (2022) Linguaggi e strumenti per indagare, conoscere e comunicare l'architettura / Languages and tools to investigate, know and comunicate architecture. In: Battini C. & Bistagnino E. (eds.). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare*. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Milano, FrancoAngeli, pp. 1215-1238.

Bosso, R., Di Franco, L., Di Martino, G., Foresta, S. & Perrella R. (2021) *Archeologie borboniche. La ricerca sull'antico a Capri e nelle province di Napoli e Terra di Lavoro*. Roma, Edizioni Quasar.

Cirafici, A. (2007) Torri e fortini di Capri. Da segni della difesa a baluardi della tutela del paesaggio. In: Robotti, C. (ed.) *Disegni e progetti di città e paesaggi fortificati*. Atti del Quinto Colloquio Internazionale di Studi, 3-4 December 2005, Capua. Lecce, Edizioni del Grifo, pp. 107-116.

Cirafici, A., Masiello, B. & Palmieri, A. (2025) The signs of defense in the Landscape of the Island of Capri: creating Value for Cultural Tourism. In: Zerlenga, O., Cirillo, V. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXI: Proceedings of FORTMED – International Conference on Modern Age Fortifications of the Mediterranean coast, 10-12 Aprile 2025, Caserta. Caserta, Didipress, pp. 1291-1298.

Di Tucci, E. D. (2018) *Le fortificazioni dell'Isola di Capri*. Capri, Centro Documentale Dell'Isola Di Capri.
Gambardella, C., Parente, R., Scotto di Santolo, A., & Ciaburro, G. (2022). New Digital Field of Drawing and Survey for the Automatic Identification of Debris Accumulation in Flooded Areas. *Sustainability*, 15(1), article 479.
Mangoni, R. (2012) *Ricerche topografiche e archeologiche sull'isola di Capri*. Verona, Nabu Press.
Marino, L. (1987) *Torri costiere del Regno di Napoli*. Napoli, Liguori Editore.
Pane, R. (1965) *Capri. Mura e volte*. Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane.
Parrinello, S. & Pettineo, A. (2025) Databases and Information Models for Semantic and Evolutionary Analysis in Fortified Cultural Heritage. *Heritage*, 8(1), article 29.
Repola, L., Varriale, G., Ilacqua, S., Letizia, M. A. (2025). Cumae Archeological Site. Processes and Technologies for the Analysis and Monitoring of Anthropogenic Cavities. *Heritage*, 8(6), article 199.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21478

Digital reconstruction and morphological analysis of the layout of the wall of Trujillo (Peru) using GIS tools

Diego Javier Celis Estrada[a], Teresa Gil-Piqueras[b], Pablo Rodríguez-Navarro[b]
[a] Universidad Privada del Norte, Grupo de Investigación GIADIPS, Lima, Perú, diego.celis@upn.edu.pe, [b] Centro de Investigación PEGASO, Universitat Politècnica de València, Spain; tgil@ega.upv.es, rodriguez@upv.es

How to cite: Celis-Estrada, D.J., Gil-Piqueras, T. & Rodríguez-Navarro, P. (2026). Digital reconstruction and morphological analysis of the layout of the wall of Trujillo (Peru) using GIS tools. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21478

Abstract

La muralla de la ciudad de Trujillo, Perú, construida entre 1687 y 1689 bajo la dirección de Giuseppe Formento, constituyó una respuesta urbana y militar al temor de ataques corsarios en la costa norte del virreinato del Perú. Aunque fue progresivamente demolida a partir del siglo XIX, su traza original aún puede rastrearse a través de planos históricos y algunos vestigios materiales. Este estudio propone la reconstrucción digital del trazado de la muralla a partir del plano original de 1687 y su superposición sobre el tejido urbano actual mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), específicamente el software ArcMap. Para ello, se realizó la georreferenciación de documentos cartográficos históricos clave y se emplearon ortofotos generadas a partir de vuelos fotogramétricos con dron para documentar los pocos restos conservados, como el Baluarte de Don Juan de Herrera y Valverde y las secciones de la avenida España. Esta integración permitirá no solo analizar la lógica geométrica y estratégica del diseño original, sino también identificar alineamientos urbanos actuales que coinciden con el antiguo recinto amurallado. El análisis busca evidenciar que, pese a la fragmentación del sistema defensivo, su huella morfológica aún estructura parte del centro histórico de Trujillo. Asimismo, la metodología empleada ofrecería herramientas replicables para la identificación y puesta en valor de otras secciones desaparecidas de la muralla. Los resultados contribuirían a comprender el trazado defensivo como parte constitutiva del paisaje urbano trujillano y abrirían nuevas posibilidades para su interpretación patrimonial, tanto en la investigación como en la planificación urbana contemporánea.

Keywords: Trujillo city wall, military architecture, Geographic Information Systems (GIS), digital reconstruction.

1. Introducción

La ciudad de Trujillo, por su ubicación estratégica en la costa norte del virreinato del Perú, fue escenario de importantes transformaciones urbanas orientadas a su defensa ante amenazas externas. Entre estas, destaca la construcción de su muralla en el siglo XVII, motivada por el creciente peligro de ataques de piratas y corsarios. Esta infraestructura no solo cumplió una función

BY-NC-SA

militar, sino que definió el trazado urbano y representó el poder colectivo de una sociedad que respondió activamente al contexto geopolítico del momento.

2. Ubicación

Trujillo se localiza en la parte occidental de América del Sur, a orillas del Océano Pacífico, en la costa noroeste del Perú, dentro de la región La Libertad y en el corazón del Valle del Moche. Su posición estratégica la conecta con importantes rutas marítimas y comerciales, ubicándola en una zona de alta relevancia histórica y cultural. Esta ubicación privilegiada no solo favoreció el desarrollo de civilizaciones prehispánicas, sino que, al contar con un centro histórico situado a menos de 5 kilómetros del mar, consolidó a Trujillo como un eje de intercambio cultural y económico de alcance regional e internacional desde la época virreinal hasta la actualidad (Fig. 1).

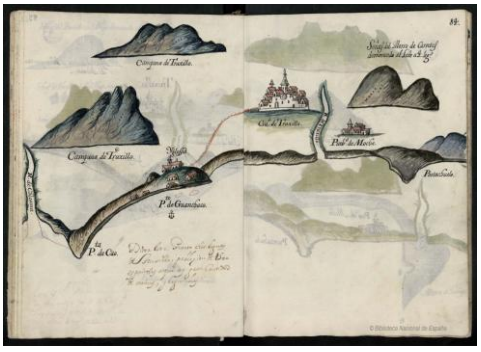


Fig. 1- Mapa de la costa de la ciudad de Trujillo (S.XVII) (Fuente: http://bdh.bne.es/bnesearch/detalle/bdh0000117007)

3. Diseño y construcción de la muralla de Trujillo (1687-1689)

Por su cercanía al mar, Trujillo estuvo expuesta de forma constante a los ataques de corsarios y rivales del Imperio Español. En el Cabildo del 13 de diciembre de 1683, el corregidor Lorenzo de Brito propuso construir una fortificación para proteger la ciudad, iniciativa que solo se concretó tras el Cabildo Público del 16 de diciembre de 1684. Aunque en un inicio se planteó amparar únicamente la Plaza de Armas, finalmente se decidió fortificar todo el núcleo urbano con una muralla (Muralla Militar de Trujillo, 2018). La amenaza se hizo patente entre 1686 y 1687, cuando el bucanero inglés Edward Davis saqueó puertos como Paita, Zaña, Santa, Casma, Huacho, Huaura, Huarmey y Pisco, e incluso extendió sus incursiones a Arica y Cañete, confirmando la vulnerabilidad de las ciudades costeras del virreinato (Lohmann, 1964).

El 10 de junio de 1686, se anunció una nueva determinación. En dicho edicto, el corregidor Lorenzo de Brito convocaba a un Cabildo Público para dar inicio a la construcción de la muralla, instando a que cada vecino contribuyera voluntariamente con los recursos a su alcance. Si bien en un primer momento se planteó proteger únicamente la Plaza de Armas, la propuesta fue reemplazada por el proyecto de fortificar toda la ciudad. Este cambio de criterio pudo haber estado influido por el reciente amurallamiento de Lima y, en especial, por los ataques del pirata inglés Edward Davis (Muralla Militar de Trujillo, 2018).

Ante esta situación, por la creciente preocupación por la seguridad de la ciudad, se tomó la decisión de amurallar la ciudad de Trujillo. La construcción de la muralla comenzó el 5 de abril de 1687, durante el gobierno del virrey Melchor de Navarra y Rocafull, duque de la Palata, y bajo la alcaldía de Bartolomé Martínez de Jarabeitia y Fernando Ramírez de Orellana. La estructura adoptó una forma elíptica con un perímetro de 5 367 m.. La obra estuvo conformada por quince baluartes, quince cortinas y cinco portales, empleándose en su edificación más de 100 000 adobes (Lohmann, 1964, p. 200; Obando, 2018). El rey financió la construcción de un baluarte, mientras que otro fue financiado por el virrey duque de la Palata. Incentivando así la contribución de los vecinos para cubrir los costos de la obra, cuyo valor superó los 84 000 pesos. (Feijóo, 1763).

El diseño y trazo de la muralla fueron realizados por el ingeniero mayor y fortificador italiano Giuseppe Formento, quien se encontraba circunstancialmente en Trujillo. La dirección de los trabajos estuvo a cargo del capitán de coraceros Antonio Merodio y Posada. La estructura presentaba un espesor de 2.52 metros y una altura de 3.36 m.. No obstante, pese a seguir los principios del arte de la fortificación, carecía de elementos defensivos esenciales como fosos y terraplenes, lo que redujo su efectividad, convirtiéndola en un símbolo de protección más que en una barrera infranqueable (Feijóo, 1763) (Fig. 2).

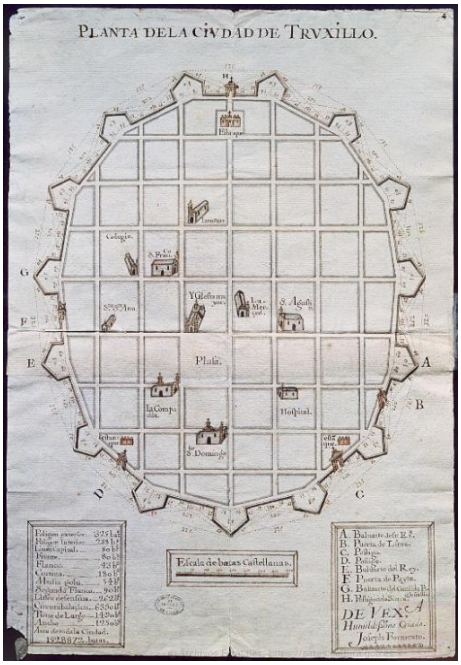


Fig. 2- Planta de la ciudad de Truxillo (Joseph Formento, 1687) (Fuente: https://pares.mcu.es/ParesBusquedas20/catalogo/show/22493)

En conmemoración al día en que se iniciaron las obras, 5 de abril de 1687, uno de los baluartes fue nombrado 'San Vicente', el cual fue financiado personalmente por el virrey, duque de la Palata (Lohmann, 1964). La construcción de la muralla fue posible gracias al aporte de instituciones públicas y a la colaboración del vecindario en general (Muralla Militar de Trujillo, 2018). Las obras concluyeron en 1689 (Obando, 2018).

Las portadas de la muralla se cerraban a las 6:00 p.m. y no volvían a abrirse hasta las 6:00 a.m. del día siguiente. Como resultado, quienes llegaban después del cierre debían pernoctar fuera de la ciudad, lo que propició la aparición de rudimentarios ranchos en las inmediaciones de las entradas, donde los viajeros y rezagados buscaban refugio (Muralla Militar de Trujillo, 2018).

Con el tiempo se convirtió en un cinturón de acopio de residuos. Los vacíos dejados en el terreno por la extracción de adobe fueron utilizados como depósitos de basura, generando un grave problema para la salubridad de la ciudad (Castañeda, 2014).

4. Morfología de la muralla de Trujillo

La muralla de Trujillo adoptó una forma elíptica alrededor del núcleo urbano con un perímetro de 6390 varas castellanas y con un largo de 1490 varas castellanas y ancho de 1290 varas castellanas cubriendo un área de toda la ciudad de 1928872 varas castellanas (Formento, 1687)

4.1. Los baluartes

Cada uno de los baluartes de la muralla de Trujillo recibió el nombre del vecino, autoridad o institución que financió su construcción, lo que refleja el carácter colectivo de la obra. La muralla fue costeada principalmente mediante aportes voluntarios de notables locales y entidades virreinales.

- B01. Baluarte de Don Bartolomé Martínez de Jarabeitia: Nombrado en honor a Bartolomé Martínez de Jarabeitia, quien fue alcalde ordinario de Trujillo durante la época de construcción de la muralla (Castañeda, 1996).
- B02. Baluarte de Don Juan de Cáceres y Luque: Nombrado en reconocimiento al vecino que contribuyó con fondos para su edificación.
- B03. Baluarte del Señor Obispo: Este baluarte reconoce el aporte de la Iglesia a través del Obispo de Trujillo, cuya diócesis financió su construcción.
- B04. Baluarte de Don Gerónimo de Aranguren: Nombrado en reconocimiento al vecino que contribuyó con fondos para su edificación.
- B05. Baluarte de Don Felipe de la Huerta y Zubiate: Nombrado en reconocimiento al vecino que contribuyó con fondos para su edificación.
- B06. Baluarte del Virrey Duque de la Palata / de San Vicente: Nombrado en honor al virrey Melchor de Navarra y Rocafull, duque de la Palata, quien financió la construcción de este bastión con fondos del erario virreinal. En conmemoración al 5 de abril de 1687, fecha en que se iniciaron las obras, y coincidiendo con la festividad de San Vicente Ferrer, el baluarte también fue denominado 'San Vicente' (Formento, 1687; de Saavedra, 1689; Feijóo, 1763; Lohmann, 1964).
- B07. Baluarte del Cabildo Secular: Fue financiado por el Cabildo secular de Trujillo, es decir, por el gobierno municipal de la época

colonial. El concejo, conformado por alcaldes y regidores, destinó fondos públicos para su construcción, lo que evidencia la participación institucional en la defensa de la ciudad (de Saavedra, 1689).

- B08. Baluarte de Don Antonio Bazán de Heredia: Nombrado en honor al militar español Antonio Bazán de Heredia, vinculado a la élite trujillana. Contrajo matrimonio con doña Isabel de Herrera y Valverde, hermana de Juan de Herrera y Valverde, lo que lo emparentó con una de las familias más influyentes de la región (de Saavedra, 1689; Vega & Vega, 2020).
- B09. Baluarte de Don Juan de Aranda y Castro / de Jesús, María y José: Fue nombrado por Juan de Aranda y Castro, benefactor de la muralla. También era conocido como 'de Jesús, María y José', lo que sugiere una probable dedicación religiosa otorgada por el propio Aranda y Castro en honor a la Sagrada Familia.
- B10. Baluarte de Don Valentín del Risco y Valverde:
  Nombrado en reconocimiento al vecino que contribuyó con fondos para su edificación (de Saavedra, 1689).
- B11. Baluarte de los Comunes de Indios: Nombrado en reconocimiento a la contribución de las comunidades indígenas locales. Fue costeado con fondos o mano de obra proporcionados por el "común de indios", es decir, por los pueblos originarios organizados en sus cabildos. Se sabe que al menos ocho comunidades indígenas colaboraron en la fabricación de adobes y en la construcción de la muralla (Castañeda, 1996)
- B12. Baluarte del Rey: Fue financiado directamente por el Rey de España, como símbolo del respaldo de la Corona a la defensa de la ciudad (Formento, 1687; de Saavedra, 1689; Feijóo, 1763).
- B13. Baluarte del Cabildo Eclesiástico: Este baluarte refleja la participación de la Iglesia como institución, al haber sido financiado por el Cabildo eclesiástico de Trujillo (Formento, 1687; de Saavedra).
- B14. Baluarte de Don Juan Roldán Dávila: Llamado así por Juan Roldán Dávila, prominente vecino trujillano que aportó económicamente a la muralla. La familia Roldán Dávila formaba parte de la oligarquía regional, y posteriormente se vinculó con los marqueses de Herrera y Vallehermoso mediante alianzas matrimoniales.
- B15. Baluarte de Don Juan de Herrera y Valverde: Nombrado en honor a uno de los personajes más influyentes de la Trujillo colonial, Juan de Herrera y Valverde, comisario general de la caballería y acaudalado hacendado. Fue propietario de la hacienda Chiclín y fundador del mayorazgo de Herrera y Vallehermoso hacia finales del siglo XVII (de Saavedra, 1689; Collambay.Blogspot, 2013)

4.2. Las portadas

Si bien los planos originales de diseño y trazado de la muralla de Trujillo indican la existencia de cinco accesos, estos sufrieron modificaciones en su ubicación o denominación tras la culminación de las obras en 1689. Durante la etapa de planificación inicial se contemplaron los siguientes accesos (Fig. 3 y 4) (Formento, 1687; de Saavedra, 1689):

- Portada de la Sierra
- Portada de Lima
- Portada de Payta
- Dos postigos

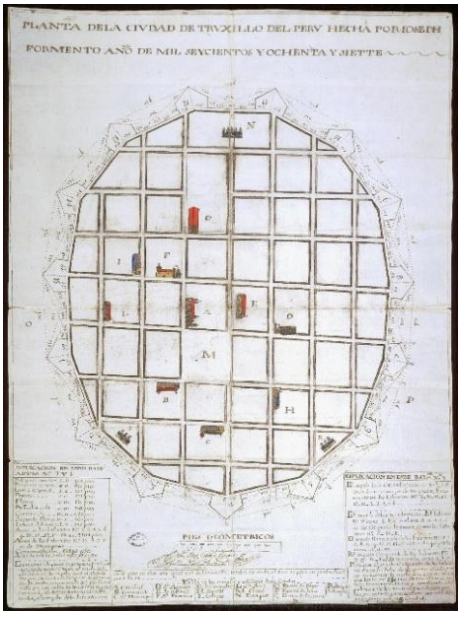


Fig. 3- Planta de la ciudad de Truxillo del Perú por Joseph Formento (1687) (Fuente: https://pares.mcu.es:443/ParesBusquedas20/catalogo/description/22494)

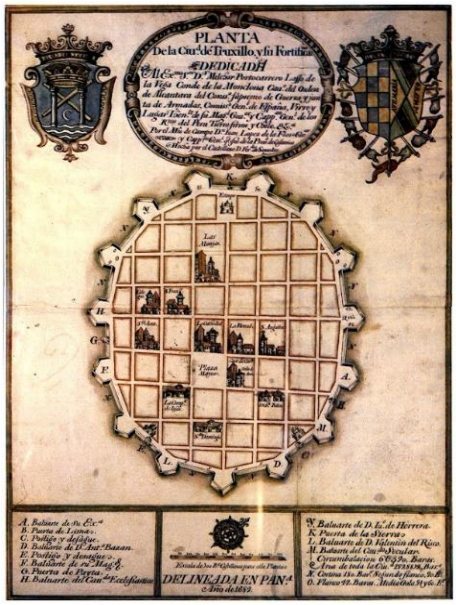


Fig. 4- Planta de la ciudad de Truxillo y su fortificación (Fernando de Saavedra, 1689) (Fuente: https://trujillobicentenario.org/2991/cartografia-trujillo)

Sin embargo, hacia mediados del siglo XVIII, los accesos de la muralla ya construida presentaban cambios significativos en comparación con el trazado original, tanto en su ubicación como en su denominación. Los accesos definitivos fueron los siguientes (Fig. 5) (Feijóo, 1760; Martínez, 1789; Paz Soldán, 1865):

- P01. Portada de la Sierra: Conservó su denominación original, aunque fue reubicada.
- P02. Portada de Moche: reemplazó a la Portada de Lima, adoptando una nueva denominación.
- P03. Portada Vieja de Huamán: este acceso fue cerrado posteriormente y reemplazado por la Portada Nueva de Guamán, construida en el baluarte de Don Juan de Aranda y Castro.
- P04. Portada de Mansiche: asumió el rol de la antigua Portada de Payta, cambiando su nombre. Daba acceso a los que venían desde el norte por el Camino Real.
- P05. Portada de Miraflores: se incorporó como un nuevo acceso no previsto en el diseño original.

Cabe señalar que los dos postigos mencionados en los planos de diseño ya no figuran en la configuración final de la muralla.

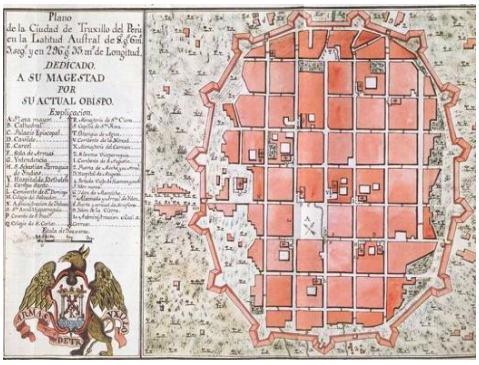


Fig. 5- Plano de la Ciudad de Truxillo del Perú (Baltasar Jaime Martínez de Compañón, 1789). (fuente: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Plano_Trujillo_1786.jpg)

5. La decadencia y demolición de la muralla de Trujillo (siglo XIX)

Tras el primer grito de independencia en 1821, Trujillo inició un proceso de transformación urbana, hecho decisivo que motivó que el departamento recibiera el nombre de La Libertad (Castillo, 2012). En 1872 comenzó la demolición de la muralla colonial para dar paso al ferrocarril, que conectó la ciudad con las haciendas azucareras y el puerto de Salaverry. Esto impulsó la expansión urbana con barrios como La Intendencia, Aranjuez y Chicago, este último habitado por familias de bajos recursos (Obando, 2018, p. 13; Castillo, 2012). En la década de 1920, la ciudad incorporó influencias arquitectónicas modernas y la apertura de la avenida Larco exigió la demolición parcial de la muralla (Ramírez, 2019). En 1943, el Plan Regulador de Trujillo, diseñado por Carlos Morales Macchiavello, reorganizó la ciudad con anillos viales de circunvalación: la avenida España sobre el trazado de la muralla y la futura avenida América. Esto dio origen a nuevos barrios como Portada de la Sierra, mientras la expansión hacia el este consolidó zonas como El Porvenir, La Esperanza y Florencia de Mora. El centro histórico fue perdiendo su carácter residencial en favor de funciones comerciales y administrativas (Morales, 1943; Cortes, 2013; Ramírez, 2019; Obando, 2018). En los años 1960, el Barrio de Chicago se consolidó como centro comercial con el mercado mayorista gracias a su cercanía con la estación ferroviaria (Castillo, 2012). Sin embargo, el cierre del ferrocarril en la década de 1980 generó un vacío urbano de más de tres hectáreas, aislando tres fragmentos de la antigua muralla sin un uso definido (Castillo, 2012).

6. Metodología

6.1. Primera etapa: Revisión documental y análisis histórico

Se dispone de determinadas fuentes documentales históricas que ofrecen indicios sobre el trazado de la muralla y la ubicación de sus restos hasta inicios del siglo XX. A continuación, se presenta la documentación correspondiente.

1. Planta de la ciudad de Truxillo (1687): Primer plano que representa el diseño original de la muralla de Trujillo, en el cual se aprecian las dimensiones y la configuración proyectada del recinto amurallado. http://pares.mcu.es:80/ParesBusquedas20/catalogo/description/22493
2. Plano topográfico de la ciudad de Trujillo (1867): Representación cartográfica de la ciudad y su muralla en el siglo XIX, que incorpora mediciones más precisas y refleja el trazado aún conservado en esa época. https://archive.org/details/dr_plano-topografico-de-la-ciudad-de-trujillo-levantado-por-mariano-felipe-paz-00574098
3. Ciudad de trujillo (1913): Plano urbano de inicios del siglo XX que muestra el progresivo deterioro de la muralla a lo largo del tiempo, así como los vestigios que aún se conservaban entonces. https://trujillobicentenario.org/2991/cartografia-trujillo
4. Trujillo (1929): Plano de la ciudad donde todavía se identifican algunos restos de la muralla, lo que permite rastrear su traza en ciertos sectores del entorno urbano. http://composicionurbana.blogspot.com/2013/05/

6.2. Segunda etapa: Registro fotográfico y documentación visual

Para el registro fotográfico aéreo del baluarte de Don Juan de Herrera y Valverde, así como de la cortina de la avenida España y el sector restante del baluarte del Señor Obispo, se empleó un dron cuadricóptero DJI Mavic 2 Pro, equipado con una cámara Hasselblad L1D-20c.

Se realizaron dos vuelos independientes: uno destinado al registro del baluarte de Don Juan de Herrera y Valverde, y otro enfocado en la cortina y el sector conservado del baluarte del Señor Obispo. Ambos vuelos se ejecutaron a una altitud de 60 metros sobre el nivel del suelo, lo que permitió capturar la totalidad de las estructuras con un nivel de detalle adecuado.

La planificación de cada misión se efectuó mediante el software PIX4Dcapture, utilizando trayectorias en doble cuadrícula, configuradas para la obtención de modelos tridimensionales (3D).

PLAN DE VUELO	
Sistema de coordenadas WGS 84 / zona UTM 17 S	
trayectoria	cuadrícula doble
Altura de vuelo (m)	60
Angulo de la cámara	70°
Solapamiento	80%
Resolución espacial (GSD)	2.10cm/píxel

Tabla 1- Parámetros de vuelo del baluarte de Don Juan de Herrera y Valverde

PLAN DE VUELO	
Sistema de coordenadas WGS 84 / zona UTM 17 S	
trayectoria	cuadrícula doble
Altura de vuelo (m)	60
Angulo de la cámara	70°
Solapamiento	80%
Resolución espacial (GSD)	2.10cm/píxel

Tabla 2- Parámetros de vuelo de la cortina de la avenida España y el resto del baluarte del Señor Obispo

6.3. Tercera etapa: Procesamiento fotogramétrico (SfM) y generación de modelos digitales

PROCESAMIENTO	
Total de fotografías	131
Área cubierta	0.036 km2
Resolución del ortomosaico	2.1cm/píxel
Resolución del DSM	2.1cm/píxel

Tabla 3- Parámetros de procesamiento del baluarte de Don Juan de Herrera y Valverde

PROCESAMIENTO	
Total de fotografías	161
Área cubierta	0.043 km2
Resolución del ortomosaico	2.1cm/píxel
Resolución del DSM	2.1cm/píxel

Tabla 4- Parámetros de procesamiento de la cortina de la avenida España y el resto del baluarte del Señor Obispo

El procesamiento de las fotografías aéreas del baluarte de Don Juan de Herrera y Valverde, así como de la cortina de la avenida España y el resto del baluarte del Señor Obispo se llevó a cabo utilizando el software PIX4Dmapper, versión 4.6.4.

Esta herramienta permitió generar un ortomosaico y un Modelo Digital de Superficie (MDS) de ambos sectores registrados.

6.4. Cuarta etapa: Elaboración planimétrica y análisis morfológico en entorno SIG

Los ortomosaicos del Baluarte de Don Juan de Herrera y Valverde, así como de la cortina de la avenida España y del sector conservado del Baluarte del Señor Obispo, georreferenciados bajo el sistema WGS 84 / zona UTM 17S, sirvieron como base espacial para el estudio arquitectónico de estas estructuras defensivas.

7. Presentación e interpretación de resultados

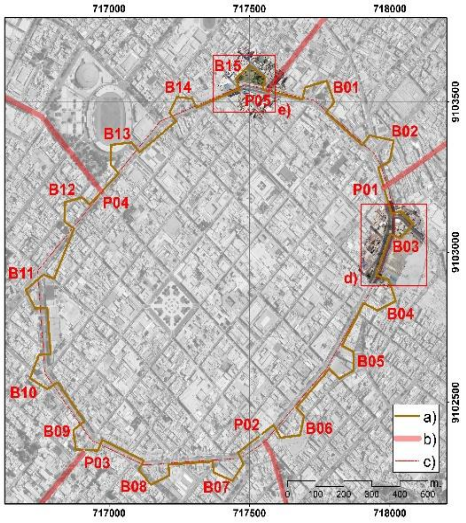


Fig. 6- Reconstrucción digital del trazado de la muralla de Trujillo. a) trazado de la muralla, b) caminos virreinales, c) centro histórico, d) cortina de la avenida España y el resto del baluarte del Señor Obispo, e) baluarte de Don Juan de Herrera y Valverde

8. Conclusiones

El estudio de la muralla de Trujillo ha permitido demostrar que, pese a su desaparición física casi total, su traza sigue teniendo un peso estructural en la configuración urbana de la ciudad. La reconstrucción digital basada en planos históricos, ortofotos y herramientas de Sistemas de Información Geográfica ha permitido identificar correspondencias entre el antiguo recinto amurallado y elementos actuales del espacio urbano, como la avenida España, que conserva el carácter de anillo de circunvalación heredado de la fortificación virreinal.

Asimismo, el análisis morfológico revela que la muralla no solo respondió a exigencias militares frente a la amenaza corsaria, sino que también constituyó un proyecto colectivo, financiado por autoridades, instituciones e incluso comunidades indígenas, que otorgó a la ciudad un símbolo de identidad y cohesión social. Su trazado elíptico, con quince baluartes y cinco portadas, evidencia la aplicación de los principios de la fortificación "a la moderna" adaptados a la realidad local.

La posterior demolición de la muralla en el siglo XIX y XX, motivada por la expansión urbana y la introducción de nuevas infraestructuras como el ferrocarril, no borró completamente su impronta, pues sus restos materiales y su huella geométrica siguen presentes como parte constitutiva del paisaje urbano trujillano.

Metodológicamente, la integración de fuentes documentales, fotogrametría con dron y análisis SIG ha mostrado ser una herramienta replicable y eficaz para la investigación del patrimonio desaparecido o fragmentario. Esta aproximación no solo favorece la reconstrucción virtual y el análisis académico, sino que abre nuevas posibilidades para la valorización, gestión y difusión del legado defensivo de Trujillo.

En suma, la muralla de Trujillo debe entenderse como un elemento central de la historia urbana de la ciudad, cuya memoria y trazado permanecen vigentes en su morfología actual. Su estudio aporta claves esenciales para repensar la relación entre patrimonio militar, identidad local y planificación urbana contemporánea.

Referencias

Castañeda Murga, J. (2014) Trujillo siglo XVI-XIX: Una historia urbana. En: Gutiérrez, B., Moreno, C. & Pacheco, J. (eds.) *Trujillo Guía de arquitectura y ciudad*. Trujillo, Colegio de Arquitectos del Perú Regional La Libertad, pp. 28-31.

Castillo Huamán, L. (2012) *Centro de Congregación Socio-Cultural "La Muralla" - Trujillo* [Expediente técnico]. Patrimonio Histórico + Cultural Iberoamericano, available at: https://phi.aq.upm.es/site_media/media/files/MEMORIA_DESCRIPTIVA_-_PROYECTO_LA_MURALLA_-_LUIS_CARLOS_CASTILLO_HUAMAN.pdf (Accessed: 31 August 2025).

Collambay,Blogspot (2013) *Reseña Histórica del caserío de Collambay. Collambay…*, available at: https://collambay.blogspot.com/2013/06/ (Accessed: 31 August 2025).

Cortes Navarrete, E. (2013) Trujillo del Perú, disponible en: https://composicionurbana.blogspot.com/2013/05/trujillo-del-peru.html#:~:text=El%20Plan%20Regulador%20de%201943,permite%20descongestionar%20el%20tr%C3%A1fico%20motorizado (Accessed: 31 August 2025).

de Saavedra, F. (1689) *Planta de la ciudad de Truxillo y su fortificación* [Plano]. Trujillo Bicentenario, available at: https://trujillobicentenario.org/2991/cartografia-trujillo (Accessed: 31 August 2025).

Feijóo de Sosa, M. (1760*) Descripción del valle del Chimo y planisferica de la ciudad de Trujillo del Perú* [Plano]. Bibliothèque Nationale de France, available at: https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b84411974 (Accessed: 31 August 2025).

Formento, Joseph (1687) *Planto de la ciudad de Truxillo* [Plano]. Portal de Archivos Españoles, available at: https://pares.mcu.es:443/ParesBusquedas20/catalogo/description/22493 (Accessed: 31 August 2025).

Lohmann, G. (1964) *Las defensas militares de Lima y Callao.* Sevilla, Escuela de Estudios Hispano-Americanos.

Martínez de Compañón, B. (1789) *Planto de la ciudad de Truxillo del Perú* [Plano]. Real Biblioteca del Palacio Real de Madrid, available at: https://realbiblioteca.patrimonionacional.es/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=172741&query_desc=Plano%20de%20la%20Ciudad%20de%20Truxillo%20del%20Per%C3%BA%20 (Accessed: 31 August 2025).

Morales Macchiavello, C. (1943) El Plan Regulador de Trujillo. *El Arquitecto Peruano*, (69), 36-43. https://repositorio.cap.org.pe/documento/el-arquitecto-peruano-n-69/

Muralla Militar de Trujillo (2018) Historia de la muralla. Muralla Militar de Trujillo, available at: https://murallamilitartrujillo.blogspot.com/ (Accessed: 31 August 2025).

Obando Rodríguez, G. (2018) *Estudio de las condicionantes y patrones habitacionales para la reinserción de la vivienda en el Centro Histórico de Trujillo* (Tesis de grado). Trujillo, Universidad César Vallejo. https://hdl.handle.net/20.500.12692/26094 (Accessed: 31 August 2025).

Paz Soldán, M. (1865) *Plano topográfico de la ciudad de Trujillo* [Plano]. Trujillo Bicentenario. Available at: https://trujillobicentenario.org/2991/cartografia-trujillo (Accessed: 31 August 2025).

Ramírez Hernández, D. (2019) *Actualización de anteproyecto arquitectónico para la puesta en valor del patrimonio histórico baluarte Juan de Herrera y Valverde La Libertad – Trujillo, Perú* [Expediente técnico]. Trujillo: Municipalidad Provincial de Trujillo.

Vega Cárdenas, M. & Vega Cárdenas, C. (2020) *El mayorazgo de Chiclín.* Trujillo, GRAFICART SRL.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21479

Franciscan reinterpretations: architectural adaptations and reuse of medieval fortified structures in Campania

Valeria Cera[a], Giuseppe Antuono[b]
[a] University of Naples Federico II, Department of Architecture, Naples, Italy, valeria.cera@unina.it, [b] Department of Civil, Building and Environmental Engineering, Naples, Italy, giuseppe.antuono@unina.it

How to cite: Cera, V. & Antuono, G. (2026). Franciscan reinterpretations: architectural adaptations and reuse of medieval fortified structures in Campania. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21479

Abstract

This contribution offers a critical reinterpretation of Franciscan architecture in Campania, developed through the reuse and transformation of pre-existing structures, particularly castles, fortifications, and medieval noble residences. Rather than focusing solely on stylistic or chronological aspects, the study adopts a multidimensional approach, highlighting the processes through which these spaces acquired new meanings. The Franciscan Order has consistently demonstrated a notable ability to integrate into local contexts, often choosing sites already rich in historical, social, or strategic significance. By reinterpreting such spaces considering their spiritual and communal needs, the friars transformed fortified or noble architectures into places of prayer, retreat, and community life. Within this framework, the investigation then focuses on a significant case study: a monastic complex in Campania established on a fortified pre-existence, analysed through detailed historical and morphological reconstruction. The research relies on the systematic acquisition of data, combining digital surveys with documentary sources. This integrated approach allows for the reconstruction of the phases of use and functional transformations of the site, revealing both the original spatial layout and the successive layers of stratification that shape its present identity. By combining digital technologies with historical-critical analysis, the work aims to provide a renewed "cultural visibility", valuable for both academic purposes and the broader dissemination and enhancement of heritage.

Keywords: Franciscan fortified convents, digital survey, semantic variability, typological transformation.

1. Introduzione

La riconversione di architetture fortificate in complessi religiosi rappresenta un ambito di studio particolarmente rilevante nell'ambito degli studi storico-architettonici, poiché testimonia il passaggio da un sistema di valori incentrato sul controllo territoriale e sul potere signorile a uno fondato sulla spiritualità e sulla preghiera. Infatti, tra Medioevo e prima Età Moderna, numerosi esempi documentati mostrano come castelli, torri e cinte murarie - concepiti originariamente come

BY-NC-SA

strumenti di difesa e simboli di autorità - furono riconvertiti in monasteri, conventi e case religiose. Si tratta di un processo di riuso che va oltre il mero cambiamento funzionale, poiché comporta una vera e propria risemantizzazione degli spazi: i luoghi della protezione e della residenza signorile diventano spazi di accoglienza, di comunità e di devozione. In questo contesto, particolare rilievo assume l'opera di riconversione architettonica perpetuata dagli ordini mendicanti, come quello francescano che, in taluni casi, preferirono adattare edifici esistenti piuttosto che costruirne di nuovi (Gutiérrez, 2012) in conformità all'ideale di povertà e semplicità e nel rispetto di modelli architettonici tipizzati nelle *Constitutiones Narbonenses* (Romano, 2003): chiostri essenziali tendenzialmente quadrati, chiese ad aula unica orientata secondo l'asse est-ovest, celle sobrie, spazi dedicati alla predicazione e all'ospitalità.

Verso tale indirizzo, la ricerca affronta lo studio di tali trasformazioni mediante un confronto tra le architetture risultanti e i modelli di riferimento dei conventi francescani. L'obiettivo è comprendere in che misura gli elementi originari fortificati siano stati modificati alla luce dei principi spirituali e delle regole dell'Ordine, attraverso azioni di integrazioni, obliterazioni o reinterpretazioni. Questa rilettura, focalizzata su casi studio paradigmatici come il complesso fortificato di Santa Maria a Castello (precedentemente Castello di Fossalupara) nel comune di Castel San Giorgio (Salerno) (Fig. 1), permette di cogliere le dinamiche di rielaborazione strutturale e simbolica dei manufatti, mostrando come l'architettura fortificata diventi veicolo di trasmissione di un nuovo sistema di valori: dalla logica del dominio e dell'autodifesa a quella della comunità, della preghiera e dell'ospitalità.

2. Il workflow metodologico

Per comprendere le dinamiche di adattamento delle architetture fortificate alla funzione conventuale francescana, la ricerca propone un flusso di lavoro articolato in più fasi complementari. In particolare, il percorso metodologico si fonda sull'integrazione di dati digitali, organizzati in un dataset di area vasta, da cui derivano analisi storiografiche, topologico-semantiche e geometrico-modulari, con l'obiettivo di costruire una lettura multilivello delle complesse trasformazioni architettoniche e dei processi di riuso. Il punto di partenza è rappresentato dalla mappatura e catalogazione in ambiente GIS delle architetture fortificate, originarie e trasformate, dislocate in Campania e, in particolare, nella provincia salernitana.

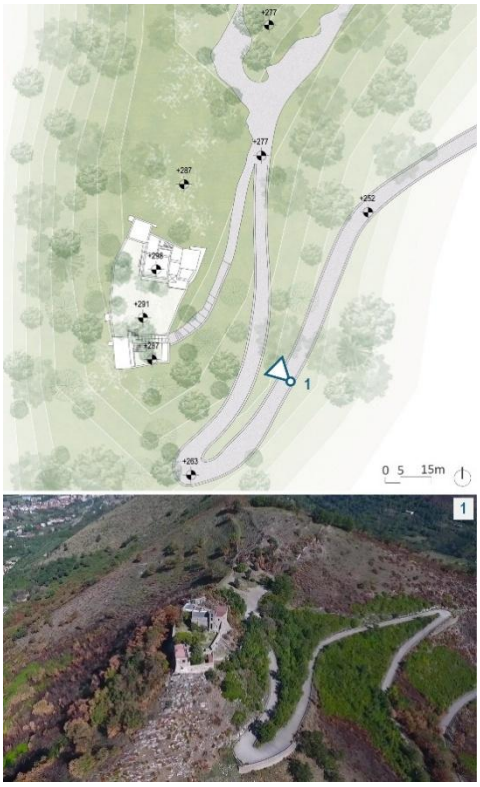


Fig. 1- Inquadramento del complesso fortificato di Santa Maria a Castello (a cura degli autori)

Il confinamento territoriale dello studio è stato funzionale al progetto di ricerca nel quale si inserisce (1) e risponde alla volontà di strutturare un processo metodologico, successivamente espandibile (Cera and Antuono, 2025).

Attraverso la raccolta e l'organizzazione di dati storici, cartografici e architettonici, la mappatura ha perseguito l'obiettivo di costruire un quadro territoriale coerente, che consente di individuare i casi di trasformazione funzionale e le loro specificità spaziali e storiche. Il database ha supportato la successiva analisi dei sistemi visuali e dei rapporti delle architetture mappate con il contesto urbano, valutando come le trasformazioni architettoniche abbiano modificato le relazioni percettive e simboliche tra le strutture fortificate e il tessuto urbano. Le evidenze emerse da queste prime due fasi hanno orientato verso la selezione di alcuni casi studio esemplificativi.

Tra questi, l'Eremo di S. M. a Castello è stato scelto per riflettere sulle trasformazioni adattive, a partire dalla documentazione delle configurazioni architettoniche attuali ricostruite tramite rilievi digitali *reality-based*. L'analisi tipologica e funzionale dell'organizzazione spaziale della fortificazione, nonché il confronto con i modelli di riferimento dell'architettura conventuale francescana, ha permesso di riflettere sulle strategie di adattamento adottate, evidenziando sia le soluzioni architettoniche ricorrenti sia le specificità locali dettate dal contesto. Tramite le fasi così impostate, la metodologia ambisce a integrare una visione diacronica e territoriale del fenomeno, con una lettura puntuale dei singoli casi studio, per giungere a una comprensione critica e approfondita della sua complessità.

2.1. Il sistema informativo per una lettura multilivello della rete di architetture

Ciascuna architettura non si presenta mai come un'entità isolata (de Rubertis, 1994); ancor più le strutture fortificate, che, adattandosi e talvolta trasformando il tessuto insediativo, furono progettate secondo schemi di interazioni visive tra elementi difensivi, per garantire il controllo del territorio. In questo quadro, i sistemi informativi territoriali consentono di studiare le relazioni spaziali tra le strutture difensive e di riflettere, anche in chiave cronologica, sull'adattamento di alcune fortificazioni alla funzione conventuale francescana, impostata anch'essa su un'attenta scelta insediativa. Verso tale indirizzo, è stata avviata una campagna di censimento delle architetture fortificate che in una prima fase ha riguardato l'area salernitana. L'indagine ha permesso di individuare numerosi casi, alcuni dei quali legati ai conventi francescani, con chiari segni di trasformazione funzionale da opere difensive a luoghi di culto. È stata inoltre realizzata una mappatura (Fig. 2), strutturata come rappresentazione multilivello basata su hillshade/DEM e layer tematici, organizzata attraverso un sistema di simboli codificati (Associazione Nazionale Castelli, 2025). Il sistema integra informazioni su epoca, tipologia, morfologia e configurazione planimetrica, stato di conservazione, consistenza documentale e accessibilità, arricchendo ciascun elemento puntuale. La codifica simbolica adottata, pur di immediata lettura, mostra limiti nel rappresentare con precisione i casi di riconversione in luoghi di culto, generando ambiguità nei dati relativi ai conventi francescani.

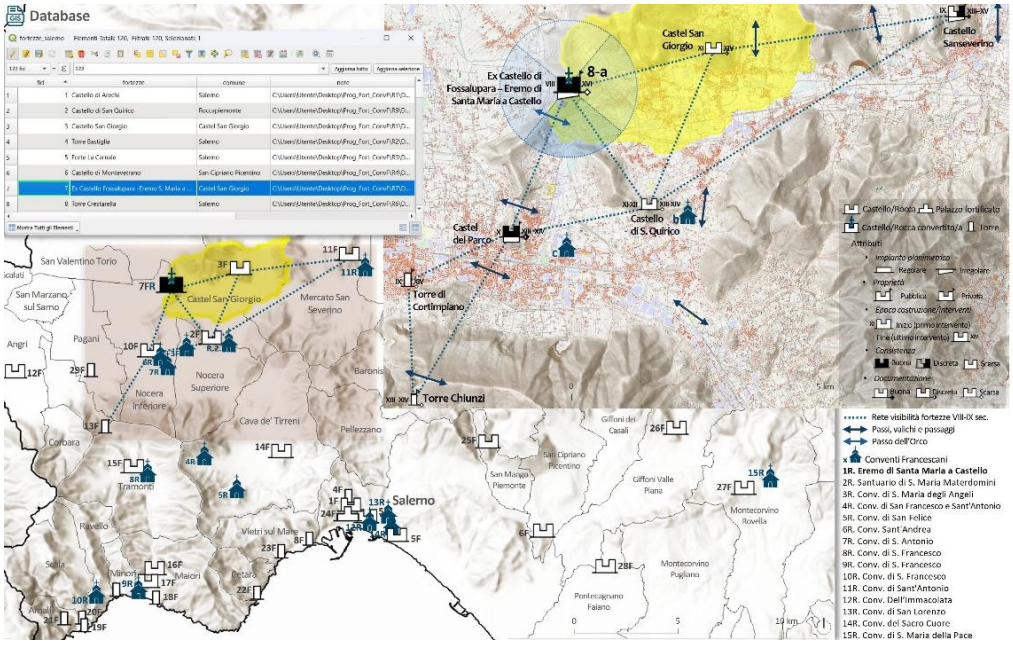


Fig. 2- Sistema informativo della rete di fortezze e Conventi Francescani, con analisi delle relazioni e della visibilità tra le strutture sorte nell'area dell'ex fortezza di Fossalupara (a cura degli autori)

Per questo motivo la mappatura è stata arricchita con icone specifiche, utili a distinguere tra la funzione originaria e la successiva destinazione religiosa. Inoltre, ad ogni entità mappata è associato un set di attributi che, integrando quelli espressi dai simboli, comprende ulteriori dati desunti dalle fonti storiografiche e collegamenti a documenti grafici e testuali rilevanti. Tale struttura attribuzionale consente di integrare dati eterogenei, favorendo analisi comparative da cui dedurre pattern evolutivi e schemi visivo-relazionali tra le strutture fortificate.

L'individuazione dei punti di attraversamento storici (passi e valichi) ha permesso di chiarire l'organizzazione della rete difensiva, evidenziando connessioni visive tra le postazioni e aree di influenza per il controllo territoriale. In particolare, nella ricostruzione degli assi visuali nell'agro nocerino-sarnese, l'ex Castello di Fossalupara emerge come nodo strategico in relazione a Castel del Parco, Castel S. Giorgio, Torre Chiunzi, Castello di S. Quirico e Castel Sanseverino. Questa rete fu concepita per proteggere il Principato di Benevento dalle incursioni (Cordella, 1998) e per presidiare i flussi sulle principali vie, come il *passo dell'Orco* sulla via Popilia (Vassalluzzo, 2004), la cui sorveglianza dal forte di Fossalupara giustifica l'esistenza stessa del castello.

Ne consegue che il sistema informativo non si limita a una semplice catalogazione, ma si configura come uno strumento interpretativo spaziale e diacronico capace di restituire l'intreccio delle relazioni visive che spiegano sia la collocazione strategica delle fortificazioni, sia la successiva scelta del sito di Fossalupara come luogo di culto, promuovendone il riuso come complesso religioso di S. M. a Castello.

3. L'Eremo di Santa Maria a Castello: fondazione e trasformazioni

Originariamente fortezza longobarda dell'VIII secolo, l'Eremo di Santa Maria a Castello rappresenta un interessante caso studio, che esemplifica i processi di riadattamento di un preesistente impianto fortificato, avvenuti tra il XIII e il XVI secolo (Fig. 3). Esigue sono le fonti che consentono di ricostruire con accuratezza le fasi evolutive del complesso. Tuttavia, grazie ad alcuni ma significativi documenti, è possibile stabilire le origini della costruzione e fissare le tappe fondamentali del processo di adattamento delle strutture fortificate a luoghi religiosi, benedettini prima, francescani poi.

La costruzione si trova nella frazione di Trivio del comune di Castel San Giorgio, all'interno dell'agro nocerino-sarnese. L'altura su cui oggi sorge l'Eremo, il colle di Sant'Apollinare, è legata alla leggenda della città scomparsa di Fractanova, descritta nell'antica *Platea di Materdomini* risalente al XIII secolo (Orlando, 2015, p. 162). Tale manoscritto, che riporta la presenza di un *castrum* romano (noto come *Castrum Augusti*) nella località di Fractanova, rappresenta una delle prime testimonianze che citano la fortezza. Infatti, come attestano anche diversi studiosi (De' Santi, 1905, p. 12) già nel 758/759 sul colle sorgeva l'antica fortezza longobarda di Fossalupara, dotata di torre, alla quale era annessa una chiesa dedicata a San Gregorio; nelle vicinanze vi era inoltre una chiesa dedicata a Sant'Apollinare, prossima a quella del castello. Come riportato, poi, nella *Historia principum Langobardorum* (Pellegrino, 1643), fu il principe Arechi II di Benevento a costruire una fortezza sui resti del *castrum* romano.

Con la conquista normanna da parte di Roberto il Guiscardo, il castello perse il suo ruolo difensivo e fu assegnato alla Badia di Cava de' Tirreni. Dopo un periodo di declino, nel 1200 ca., l'Abate Giovanni della Badia di Materdomini fondò l'Eremo di Santa Maria a Castello, come luogo di preghiera per i monaci benedettini (Benevento, 2022). Venne eretta una chiesa in onore della Madonna con annessa torre campanaria, riadattando alcuni spazi della fortificazione originaria, con l'organizzazione di un cortile interno, dotato di un pozzo collegato alla cisterna ipogea per l'approvvigionamento idrico.

Nel 1575, il complesso passò ai Francescani Conventuali del convento di Sant'Antonio di Padova di Nocera Inferiore che promossero l'adattamento dei locali seminterrati ad "antica foresteria" per accogliere i pellegrini, come testimonia l'incisione su pietra rinvenuta sull'arco posto al di sopra della corrispondente parete nord. È probabile, in questo periodo, la realizzazione del nuovo nucleo edilizio a sud, destinato ai locali della *nuova foresteria*.

In seguito, i Monaci Basiliani vi si insediarono ad inizio del '600 (Crisci, 2001, p.33) e nella seconda metà del '700 il complesso fu sottoposto a lavori di restauro, come ricorda un'incisione collocata sul lato sinistro del portale della chiesa.

Durante il dominio napoleonico, poi, la chiesa fu incamerata con l'Eremo nel demanio statale (Iennaco, 1997). Solo nel 1856, grazie a un accordo tra autorità religiose, fu assegnato alla Parrocchia di San Biagio in Lanzara (Grimaldi, 1967).

Fino agli anni Ottanta del Novecento, l'eremo rimase difficilmente accessibile, come testimoniano una serie di articoli su carta stampata, per via delle condizioni precarie della strada. Infine, le ultime notizie sulla storia del manufatto riguardano i lavori di sistemazione della strada di accesso nel 1987 e l'elevazione della Chiesa a Santuario, nel 2024, che ha rafforzato il valore devozionale per la comunità.

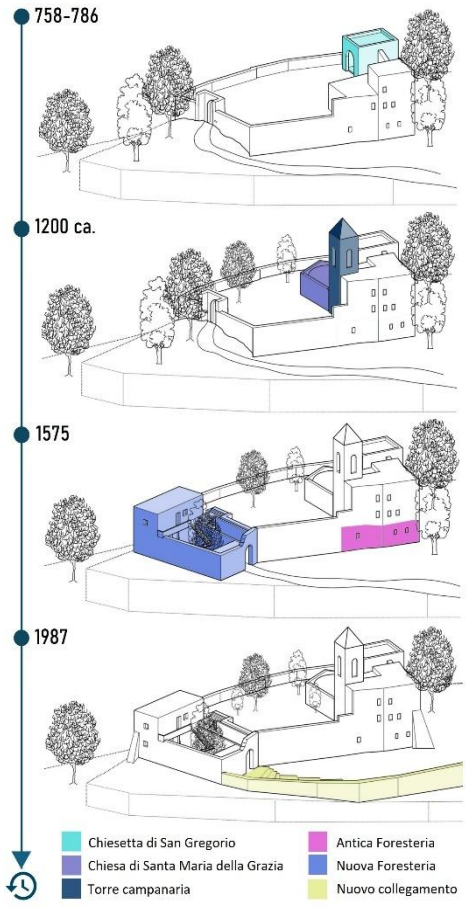


Fig. 3- Ricostruzione delle principali fasi di trasformazione del complesso (a cura degli autori)

3.1. Rilievo integrato per la digitalizzazione

Per documentare la configurazione architettonica attuale dell'Eremo, è stata condotta una campagna di rilievo integrato, combinando tecniche *image-based* e *range-based*. Impiegando un quadricottero multirotore, un DJI Phantom 4, una prima acquisizione ha interessato il sistema di copertura e i fronti della fortezza, arroccata sul colle. Circa 400 fotogrammi sono stati catturati durante 2 voli condotti con traiettoria a maglia ortogonale, percorsa a velocità costante di 3 m/sec, e posizione della camera sia nadirale che obliqua. Ulteriori 2 voli sono stati effettuati con percorso orbitale ascendente al fine di acquisire le informazioni sugli alzati. I dati sono stati processati secondo la consueta *pipeline* fotogrammetrica restituendo un primo modello digitale - sottoforma di nuvola di punti - rappresentativo della configurazione morfo-metrica generale dell'architettura di S. M. del Castello. Il rilievo è stato, poi, integrato con una campagna di digitalizzazione a quota terrestre, di tipo TLS, con l'impiego di un laser scanner a modulazione di fase, il BLK Leica 360. I punti di stazione sono stati individuati con una maglia di distribuzione quanto più uniforme possibile, relazionata al numero e alla configurazione degli ambienti in cui l'Eremo risulta articolato. I parametri di cattura delle *range-maps* sono stati settati in maniera variabile, per densità di punti e dato di colore, in ragione della diversa complessità degli spazi rilevati, al fine di ottimizzare il dato finale, sia in termini di tempi di acquisizione che di informazioni raccolte, evitando ridondanze. 82 scansioni sono state registrate, con *metodo cloud-to-cloud*, riscontrando un errore globale di 0.002 m. I due modelli discreti sono stati infine allineati e integrati in una unica digitalizzazione, mediante una registrazione in *CloudCompare* basata su 5 punti di ancoraggio, che ha permesso di restituire con accuratezza la configurazione attuale dell'Eremo, risultante dalle successive trasformazioni avvenute nel tempo.

4. Analisi geometrico-modulare delle evidenze

L'analisi dei dati di rilievo ha consentito di indagare i sistemi geometrici e modulari, oltre agli aspetti tipologico-distributivi (Fig. 4), che hanno caratterizzato la costruzione originaria della fortezza e il suo successivo adattamento a Eremo.

L'ex fortezza occupa circa 1.000 m², accessibili da un portale sud-est: oltre l'ingresso, una gradonata conduce al piazzale con parapetto e sedili in pietra, da cui si raggiungono spazi religiosi e comunitari. Il complesso si articola in due corpi: a nord-est la chiesa, adiacente al nucleo fortificato superstite con cappella di San Gregorio e cortile interno; a sud-ovest, un edificio a due piani con cortile esterno destinato a foresteria. La chiesa è orientata est-ovest, secondo l'uso degli edifici sacri, mentre l'area conventuale segue l'asse nord-sud, adattandosi al nucleo preesistente.

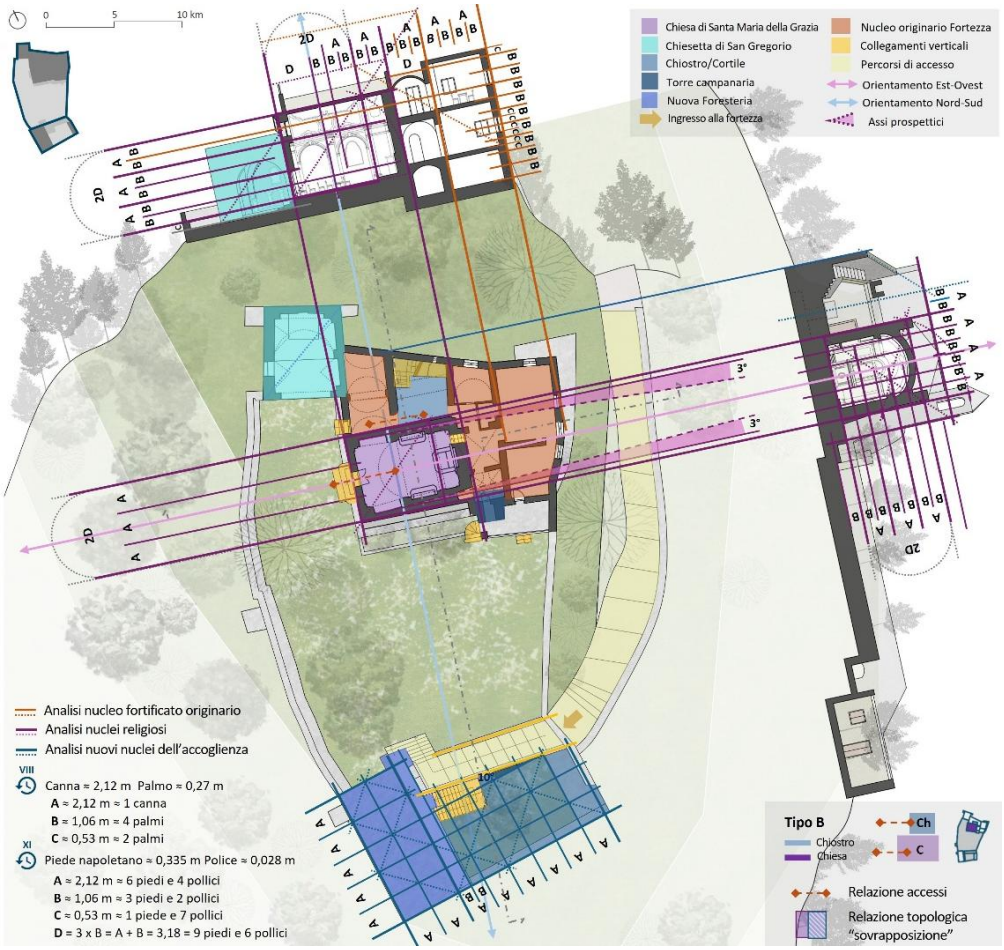


Fig. 4- Analisi grafico-metrica-topologica del complesso monastico/fortificato (a cura degli autori)

L'assetto, frutto di riadattamenti successivi, integra spazi religiosi e strutture fortificate, la cui consistenza originaria non è pienamente nota (Cordella, 1998, p. 83).

L'impianto planimetrico irregolare e mistilineo riflette sia l'orografia rocciosa sia le fasi di ampliamento; anche le aperture esterne, pur proporzionate ai livelli, non risultano in asse. Nel piano inferiore, ambienti ricavati nella roccia conservano tracce di intonaco idraulico, riconducibili a cisterne che si estendevano probabilmente sotto l'area ecclesiale.

L'analisi degli spessori murari mostra valori maggiori al piano interrato e nelle murature di confine della chiesa. Particolare attenzione meritano i tratti a scarpa sul fronte laterale e sul presbiterio, interpretabili come resti di una torre difensiva poi adattata. La conformazione non consente ipotesi certe su ambienti ipogei originari, ma evidenzia una chiesa solo apparentemente

rettangolare, con pareti laterali lievemente convergenti (ca. 3°) per accentuare la profondità dell'aula. L'analisi geometrico-proporzionale conferma la regolarità modulare: il perimetro esterno è impostato su un quadrato di lato 3×A, con rapporto diagonale per l'area presbiteriale. I moduli regolano anche l'alzato: frontone e campanile inscritti in quadrati congruenti, altezza della torre campanaria dettata da un rettangolo aureo, posizione di paraste e aperture determinata da sotto moduli (B, C) che fissano, inoltre, le dimensioni plano-altimetriche degli originari nuclei fortificati. Questa coerenza fa supporre il riuso di moduli preesistenti, adattati per armonizzare le nuove strutture religiose.

Le forme e le proporzioni riscontrate trovano conferma anche nell'analisi metrico-dimensionale, che evidenzia corrispondenze tra i moduli e unità di misura storiche - come la canna e il piede napoletano - sia nel nucleo originario della fortezza sia negli spazi ampliati e riorganizzati durante le fasi di trasformazione. Questa impostazione, che riflette una tipologia architettonica specifica del luogo di culto pur derivando dal riadattamento di una struttura preesistente, offre spunti di confronto con i modelli distributivi e proporzionali dell'architettura francescana del XIII secolo, nei quali l'organizzazione modulare e la successione ritmica risultano sostanzialmente coerenti con quelle adottate nelle realizzazioni ex novo, seppur con gli adattamenti imposti dal riuso di strutture esistenti.

4.1. Analisi tipologica del complesso

A partire dall'indagine geometrico-modulare, il lavoro si è concentrato sull'analisi del modello tipologico definito con le regole del XIII secolo per la costruzione dei conventi francescani. Tali regole, basate su una successione ritmica di spazi e proporzioni standardizzate, trovano applicazione sia nelle costruzioni ex novo che negli adattamenti di strutture preesistenti. Per l'Eremo, dove la presenza francescana si è insediata successivamente, queste logiche sono state reinterpretate alla luce della conformazione esistente. L'analisi (Fig. 5) ha messo a confronto due categorie principali: l'organizzazione dei conventi francescani "puri" e quella dei conventi francescani nati da fortificazioni. Alla base della comparazione è stata disposta una codifica topologica del modello di riferimento, che evidenzia due tipologie principali, in base alle relazioni spaziali di chiesa e chiostro: Tipo A, con chiesa posta a nord del chiostro; Tipo B, con posizioni invertite. Per ciascuna categoria sono stati individuati e confrontati i moduli base ricorrenti (A e B) e la loro relazione con le diverse unità che compongono il complesso. Nel dettaglio, nei conventi puri - rappresentati da esempi come la SS. Pietà (Tipo A) e S. Francesco (Tipo B) -, si riscontra un sistema modulare regolare, basato sulla sovrapposizione di chiesa (C), chiostro (Ch) e spazi conventuali, con specifiche combinazioni dei moduli A e B, secondo formule matematiche che ne definiscono le proporzioni. Inoltre, in riferimento al modello topologico DE91M nello spazio IR3, la chiesa e il chiostro si incontrano su una superficie comune, evidenziata in blu, garantendo continuità funzionale e coerenza tipologica.

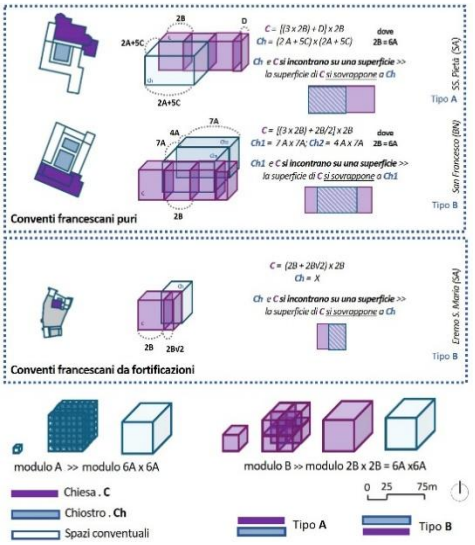


Fig. 5- Analisi modulare-topologica del complesso in relazione alla tipologia francescana (a cura degli autori)

I conventi derivati da fortificazioni, invece, presentano una configurazione spaziale più compatta e meno articolata, pur mantenendo l'uso di moduli di dimensioni definite. In questi casi, il chiostro - indicato come X - non segue le misure canoniche e si dispone in relazione di contatto con la chiesa, ma fuori dallo schema proporzionale standard. L'Eremo di S. M. a Castello appartiene a questa seconda categoria: basato su uno schema topologico di Tipo B, con chiesa e chiostro che hanno accessi indipendenti, in esso la chiesa presenta dimensioni pari a $(2B + 2B\sqrt{2}) \times 2B$ e il chiostro, fuori misura canonica, non rientra nella griglia proporzionale tipica. Pur essendo, poi, la

relazione topologica predominante di tipo *sovrapposizione* nell'incontro tra superfici, la geometria complessiva non rispetta le rigorose regole modulari dei conventi francescani puri. Il confronto dimostra come l'Eremo, pur condividendo alcuni elementi tipici, si discosti dai criteri canonici dell'Ordine, perdendo la piena aderenza alla geometria modulare di riferimento ma mantenendo, in forma reinterpretata, la successione ritmica e l'organizzazione funzionale che caratterizzavano i complessi del XIII secolo.

5. Conclusioni

L'analisi offre un contributo rilevante alla storia dell'architettura religiosa e ai processi di ridefinizione culturale e sociale del paesaggio costruito. Essa chiarisce i meccanismi attraverso cui nuovi valori spirituali riplasmano il significato e l'uso di strutture antiche, consentendo una reinterpretazione dei luoghi sia nella dimensione storica sia in quella simbolica. In un'epoca in cui la percezione del patrimonio rischia di frammentarsi in immagini decontestualizzate, riconoscere la logica insediativa francescana e i processi di adattamento architettonico permette di cogliere la profondità storica e identitaria di questi complessi. I conventi si rivelano così come veri e propri palinsesti viventi, capaci di narrare non solo la storia dell'Ordine ma anche le vicende e le identità delle comunità che li hanno abitati.

I dati raccolti e le successive analisi hanno consentito di rintracciare una narrazione visiva integrando le tracce fortificate residue con la ricostruzione delle dinamiche spaziali tra gli elementi architettonici, offrendo letture più dettagliate e confrontabili delle dinamiche insediative utili ad arricchire il valore descrittivo di ciascun complesso fortificato.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare Raffaele Alfano e don Rocco Aliberti per la loro collaborazione e disponibilità nonché Gabriella Di Martino per il lavoro di supporto alle analisi, svolto in occasione del tirocinio universitario. L' articolo è il risultato della ricerca congiunta degli autori. I contributi scritti specifici sono attribuiti come segue: V. Cera è autrice dei paragrafi 2, 3, 4.1, 5, G. Antuono ha scritto i paragrafi 1, 2.1, 3.1, 4.

Note

(1) Lo studio è parte di una ricerca avviata nel 2024 e agevolata dalla convenzione stipulata tra il Dipartimento di Architettura e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale dell'Università degli Studi di Napoli Federico II con le Province Religiose dell'Ordine Francescano in Campania di cui sono responsabili scientifici G. Antuono e V. Cera.

Bibliografia

Associazione Nazionale Castelli (2025) disponibile su: https://www.istitutoitalianocastelli.it/simbologia-castellana/ [consultato il 15 luglio 2025].

Benevento, G. (2022) *La Terra di San Giorgio*. Bracigliano (SA), Comune di Castel San Giorgio.

Cera, V., & Antuono, M. (2025) From monastic rule to geometric rules: a semantic-topological approach to the analysis of religious architecture. In: Williams, K. & Monteleone, C. (ed.) *Nexus 2025. Relationship Between Architecture and Mathematics*. Kim Williams Books, pp. 229-234.

Cordella, F. (1998) *A Guardia del territorio: Castelli e opere fortificate della Valle del Sarno*. Napoli, Altrastampa.

Crisci, G. (2001). *Salerno Sacra. Ricerche storiche*. Salerno, Edizioni della Curia Arcivescovile, vol. II.

de Rubertis, R. (1994) *Il disegno dell'Architettura*. Roma, NIS.

De' Santi, M. (1905) *Studio Storico sul Santuario S. Maria di Materdomini in Nocera De' Pagani*. Vol. I.

Grimaldi, A. (1967) *Memorie storiche sul Santuario di S. Maria a Castello*. Salerno, ND.

Gutiérrez, V. A. (2012) *Converting a Sacred City: Franciscan Re-Imagining of Sixteenth-Century San Pedro Cholula.* [Doctoral Thesis]. Los Angeles, University of California.

Iennaco, G. (1997) *Le frazioni di Castel San Giorgio*. Fisciano, Edizioni Sessa.

Orlando, G. (2015) *Storia di Nocera de' Pagani. Dalle origini alla distruzione della città antica*. Napoli, A&M.

Pellegrino, C. (1643). *Historia principum Langobardorum […]*. Napoli, Ex typographia Francisci Sauij impressoris Curiae archiepiscopalis.

Romano, V. (2003). Secundum regulam vivere: Regole, consuetudini e statuti nella storia degli ordini mendicanti e dei semireligiosi (Secolo XIII). *Rivista di storia della Chiesa in Italia*, 57(2), 552-559.

Vassalluzzo, M. (2004). *La Rocca*. Salerno, Edizione Mario Pepe.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21480

The fortified island of Ortigia: rediscovering a lost heritage through digitalisation and historical memory

Roberta Cerruto[a]
[a] Università degli Studi di Catania, Catania, Italia, roberta.cerruto@phd.unict.it

How to cite: Cerruto, R. (2026). The fortified island of Ortigia: rediscovering a lost heritage through digitalisation and historical memory. In Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21480

Abstract

Located on the eastern coast of Sicily, Syracuse represents a remarkable example of a stratified city whose morphological evolution reflects centuries of historical, cultural, and urban transformations. One of the most significant elements of this process is the defensive system. Starting from the isthmus, it transformed Ortigia - the city's oldest area - into a fortified island of strategic impregnability. Over time, the development of the fortification system played a crucial role in defining the island's historical and cultural identity, protected by a complex network of bastions, monumental access gates, and military works. This study focuses on the digital volumetric reconstruction of these fortifications, which underwent profound modifications over the centuries until their definitive dismantling at the end of the nineteenth century. The digitisation of the lost cultural heritage was based on the analysis of different archival sources, historical cartographic documents, and iconographic materials from various historical periods. These were complemented by photogrammetric surveys of fragments no longer in their original locations. The integration of these sources with advanced digital modeling technologies enabled the three-dimensional reconstruction of disappeared or transformed defensive structures, providing an effective tool to valorize and protect the urban heritage. This 'virtual restoration' not only allows a clear visualization of the historical transformations but also transmits the the memories of the city to future generations. The integrated operational methodology and the historical research using digital tools enables us to read the invisible traces of the past. Only through technology is it now possible to explore Ortigia's lost fortification system.

Keywords: cultural heritage, virtual reconstruction, photogrammetric survey, lost heritage.

1. Introduzione

Il sistema fortificato di Ortigia ha rappresentato uno dei complessi difensivi più significativi del Mediterraneo, frutto di un'evoluzione secolare segnata da diverse dominazioni, trasformazioni architettoniche e innovazioni militari.

La sua configurazione definitiva è il risultato di continui adattamenti strategici e tecnici che hanno reso l'antica isola greca una vera fortezza inespugnabile. Il presente studio adotta un approccio multidisciplinare, integrando l'analisi

BY-NC-SA

delle fonti archivistiche con l'utilizzo delle più avanzate tecnologie di rilievo strumentale. Tali strumenti permettono oggi di ricostruire e interpretare in maniera integrata l'assetto difensivo che un tempo cingeva interamente l'isola di Ortigia.

La stretta sinergia tra tecnologie moderne e cartografie storiche consente di valorizzare pienamente il passato di Siracusa, rendendo possibile lo studio di quella che viene definita la 'materia assente' (Valenti & Giuliano, 2015), intendendo, col termine, non solo le architetture scomparse, ma anche i reperti musealizzati e decontestualizzati, che hanno così perso parte della loro identità storico-architettonica. Un esempio emblematico è costituito dai due stemmi che ornavano la Porta di Ligne, principale accesso all'isola tra il 1673 e il 1893. Oggi custoditi nel cortile della Galleria regionale Palazzo Bellomo di Siracusa (Fig. 1), tali manufatti sono stati oggetto di rilievo fotogrammetrico e digitalizzazione, permettendo la loro ricollocazione virtuale all'interno del contesto originario.



Fig. 1- Il cortile della Galleria regionale Palazzo Bellomo di Siracusa, in cui sono conservati gli stemmi che ornavano le porte d'ingresso alla città (foto a cura dell'autrice)

2. L'assetto urbano delle fortificazioni dell'isola di Ortigia

Lo studio prende avvio da un'approfondita ricerca documentaria condotta presso gli archivi della Soprintendenza ai Beni Culturali e Ambientali di Siracusa, l'Archivio Storico Siracusano e diverse biblioteche pubbliche e private. Tale indagine ha permesso di ricostruire l'originario assetto urbano, evidenziandone i principali mutamenti morfologici e le dinamiche che hanno contribuito a definire la configurazione attuale della città.

Le origini del sistema difensivo risalgono al periodo della dominazione spagnola quando, nel 1552, Carlo V d'Asburgo ordinò la separazione di Ortigia dalla terraferma, affidando all'ingegnere bergamasco Antonio Ferramolino la progettazione di un complesso sistema fortificato (Privitera, 1984).

Con l'inizio della fase moderna, crebbe maggiormente l'esigenza di trasformare la città, ancora di carattere medievale, in una vera e propria fortezza, capace di resistere alle nuove armi da fuoco e agli attacchi sempre più violenti dei nemici. Le fortificazioni infatti "non dovevano più resistere a macchine belliche, ma alle nuove bocche da fuoco dell'artiglieria" (Voza & Rubino, 1994: p.37).

Nel corso del XVI secolo, il sistema difensivo si arricchì progressivamente attraverso i contributi di diversi ingegneri militari. Scipione Campi, nel 1576, elaborò un progetto organico che prevedeva la realizzazione dei bastioni di San Filippo e Santa Lucia e della monumentale Porta Reale, anche denominata Porta di Carlo V (La Rosa, 2020), progettata da Camillo Camilliani nel 1578.

Un momento cruciale nell'evoluzione del complesso fortificato si ebbe nel 1671 con l'intervento dell'architetto e ingegnere militare fiammingo Carlos de Grunembergh, incaricato dal viceré Claude Lamoral I, principe di Ligne, di completare la struttura (Dufour, 1987).

L'intervento di Grunembergh si concentrò sul rafforzamento della zona nevralgica dell'apparato difensivo, portando a compimento il 'taglio dell'istmo', il quale rese Ortigia un'isola inaccessibile dalla terraferma e "novellamente […] fornita di due ponti" (Amico, 2014: p. 237).

Nella zona dell'istmo, egli ideò un elaborato sistema di camminamenti coperti, baluardi, ponti levatoi e porte d'accesso, capace di garantire il totale controllo degli ingressi e rendere l'isola una delle fortezze più sicure del Mediterraneo. A coronare i fossati della piazzaforte era "la maggiore delle magnifiche superbe porte" (Carpinteri, 1983: p.67).

La Porta di Ligne, progettata dallo stesso Grunembergh, costituì sin dal 1673 e per quasi due secoli l'accesso principale all'isola; sorgeva nei pressi della Darsena, alla fine dell'attuale Ponte Umbertino e consentiva il passaggio delle galere da un porto all'altro (1).

Come parte integrante dell'apparato difensivo, essa si apriva all'interno della falsabraga, costruita ai piedi dei baluardi di San Filippo e Santa Lucia e destinata alla difesa del fossato.

"Arrivata una certa ora" (Randazzo, 2002: p.3) l'accesso veniva chiuso. La porta sanciva infatti la chiusura via terra dell'isola di Ortigia che, a quei tempi, si prestava ad essere una vera e propria roccaforte militare. Alle sue spalle si ergeva la Porta Reale, della quale restano purtroppo poche testimonianze: negli archivi della Soprintendenza è presente una sola fotografia, scattata pochi anni prima della sua demolizione. (Fig. 2)



Fig. 2- Porta di Ligne e la retrostante Porta Reale in una rara foto dell'Ottocento (Giansiracusa, 2001: p.6)

3. La metodologia

La documentazione storica tramandata nei secoli consente di ricostruire la complessa vicenda delle fortificazioni siracusane e il loro ruolo strategico nella storia militare della città. Ogni fonte contribuisce a delineare un'identità urbana in costante trasformazione.

L'indagine si è sviluppata attraverso un percorso metodologico articolato in tre macro-fasi interconnesse: la raccolta e selezione della documentazione cartografica e iconografica, il rilievo dei manufatti conservati presso la Galleria regionale Palazzo Bellomo di Siracusa e la modellazione tridimensionale, dall'intero complesso architettonico alle singole parti.

La ricerca delle fonti storiche ha rappresentato il punto di partenza del lavoro: centrale è stata l'interpretazione critica delle cartografie redatte dal Corpo Reale del Genio di Napoli e dei documenti custoditi presso l'Archivio Storico Siracusano. Tra le numerose planimetrie che raffigurano il sistema fortificato di Ortigia dal XVI al XIX secolo, particolare rilievo hanno assunto la *Pianta della Real Piazza* del 1842 - prima rappresentazione rigorosa dell'assetto urbano dell'epoca- e due sezioni risalenti al 1826 (Fig. 3), che illustrano lo sviluppo in alzato delle strutture difensive e la loro articolazione nel contesto urbano.

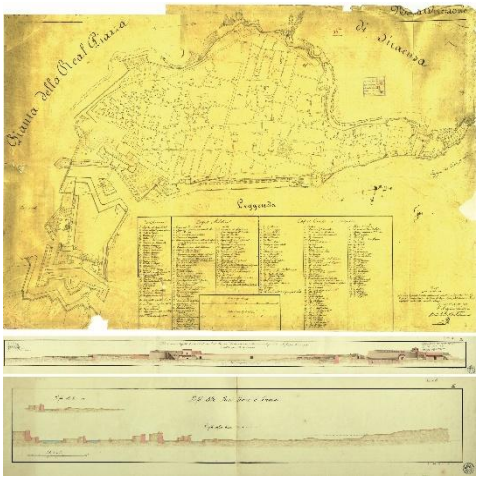


Fig. 3- *Pianta della Real Piazza* del 1842 e sezioni risalenti al 1826 (R.Ufficio Topografico di Napoli, concessione dell'I.G.M con autorizzazione n.6808 del 14.11.2014)

L'elaborazione critica di queste fonti ha reso possibile la costruzione di uno 'spazio virtuale' complesso, stratificato di culture, tradizioni ed eventi storici che, nel tempo, hanno modificato profondamente l'aspetto della città.

Lo studio di tale spazio, tuttavia, non si fonda unicamente sulle fonti cartografiche: un ruolo essenziale è svolto dai reperti materiali, in particolare dagli stemmi reali che un tempo decoravano il fronte principale della Porta di Ligne, lo stemma imperiale di Carlo II d'Asburgo e quello del viceré Don Claudio Lamoral, principe di Ligne (Fig. 4).

Questi, decontestualizzati e rimossi dal loro sito di appartenenza, non risultano più in grado di riconnettersi al passato, perdendo la propria identità storico-culturale. La digitalizzazione, resa possibile grazie a tecniche di rilievo

avanzate, consente oggi di restituire virtualmente tale connessione, reintegrando i manufatti nel contesto cui appartenevano. Da questa operazione emerge il significato più profondo del rilievo: non semplice operazione tecnica, ma complesso processo storico-critico in grado di restituire, con precisione e consapevolezza, un patrimonio materiale e immateriale che ha contribuito in modo determinante alla formazione dell'identità urbana di Siracusa.

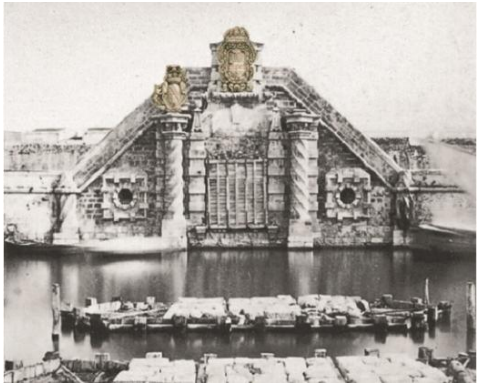


Fig. 4- Il fronte principale di Porta di Ligne prima della costruzione di Ponte Umbertino. Evidenziati gli Stemmi Reali (La Rosa, 2020: p. 366, con rielaborazione a cura dell'autrice)

3.1. La cartografia storica come base per la ricostruzione digitale dell'apparato fortificato

Tra i documenti consultati, le sezioni e la planimetria redatte dal Genio Civile, per il grado di dettaglio tecnico e per la precisione del disegno, hanno costituito il riferimento metrico e morfologico di partenza per lo sviluppo del modello tridimensionale dell'intero apparato difensivo, in particolare quello della zona dell'istmo (Fig. 5).

Nello specifico, la planimetria del 1842 ha permesso di comprendere l'articolazione planimetrica delle strutture difensive, dei percorsi sotterranei e degli spazi aperti compresi nella cinta muraria. Essa ha fornito una visione d'insieme dell'assetto urbano in una fase storica di particolare rilevanza, antecedente alle grandi demolizioni susseguitesi sin dalla seconda metà dell'ottocento, che hanno mutato il volto della città. D'altra parte, le sezioni del 1826 hanno rappresentato un supporto fondamentale per la restituzione degli alzati e delle volumetrie dell'intero apparato difensivo. Questi materiali, una volta digitalizzati, sono stati rielaborati mediante una lettura critica e comparativa con un'ampia raccolta di planimetrie storiche, necessaria per interpretare le trasformazioni del sistema difensivo lungo un arco temporale esteso, mettendo in luce variazioni morfologiche e graduali processi di demolizione o stratificazione.

Il modello virtuale tridimensionale è stato sviluppato mediante software professionali di disegno e modellazione digitale. In particolare, AutoCAD 2D è stato utilizzato per la rielaborazione grafica delle planimetrie, mentre Rhinoceros 3D ha permesso la costruzione volumetrica delle strutture architettoniche e difensive.

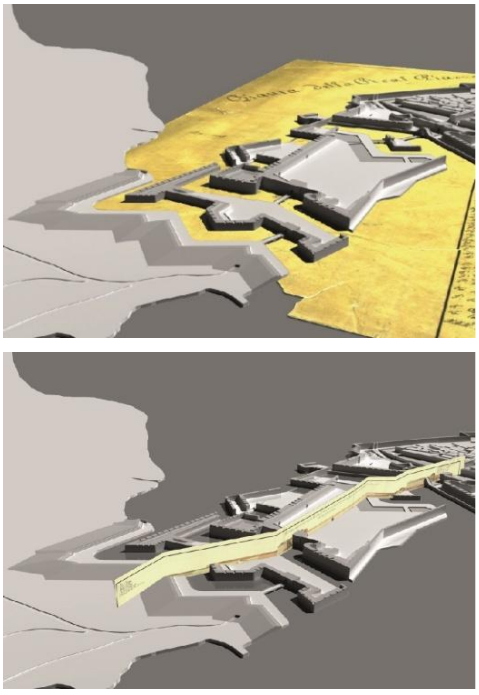


Fig. 5- Il modello digitale tridimensionale raffigurante lo stato delle fortificazioni al 1842, realizzato a partire dalla pianta e dalle sezioni della *Real Piazza* (a cura dell'autrice)

L'intero processo di interpretazione, comparazione e ricostruzione delle fonti iconografiche, cartografiche e documentarie, ha garantito una restituzione coerente e scientificamente attendibile. La ricostruzione virtuale del sistema fortificato dell'istmo costituisce, di conseguenza, un esempio concreto di come la tecnologia possa contribuire alla tutela

della memoria storica di Siracusa, valorizzando ciò che è andato perduto ma che persiste nei tracciati invisibili della città, consentendo anche ad un pubblico non specialistico la comprensione e la più coerente lettura dell'immenso patrimonio culturale perduto.

3.2. Il rilievo e la restituzione grafica della materia tangibile

I musei sono da sempre custodi preziosi del patrimonio storico e culturale di una città. Essi non solo raccolgono e preservano reperti archeologici e opere d'arte, ma ne consentono anche lo studio e la valorizzazione. In questo contesto, la galleria regionale Palazzo Bellomo di Siracusa riveste un ruolo di particolare importanza.

Per i due stemmi Reali della Porta di Ligne è stato scelto il rilievo fotogrammetrico, una tecnica non invasiva che consente di acquisire dati attraverso l'uso della luce ambientale.

La fotogrammetria, grazie alla sua capacità di ricostruire la realtà così come appare, ha permesso di ottenere una rappresentazione precisa dei manufatti, attraverso una serie di scatti realizzati seguendo traiettorie ben precise ad arco di circonferenza ed equidistanti dal manufatto (Fig. 6), tutti ottenuti mantenendo invariata la distanza focale e garantendo una sovrapposizione delle immagini di almeno il 60%, con una particolare attenzione ai dettagli più minuti.

Per ottenere il massimo della precisione, tenuto conto della rilevante altezza da terra degli Stemmi, è stato utilizzato un drone, nello specifico il DJI Spark.

Per garantire l'accuratezza del processo fotogrammetrico, sono stati posizionati dei target di diversi colori e di dimensione pari a 8x8 cm nelle vicinanze degli oggetti per permettere, al momento della restituzione grafica, il corretto allineamento delle coordinate spaziali, importanti in casi come questi di oggetti caratterizzati da profili prevalentemente curvilinei. Una volta terminato il rilievo fotogrammetrico dei manufatti si è proceduto con la restituzione grafica.

Questo processo è stato reso possibile grazie all'importazione e processamento dei fotogrammi all'interno di 3DF Zephyr, uno straordinario software di fotogrammetria digitale che ha permesso di ottenere la restituzione del manufatto rilevato quasi nell'immediato, supportando ed integrando il lavoro di indagine e analisi preliminare.

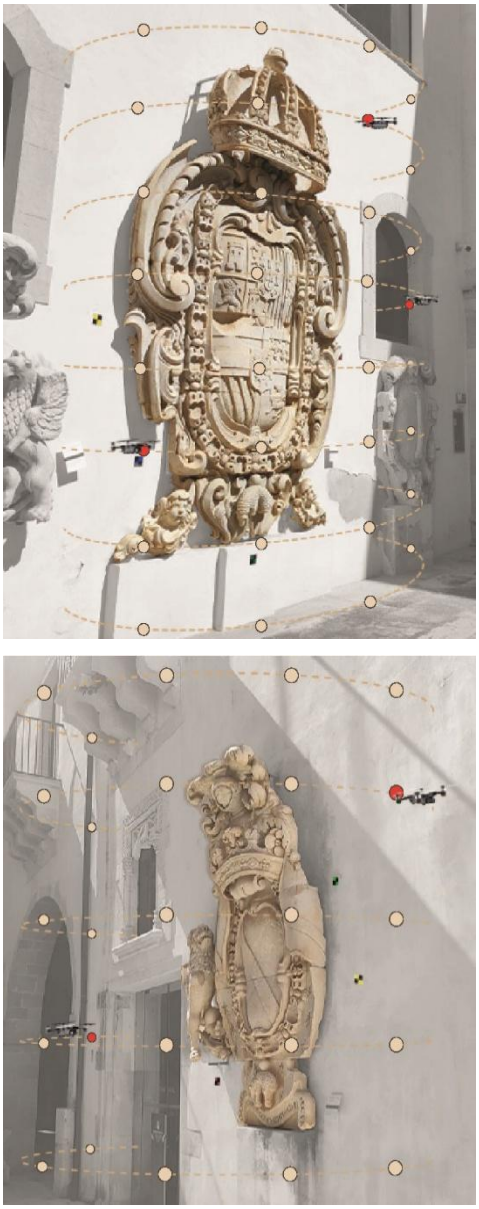


Fig. 6- Operazione di rilievo fotogrammetrico tramite drone. In alto, lo Stemma Imperiale di Carlo II d'Asburgo; in basso Stemma del viceré Don Claudio Lamoral di Ligne, entrambi esposti presso il cortile della Galleria regionale Palazzo Bellomo di Siracusa (a cura dell'autrice)

La restituzione grafica manufatti (Fig. 7) è scandita in fasi ben precise:

Fase 1 – Sparse Point Cloud (Nuvola di Punti Sparsa): a partire dai fotogrammi scattati durante il rilievo, il software genera una nuvola di punti, ognuno dei quali corrisponde a un punto omologo presente nelle immagini, con coordinate precise nel sistema spaziale.

Fase 2 – Dense Point Cloud (Nuvola di Punti Densa): a partire dai punti omologhi, il software determina la posizione di tutti gli altri punti visibili nelle fotografie, creando una nuvola di punti molto più densa e dettagliata.

Fase 3 – Mesh: a partire dalla nuvola di punti densa, il software genera una mesh, ossia una rete di vertici, spigoli e facce che, insieme, formano un modello poligonale continuo.

Fase 4 – Mesh con texture: in questa fase finale, la mesh viene rivestita con le texture derivate dalle fotografie caricate.

Questo passaggio rende il modello 3D visivamente realistico, grazie alla proiezione delle immagini reali sui poligoni che compongono il modello. Questo processo di restituzione grafica va oltre la mera riproduzione: consente infatti di esplorare e analizzare i manufatti da molteplici angolazioni, prospettive, restituendo loro una dimensione digitale che, pur non tangibile, offre una visione complessa e dettagliata del loro aspetto.

All'interno dello 'spazio virtuale', essi hanno rappresentato, a loro volta, il riferimento metrico fondamentale per l'intera modellazione architettonica, costituendo elemento chiave nella definizione delle proporzioni e della coerenza del modello complessivo.

Partendo dunque da due basi apparentemente distanti -da un lato la *Pianta della Real Piazza* del 1842 con le relative sezioni, e dall'altro il rilievo fotogrammetrico della materia tangibile- si è giunti a un risultato tridimensionale univoco e coerente, senza rilevare alcuna discrepanza.

Tale esperienza conferma l'efficacia della combinazione tra metodi più tradizionali e strumenti digitali avanzati nella salvaguardia del patrimonio culturale: un approccio integrato, in grado non solo di documentare, ma anche di interpretare, valorizzare e trasmettere una comprensione più profonda della città storica e della sua evoluzione.

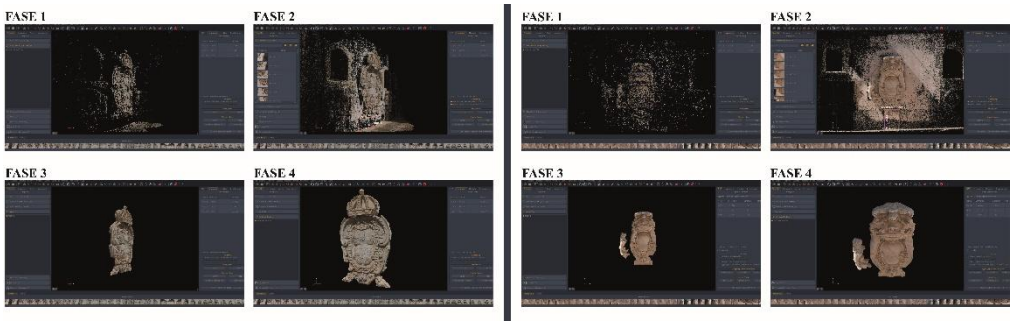


Fig. 7- Processo di restituzione grafica degli Stemmi mediante il software 3DF Zephyr. A sinistra lo Stemma Imperiale di Carlo II d'Asburgo; a destra quello del Viceré Don Claudio Lamoral, principe di Ligne (a cura dell'autrice)

4. Conclusioni

Lo stretto connubio tra documentazione storica e analisi materiale ha rappresentato il fondamento metodologico dell'intero processo di ricostruzione digitale delle fortificazioni di Ortigia. L'esame approfondito delle cartografie ottocentesche, integrato con il rilievo fotogrammetrico degli stemmi ancora conservati, ha permesso di sviluppare un modello tridimensionale coerente, in grado di restituire l'unità formale e spaziale di un sistema difensivo oggi in gran parte scomparso. Questo approccio multidisciplinare non si è limitato alla sola digitalizzazione, ma ha rappresentato un tentativo di ricomporre la memoria urbana frammentata dell'isola, restituendo visibilità e significato a testimonianze decontestualizzate e altrimenti difficili da interpretare (Fig. 8).

Grazie alla modellazione tridimensionale sono stati superati i limiti della documentazione

bidimensionale tradizionale, permettendo un'esplorazione dinamica e immersiva del patrimonio storico. (Figg. 9, 10)

L'analisi del sistema difensivo dell'istmo di Ortigia ha così contribuito significativamente alla comprensione delle strategie difensive e delle trasformazioni urbanistiche che hanno caratterizzato Siracusa nel corso dei secoli.

Essa propone una lettura scientifica capace di restituire al pubblico una visione più completa e consapevole della città antica, dimostrando come l'integrazione di fonti documentarie e testimonianze materiali possa rivelare aspetti altrimenti perduti del nostro patrimonio culturale.

Note

(1) L'accesso alla Porta di Ligne avveniva attraverso un ponte levatoio, posto sul tracciato dell'attuale Ponte Umbertino. Esso non costituiva soltanto l'elemento di collegamento via terra all'isola, ma anche il confine fisico e funzionale tra i due bacini portuali siracusani, oggi denominati rispettivamente il Porto Piccolo, localizzato a sud e il Porto Grande, situato a nord. Tale configurazione urbanistica rifletteva la strategica concezione spagnola di controllo simultaneo degli accessi terrestri e marittimi, permettendo un efficace presidio dei flussi commerciali e militari che transitavano lungo i due distinti bacini del complesso portuale siracusano.



Fig. 8- Rendering del modello digitale raffigurante l'ingresso a Ortigia, con la Porta di Ligne e la Porta Reale (a cura dell'autrice)

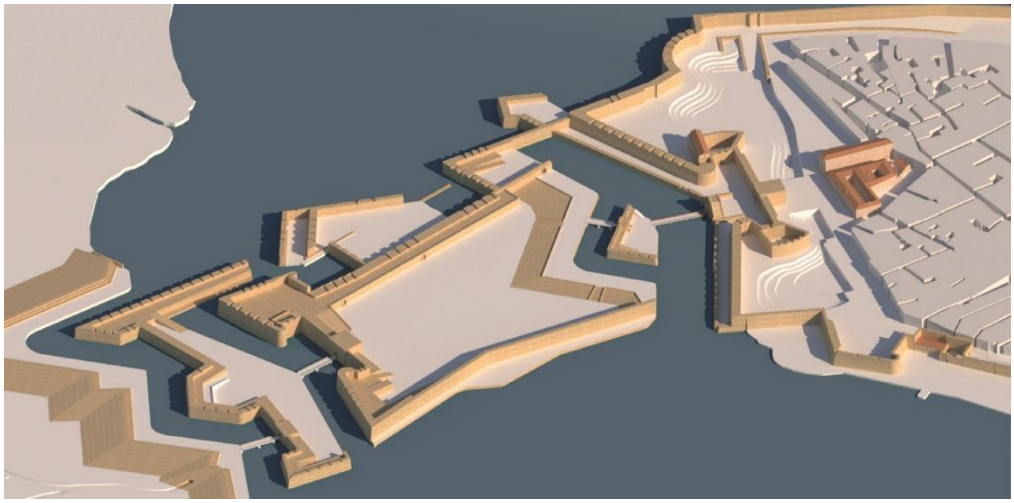


Fig. 9- Modello digitale raffigurante il sistema fortificato dell'istmo di Ortigia risalente al 1842. Vista da ovest (a cura dell'autrice)

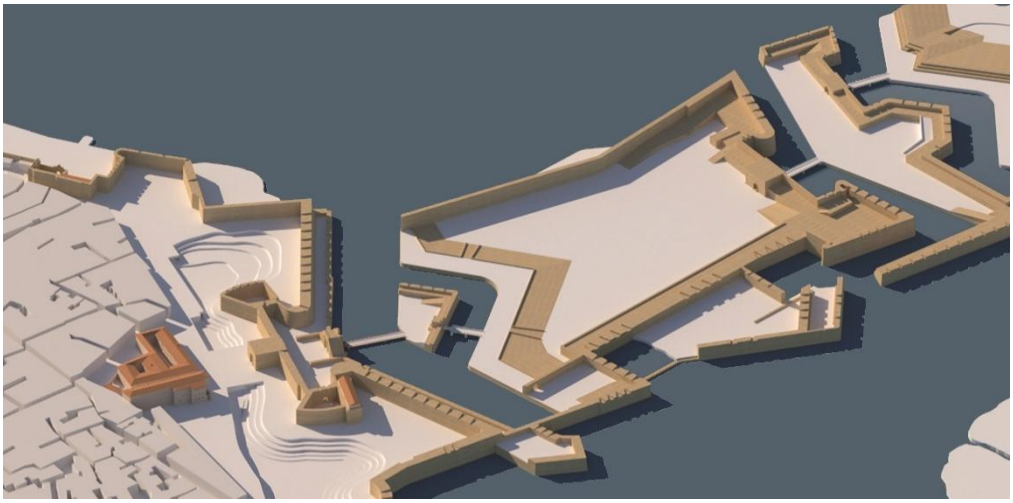


Fig. 10- Modello digitale raffigurante il sistema fortificato dell'istmo di Ortigia risalente al 1842. Vista da nord (a cura dell'autrice)

Bibliografia

Amico, V.M. (2014) *Lexicon Topographicum Siculum (1757-1760).* Roma, Edizioni di Storia e Letteratura.

Carpinteri, T. (1983) *Siracusa città fortificata.* Palermo, S.F. Flaccovio Editore.

Dufour, L. (1987) *Siracusa città e fortificazioni.* Palermo, Sellerio Editore.

La Rosa, A. (2020) *Ricerche archivistiche e lavori pubblici nella città di Siracusa. Porta di Terra detta "di Carlo V".* Siracusa, Tyche Editore, pp. 368-385.

Privitera, S. (1984) Storia di Siracusa antica e moderna. Collezione storica Siracusana, 3(*). Siracusa, Ediprint.

Randazzo, A. (2002) La porta di Ligne, available at: https://www.antoniorandazzo.it/cosahofatto/files/la-porta-ligny--pdf.pdf (Accessed: 25 July 2025).

Valenti, R. & Giuliano, S. (2015) Disegno per il restauro oltre il rilievo. *DisegnareCon*, 8(*), 21.1-21.12.

Voza, C. & Rubino, L. (1994) *Guida di Siracusa.* Siracusa, Erre Produzioni.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21481

Kruja Castle in Albania: digital technologies for the knowledge and valorisation of the fortified heritage

Angelo De Cicco[a], Andrea Maliqari[b]
[a] University of Campania "Luigi Vanvitelli", Department of Architecture and Industrial Design, Aversa, Italy, angelo.decicco@unicampania.it, [b] Polytechnic University of Tirana, Albania, andrea.maliqari@upt.al

How to cite: De Cicco, A. & Maliqari, A. (2026). Kruja Castle in Albania: digital technologies for the knowledge and valorisation of the fortified heritage. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21481

Abstract

Kruja Castle, located in north-central Albania, is an important example of Balkan fortified architecture, closely linked to the historical figure of the military leader Giorgio Castriota Scanderbeg. Despite its symbolic and historical value, the site currently lacks systematic and accessible digital documentation. This contribution illustrates a research project aimed at digitising, documenting and enhancing the site using photogrammetric techniques integrated with architectural drawing models, with the aim of providing a new and scientifically based representation of the building. The process included critical surveying, data processing and the generation of accurate, georeferenced and query able 3D models. The digital reconstruction was accompanied by archival research aimed at systematising historical, cartographic and iconographic sources, useful for understanding the transformations of the site over time. The final models were published in open access on the Sketchfab platform to promote the dissemination of content in scientific and public circles. The interactive interface allows for dynamic and multi-scalar use, expanding the ways in which the heritage under investigation can be accessed and interpreted. The Kruja case study is proposed as a prototype for an operational model based on the integration of methodological rigour, digital innovation and dissemination strategies. The research demonstrates how digital tools, when applied to a solid historical and architectural foundation, can contribute not only to the documentation and conservation of heritage, but also to its reinterpretation and contemporary understanding.

Keywords: survey, 3D modelling, digital heritage, Albania.

1. Introduzione

Il Castello di Kruja, sito nella regione centro-settentrionale dell'Albania, costituisce una delle testimonianze più significative dell'architettura fortificata balcanica. Costruito su una cresta rocciosa tra il V e il VI secolo d.C., il sito è legato alla figura di Giorgio Castriota Scanderbeg (1405-1468), protagonista della resistenza contro l'espansione ottomana nel XV secolo (Meksi, 2004).

BY-NC-SA



Fig. 1- Vista aerea del *castrum* di Kruja, Albania (acquisizione fotografica di Angelo De Cicco, 2025)

Per oltre venticinque anni Kruja rappresentò non solo la capitale albanese, ma anche un baluardo strategico dell'Europa cristiana, attirando l'attenzione delle potenze occidentali per la sua rilevanza politico-militare (Frashëri, 2002). Il presente contributo si propone di documentare e valorizzare il complesso fortificato attraverso un approccio integrato, basato su rilievo fotogrammetrico terrestre e aereo, modellazione 3D e restituzione architettonica. L'obiettivo è fornire una rappresentazione scientificamente fondata e innovativa del sito, orientata non soltanto alla precisione metrica, ma anche alla fruizione dinamica e interattiva dei dati, in un quadro più ampio di digitalizzazione del patrimonio architettonico albanese.

2. Assetto difensivo e organizzazione del recinto

L'analisi storica e architettonica del Castello di Kruja si fonda su un ampio corpus documentario, risultato di studi archivistici, cronache medievali e contributi bibliografici che spaziano dal Medioevo all'età contemporanea. Le fonti scritte, dalle cronache bizantine di Giorgio Acropolita (1217-1282) agli scritti umanistici di Marino Barlezio (1450-1513), offrono un quadro interpretativo essenziale per comprendere il ruolo militare e simbolico del sito nel contesto balcanico. A queste si aggiungono gli studi di Johann Georg von Hahn (1811-1869), Constantin Jireček (1854-1918) e Mirko Suflay (1879-1931), che ne hanno approfondito i legami storico, geografici e culturali con il territorio circostante (Hahn, 1854; Jireček, 1877; Suflay, 1925).

Le indagini storico-architettoniche hanno permesso di ricostruire le fasi costruttive, le strategie difensive e le peculiarità tipologiche del complesso. Le strutture conservate mostrano una stratificazione di interventi che va dal periodo medievale fino ai rimaneggiamenti ottomani, testimoniando una lunga continuità d'uso. L'insediamento compare per la prima volta in documenti ecclesiastici del IX secolo come sede episcopale, mentre la sua definizione come struttura fortificata è attestata dalla metà del XIII secolo. Nel 1253 passò da Michele II d'Epiro (1205-1268) all'imperatore bizantino Giovanni III Vatatze (1193-1254), e nel 1255 Teodoro II Lascaris (1221-1258) concesse privilegi agli abitanti. Tra XIII e XIV secolo, Kruja fu sede di presidi bizantini e subì restauri sotto Carlo I d'Angiò (?-1285), oltre a importanti trasformazioni edilizie promosse dal principe albanese Karl Topia (1339-1388), che ne rafforzò il ruolo politico-militare. Gli ultimi interventi medievali risalgono all'epoca di Scanderbeg, tra il 1450 e il 1452.



Fig. 2- Vista aerea del *castrum* di Kruja, Albania (acquisizione fotografica di Angelo De Cicco, 2025)

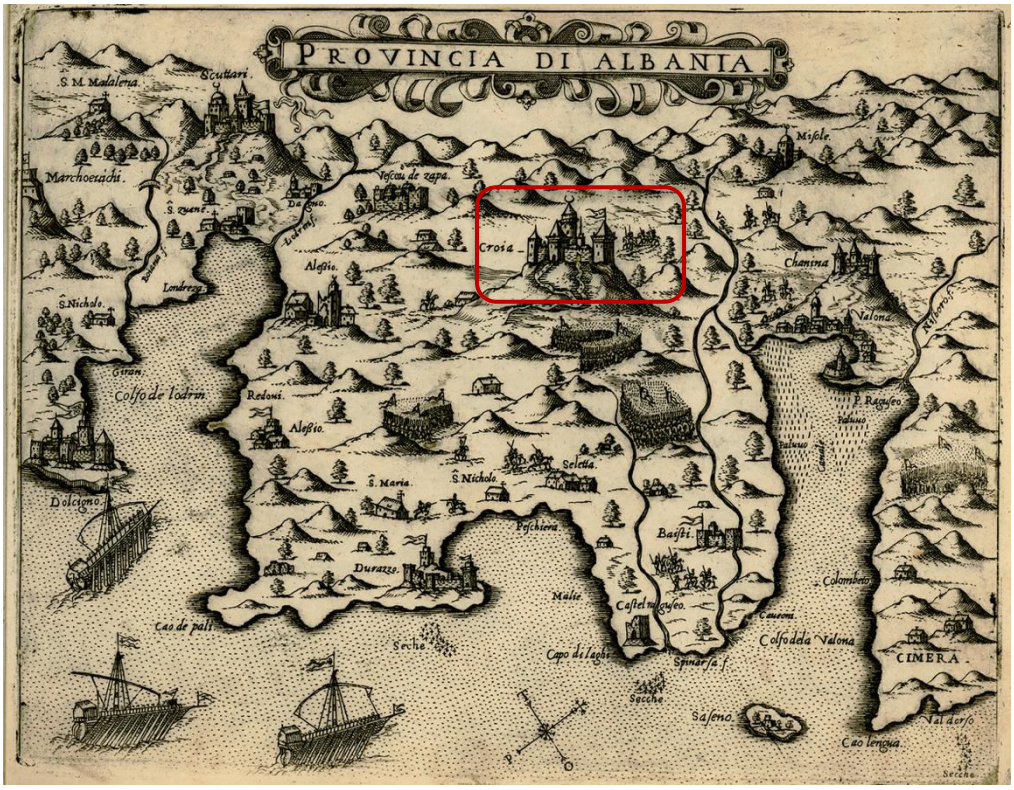


Fig. 3- Isole famose, porti, Fortezza, e terre maritime sottoposte alla Ser.ma Sig.ria di Venetia, (Giovanni Francesco Camocio) (Venezia, Libreria del Segno di San Marco, 1574)

2.1. Sistema difensivo e militare

La rilevanza strategica di Kruja nel Mediterraneo orientale è testimoniata anche dalla sua presenza nella raccolta cartografica di Giovanni Francesco Camocio (1501-1575), "Isole famose, porti, fortezze e terre marittime" (1574). La rappresentazione prospettica, pur idealizzata, inserisce *Croia* tra le principali fortificazioni cristiane ottomane del XVI secolo, riflettendo la percezione rinascimentale del suo valore difensivo. L'assetto fortificato si adatta all'orografia del sito, sfruttando la morfologia del rilievo per potenziare l'efficacia strategica. Il perimetro, che si estende per circa 800 metri su una superficie ellittica, è rinforzato da nove torri di forma e dimensione variabili, distribuite in modo irregolare ma strategico (Karaskaj, 1981). Esse si concentrano nei punti più esposti, come l'ingresso nord-orientale, la sorgente sud-orientale e l'estremità sud-occidentale, mentre i versanti settentrionali ed orientali, naturalmente protetti dalle falesie rocciose, risultano meno fortificati. All'interno del circuito murario si individua un recinto quadrangolare interpretabile come ridotto feudale. Tra gli elementi distintivi del sistema difensivo spicca il sistema idrico autonomo, fondamentale per resistere agli assedi (Adhami, 1971).

La sorgente sotterranea, tuttora attiva, è collocata ai piedi della parete orientale e protetta da mura e torri secondarie, mentre all'interno del recinto sono presenti pozzi e una cisterna cilindrica, situata alla base di una torre e collegata a un corridoio voltato che ne garantisce l'accessibilità anche durante periodi prolungati di isolamento.

2.2. Trasformazioni storiche e restauri moderni

I parametri murari attestano almeno tre fasi costruttive principali: una tardoantica (V-VI secolo), corrispondente all'impianto originario; una medievale, legata all'epoca di massima centralità politico-militare sotto Scanderbeg; e una ottomana, in cui prevalgono interventi di rifunzionalizzazione militare e trasformazioni funzionali degli spazi interni per esigenze logistiche e residenziali.



Fig. 4- Contesto planimetrico del *castrum* di Kruja, Albania (elaborazione grafica di Angelo De Cicco)

A queste si aggiungono i lavori successivi al sisma del 1617 e i rimaneggiamenti ottocenteschi in epoca ottomana, documentati da Theodor Anton max Ippen (1861-1835), hanno reso più complessa l'interpretazione stratigrafica e tipologica del complesso (Ippen, 1907). Gli scavi e gli interventi di restauro avviati a partire dagli anni Sessanta, nel quadro della musealizzazione socialista, hanno messo in evidenza elementi di particolare rilievo, tra cui i bagni a tecnica bizantina, la Torre dell'Orologio e i resti di una chiesa paleocristiana situata nel punto più elevato del castello (Frashëri, 2014). Queste testimonianze, integrate con la documentazione storica e con l'analisi morfologica, confermano la continuità d'uso e la capacità di adattamento del complesso, rendendo Kruja un caso esemplare dell'evoluzione architettonica fortificata in Albania.

3. Metodologia di rilievo e acquisizione digitale

La documentazione del Castello di Kruja è stata avviata con l'obiettivo di costituire una base conoscitiva solida, utile alla definizione di strategie di tutela, valorizzazione e divulgazione digitale. Il rilievo del recinto fortificato è stato condotto attraverso un sistema integrato che ha combinato tecniche fotogrammetriche terrestri e aeree con acquisizioni tridimensionali basate su sensori LiDAR, così da ottenere una rappresentazione geometrica accurata, tridimensionale e georeferenziata del sito. La campagna terrestre è stata eseguita mediante una fotocamera Canon EOS 1300D, utilizzata secondo schemi di presa convergente e parallela all'interno dei vani accessibili. Parallelamente, è stato condotto un rilievo aereo con un drone DJI Mini 4 Pro (<250g), dotato di sensore CMOS da 1/13" e in grado di acquisire immagini fino a 48 MP.

I piani di volo, pianificati tramite software di controllo dedicato, hanno previsto traiettorie a griglia e orbitali a diverse quote, così da garantire una copertura fotogrammetrica omogenea dell'intero promontorio roccioso, delle strutture emergenti e dei percorsi di crinale. Particolare attenzione è stata riservata all'area sommitale, dove si conservano i resti della chiesa del XV secolo, nota come chiesa di Scanderbeg, edificata su una fondazione paleocristiana riportata in luce dagli scavi di fine Novecento. Per la documentazione di questa struttura è stato impiegato un sistema LiDAR tramite iPhone 13

Pro max con l'applicazione Polycam, particolarmente efficace nell'acquisizione di superfici complesse, irregolari o in ombra, difficilmente rilevabili con tecniche fotogrammetriche convenzionali (Askar, Sternberg, 2024).



Fig. 5- Nuvola di punti densa con camere (elaborazioni e restituzione grafica di Angelo De Cicco)

3.1. Elaborazione e risultati del modello digitale

I dataset acquisiti con fotocamera Canon EOS 1300D e drone DJI Mini 4 Pro sono stati successivamente elaborati nel software Agisoft Metashape, che ha consentito di generare nuvole di punti ad alta densità trasformate in modelli tridimensionali texturizzati, ortofoto, sezioni verticali e piante quotate (Remondino, 2011). I dati acquisiti tramite iPhone 13 Pro Max, invece, sono stati elaborati nell'applicazione Polycam, che dispone di un sistema di processamento integrato e ottimizzato per la restituzione di superfici complesse e irregolari. La costruzione del modello digitale tridimensionale si è basata su questa fase preliminare di rilievo reality-based, che ha permesso l'acquisizione di nuvole di punti ad alta densità, capaci di restituire con elevata precisione la geometria degli spazi e, in alcuni casi, anche le caratteristiche materiche e superficiali degli elementi architettonici. La nuvola di punti costituisce in questo senso la matrice informativa originaria del modello, ovvero una base spaziale grezza e ricca di dati che necessita di successive operazioni di selezione, interpretazione e modellazione. L'elaborazione ha restituito un modello in grado di rappresentare con chiarezza l'articolazione planimetrica e altimetrica dell'impianto fortificato, consentendo di riconoscere l'impianto ellittico del castello, l'andamento spezzato delle mura perimetrali, la disposizione strategica delle torri e i rapporti topografici con il contesto urbano e naturale. L'integrazione dei rilievi ha inoltre evidenziato differenze nelle fasi costruttive, nelle tecniche murarie e nei segni di riuso funzionale, oltre a fenomeni di degrado strutturale (Remondino, Fraser, 2010). L'area della chiesa paleocristiana ha offerto risultati particolarmente significativi: i dati LiDAR hanno permesso di riconoscere la conformazione di un'aula absidata orientata liturgicamente, probabilmente databile tra il V e il VII secolo d.C., confermando la presenza di un insediamento culturale in età tardoantica.



Fig. 6- Mesh texturizzata del lato nord-ovest del Castello di Kruja con individuazione dei capisaldi (elaborazioni e restituzione grafica di Angelo De Cicco)

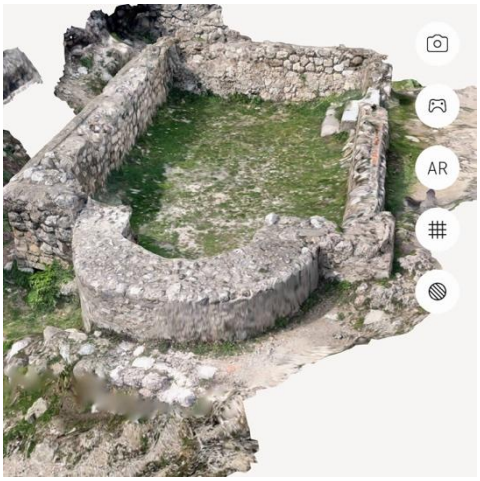


Fig. 7- Rilievo di dettaglio con metodologia LiDAR mediante app Polycam: resti della chiesa dedicata a Skanderbeg (elaborazioni e restituzione grafica di Angelo De Cicco)

3.2. Pubblicazione e fruizione interattiva

I modelli tridimensionali texturizzati, derivati dalle nuvole di punti, sono stati pubblicati sulla piattaforma Sketchfab per favorire una fruizione aperta, immersiva e multidisciplinare del patrimonio documentato. Tale scelta risponde a una strategia di digitalizzazione orientata alla condivisione scientifica e alla diffusione culturale, superando la dimensione statica della restituzione grafica e aprendo nuove prospettive di accessibilità, trasparenza e riuso dei contenuti.

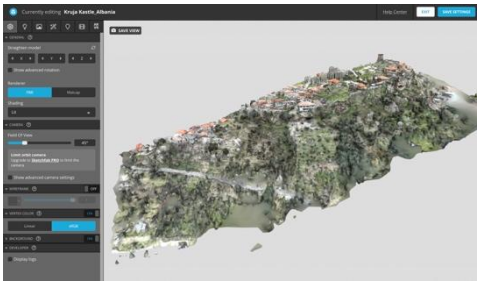


Fig. 8- Schermata delle opzioni di rendering 3D applicate al modello su Sketchfab (elaborazioni e restituzione grafica di Angelo De Cicco)

Attraverso Sketchfab, i modelli 3D possono essere esplorati in tempo reale, annotati, integrati in ambienti web o interfacce museali, e visualizzati su dispositivi mobili o sistemi di realtà aumentata e virtuale.

In questo modo, studiosi e professionisti possono condurre analisi metriche e morfologiche a distanza, mentre un pubblico più ampio può interagire con contenuti ad alto valore culturale in una logica di divulgazione inclusiva e transdisciplinare. L'integrazione dei modelli in piattaforme HBIM (Heritage Building Information Modeling) o in ambienti GIS 3D rappresenta inoltre un'opportunità per la gestione sostenibile del costruito storico, supportando strategie conservative, piani di manutenzione e ricostruzioni virtuali delle fasi perdute.

La pubblicazione sulla piattaforma online Sketchfab non si limita dunque a una funzione espositiva, ma costituisce un vero e proprio nodo di accesso alle conoscenze acquisite, in grado di facilitare la cooperazione scientifica e istituzionale a livello locale e internazionale.

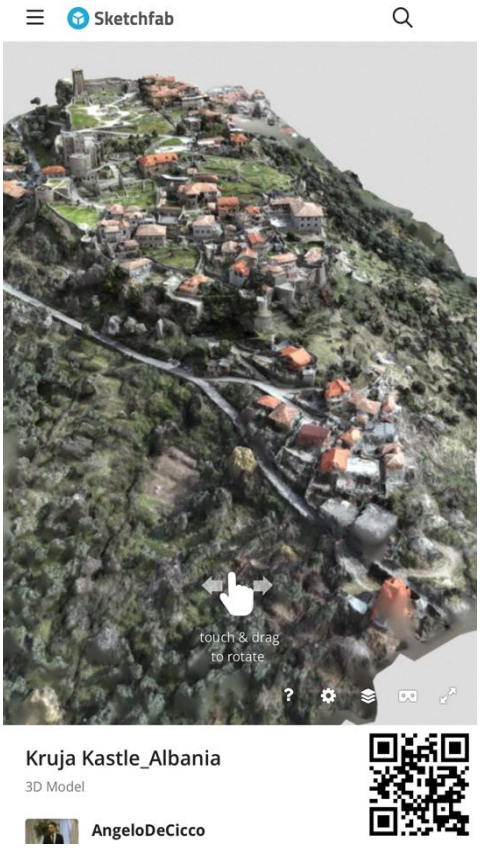


Fig. 9- Navigazione del modello mesh texturizzato da cellulare e Qr code del modello caricato su Sketchfab (elaborazioni e restituzione grafica di Angelo De Cicco)

4. Conclusioni

L'indagine condotta sul Castello di Kruja dimostra come l'integrazione tra metodologie tradizionali e strumenti digitali di ultima generazione rappresenti oggi una via imprescindibile per la conoscenza, la tutela e la valorizzazione del patrimonio architettonico. L'uso combinato di rilievo fotogrammetrico terrestre e aereo, tecnologie LiDAR e software di modellazione tridimensionale ha permesso di colmare un vuoto documentale pluridecennale, restituendo una rappresentazione scientificamente fondata, verificabile e condivisibile del sito.

L'integrazione tra fonti storiche, analisi architettoniche e rilievi metrici ha delineato un quadro stratificato e complesso della genesi, delle trasformazioni e delle preesistenze costruttive del complesso, valorizzando anche le porzioni più compromesse o meno leggibili. La pubblicazione dei modelli digitali su piattaforme come Sketchfab rende i dati accessibili non solo alla comunità scientifica internazionale, ma anche a un pubblico più ampio, contribuendo a una trasmissione più consapevole della memoria storica e identitaria albanese. Il Castello di Kruja si impone così non solo come simbolo della resistenza storica dei Balcani, ma anche come modello operativo per interventi futuri su architetture fortificate analoghe. Si configura come un laboratorio a cielo aperto, in cui il rilievo diventa strumento di conoscenza, la modellazione dispositivo critico e la digitalizzazione atto politico e culturale, proiettato verso una conservazione attiva e partecipata.



Fig. 10- Vista esterna del Museo di Skanderbeg (elaborazioni e restituzione grafica di Angelo De Cicco)

Bibliografia

Badhami, S. (1971) Gjurmime rreth themelimit dhe rindërtimeve kryesore të kalasë së Krujës. *Monumentet*, 1, pp. 87–101.

Apollonio, F. I., Gaiani, M. & Sun, Z. (2013) 3D modeling and data enrichment in digital reconstruction of architectural heritage. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5/W2, pp. 43–48.

Askar, C. & Sternberg, H. (2024) Use of smartphone LiDAR technology for low-cost 3D building documentation with iPhone 13 Pro: A comparative analysis of mobile scanning applications. *Geomatics*, pp. 563–579.

Demi, M. (1998) *Kruja në shekuj.* Tirana, Toena.

Docci, M. and Maestri, D. (2020) *Manuale di rilevamento architettonico e urbano.* Roma, Editori Laterza.

Frashëri, A. & Frashëri, N. (2014) *Frashëri në historinë e Shqipërisë.* Tiranë, Print-AL.

Frashëri, K. (2002) *Gjergj Kastrioti Skënderbeu: jeta dhe vepra.* Tiranë, Botimet Toena.

Ippen, T. A. (1907) *Skutari und die nordalbanische Küstenebene.* Sarajevo, D. A. Kajon.

Jireček, K. (1879) *Die Handelsstrassen und Bergwerke von Serbien und Bosnien während des Mittelalters. Historisch-geographische Studien.* Boemia, Verlag der königlich-böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften.

Karaiskaj, G. (1976) Problemi i restaurimit të oborrit të fortifikuar të kalasë së Krujës. *Monumentet*, 12, pp. 65–74.

Karaiskaj, G. (1981) *Pesë mijë vjet fortifikime në Shqipëri (5000 vjet fortifikime në Shqipëri).* Tiranë, 8 Nëntori.

Kiel, M. (2013) *Studies on the Ottoman architecture of the Balkans.* Great Yarmouth, Norfolk, Galliard Ltd, Variorum.

Meksi, A. (2004) *Arkitektura e kishave të Shqipërisë (Shekujt VII–XV).* Tiranë, Shtëpia Botuese UEGEN.

Remondino, F. (2011) Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning. *Remote Sensing*, 3(6), pp. 1104–1138.

Remondino, F. & Fraser, C. (2010) Digital camera calibration methods: Considerations and comparisons. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65, pp. 266–272.
Suflay, M. (1925) *Srbi i Arbanasi: njihova simbioza u srednjem vijeku.* Zagreb, Naučna knjiga.
Von Hahn, J. G. (1854) *Albanesische Studien.* Jena, Friedrich Mauke.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21482

Monastic Fortifications in the Judean Desert (*al-Barriyya*): 3D geo-mapping and Virtual Heritage for the assessment of dynamic heritage values

Raffaella De Marco[a]
[a] University of Pavia, Pavia, Italy, e-mail: raffaella.demarco@unipv.it

How to cite: De Marco, R. (2026). Monastic Fortifications in the Judean Desert (al-Barriyya): 3D geo-mapping and Virtual Heritage for the assessment of dynamic heritage values. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21482

Abstract

The fortified monastic complexes of the Judean Desert (*al-Barriyya*), east of Jerusalem, represent a distinctive heritage ecosystem of spiritual, architectural, and defensive significance. Established between the 5th and 12th centuries, these monasteries developed from cenobitic foundations into fortified structures integrating religious, symbolic, and military roles. This research applies UAV-based 3D photogrammetry, geo-mapping, and archival analysis, with case studies at the complexes of Mar Saba and St. Theodosius, to investigate architectural stratification and fortification logics over time. It reveals layered transformations and evolving heritage values shaped by the interplay between sacred functions and the contemporary challenges of regional memory erosion and restricted accessibility. The study employs a Multi-Attribute Values (MAV) framework to assess value transformation, balancing theoretical models with community-based perspectives, while addressing challenges of defensive heritage coexistence within the spiritual address, accessibility and intergenerational significance within the current geopolitical constraints. By developing Virtual Heritage environments and interpretative visualisations, the project advances documentation and conservation strategies. It repositions al-Barriyya's monasteries not only as religious landmarks but as carriers of cultural resilience, offering insights for the valorisation of clustered and fragile heritage landscapes within present geo-political frameworks.

Keywords: monastic fortifications, 3D geo-mapping, multi-attribute values, clustered heritage.

1. Introduction

The fortified monastic complexes of the Judean Desert ('al-Barriyya'), located east of Jerusalem and extending towards the Dead Sea, form a distinctive ecosystem of spiritual architecture and defensive heritage (1). Established between the 5th and 12th centuries, these sites were settled by religious communities that evolved from cenobitic and semi-eremitic foundations into fortified citadels (Norris, 1950). Their architecture reflects a constant negotiation between seclusion and

BY-NC-SA

defence, between ascetic withdrawal and the need to endure in a contested frontier landscape (McCray, 2020). This phenomenon resonates with a wider cultural panorama in which instability and insecurity generated fortified religious typologies across regions: from the fortified churches of Bohemia and the Balkans, to North African monasteries and the temple-fortresses of India and Japan (Harrison, 2004; Margreiter, 2025).

The Judean Desert represents the historical heartland of the Abrahamic religions. It covers the arid area east of the mountain strip through Jerusalem, Bethlehem, and Hebron/Al-Khalil, associated with the journeys of Abraham and later with Jewish, Christian, and Islamic pilgrimages. Shrines, monasteries, and devotional sites punctuate this cultural route (Conder & Kitchener, 1880). Known in Arabic as 'al-Barriyya' (البرّية), literally 'the wilderness', the desert held a specific resonance in monastic literature as a barren space deliberately chosen for radical asceticism, where the struggle for survival became a spiritual discipline, an aspiration to "inhabit the uninhabitable" (Szepesi, 2020 p.233). These dual identities, monastic and vernacular, framed the desert as both threatening and sanctified, motivating the fortification of monastic sites (Ryrie, 2011).

The defensive character of the monasteries was rooted in their landscape settings (Hirschfeld, 2006). Remote cliffs, elevated plateaus, and steep wadi slopes, such as those of Wadi an-Nar/Kidron Valley and Wadi Qelt, provided natural barriers and vantage points. Water was secured through springs, seasonal wadis, cisterns, and small hydraulic works, ensuring autonomy. Labyrinthine circulation, compartmentalised plans, and controlled gateways embedded seclusion and security into their spatial design.

Historical conflicts further reinforced this fortified logic (Patrich, 2007). The Persian invasion of 614 AD devastated many monasteries, exposing their vulnerability (2). In response, communities consolidated defensive walls, towers, and watch-points, tightening access and strengthening enclosures. During the Crusader period, hybrid forms of sacred architecture were shaped, combining monastic spaces with military pragmatism (Pringle, 2023). These monasteries were also integrated within broader territorial and cultural networks. Located along pilgrimage routes, they functioned as stations of hospitality, protecting travellers while acting as spiritual outposts connected with Egyptian, Cappadocian, and Syriac traditions. Their cultural production circulated across the Mediterranean, embedding the desert's monastic heritage within a transcultural memory (Patrich, 2004). From the late 18th and 19th centuries, travellers and orientalists fixed their image as 'fortresses of faith', romanticising and documenting them as monumental bastions rising from the wilderness[3].

In the present day, the fortified monastic landscape is fractured by geopolitical barriers in the West Bank, restricting access for pilgrims and local communities. While the monasteries remain active enclaves of spiritual continuity, their historic resilience contrasts with their contemporary vulnerability as contested heritage sites in an interreligious cluster (Salsano, 2025). They endure as citadels of memory, embodying ascetic seclusion and defensive necessity, yet the ecosystemic unity that once sustained them has largely been lost.

2. The 'fortification' of desert monasteries

Two main typologies of monastic settlement shaped the fortified landscape of the Judean Desert: the *cenobium* and the *laurae*. The *cenobium* (from the Greek *koinóbion*, 'common life') represented the communal model, organised as compact, enclosed complexes with a church, refectory, dormitories, water sources, and spaces for hospitality. Fortification was integral to its design, with perimeter walls, controlled gateways, and defensive enclosures ensuring protection for monks and pilgrims. The *laurae* (from the Greek *laúra*, 'path' or 'alley') embodied a semi-eremitic model, where monks lived in dispersed caves or cells along desert wadis, gathering only for liturgy in a central church. Natural cliffs and deep valleys offered some defence, but the scattered layout left individuals vulnerable. Over time, *laurae* evolved into fortified citadels with towers, walls, and terraces, consolidating isolation into a form of collective protection.

Despite structural differences, both models addressed the same needs: survival and seclusion within a hostile environment. Natural obstacles were adapted into defensive assets, while fortification strategies (boundaries, gateways, and compartmentalised spaces) ensured security. In this way, *cenobium* and *laurae* developed into hybrid typologies where religious architecture was

translated into the language of fortified outposts. Within this ecosystem, St. Theodosius and Mar Saba exemplify the evolution of religious settlements into defensive architectures. As monastic fortresses, they embody the challenges of isolation and the necessity of defence, while also expressing enduring cultural values tied to sacred geography, resilience, and memory. Together, they illustrate the wider heritage significance and vulnerability of fortified monasticism in 'al-Barriyya'.

2.1. Monastery of St. Theodosius: a watchpoint over the Kidron Valley

Founded in the 5th century by St. Theodosius the Cenobiarch, this monastery is among the earliest cenobitic foundations of the Judean Desert. Built on an elevated cliff overlooking the Kidron Valley and Jerusalem to the west, it developed a dual role as a centre of hospitality and as a defensive watchpoint (Fig.1). By the early 12th century, the monastery is described as enclosed by walls, attesting to its fortified character within a frontier landscape (Daniel, 1895).

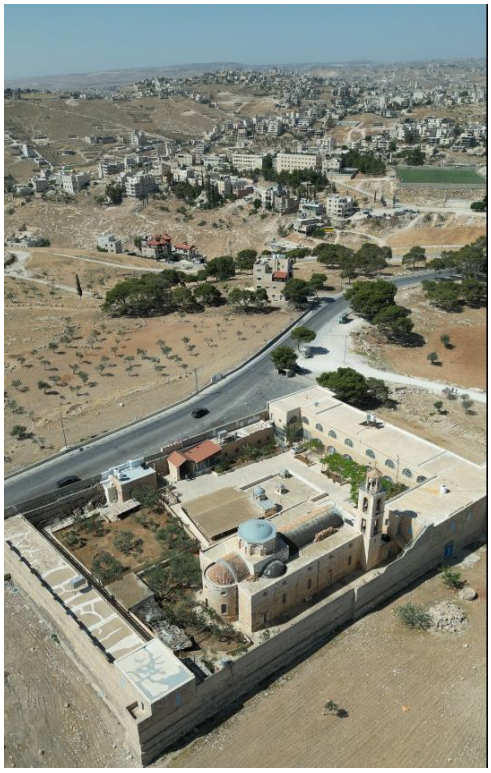


Fig. 1- Monastery of St. Theodosius, aerial view within Ubeidiya (© De Marco, 2023)

Like other desert monasteries, St. Theodosius endured cycles of destruction, abandonment, and reconstruction. The Persian invasion of 614 devastated the site, and later centuries brought further decline. Rebuilt in the late 19th and early 20th centuries, the complex incorporated vestiges of its earlier fortifications. Today, though much of its medieval fabric has been lost or absorbed, the monastery retains the aspect of a walled compound. The main courtyard contains the modern church and living quarters, while beneath the plateau extends an extensive network of caves, adapted into chapels and cells. Ventilation towers mark these underground sanctuaries, linked to archaeological remains within the enclosure. Its evolution illustrates the cenobitic need for enclosure and defence, especially of the sacred caves, traditionally associated with the rest of the Three Magi. Now active in the Greek Orthodox tradition, the monastery persists as a site of spiritual continuity yet remains fragile within the restricted geopolitical context of al-Ubeidiya in the West Bank.

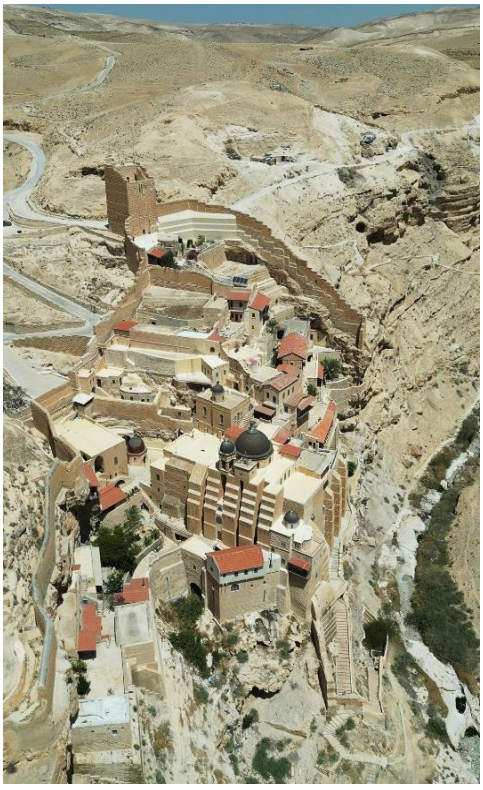


Fig. 2- Monastery of Mar Saba, aerial view on the canyon of Wadi an-Nar (© De Marco, 2023)

2.2. Monastery of Mar Saba: a Fortified Desert Stronghold

Founded in 483 by St. Sabbas, the Monastery of Mar Saba is the most emblematic *laurae* complex of the Judean Desert. Built on the rocky cliffs of Wadi an-Nar, in continuation of the canyon from St. Theodosius, it exploited topographic features for defence: its vertical organisation along the slope renders two-thirds of its boundaries inaccessible (Fig. 2). Entry is possible only from the western plateau, where two gate towers and a fortified wall guard the approach. The Justinian Tower (18 m), erected in the 6th century, functioned as an observation point, while the Women's Tower, built in the 17th century, offered the only space accessible to women. The defensive wall, linked to the Justinian Tower and enclosing the monastery on two sides, is largely attributed to the Crusader period (11th–13th century) with major reconstruction in the 19th century supported by the Russian Church.

From its origins as a dispersed *laurae*, Mar Saba gradually consolidated into a fortified citadel. Communal spaces formed the core, while monks' cells remained scattered across the opposite slope. By the Crusader era, defensive structures were further reinforced, and the complex expanded into churches, stairways, courtyards, and service facilities organised across multiple levels of the wadi. The main churches, the Church of the Annunciation, housing the relics of St Sabbas (returned in 1965), and the Church of St Nicholas, embedded in the founder's cave, rise on massive buttresses above the wadi, without lateral access. A sophisticated hydraulic system of cisterns and conduits secured water.

Despite earthquake damage, notably in 1893, successive restorations preserved its dual identity as spiritual centre and defensive outpost. Today, Mar Saba remains active within Greek Orthodox tradition, following strict liturgical practices and gender restrictions (Bournelis & Ganson, 2018; Hay, 1996). It exemplifies the resilience and fragility of fortified monastic heritage in the contested landscape of the West Bank.

3. Research Framework and Objectives

The research framework highlights the dual nature of monastic complexes in the desert of 'al-Barriyya', as simultaneous centres of spirituality, asceticism, and community life, and fortified architectures of defence embedded in the desert landscape and the history of the Middle East. This duality generates exceptional cultural value but also exposes the sites to a profound crisis of recognition and conservation. Once active nodes in religious routes and pilgrimage networks, these monasteries have to face a territorial recontextualization by geopolitical barriers, infrastructural gaps, and diminished living heritage practices (Saifi et al., 2021).

Their cultural significance, once defined by spiritual connectivity, is increasingly altered: on one side, their network is fragmented both in a territorial and interpretative way; on the other, the policies of territorial management, including building saturation in bordering urban areas and the infrastructural neglect of the desert compound (OCHA, 2019).

In this way, standardised practices of heritage valuation fail to apply in conceiving the significance of the sites in their cultural complexity and within their route of monasteries and religious sanctuaries that once extended between Jerusalem and the Dead Sea (Poulios, 2010; Shehada, 2023).

These sites are still perceived in a frozen visibility given through the European aesthetic vision built in the 19th century (Nassar, 2006; Khalidi & Tamari, 2020), while in the present, they are left suspended between global narratives and local disengagement, and their network suffers from neglect, including the awareness of ruined sites on the route (such as Hyrcania and the Monastery of Scholarius (4)).

On this background, the research poses a central question: how can the fortified monasteries in 'al-Barriyya' be valorised and narratively engaged as part of the region's cultural heritage, despite conditions of geopolitical fragmentation and loss of cultural routes? Two objectives are proposed:

1. To conduct a geo-localisation action integrating site documentation (architectural, archaeological, archival, and community-based) with heritage value assessment, associating attributes and values with spatial data. Through digital geo-mapping and 3D database construction, this framework will enable the extraction and analysis of information, making the heritage of fortified monasteries updated in terms of cultural change, social impact, and the current conditions of geopolitical fragmentation (Volzone et al., 2022).

2. To virtually reconnect the territorial network of monasteries and fortified sites between Jerusalem and the Dead Sea, integrating architectural documentation with historical narratives, visual archives, and community-based interpretations, to highlight both legacies, discontinuities and overlapping narratives within the clustered heritage context (De Marco, forthcoming).

By pursuing them, the research seeks not only to document but to reposition these monasteries within the debate on fortified architecture, heritage values, and the challenges of safeguarding cultural routes in contexts of crisis.

4. Methodological application

The research combined heritage digitisation with the social and humanistic practice of value assessment. This integration allowed both the 3D digital survey of architectural heritage and the critical reflection on its cultural meanings attributed. In particular, the study reconsiders the limitations of standardised value typologies for an updated framework of cultural interpretation, connecting material evidence with evolving perceptions, community engagement, and heritage values, supported in its visual basis and application by digital tools of 3D geo-mapping.

4.1. 3D digitalisation and geo-mapping

The digitisation process was based on on-site 3D survey campaigns using terrestrial photogrammetry and ultra-light UAV image acquisition, planned in compliance with safety and regulatory constraints of the sensitive geopolitical context. Acquisition parameters ensured a minimum Ground Sampling Distance (GSD) of 2.13 cm/pixel, with an additional 300–500 m buffer zone to capture contextual data for territorial analysis.

The imagery was processed through structure-from-motion (SfM) workflows, producing georeferenced 3D datasets as dense point clouds with RGB attributes and textured mesh models (Fig. 3). These outputs were formatted as '3D Object feature classes/Multipatch' entities within a geodatabase, enabling multi-scale analysis.

Local/architectural scale: the datasets supported examination of structural blocks, masonry techniques, and architectural features. This facilitated classification of spaces in relation to historical descriptions and the alignment of geometric models with archival cartographic and photographic material for diachronic comparison.

Contextual/territorial scale: georeferencing enabled integration with GIS platforms, linking the 3D models to spatial datasets and humanitarian information. The 3D outputs were combined with semi-automated terrain and urban modelling derived from satellite sources (Autodesk Infraworks), then integrated to reconstruct topographic and volumetric context (ArcGIS Pro).

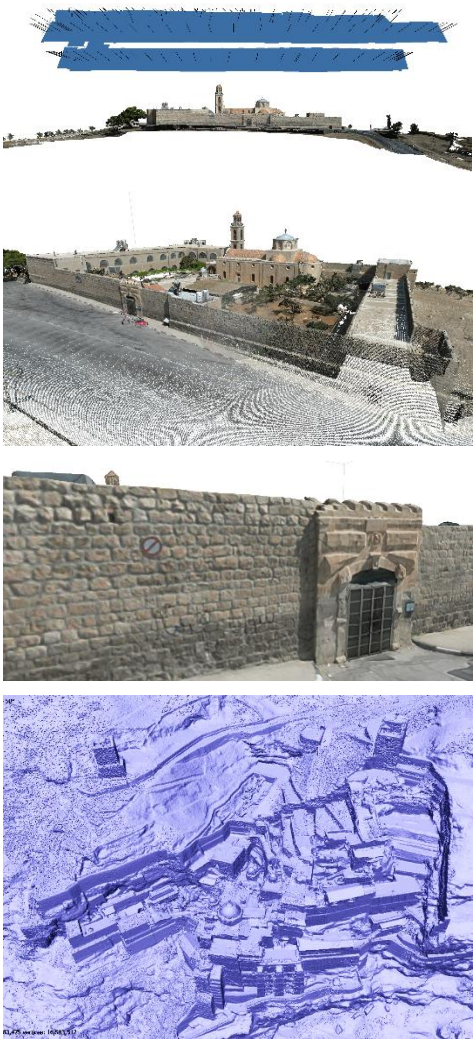


Fig. 3- Datasets structures, morphometric and material data quality for the analysis of the architectural scale of sites (© De Marco, 2023)

4.2. Information structuring of value attributes

The analysis of evolving heritage values was framed within a critical reflection on the revision of standardised assessment processes. This is particularly relevant in contexts of clustered heritage (De Marco, forthcoming), where forced community aggregation and shifting geopolitical dynamics render valorisation more sensitive and complex than in consolidated heritage practices. Clustering drivers such as spatial compression, displacement, and overlapping narratives decisively reshape value categorisations.

The difficulty of assigning fixed typologies (such as 'historical', 'spiritual', 'communal', or 'contextual') emerges clearly from the shifting meanings attributed to sites over centuries, especially in the 20th century. Thus, the study employed a Multi-Attribute Values (MAVs) model (De Marco & Parowicz, 2025), isolating properties and qualities essential to each value category. This enables values to be qualified with greater clarity, reflecting the layered cultural, spiritual, and geopolitical dimensions of heritage.

Attributes were identified through an interdisciplinary perspective (architecture, sociology, economics, archaeology) (Fig. 4) and applied to the fortified monastic heritage at multiple scales: architectural, territorial, social, humanitarian, and geopolitical. These were embedded into GIS information layers to structure the underlying database and its interactive 3D query environment.

	HISTORICAL	SYMBOLIC	SPIRITUAL
ARCHITECTURE	spirit / essence markers / traces development / layering	meaningful association collective tie dynamic self-conception	sacred spaces embodying tranquillity
ECONOMY	long-term past representation non-reproducible	distinctiveness accumulation stability	inherent worth non-materiality embedded importance
ARCHAEOLOGY	dynamic understanding living objects shared remains	distinction transmission resonance	practices belief systems cosmologies
SOCIOLOGY	document / witness connection intersection	status focalisation anchoring	traditions attachment religion

Fig. 4- Multi-Attributed Values List for query (© De Marco & Parowicz, 2025)

The integration of value assessment into the geospatial model generated interpretative maps and a flexible 3D interactive system. Rather than producing static outputs, the platform enables attributes to be explored and cross-compared from humanitarian, religious, heritage, or touristic perspectives. This transforms GIS into a dynamic interpretative tool, supporting decision-making in contexts of cultural complexity and geopolitical crisis, and strengthening its role as a framework for heritage management (Fig. 5).

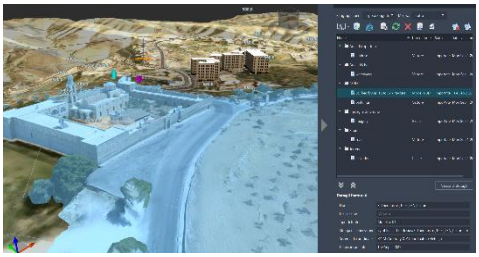


Fig. 5- Information enrichment and territorial parametrisation of the sites and contexts

5. Discussion and Future Developments

Fortified monasteries in al-Barriyya once formed a dense network of religious and defensive sites, linking Jerusalem with the Dead Sea through routes of pilgrimage, hospitality, and protection. This network has now been fragmented by checkpoints, barriers, and infrastructural ruptures that undermine cultural interdependency and diminish both accessibility and resonance as part of a living territorial system. Through 3D photogrammetric survey and a georeferenced database, the project has demonstrated how virtual mapping can reconstruct this lost connectivity. By integrating architectural documentation with territorial modelling, the monasteries have been digitally repositioned within a cultural route, where discontinuities are made visible as interpretative layers informed by humanitarian perspectives. The same ruptures are presented as critical elements of the heritage narrative, revealing how political and social pressures reshape perception and access.

Fortified heritage presents particular challenges. These monasteries were not conceived as military strongholds but as spiritual refuges, their defensive features adapted to isolated monastic life. Their typological ambiguity as monasteries-fortresses places at the margins of conventional heritage categories. Isolation, core for asceticism, now hinders management and awareness, while fortifications designed for defence against raids are neglected and stripped of meaning in the absence of their original function.

Their monastic identity adds further complexity. These sites remain sanctuaries, some active and governed by strict rules, embodying both defensive pragmatism and symbolic gestures towards the divine. Intangible values embedded in their architecture resist standardised assessments, complicating community perception and conservation strategies. Their hybridity as monastery-fortresses thus defines their fragility, raising questions about whether they should be interpreted as bastions, sanctuaries, or both, and how they should be situated within present geopolitical narratives. To address this complexity, the research employs the Multi-Attribute Values (MAVs) framework, associating architectural, social, and geopolitical attributes with GIS-based data. This enables a critical evaluation of layered values and integrates them into a digital interpretative platform. The project has already advanced to the development of Virtual Heritage environments, designed for documentation and dissemination, but also as foundations for community engagement.

Future work will employ these environments to include participatory assessments, integrating local and international perspectives into the digital knowledge system. In this way, Virtual Heritage becomes not only a technological tool but also a methodological bridge, reintroducing social participation into heritage evaluation. By combining digital documentation, value assessment, and participatory engagement, the research repositions the fortified monasteries of 'al-Barriyya' as resilient heritage nodes within clustered contexts. Their reintegration into a digitally reconstructed cultural route offers a framework for critical preservation, community-based valorisation, and informed decision-making in fragile geopolitical environments.

Acknowledgement

The research activity is developed under the project funded by the European Commission "MOEBHIOS - Multi-attribute values' OntologiEs to improve Built Heritage InformatiOn assessment in cluStered territories" (Project No. 101064433). This project has received funding from the European Union's Horizon Europe research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie Project No. 101064433. Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Commission. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

This paper reflects the author's original conceptual framework, literature review, and argumentation. Generative artificial intelligence (ChatGPT by OpenAI) was used to assist with clarity of expression, linguistic refinement, and structural coherence.

The author critically guided and reviewed all content generated in this process, and remains solely responsible for the intellectual substance, theoretical design, and interpretation of the material.

Notes

(1) The area "*El-Barriyah: wilderness with monasteries*" was added by the Ministry of Tourism and Antiquities of the State of Palestine to UNESCO's Tentative List on 2 April 2012. The nomination of Judaean Desert's combined cultural and natural attributes, requiring further documentation for a full WH submission.

(2) Many monasteries of the region were hardly attacked by the Persian army, and the monastic orders were decimated. In many of the sites, still today, it is possible to perceive the tragedy from the collection of human remains and skulls of the victims into chapels or commemorative halls, such as at the Monastery of St. George in Wadi Qelt and the Monastery of St. Saba.

(3) Cultural productions documenting the fortified monasteries have been developed internationally, as David Roberts's lithographs (1838–1839), Félix Bonfils's photographs (1870s–1880s), and the writings of Gertrude Bell (1890s–early 1900s) and many Russian pilgrims (from the late 18th century, with mass pilgrimages organised by the Imperial Orthodox Palestine Society founded in 1882). Their travel notebooks and visual records serve as parallel archives, complementing present surveys and revealing how heritage perception and conservation have been shaped over time.

(4) The ruins of Hyrcania (*Khirbet Mird*) were originally a fortress of Herod the Great, later adopted by St. Sabbas as a secondary monastery only 3 km from Mar Saba. Accessible only through a desert path, it demonstrates the layered history of fortification and monastic reuse. At Hyrcania, remains of walls, cisterns, chamber-tombs, and fragments of Byzantine mosaics are still visible, while the faint ruins of the Monastery of Scholarius (6th century CE) further mark the historic route between the two sites.

References

Bournelis, S. & Ganson, N. (2018) *Sabaite Monasticism and its contributions to the ecclesiastical and civil communities of the Byzantine Empire*. Doctoral seminar paper, History of Orthodox Monasticism.

Conder, C. R. & Kitchener, H. H. (1880) *Map of Western Palestine in 26 sheets from surveys conducted for the Committee of the Palestine Exploration Fund*. London, Ordnance Survey Office.

Daniel, Abbot. (1895) *Pilgrimage of the Russian Abbot Daniel in the Holy Land (1106–1107 A.D.)*. Translated by C. W. Wilson. London, Hakluyt Society.

De Marco, R. (forthcoming) Clustered heritage: Architecture, visuality and values within communities' aggregation. In: Saloul, I. & Baillie, B. (eds.) *The Palgrave Encyclopedia of Cultural Heritage and Conflict*. London, Palgrave Macmillan–Springer. In press.

De Marco, R. & Parowicz, I. (2025) Multi-attribute values technical list. *Zenodo*, 6 August 2025. https://doi.org/10.5281/zenodo.16756106 (accessed 9/12/2025).

Harrison, P. (2004) *Castles of God: Fortified religious buildings of the world*. Woodbridge, Boydell Press.

Hay, K. (1996) Impact of St Sabas: The legacy of Palestinian monasticism. *Byzantina Australiensia*, 10, 118–125.

Hirschfeld, Y. (2006) The monasteries of Palestine in the Byzantine period. In: Limor, O. & Stroumsa, G. (eds.) *Christians and Christianity in the Holy Land: From the origins to the Latin Kingdoms*. Turnhout, Brepols, pp. 401–419.

Khalidi, R. & Tamari, S. (eds.) (2020) *The other Jerusalem: Rethinking the history of the sacred city*. Jerusalem, Institute for Palestine Studies & The Khalidi Library.

Margreiter, P. (2025) Church and fortress: Religious buildings within fortifications in Byzantine North Africa. *Frontières. Revue d'archéologie, histoire & histoire de l'art*, (Supplément 3).

McCray, A. (2020) *Between the Judean Desert and Gaza: Asceticism and the monastic communities of Palestine in the sixth century* [PhD thesis]. Baton Rouge, Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College.

Nassar, I. (2006) *European portrayals of Jerusalem: Religious fascinations and colonialist imaginations*. Lewiston, Edwin Mellen Press.

Norris, H. T. (1950) Mediaeval monasteries of eastern Palestine. *Pal.Expl. Quarterly*, 82(1), 31–39.

OCHA – United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. (2019) *Occupied Palestinian Territory: Humanitarian Atlas 2019*. Available at: https://www.unocha.org/publications/report/occupied-palestinian-territory/occupied-palestinian-territory-humanitarian-atlas-2019 (Accessed: 01/09/2025)

Patrich, J. (2004) Monastic landscapes. *Late Antique Archaeology*, 2(1), 411–445.

Patrich, J. (2007) The impact of the Muslim conquest on monasticism in the desert of Jerusalem. In: Moran, S. (ed.) *The impact of the Crusades on the Near East*. Turnhout, Brepols, pp. 279–305.

Poulios, I. (2010) Moving beyond a values-based approach to heritage conservation. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 12(2), 170–185.

Pringle, D. (2023) *Fortification and settlement in Crusader Palestine*. London, Routledge.

Ryrie, A. (2011) *The desert movement: Fresh perspectives on the spirituality of the desert*. Norwich, Hymns Ancient & Modern Ltd.

Salsano, I. (2025). Cultural heritage under siege: Deliberate destruction of Serbian monasteries in Kosovo and its implications for religious freedom. In: Sadowski, M. M., Bonaviri, G. M. & Ceccotti, F. (eds.), *Heritage in War and Peace IV: Selected Strathclyde Papers*. Glasgow, University of Strathclyde Publishing, pp. 191-204. https://doi.org/10.17868/strath.00093375

Saifi, Y., Yüceer, H., & Hürol, Y. (2021). Revisiting the Conditions of Authenticity for Built Heritage in Areas of Conflict. *Heritage*, *4*(2), 811-827. https://doi.org/10.3390/heritage4020045

Shehada, Z. M. (2023) The impact of humanitarian values on the architectural development in the Monastery of Temptation. *European Journal of Architecture and Urban Planning*, 2(4), 15–25.

Szepesi, S. (2020) *Walking Palestine: 25 journeys into the West Bank*. Northampton, Interlink Books.

Volzone, R., Niglio, O. & Becherini, P. (2022) Integration of knowledge-based documentation methodologies and digital information for the study of religious complex heritage sites in the south of Portugal. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 24, e00208.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21483

Eastern Elba: The Birth and Transformations of Portoferraio and Its Military Architecture

Tommaso Empler[a], Adriana Caldarone[a], Pasquale Micelli[a]
Sapienza University of Rome, SDRA, Rome, Italy, tommaso.empler@uniroma1.it, adriana.caldarone@uniroma1.it, pasquale.micelli@uniroma1.it

How to cite: Empler, T., Caldarone, A. & Micelli, P. (2026). Eastern Elba: The Birth and Transformations of Portoferraio and Its Military Architecture. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean,* vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21483

Abstract

Founded in 1548 at the behest of Cosimo I de' Medici, Portoferraio and its surrounding territory underwent a continuous process of military infrastructure renewal from its foundation through World War II. This study addresses the subject from a twofold perspective: on the one hand, it analyzes the different cartographic representation methods adopted over the centuries, highlighting the specific features of Italian and French productions; on the other, by employing well-established integrated methodologies (historical and cartographic research, large-scale data acquisition surveys, thermography, etc.), it reconstructs the transformations over time and translates them into digital models.

Keywords: Elba Island, defensive systems, integrated survey, Portoferraio.

1. Introduzione

L'Isola d'Elba si configura da sempre come uno snodo strategico nel bacino del Mediterraneo: la sua collocazione geografica ha attribuito all'isola un ruolo di crocevia politico, militare ed economico. Tale posizione, unita alla disponibilità di risorse naturali di grande rilevanza ha alimentato nel corso dei secoli un interesse costante da parte delle potenze europee, generando una fitta trama di contese e di progetti difensivi.

All'interno di questo scenario, Portoferraio occupa un posto centrale (Maffei, 1992). Fondata nel 1548 per volontà di Cosimo I de' Medici, la città fu concepita come baluardo strategico contro la minaccia ottomana e le incursioni corsare. Le sue possenti mura cinquecentesche, articolate in un sistema bastionato, hanno ricevuto ampi studi e ricostruzioni (Fig. 1). Molto meno indagata, invece, è la storia del sistema difensivo sviluppatosi al di fuori del perimetro urbano, il cosiddetto sistema del *camp retraché*.

A partire dal 1701, Portoferraio e il suo territorio circostante furono teatro di un costante rinnovamento delle infrastrutture militari. Un arco temporale di circa due secoli e mezzo in cui forti, bastioni, batterie e presidi subiscono continui processi di costruzione, demolizione, abbandono o riconversione, sempre in relazione

BY-NC-SA

al mutare dei contesti storici e geopolitici (Manetti, 1966; Manetti, 1978; Manetti, 1996).

La ricerca che qui si sintetizza ha come obiettivo la ricostruzione organica dell'evoluzione di questo sistema difensivo esterno, attraverso la realizzazione di immagini e modelli tridimensionali, evidenziando le relazioni tra la dimensione architettonica, quella politico-militare, e quella culturale avvalendosi di metodologie interdisciplinari che integrano analisi storica, rilievo geometrico, fotogrammetria e modellazione digitale.



Fig. 1– I confini del territorio intorno a Portoferraio appartenente al Granducato di Toscana. Inizi XVIII secolo (*Fonte: Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio di Roma – ISCAG*).

2. Metodologie della ricerca contemporanea

Lo studio qui proposto deve prendere in considerazione una pluralità di fattori, non limitandosi agli aspetti architettonico-formali, ma includendo quelli di natura geologica, orografico-morfologica, vegetazionale, materica e tecnico-costruttiva, nonché le componenti di carattere politico, militare e strategico proprie di ciascun elemento analizzato.

In questa prospettiva, la ricerca si articola secondo la seguente metodologia operativa:

- Analisi documentaria preliminare, mediante l'esame delle fonti archivistiche e bibliografiche per avere una disamina storica degli eventi;
- Raccolta e confronto di fonti iconografiche, attraverso il reperimento di cartografie storiche paesaggistiche, comprendenti mappe, indicazioni progettuali, elaborati grafici;
- Rilievo integrato del sito, condotto mediante tecniche di acquisizione massiva (laser scanner, fotogrammetria aerea da drone con georeferenziazione, dati geografici e satellitari) a cui si integra termografia aerea, utile per individuare manufatti celati dalla vegetazione;
- Elaborazione dei dati territoriali, attraverso l'importazione di informazioni geografiche e topografiche in un ambiente di modellazione tridimensionale dedicato, con conseguente ricostruzione digitale a scala territoriale;
- Modellazione tridimensionale a scala architettonica delle singole strutture, elaborata a partire dai dati di rilievo e dalle planimetrie storiche eventualmente reperite negli archivi.

Il presente contributo si concentra sulle prime due fasi, ovvero il confronto tra le fonti bibliografiche e quelle iconografiche e sulla presentazione di un prototipo per la ricostruzione tridimensionale. Dall'analisi della ricerca iconografica si evidenzia una grande varietà di modalità rappresentative, influenzate dai codici figurativi e dalle tecniche grafiche in uso: dal disegno prospettico alle proiezioni ortogonali di matrice mongiana, la rappresentazione, specie quella cartografica, diventa strumento fondamentale per leggere le trasformazioni del paesaggio militare. L'esame della cartografia storica viene, quindi, qui supportato dall'impiego di strumenti digitali e metodologie di analisi geospaziale, consentendo di indagare i processi di trasformazione urbana e territoriale che hanno interessato le trasformazioni avvenute al di fuori del perimetro urbano di Portoferraio.

3. Portoferraio tra XVIII e XIX secolo: continuità e trasformazioni

Nel Settecento Portoferraio, già consolidata come città-fortezza medicea, attraversa un periodo di riorganizzazione: alla morte di Cosimo III (1723) e all'estinzione della dinastia medicea (1737), il Granducato di Toscana passa sotto il controllo dei Lorena, i quali avviano una politica di

razionalizzazione delle difese territoriali (Fara, 1997). Il sistema difensivo settecentesco si articola su più presidi principali: Forte Falcone, situato nella posizione più elevata della città e continuamente aggiornato; Forte Stella, dotato di una pianta stellare, capace di garantire protezione incrociata insieme al Falcone; Forte della Linguella, destinato al controllo dell'accesso al porto e adibito a funzioni logistiche e carcerarie; Forte San Giovanni Battista, edificato agli inizi del Settecento come avamposto verso terra, demolito nel 1740 circa; le mura bastionate, che racchiudono l'intero centro urbano con un sistema di porte, bastioni e piazzeforti (Gallo, 2015). Tali informazioni storiche, sono esplicitamente visibili anche nella figura 2. La rappresentazione cartografica (Fig. 2) analizzata costituisce una fonte documentaria di elevato valore semantico e conoscitivo: se sottoposta a un'analisi critica approfondita, restituisce un ampio spettro di informazioni non solo riguardanti la conformazione e l'evoluzione del territorio raffigurato, ma anche relative al contesto storico, sociale e culturale in cui tale rappresentazione è stata elaborata.

Il prodotto cartografico si configura come una sintesi tra rappresentazione planimetrica e veduta prospettica dall'alto, in cui una scarsa accuratezza geometrica si combina comunque con una marcata capacità di restituzione del paesaggio, in particolare nella sua componente altimetrica. Tale aspetto, difficilmente rappresentabile prima dell'introduzione delle curve di livello, veniva reso attraverso l'uso di prospettive oblique o zenitali e mediante un'attenta modulazione delle ombreggiature, finalizzata a suggerire l'andamento morfologico del terreno, elemento fondamentale da integrare successivamente con dati satellitari e di rilievo fotogrammetrico. Dall'analisi dell'immagine emerge come le caratteristiche morfologiche del suolo abbiano influenzato in modo determinante le scelte progettuali relative al posizionamento delle fortificazioni. Successivamente, durante il governo dei Lorena, queste strutture vengono ammodernate. La fine del XVIII secolo vede l'Elba coinvolta nelle vicende belliche europee. Dopo l'occupazione francese del 1799 l'isola entra nel nell'Impero francese (1808). Le strutture difensive sono adattate per accogliere le guarnigioni francesi e affrontare la guerra moderna. Il momento di massima visibilità giunge nel 1814, quando l'isola diventa sede dell'esilio di Napoleone Bonaparte, periodo in cui le fortificazioni vengono riattivate e rinforzate per proteggere l'ex imperatore e la sua piccola corte (D'Amelio, 1980).

4. Il territorio oltre le mura medicee nel Settecento

Al di fuori delle mura medicee, il paesaggio del XVIII secolo è caratterizzato da una fitta trama agricola e collinare, visibili anch'esse in figura 2, in cui emergono alcune presenze significative:

- il Lazzaretto, situato in posizione elevata e ventilata;
- la chiesa di San Rocco, presidio religioso e punto di riferimento topografico;
- le saline, sotto stretto controllo statale;
- la chiesa dell'Annunziata, che funge da polo religioso e sociale per le comunità rurali.

Il territorio è attraversato da un reticolo di strade e mulattiere che collegano Portoferraio con le altre località dell'isola, rappresentati anch'essi da elementi ombreggiati, questa volta di andamento lineare. Di particolare rilievo è la vicenda del Forte San Giovanni Battista, edificato nel 1701 per rafforzare la difesa dal lato di terra. La sua costruzione fu rapida e voluta direttamente dal Granduca Cosimo III, ma già nel 1728 la struttura venne demolita per timori tattici: in caso di assedio, cadendo in mano nemica, avrebbe rappresentato un pericolo per la città. Nonostante ciò, il forte rimase rappresentato nella cartografia successiva, testimoniando l'importanza attribuita alla sua posizione.

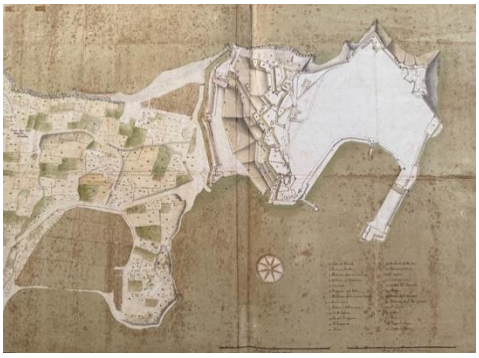


Fig. 2– Sistema difensivo settecentesco di Portoferraio. Anno1740 circa. (Fonte: Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio di Roma – ISCAG)

5. La difesa avanzata di Portferraio tra XVIII e XIX secolo

Alla fine del XVIII secolo l'arte della guerra in Europa conosce un cambiamento radicale. L'evoluzione dell'artiglieria, resa progressivamente più potente, precisa e di lunga gittata, riduce in pochi decenni l'efficacia delle tradizionali cinte murarie urbane. Per secoli queste avevano rappresentato la garanzia di protezione delle città, ma ormai non erano più sufficienti a contrastare un nemico in grado di aprire il fuoco da distanze sempre maggiori. Si afferma così l'idea che la difesa non debba limitarsi alla protezione ravvicinata del tessuto urbano, bensì estendersi al territorio circostante, con l'obiettivo di impedire all'avversario di collocare le proprie batterie in posizione utile. Nasce, in questo contesto, il concetto di difesa avanzata, che si concretizza nella costruzione di opere distaccate, isolate rispetto alle mura cittadine e collocate in punti strategici del paesaggio: alture, vallate, accessi viari e costieri. Portoferraio costituisce un caso esemplare di tale trasformazione (Fig. 3). Già nel Settecento compaiono progetti che anticipano questa evoluzione. Alcuni disegni datati 1733, 1749 e 1754 propongono nuove strutture sul fronte di terra. Si tratta di soluzioni ancora ibride, che riprendono la tradizione bastionata, ma introducono anche rivellini, strade coperte e traverse, cioè elementi destinati a costituire il nucleo del futuro sistema napoleonico. Dall'analisi dell'elaborato cartografico (Fig. 3) emerge come esso sia concepito quale costruzione di un modello territoriale: il paesaggio è restituito come un sistema articolato di configurazioni, interpretate attraverso l'impiego consapevole del disegno e del colore, strumenti utilizzati per evidenziare le relazioni morfologiche e funzionali tra gli elementi fisici e antropici del territorio (Rombai, 2001). Con l'età napoleonica la questione assume una nuova dimensione. I francesi elaborano la teoria del *camp retranché*, la città-fortezza autosufficiente, capace non soltanto di resistere all'assedio, ma di vivere e combattere al suo interno (Dalle Luche, 2024). A Portoferraio questo concetto trova un'applicazione organica: le fortificazioni medicee esistenti vengono integrate da un anello di opere distaccate, e la realizzazione di questo sistema richiede una conoscenza nuova e approfondita del territorio. Non bastano più vedute prospettiche o rappresentazioni artistiche: occorre una cartografia scientifica, capace di misurare con accuratezza altezze, pendenze e distanze (Fig.4). In questo quadro si colloca l'apporto della geometria descrittiva di Monge, che consente di rappresentare il terreno tramite curve di livello e sezioni, strumenti indispensabili per calcolare il defilamento delle opere e la traiettoria dei colpi. Non a caso, agli ingegneri militari vengono affiancati topografi e geografi, chiamati a condurre rilievi di dettaglio che diventeranno la base per i progetti. Tra le prime opere realizzate, il Forte Saint Cloud, costruito tra il 1804 e il 1812, rappresenta il prototipo della nuova architettura militare: pianta pentagonale, fossato scavato nella roccia, parapetti alti sei metri, magazzini, ricoveri e una galleria di controscarpa che permette di difendere il fossato dall'interno.



Fig. 3– Pianta della Piazza di Portoferraio, così come l'anno trovata i francesi agli inizi del XIX secolo. (Fonte: Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio di Roma – ISCAG)



Fig. 4– Fortificazioni esterne a Portoferraio realizzate dai francesi tra il 1803 ed il 1813 (Fonte: Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio di Roma – ISCAG)

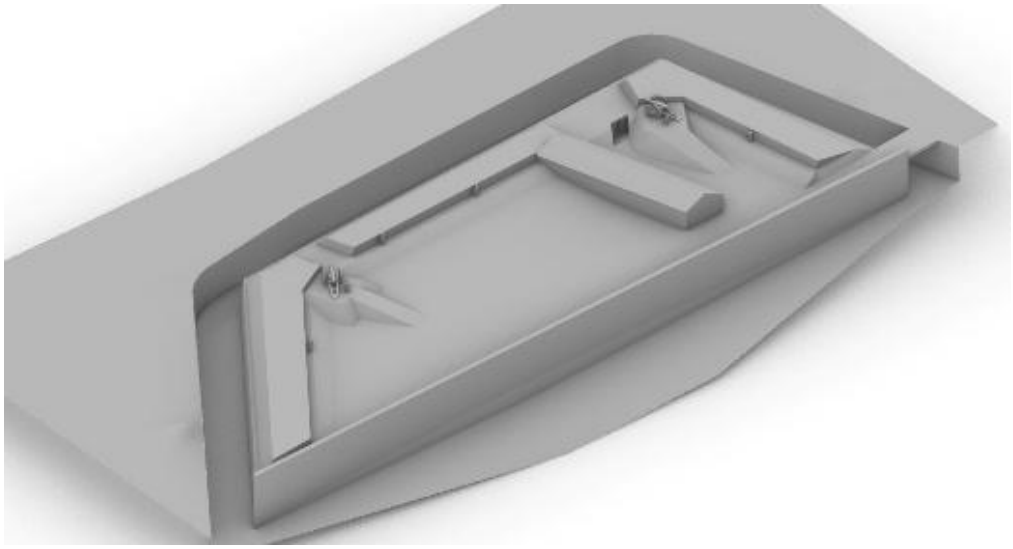


Fig. 5– Ricostruzione 3D della Batteria progettata, ma mai realizzata dell'Annunziata

Contemporaneamente viene ampliato il Forte Inglese, ribattezzato Saint Hilaire. Particolarmente significativi sono i progetti per il Monte delle Bombe e il Monte Albero (o Montebello). Qui gli ingegneri napoleonici immaginano opere complesse à la Chasseloup, con bastioni, traverse e ridotti, perfettamente adattati al terreno grazie all'uso delle curve di livello. Sebbene molte di queste strutture non siano state effettivamente realizzate, la documentazione progettuale conservata testimonia l'elevato livello di competenza tecnica raggiunto e l'efficace interazione tra architettura militare e cartografia scientifica. Proprio questa sinergia ha reso possibile, nel prototipo tridimensionale sviluppato secondo la metodologia illustrata nel capitolo precedente, una ricostruzione digitale accurata di manufatti storici rimasti allo stato di progetto (Fig. 5) (Empler, 2025).

6. Dal periodo post-napoleonico all'unità d'Italia

Nel complesso, le fortificazioni napoleoniche di Portoferraio danno ad un 'palinsesto militare', risultato della stratificazione di epoche e stili: il nucleo rinascimentale mediceo, le innovazioni napoleoniche, gli interventi ottocenteschi e, più tardi, le aggiunte della Seconda Guerra Mondiale (Caldarone, 2024; Empler, 2022; Muelle, 2014; Pallud, 2016).

Con la caduta di Napoleone, molte di queste opere vengono progressivamente abbandonate, ma non del tutto dimenticate. Le mappe del 1846 e il Catasto Leopoldino del 1840 mostrano che alcune strutture, come San Rocco, Saint Cloud e il Forte Inglese, rimangono considerate nel dispositivo difensivo (Del Pia, 2005).

Con l'Unità d'Italia la questione si riapre: Portoferraio e Porto Longone vengono valutati come punti strategici per il controllo del Tirreno. La Commissione permanente per la difesa generale dello Stato ha il compito di studiare l'isola e il suo apporto strategico: i suoi porti possono servire tanto a respingere un'invasione quanto a sostenere una flotta italiana nel Mediterraneo occidentale. Le proposte che ne derivano mirano a rafforzare le batterie costiere, mantenere presidiate le alture e garantire collegamenti viari rapidi.

7. Dalla I alla II Guerra Mondiale

La stessa logica viene ripresa nel XX secolo. Dopo la Prima Guerra Mondiale l'attenzione si sposta sulla Corsica, divenuta potenziale base francese contro l'Italia. La legge del 1931 dichiara Portoferraio e Porto Longone "zone militarmente importanti", e tra il 1926 e il 1932 vengono costruite nuove batterie costiere, che rappresentano l'evoluzione moderna del concetto napoleonico: postazioni ipogee, riservette in caverna, centrali elettriche e gallerie di

collegamento rendono la difesa non solo avanzata, ma anche mimetica e autonoma.
Nella rappresentazione di queste strutture si osserva un netto mutamento di paradigma rappresentativo (Fig.6). Le mappe ottocentesche, spesso caratterizzate da soluzioni grafiche che coniugano elementi topografici, panoramici e simbolici, privilegiano una restituzione descrittiva del paesaggio e procedure di rilievo locali; con l'affermarsi delle serie IGM ad alta standardizzazione emergono invece criteri cartografici coerenti su scala nazionale, fondati su reti geodetiche, controlli di precisione e convenzioni simboliche uniformi, che producono una resa più rigorosa e misurabile dello spazio fisico (Vanagolli, 1991).

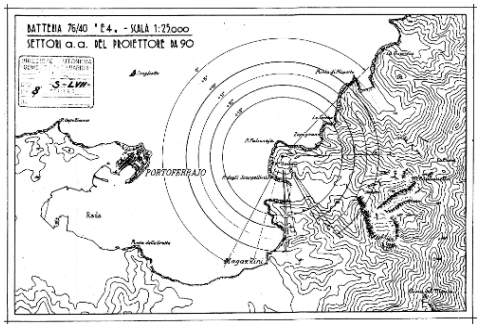


Fig. 6– Piano dei settori del proiettore da 90 della Batteria Costiera realizzata dalla Regia Marina tra il 1928 ed il 1933. (Fonte: archivio privato Giorgio Giusti)

8. Conclusioni

La ricerca dedicata al sistema difensivo di Portoferraio restituisce l'immagine di un territorio che, nel corso dei secoli, è divenuto un vero e proprio **palinsesto militare**, in cui si sovrappongono le tracce di epoche e strategie differenti. Dalle fortificazioni medicee cinquecentesche alle opere napoleoniche del *camp retranché*, fino alle batterie costiere del XX secolo, Portoferraio si configura come un laboratorio di studio per comprendere l'evoluzione dell'architettura militare europea e il rapporto tra **città, paesaggio e difesa**.

L'integrazione di metodologie interdisciplinari, analisi storica, rilievo digitale, fotogrammetria e modellazione 3D, ha permesso di ricostruire in modo organico l'evoluzione del sistema difensivo, evidenziando il ruolo determinante della morfologia del territorio nelle scelte progettuali. Le ricostruzioni tridimensionali, come quella della Batteria dell'Annunziata mai realizzata, dimostrano il potenziale delle tecnologie digitali non solo per la visualizzazione, ma come strumenti di conoscenza, tutela e valorizzazione del patrimonio. Le prospettive di sviluppo della ricerca si articolano in tre direzioni: l'estensione dell'indagine a un confronto con altri sistemi difensivi insulari del Mediterraneo; la realizzazione di un **gemello digitale** del territorio, capace di integrare dati storici, strutturali e ambientali; e la **valorizzazione culturale e divulgativa** dei risultati tramite esperienze immersive e interattive. In questa visione, Portoferraio diventa un modello metodologico replicabile, dove la digitalizzazione non è fine a sé stessa, ma un **atto di interpretazione e rinascita del patrimonio culturale**, capace di unire memoria, innovazione e partecipazione.

Acknowledgement

Il contributo è frutto del lavoro congiunto dei tre autori. In particolare, Tommaso Empler si è occupato dei paragrafi 1, 2 e 8; Adriana Caldarone si è occupata dei paragrafi 3, 5; Pasquale Micelli si è occupato dei paragrafi 4, 6, 7.

Bibliografia

Caldarone, A. et al. (2024) *L'Isola d'Elba della II Guerra Mondiale. Studi e riflessioni a 80 anni dallo sbarco del 17 giugno 1944*. Roma, Quine Srl.

D'Amelio, L. (1980) *Le fortificazioni costiere del Granducato di Toscana: 1737–1799*. Firenze, Olschki Editore.

Dalle Luche, G.L. & Karwacka, E.J. (2024) *Il campo trincerato di Portoferraio all'isola d'Elba prima dell'epoca francese e napoleonica.* In: Islami, G. & Veizaj, D. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Vol. XVII. Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 18–20 April 2024, Tirana. Tirana, Universiteti Politeknik i Tiranës, pp. 523–527.

Dalle Luche, G.L. & Karwacka, E.J. (2024) *Napoleonic military architectures on island of Elba.* In: Echarri Iribarren, V. (ed.) *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Vol. V. Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast*,* 18–20 April 2024, Tirana. Valencia, Editorial Universitat Politècnica de València, pp. 1–8.

Del Pia, F. (2005) *Architettura militare e ingegneria di stato: i Lorena in Toscana*. Firenze, Edifir.

Empler, T. (2025) *Il sistema difensivo esterno a Portoferraio*. Alghero, Publica.

Empler, T., Caldarone, A. & Fusinetti, A. (2022) *Valorizzare i paesaggi di guerra. Un Virtual Historic Environment per il patrimonio elbano della Seconda Guerra Mondiale. Enhancing war landscapes. A Virtual Historic Environment for Elba's Second World War heritage. Disegnare Idee Immagini*, 65(*), pp. 68–81.

Fara, A. (1997) *Portoferraio: Architettura e Urbanistica 1548–1877*. Torino, Fondazione Giovanni Agnelli.

Gallo, A. (2015) *Il Tirreno fortificato: ingegneri militari nel Granducato di Toscana.* Livorno, Debatte.

Maffei, E. (1992) *La città fortificata: Portoferraio tra i Medici e i Lorena.* Pisa, ETS.

Manetti, R. (1966) *Portoferraio e le sue antiche fortificazioni.* Portoferraio, Edizione L.E.F.

Manetti, R. (1978) *Portoferraio, bastioni verso terra. Aspetti culturali architettonici ed urbani analizzati nel contesto ambientale portoferraiese ed elbano.* Pisa, Giardini Editori e Stampatori in Pisa.

Manetti, R. (1996) *Portoferraio 1744: Adeguamenti alle fortificazioni nel periodo lorenese*. Firenze, Alinea Editrice.

Muelle, R. & Giusti, G. (2014) *Operazione "Brassard": Isola d'Elba 16–17 giugno 1944.* Marina di Campo, Giorgio ed Elga.

Pallud, J.P. (2016) *The invasion of Elba Island, After the Battle,* 173(*). Barnsley, Pen & Sword Books.

Rombai, L. (2001) *Difendere il territorio: geografia e storia delle fortificazioni in Toscana*. Firenze, Le Lettere.

Vanagolli, G. (1991) *Cronache Elbane 1940–1945*. Pisa, Giardini Editori e Stampatori.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21484

The medieval museum of Casentino valley: the case study of Romena castle as a design and research lab

Alessio Fantoni[a]
[a] University of Florence, Department of Architecture, Florence, Italy, alessio.fantoni@edu.unfi.it

How to cite: Fantoni, A. (2026). The medieval museum of Casentino valley: the case study of Romena castle as a design and research lab. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21484

Abstract

The Casentino Valley, in Tuscany, is characterized by a complex system of fortifications and medieval villages, forming a cultural network of remarkable historical and landscape interest. Among them, near Pratovecchio, stands the Castle of Romena which, although in a ruined state, remains one of the most iconic and best-preserved defensive structures in the area. Despite its good state of preservation, there was still no comprehensive architectural documentation of the site. To fill this gap, a survey campaign was conducted using terrestrial 3D laser scanning, drone photogrammetry, and GNSS measurements with RTK support. The data processed using dedicated software enabled the generation of point clouds, from which two-dimensional drawings (plans, elevations, and sections) and three-dimensional models of the castle were derived. These outputs, serving both archival and design purposes, provided the foundation for further elaborations. Based on this dataset, an HBIM model of the castle was developed. By combining parametric families and customized components, it was possible to manage the irregular geometries of the ruined structure while ensuring a balance between accuracy and usability. The HBIM environment also allowed an effective comparison between the existing condition and the proposed interventions. The project aims to make the entire complex accessible by creating a museum with interactive installations and virtual reconstructions. This approach is intended as a prototype for a network of museum-archives among Casentino's fortifications, where technology supports accessibility and the appreciation of medieval architectural heritage.

Keywords: castle, accessibility, HBIM, enhancement.

1. Introduzione

La valle del Casentino, in Toscana, è un territorio di confine che ha visto l'influenza di vari popoli nel corso dei secoli. Il periodo che però segna in modo più significativo l'identità del paesaggio è quello medievale, caratterizzato dalla diffusione di torri, fortilizi, residenze e borghi fortificati che raggiungono circa le 60 unità. Il nucleo di origine di queste architetture è da attribuire alle popolazioni dei Longobardi, dei Goti e dei Bizantini, ma è sotto il dominio dei conti Guidi che quest'ultime subiscono processi di ampliamento e potenziamento, sia bellico che

BY-NC-SA

culturale (Bargiacchi, 2021). Tra i principali insediamenti fortificati in loro possesso figuravano Poppi, Castel San Niccolò, Porciano e il Castello di Romena. Quest'ultimo rappresentava, fino al trasferimento del ramo principale della famiglia nel castello-palazzo di Poppi, uno dei principali centri dell'alto casentino, nonché ultimo baluardo difensivo verso la Signoria di Firenze. Tuttavia, se il castello di Poppi è diventato il simbolo della valle, Romena si presenta come un rudere monumentale, curato ma scarsamente fruibile, la cui immagine resta in parte legata alla dimensione di "rovina romantica". La ricerca storica ha prodotto numerosi contributi, ma non è presente ad oggi del materiale grafico che rappresenti lo stato dei luoghi, anche solo per fini archivistici. L'ultimo rilievo del luogo si può attestare alla metà degli anni Cinquanta, quando l'architetto Guido Morozzi, diresse i restauri che hanno definito l'aspetto attuale del complesso. In mancanza di una documentazione aggiornata del luogo è stata svolta una campagna di rilevamento che ha portato alla produzione di elaborati bidimensionali e tridimensionali. La gestione dei dati segue le più recenti tecniche, ormai consolidate, di ripresa del dato, integrando strumenti di modellazione informativa (HBIM). L'obiettivo è strutturare un processo di documentazione che non si esaurisca nella fase di rilievo, ma che costituisca la base metodologica per orientare i futuri interventi di restauro e valorizzazione del castello.



Fig. 1- Illustrazione del castello di Romena contenuta nella mappa *Vicariato di Poppi o Casentino* (Ing. Ferdinando Morozzi, tra 1770 e il 1783, Archivio Nàrodni Archiv Praha, consultabile online nel portale CASTORE)

2. La storia e le trasformazioni

Il Castello di Romena sorge su un'altura a 621 metri s.l.m. e rappresenta uno dei più significativi presidi fortificati del Casentino. Il toponimo sembra derivare da *Ormena*, antico insediamento etrusco e poi romano, come attestano i reperti ceramici rinvenuti nell'area (G.A.C., 1989). La presenza di una roccaforte è documentata fin dall'anno 1008, sotto la signoria dei Marchesi di Spoleto e nel corso del XII secolo il castello pervenne per via ereditaria ai Conti Guidi. Alla morte di Guido VI detto "Guerra", intorno al 1217, la proprietà passò al figlio Aghinolfo, che diede origine al ramo comitale dei Guidi di Romena (Litta, 1814). Questo periodo segnò la fase di massimo sviluppo del complesso, che divenne uno dei principali centri dell'alto Casentino. La rocca era articolata in tre cinte murarie, che racchiudevano un'area di circa quattro ettari, comprendente strutture militari, residenziali e comunitarie, tra cui lo spedale di Santa Maria Maddalena Penitente. Il circuito difensivo contava undici torri, coronate da merlature e sostenute da beccatelli, a protezione del mastio, del palazzo comitale e della *Torre delle Prigioni* (Da Monte, 1994).

La memoria letteraria aggiunge ulteriore prestigio a Romena: Dante Alighieri, ospite dei Guidi durante l'esilio, cita il luogo in un passo del XXX canto dell'*Inferno*, in cui Mastro Adamo rievoca la vicenda della falsificazione dei fiorini (Contorni, 1989). Nel 1357 i discendenti di Aghinolfo vendettero il complesso e il distretto circostante alla Repubblica di Firenze per 9.600 fiorini d'oro. L'importanza attribuita da Firenze a questo presidio è attestata dal quaderno di cantiere datato tra il 1398 e il 1401, che registra la costruzione di una nuova torre nel casseretto, segno della volontà di mantenere aggiornato il presidio secondo i criteri tardo-medievali (Pirillo, 1991). Nel 1440, durante le guerre tra Firenze e i Visconti di Milano, Romena fu espugnata e presa da Niccolò Piccinino, scacciato in seguito da Neri Capponi. Dopo questo episodio il ruolo strategico della rocca si ridusse progressivamente: Firenze preferì concentrare le funzioni amministrative e giudiziarie nel castello di Poppi, del quale era entrato in possesso (Beni, 1983). Nei secoli successivi la rocca fu progressivamente adattata ad usi agricoli con case coloniche che vennero addossate alle mura, i terreni interni coltivati e molte pietre delle mura riutilizzate per edifici civili e terrazzamenti.

Nel 1768 il complesso passò ai Conti Goretti de' Flamini, che promossero i primi interventi di recupero volti a restituire leggibilità alle strutture originarie. Nel corso dell'Ottocento e del primo Novecento, Romena assunse la dimensione di 'rovina romantica', apprezzata tanto per la sua

immagine pittoresca quanto per la memoria letteraria (Contorni, 1989). In questo clima, il castello accolse anche figure di spicco culturale, tra cui Gabriele d'Annunzio, ospite dei conti Goretti nei primi anni del Novecento.

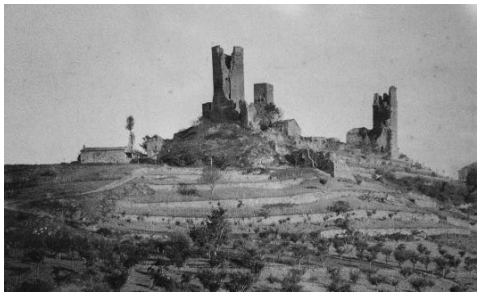


Fig. 2- Il Castello di Romena visto da ponente (Sconosciuto, 1860 circa)

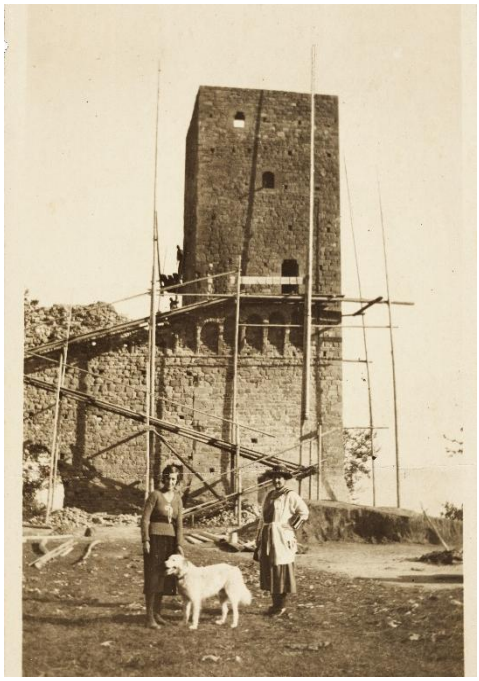


Fig. 3- La Torre delle Prigioni durante i primi lavori di restauro (Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, 1930 circa)

I danni subiti durante la Seconda guerra mondiale resero necessario un ampio intervento di restauro, diretto dall'architetto Guido Morozzi tra il 1954 e il 1957, promosso dalla Soprintendenza ai Monumenti di Firenze. Le opere, improntate alla conservazione del castello come rudere monumentale, interessarono il consolidamento delle torri con catene in ferro, l'inserimento di solai in cemento armato per agevolare, tramite scale in legno, le operazioni di manutenzione e la ricostruzione parziale della *Casa del Podestà* adiacente la torre della *Postierla*. Contestualmente furono predisposti due ambienti musealizzati, tuttora gli unici spazi interni visitabili. Oggi il castello, ancora proprietà dei Conti Goretti, si presenta come un rudere monumentale, visibile da lontano e con un viale alberato che ne accompagna l'accesso. Restano riconoscibili il mastio, la Torre delle Prigioni e la Postierla, mentre gran parte della cinta muraria è crollata o inglobata dalla vegetazione. L'accessibilità è limitata e l'apparato museale ridotto, ma il complesso conserva ampie possibilità di valorizzazione, capaci di restituirgli un ruolo attivo nel panorama culturale.

3. Rilievo digitale e gestione dei dati

La campagna di rilevamento, finalizzata a restituire un quadro geometrico e materico aggiornato e scientificamente attendibile, nasce dall'esigenza di colmare l'assenza di una documentazione digitale completa del castello di Romena. Tale necessità si lega non solo a finalità di tutela, ma anche alla possibilità di supportare in modo efficace: futuri interventi di restauro, attività di valorizzazione e il miglioramento dell'accessibilità al complesso. A tal fine sono state integrate tre tecniche principali: rilievo con laser scanner 3D terrestre (TLS), fotogrammetria da drone (UAV) e rilievo GNSS (*Global Navigation Satellite System*) per la definizione di una poligonale di controllo.

3.1. Le operazioni sul campo

In una prima fase sono state condotte le operazioni di rilievo tramite ricevitore GNSS (1) in modalità RTK (*Real Time Kinematic*) e fotogrammetria aerea SfM/IM (*Structure from Motion, Image Matching*) mediante drone (2). Per la definizione della rete di appoggio, sono stati battuti PFA (Punti Fotogrammetrici di Appoggio) e PV (Punti di Verifica), rispettivamente usati come punti di vincolo e di verifica. I punti sono stati registrati in parte direttamente sulla struttura del castello, scegliendo elementi architettonici facilmente riconoscibili nelle immagini aeree e nelle scansioni laser 3D, e in parte nella piazza d'armi e nelle aree esterne alle mura, marcati con target ben visibili e successivamente acquisiti anche durante

i voli fotogrammetrici. La campagna di ripresa tramite drone è stata articolata in due piani di volo preimpostati, effettuati a 40 metri dal suolo, con una sovrapposizione longitudinale e trasversale rispettivamente dell'80 e del 70%, e un angolo di ripresa di 45°; a questi si sono aggiunti quattro voli liberi a quote e distanza dal manufatto variabili, necessari per documentare le porzioni non rilevate nelle prime missioni e per incrementare il livello di dettaglio su alcuni fronti particolarmente significativi del complesso. L'integrazione tra i due sistemi ha garantito una corretta calibrazione del modello fotogrammetrico e una georeferenziazione stabile e affidabile. Il dataset così prodotto si compone di 793 scatti fotogrammetrici e 29 punti GNSS battuti, costituendo la base di riferimento per le operazioni successive.



Fig. 4- Operazioni di ripresa con unità TLS all'ingresso della torre del mastio (Fantoni, 2025)

La seconda fase ha previsto l'impiego di una unità laser scanner 3D terrestre (TLS) (3), con lo scopo di integrare gli spazi interni del castello, in particolare gli ambienti di ridotte dimensioni all'interno delle torri. Una campagna di rilevamento effettuata tramite TLS ha bisogno di sequenzialità nella presa delle scansioni, questo per evitare problemi di disallineamento nelle successive operazioni di messa a registro. Considerata la complessità architettonica del sito, caratterizzato da un notevole sviluppo in alzato, la campagna è stata avviata dalla sommità della torre del Mastio, proseguendo nei livelli inferiori fino a raggiungere la corte del casseretto, integrando lungo il percorso la torre della Postierla. Dal casseretto, attraverso la piazza d'arme, le operazioni si sono concluse con il rilievo della Torre delle Prigioni. Negli ambienti interni, per facilitare le operazioni di allineamento ed evitare zone d'ombra sono state effettuate tra le 5 e le 8 scansioni per ambiente, effettuate a pochi metri le une dalle altre, dati gli spazi ridotti. La campagna con TLS si è conclusa con un totale di 145 stazioni di ripresa.

3.2. Elaborazione del dato

Le due fasi della campagna hanno prodotto due dataset principali, successivamente elaborati su programmi dedicati. Gli scatti fotogrammetrici, importati in *Agisoft Metashape*, sono stati processati tramite algoritmi SfM/IM, seguendo l'intero workflow previsto dal software. In una fase preliminare le misure effettuate con il ricevitore GNSS sono state elaborate su software topografico *Leonardo XE*, e restituite nel sistema di riferimento nazionale RDN2008/UTM32N, identificato come EPSG 6707, con quote altimetriche riferite al modello geodetico EGM96, garantendo precisione centimetrica e compatibilità con la cartografia tecnica. In seguito, le coordinate dei punti sono state importate in *Agisoft Metashape* dove sono stati individuati i corrispondenti *markers* nelle immagini, al fine di vincolare la ricostruzione fotogrammetrica alla rete di appoggio.

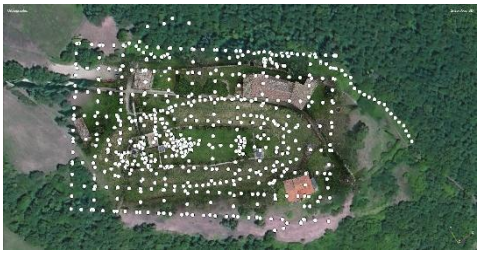


Fig. 5- Schermata di *Agisoft Metashape* con indicazione dei punti di ripresa tramite drone (Fantoni, 2025)

Dopo l'allineamento delle immagini, completato con l'impiego di 763 su 793 scatti, e la generazione della nuvola di punti rada (*sparse cloud*), si è proceduto con la produzione della nuvola densa (*dense cloud*). In seguito, calcolando le mappe di profondità, è stata creata una superficie poligonale (*mesh*) sulla quale, dopo un processo di decimazione dei poligoni, passando da 62.634.715 a circa 10 milioni di facce, è stata generata una texture, derivata dalle fotografie originali, ottenendo così un modello texturizzato in grado di restituire sia la morfologia sia le caratteristiche cromatiche del complesso.

Dal *report*, documento generato all'interno di *Agisoft Metashape*, è possibile ricavare i principali indicatori metrici utili a valutare l'affidabilità di questa prima fase di elaborazione.

Il processo vanta un Ground Sampling Distance (GSD), ovvero risoluzione media al suolo, pari a 9.05 mm/pix, garantendo un'elevata definizione dei dettagli architettonici e un'accuratezza metrica adeguata alle successive fasi di modellazione. L'errore medio di riproiezione risulta pari a 0,59 pixel, mentre l'errore quadratico medio totale sui PFA è di 3,25 cm e sui PV di 5,02 cm, valori che attestano una buona coerenza tra il modello fotogrammetrico e la rete di appoggio GNSS. Attraverso il programma *Autodesk ReCap Pro* è stato possibile importare, visualizzare ed elaborare i dati generati dal laser scanner 3D. Le 145 scansioni acquisite sono state tutte allineate nella procedura automatica di messa a registro, che non ha evidenziato criticità, confermando la buona riuscita delle operazioni sul campo. Terminata la fase di unione è stato possibile avviare il processo di indicizzazione della nuvola, che ha restituito una visualizzazione tridimensionale della nuvola di punti generata tramite TLS. Le due nuvole di punti ottenute dal volo fotogrammetrico e dalla campagna con TLS sono state successivamente unite in *Autodesk ReCap Pro* mediante allineamento manuale, così da restituire la totalità del castello di Romena. L'integrazione dei dataset ha prodotto un unico modello tridimensionale, nel quale sono confluite l'attendibilità cromatica del rilievo fotogrammetrico e la precisione geometrica del TLS, con una coerenza metrica complessiva entro i 2-3 cm, senza evidenziare discontinuità significative tra i dataset. In questo modo l'intero complesso è oggi consultabile e interrogabile in un unico ambiente digitale, costituendo la base conoscitiva per la produzione di elaborati geometrici e per le elaborazioni.

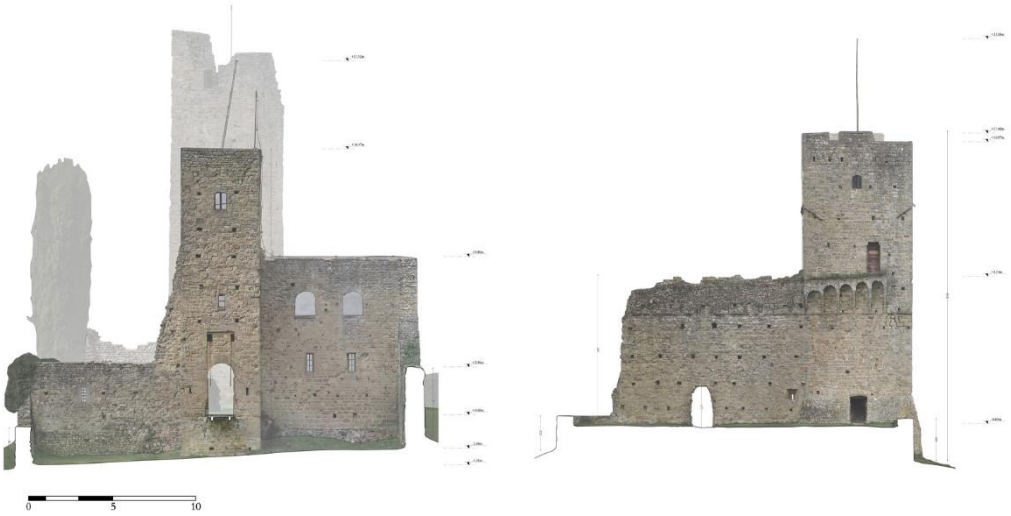


Fig. 6- Prospetti con inserimento dei fotopiani del fronte sud/est della Postierla (sinistra) e fronte nord/ovest della torre delle Prigioni (destra) (Fantoni, 2025)

4. Restituzione del dato

L'elaborazione dei dataset prodotti durante la campagna di rilievo ha consentito di ottenere una documentazione aggiornata e completa del castello. Dal modello fotogrammetrico è stato possibile ottenere ortofotopiani ad alta risoluzione, utilizzabili per analisi stratigrafiche e di degrado, mentre della nuvola di punti unificata sono state estratte piante, prospetti e sezioni a fini metrici e documentativi redatti secondo scale differenziate in funzione del livello di dettaglio richiesto, con prevalenza della scala 1:50 come riferimento principale per la documentazione.

L'elaborazione dei dati in *Agisoft Metashape* ha prodotto un modello mesh texturizzato ed ottimizzato, derivato dal processo di ricostruzione fotogrammetrica, utile non solo per scopi di visualizzazione ma anche per la produzione di elaborati grafici e materiali supplementari, come modelli realizzati in stampa 3D.

I dati ottenuti, non si limitano a fornire una rappresentazione aggiornata dello stato di fatto, ma costituisce uno strumento di supporto alle future fasi di conservazione e valorizzazione del sito. Essa rappresenta inoltre il passaggio necessario verso la modellazione HBIM, che, a partire da questa base conoscitiva, potrà integrare le informazioni geometriche e materiche in un sistema più ampio di gestione del bene.



Fig. 7- Area di 5x5 metri sul fotopiano della torre della Prigioni (Fantoni, 2025)



Fig. 8- Confronto tra il modello HBIM (sinistra) e la nuvola di punti (destra) usata come base per la modellazione (Fantoni, 2025)

5. Verso un modello HBIM

L'Heritage Building Information Modeling (HBIM) è oggi uno degli approcci più efficaci per lo studio e la gestione del patrimonio costruito. Rispetto a un normale modello tridimensionale, l'HBIM permette di associare agli elementi geometrici anche informazioni descrittive e documentarie, trasformando il modello in un archivio digitale interrogabile e aggiornabile nel tempo (Sampaio, 2023). Nel caso del castello di Romena questo approccio è particolarmente utile, perché consente di raccogliere e organizzare in un unico ambiente dati storici, materici e di stato di conservazione. Ogni elemento del castello, come murature, torri e coperture, può essere descritto non solo nelle sue forme, ma anche nei materiali, nelle fasi costruttive o nei segni di degrado. In questo modo il modello diventa uno strumento concreto a supporto delle attività di restauro, manutenzione e valorizzazione del sito. L'utilizzo di standard come l'IFC, in linea con le normative UNI 11337 e ISO 19650 (4), garantisce inoltre che il modello sia interoperabile, cioè leggibile da altri software e da potenziali professionisti coinvolti. La modellazione HBIM del complesso è iniziata importando la nuvola di punti integrata (UAV+TLS) all'interno di *Autodesk Revit* 2026, scelto come ambiente di lavoro. La complessità del manufatto, caratterizzato da murature irregolari e porzioni in stato di rudere, ha reso necessario un processo di semplificazione e interpretazione del dato, così da trasformare la geometria rilevata in oggetti parametrici gestibili. Nelle parti più regolari del complesso è stato possibile utilizzare le famiglie parametriche standard di *Autodesk Revit*, mentre nelle zone maggiormente irregolari, si è ricorso a modelli locali (*in-place families*), che consentono una modellazione più libera pur mantenendo il legame con la famiglia di riferimento. Questa procedura è stata adottata in particolare per le torri, che sono state suddivise in alzato in più sezioni corrispondenti ai diversi piani, semplificando così la modellazione ma mantenendo al tempo stesso una buona fedeltà alla configurazione originale.

Le scelte operate sul livello di dettaglio del modello sono state guidate non solo da considerazioni di praticità nella gestione della geometria, ma anche dal quadro normativo BIM relativo al LOD (Level of Detail) e al LOIN (Level of Information Need). Il modello digitale è stato quindi sviluppato, sulla base della classificazione italiana, con un LOD C (oggetto definito) sufficiente a descrivere la complessità spaziale e i caratteri architettonici principali. In linea con il principio del LOIN, sono state incluse soltanto le informazioni realmente necessarie agli scopi della ricerca, evitando di caricare il modello con dati ridondanti. Nel contesto HBIM, accanto a questi parametri, si introduce anche il concetto di LOR (Level of Reliability), che esprime il grado di affidabilità attribuito ai dati geometrici e informativi in base alle loro fonti. Tuttavia, in

assenza di una normativa di riferimento e considerata la mancanza di una classificazione univoca nella comunità scientifica, la definizione dei valori di LOR rimane una scelta interpretativa legata al singolo caso di studio e alla metodologia adottata. Nel presente lavoro, data l'integrazione tra le varie tecniche, la certezza delle fonti e i risultati ottenuti, il modello digitale (*digital twin*) raggiunge un livello di affidabilità elevato rispetto alla realtà del manufatto. Considerando i precedenti parametri è stato possibile trovare un equilibrio tra la restituzione della complessità dell'edificio e le esigenze di gestibilità del modello informativo, mantenendo una struttura coerente con i principi metodologici dell'HBIM e con gli standard di riferimento.

6. Un castello per il museo

Il progetto di musealizzazione del castello di Romena si inserisce in una più ampia strategia di valorizzazione delle architetture fortificate del Casentino, concepite come parti di un sistema diffuso capace di restituire l'identità medievale della valle. Borghi, pievi e castelli formano infatti una rete di testimonianze che, pur nella loro singolarità, trovano coerenza all'interno di un racconto unitario. In questo contesto Romena, si configura come una delle tappe di un "museo medievale diffuso", dove il visitatore non è accolto in un contenitore unico, ma guidato attraverso un itinerario che connette più luoghi. Gli obiettivi del progetto nascono dall'osservazione delle criticità più comuni, tipiche dei siti fortificati: stabilità strutturale degli edifici, carenza di documentazione digitale aggiornata e accessibilità. Nel caso del castello di Romena, la struttura, oggetto di manutenzione costante da parte della proprietà, non evidenzia problematiche gravi di stabilità: salvo episodi localizzati di vegetazione infestante superficiale, non sono stati riscontrati fenomeni rilevanti di degrado. Risultano invece carenti la documentazione digitale, fino ad oggi assente, e l'accessibilità al complesso, ancora molto limitata. Il progetto si articola attraverso tre principali linee d'intervento, volte a migliorare l'accessibilità, ampliare gli spazi espositivi e valorizzare l'esperienza di visita. La creazione di un hub di accesso al sito, dotato di biglietteria, bookshop e servizi al pubblico, concepito come punto di accoglienza e inizio del percorso di visita. Da qui un percorso ipogeo, servito da un ascensore, garantisce ai visitatori con ridotta capacità motoria la possibilità di raggiungere gli ambienti museali.

A questo si affianca il recupero e l'ampliamento degli spazi interni già parzialmente musealizzati durante i restauri degli anni Cinquanta. Gli ambienti vengono riorganizzati, mentre nello spazio lasciato libero tra il palazzo e la torre del mastio viene inserito un nuovo volume.



Fig. 9- Fotografia aerea da drone del fronte nord del castello (Fantoni, 2025)

Questo elemento architettonico, oltre a collegare in maniera più agevole gli ambienti interni con il mastio, consente di ampliare la superficie destinata alle esposizioni e di organizzare il percorso museale. Un ulteriore passo riguarda la riapertura delle torri alla visita, superando le soluzioni introdotte da Morozzi. I solai in cemento armato, realizzati a scopo manutentivo, vengono sostituiti da nuove scale percorribili che permettono di risalire verso i livelli superiori. Il percorso museale si sviluppa così anche in alzato, consentendo di stabilire una relazione diretta tra l'architettura e il contesto paesaggistico circostante. Il progetto si completa con un allestimento che integra i materiali prodotti nel rilievo digitale, trasformando la documentazione

tecnica in strumento divulgativo e inserendo il castello in un percorso coerente con l'idea di museo medievale diffuso del Casentino.

7. Conclusioni

L'esperienza sul castello di Romena ha consentito di sperimentare l'approccio HBIM come strumento di raccolta, gestione e coordinamento dei dati prodotti durante le diverse fasi della ricerca. Il percorso, che ha spaziato dal rilievo digitale alla restituzione del dato fino all'elaborazione progettuale, ha evidenziato la capacità del metodo di integrare e coordinare dati di natura diversa all'interno di un unico ambiente informativo. La possibilità di disporre di una base conoscitiva completa ha reso più solida la successiva elaborazione progettuale, orientata alla musealizzazione e alla valorizzazione del complesso. In questo senso l'HBIM si è rivelato uno strumento di supporto concreto, ai processi decisionali e progettuali. Pur nella consapevolezza che gli ambiti disciplinari legati all'HBIM siano molto ampi e che non tutti siano stati affrontati in questa sede, l'esperienza di Romena conferma l'attualità di un approccio che coniuga conoscenza storica, tecniche di rilievo digitale e strumenti di gestione del patrimonio. L'integrazione tra rilievo, modellazione e progetto mostra come la digitalizzazione possa rappresentare una risorsa chiave non solo per la conservazione, ma anche per la valorizzazione culturale dei siti storici. In questa prospettiva, Romena si configura come un laboratorio applicativo in grado di restituire indicazioni metodologiche replicabili in altri contesti fortificati, rafforzando l'idea di un museo medievale diffuso del Casentino, dove la tecnologia diventa strumento di accessibilità e di narrazione del patrimonio.

Note

(1) Il sistema impiegato è il *GNSS Leica serie VIVA*, composto da un ricevitore GS08 Plus e il controller palmare CS10, collegato in modalità RTK alla rete di stazioni permanenti SmartNet. La precisione planimetrica tipica è di circa 10–20 mm + 1 ppm in modalità RTK.

(2) DJI Phantom 4 Pro, UAV multirotore a 4 eliche, dotato di fotocamera con sensore CMOS da circa 20 MP e ottica fissa equivalente a 24 mm.

(3) Adottato un Leica RTC360 Laser Scanner, basato su tecnologia *time-of-flight*: velocità di acquisizione fino a 2 milioni di punti al secondo, portata operativa da 0.5 fino a 130 metri, precisione della misura ±1 mm a 10 m, integrato di 3 fotocamere HDR da 12 MP.

(4) La UNI 11337 è la norma italiana volontaria che definisce modelli, flussi informativi, LOD/LOI, ruoli e competenze per il BIM. L'ISO 19650 introduce uno standard internazionale per la gestione informativa del patrimonio costruito lungo l'intero ciclo di vita dell'opera, utilizzando il BIM.

Bibliografia

Bargiacchi, R. (2021) I castelli dei conti Guidi in Casentino. Ricostruzione storica di un paesaggio archeologico. *I Quaderni dell'ARCA*, n. 4, Saggi e Ricerche, vol. 1. Bibbiena (AR), Museo Archeologico del Casentino.

Beni, C. (1983) *Guida del Casentino.* Nuova edizione aggiornata a cura di Fiamma Domestici. Firenze, Nardini Editore.

Contorni, G. (ed.) (1989) *Il Casentino nel nome di Dante: il restauro dei castelli danteschi.* Bibbiena (AR), Comitato promotore per le celebrazioni del VII centenario della battaglia di Campaldino.

Da Monte, M. (1994) *Il castello di Romena e il suo distretto.* Pratovecchio (AR), Edizioni Cooperativa di Consumo di Pratovecchio.

Gruppo Archeologico Casentinese (1989) *Nuovi contributi per una carta archeologica del Casentino.* Firenze, Edizioni G.A.C.

Litta, P. (1814–1875) *Famiglie celebri italiane.* Dispensa n. 152, parte III. Milano, Presso l'autore. Copia originale conservata presso la Biblioteca Rilliana, Poppi (AR).

Morozzi, G. (1957) Il castello di Romena. *Bollettino tecnico degli architetti e ingegneri della Toscana*, dicembre 1957, estratto, 8 pp.

Pirillo, P. (1991) «Che la torre si conpia». Il quaderno del cantiere per la costruzione di una torre nel castello di Romena (1398–1401). *Ricerche Storiche*, 21(1), 127–146.

Sampaio, A. Z., Tomé, J. & Gomes, A. M. (2023) Heritage Building Information Modelling Implementation First Steps Applied in a Castle Building: Historic Evolution Identity, Data Collection and Stratigraphic Modelling. *Heritage*, 6 (10), 6472–6493.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21485

The coastal tower of San Giovanni in Ugento (Le): historical investigations, architectural survey and digital restoration

Ivan Ferrari[a], Francesco Giuri[a]
[a] Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Lecce, Italia, ivan.ferrari@cnr.it, francesco.giuri@cnr.it

How to cite: Ferrari, I. & Giuri, F. (2026). The coastal tower of San Giovanni in Ugento (Le): historical investigations, architectural survey and digital restoration. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21485

Abstract

This paper illustrates an integral investigation of the coastal tower of San Giovanni in Ugento (Lecce, Italy) which, erected in 1565, is the only octagonal plan structure in the entire Spanish Viceroyalty. Its current appearance is the result of various interventions, following which from a watchtower it first became a customs barracks and in 1932 the current lighthouse of San Giovanni. In order to study its sixteenth-century appearance, in addition to a historical/archival study, an instrumental survey campaign was also carried out through the combined use of laser scanners and digital photogrammetry, fundamental for the technical/structural analysis of the property and the diachronic reading of the individual construction phases. The acquired data, many of which unpublished, allowed us to understand the original architectural form of the tower and to develop an accurate three-dimensional reconstruction of the same.

Keywords: coastal tower, Ugento, 3D survey, digital restoration.

1. Introduzione

Il contributo illustra lo studio storico-architettonico sulla cinquecentesca torre San Giovanni nel porto di Ugento -attualmente adibita a faro- condotto nell'ambito della convezione operativa stipulata fra l'Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale di Lecce (ISPC-CNR) e il Comune di Ugento (Le) (Fig. 1). Rilievi metrici basati sull'uso combinato di laser scanner e fotogrammetria digitale (Gabellone et al., 2019; Ferrari, Giuri, Giuri, 2025), congiuntamente a ricerche bibliografiche e d'archivio hanno contribuito a fornire nuovi e inediti elementi, fondamentali per ricostruire le trasformazioni storiche subite dal monumento (I.F., F.G.).

2. Inquadramento storico

La costruzione di torre San Giovanni si inserisce in un frangente storico di grande incertezza che afflisse il Regno di Napoli già con le dominazioni Normanna, Sveva e Angioina fra il XII sec. e la prima metà del XV sec., quando si cercò di contrastare le incursioni corsare fortificando gli abitati dell'entroterra (Caprara, 1994: p. 227).

BY-NC-SA

Una situazione che si intensificò nel Salento durante il regno Aragonese con la presa turca di Otranto nel 1480 (Cosi, 1989: pp. 14-15), perdurando nel periodo del Viceregno spagnolo quando anche Ugento rimase vittima nel 1547 di un saccheggio ad opera di quattrocento "Turchi" capeggiati dal pirata algerino Barbarossa (Cazzato, 1989: p. 24). Fu così che a partire dal 1553, dietro le disposizioni del viceré Pedro Álvarez de Toledo e poi di Fernando Afán de Ribera, si provvide alla costruzione delle torri costiere (Caprara, 1994: p. 236).

I documenti d'archivio attestano che nell'ottobre del 1563 Ugento versò nelle casse reali un anticipo per costruire torre San Giovanni: essa venne ultimata nel 1565 sulla bassa propaggine costiera che chiudeva a ovest l'insenatura adoperata per l'ormeggio delle imbarcazioni. Proprio in quell'anno il mancato saldo delle opere causò il sequestro e la vendita di diversi capi di bestiame requisiti dai regi commissari a alcuni cittadini di Ugento (Cosi, 1989: pp. 20-30). Nel 1580, tuttavia, la Regia Camera della Sommaria restituì l'ammontare dei 575 ducati impegnati dalla città per la torre (Cosi, 1989: p. 90), accogliendo l'accorata richiesta di rimborso inoltrata nel gennaio 1577, denunziante la grave situazione finanziaria che affliggeva la comunità (Coco, 1930: p. 112).



Fig. 1- Il faro di torre San Giovanni nella marina di Ugento (Le): vista aerea da nordest

Nel 1569 la struttura rientrò nell'elenco delle torri stilato durante il governo del viceré Francisco de Toledo (Pasanisi, 1926), che dispose di armare senza indugio con "alcuni pezzi d'artiglieria de mitallo" (Coco, 1930: pp. 111-112). Nel 1603 la presenza di artiglieria è confermata dal fatto che nel libro paga dell'Università di Ugento risultano esserci, oltre allo *scortaro* e a un *caporale* con il *socio*, anche un *bombardiere* (Cosi, 1989: p. 90). La torre fu per la prima volta indicata da M. Cartaro nell'*Atlante Corografico delle Province Napolitane* del 1613, dove appare collegata a vista con Torre Mozza a sud e Torre Mammolina a nord, struttura mai individuata e non presente nella coeva cartografia *Terra di Otranto olim Salentina et Iapigia* di G.A. Magini edita nel 1620, cui invece risulta in contatto visivo con Torre Sinfono. Lo stesso nella carta di F. Galiani nel 1767 che si rifà ad un'originale aragonese in cui è segnalata come *Torre del Porto*, e nell'*Atlante Geografico del Regno di Napoli* del 1806 di G.A. Rizzi Zannoni. All'arrivo nel 1562 di due navi saracene nella rada ugentina, dalla torre San Giovanni fu lanciato l'allarme che in breve raggiunse il forte di Gallipoli, da dove furono inviati via mare quattrocento archibugieri che, dopo un intenso scontro a fuoco, misero in fuga i pirati (Ferrari, 2019: p. 49). Nel 1777 il presidio passò in custodia al Real Battaglione degli Invalidi, corpo militare borbonico costituito da uomini non più abili al servizio attivo, cui nel 1842 subentrò la Guardia Doganale (Bruno et al., 1978: p. 144). Il 24 giugno 1863 nell'immediato periodo postunitario, *Torre Marittima S. Giovanni* salì agli onori della cronaca quando fu anch'essa, al pari di altri distretti doganali costieri del basso Salento, assalita da 14 ex soldati borbonici e renitenti alla leva (1), che sorpresero le tre guardie in essa presenti, rubandone le armi poi utilizzate in altre locali azioni di rappresaglia (Ferrari, 2015). Il 2 agosto 1870 *Torre S. Giovanni* nel *Mandamento di Ugento* fu scelta come punto trigonometrico dal topografo del Genio Militare Cap. Del Giudice, che la definì in buono stato e presidiata da un posto di doganieri solo in estate (Cazzato, Politano, 2001: p. 126): lo stesso è autore della prima documentazione grafica della struttura, nella quale è presente una prima scala d'accesso in muratura connessa a un ponte levatoio (Fig. 2).

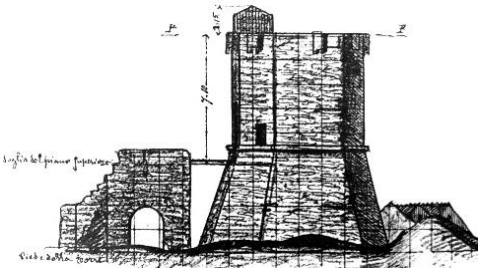


Fig. 2- Torre San Giovanni nella marina di Ugento (Le): prospetto quotato del 1870 (Cazzato, Politano: 2001, p. 126)

Nel 1916 anche la costa ugentina rientrò nella mappatura dell'Ufficio Idrografico della Marina Militare Inglese, dove la torre appariva "…large, with its upper part white" (2), descritta da Marti nel 1924 come "… un'antica ed abbandonata fortezza, oggi ricovero di pescatori e doganieri" (Marti, 1924: p. 69).

Il crescere dei traffici marittimi e la necessità di garantire una maggiore sicurezza per la presenza delle secche ugentine, spinse a trasformare la torre da struttura dissuasiva a sicuro punto di riferimento a terra.

Nel 1932, infatti, fu installato un primo fanale in un nuovo vano eretto sulla terrazza (Fig. 3): il 2 ottobre 1931 durante tali lavori, un cedimento colpì fatalmente alla testa Luciano De Pascalis, un operaio di appena 13 anni (3).

Nell'elenco delle strutture di segnalazione luminosa del 1933 dell'Istituto Idrografico della Regia Marina Italiana (4), quella di San Giovanni è indicata come un "Casotto in muratura sulla sommità della torre". Nella seconda metà degli anni '40 esso fu sopraelevato di due ulteriori piani ed il fanale spostato sulla sua sommità, tant'è che nella descrizione del Mediterranean Pilot nel 1952 si legge: "A light is exhibited, at an elevation of 51 feet (15m), from a masonry hut surmounting Torre San Giovanni, the whole edifice being 56 feet (17m) in height" (5). Nel 2020 la proprietà del bene passa dal Demanio al Comune di Ugento, che nel 2023 coi fondi dell'Interreg Grecia-Italia 2014-2020 "CoHeN – Coastal Heritage Network" provvede al suo restauro; oggi è affidato in comodato d'uso gratuito alla Lega Navale Italiana (I.F.).

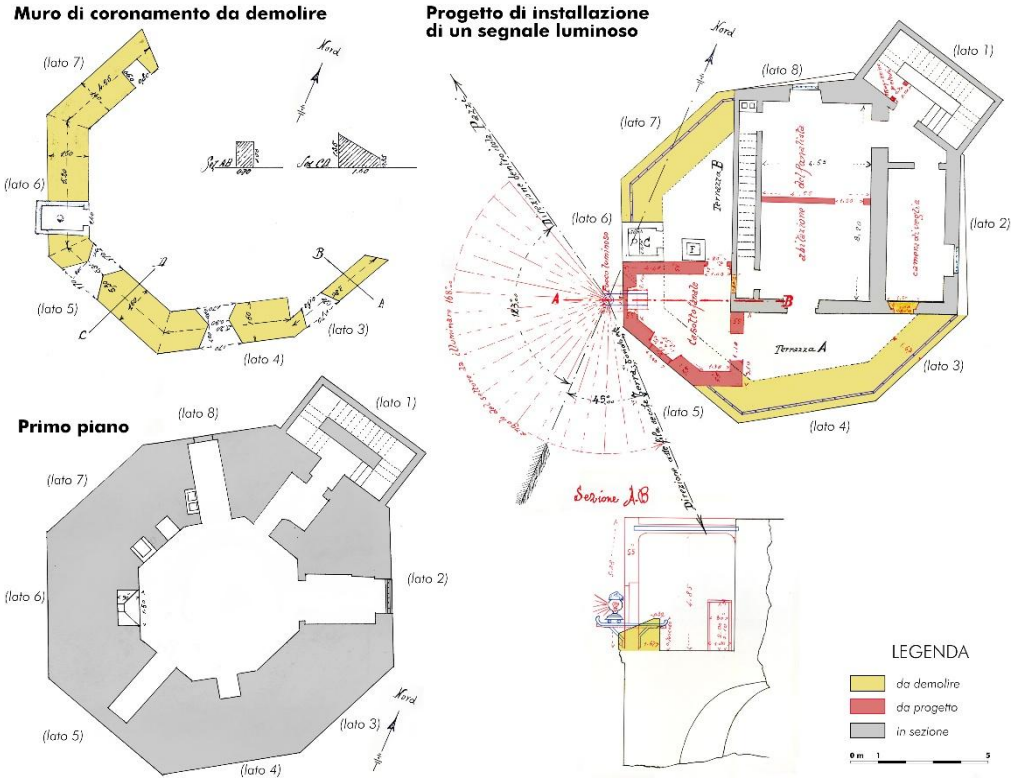


Fig. 3- Torre San Giovanni, Ugento (Le): tavole tecniche inerenti il progetto del 1931 per l'installazione di un segnale luminoso (Archivio di Stato di Lecce, rielaborazione grafica a cura degli autori)

3. Rilievo architettonico

Al fine di recuperare elementi utili per l'elaborazione di un'ipotesi ricostruttiva della fase cinquecentesca, nel marzo 2025 è stata condotta una campagna di acquisizione metrica della torre/faro con l'uso combinato di scansione laser e fotogrammetria (Leucci et al., 2019; De Giorgi et al., 2021; Scardozzi et al., 2023; Ferrari et. al., 2023).

Nel primo caso grazie a un Leica BLK 360, sono stati effettuati 76 punti di stazione, con una risoluzione di 4 mm a 20 m per gli esterni, ridotta a 7 mm per gli interni. La loro fusione in Leica Cyclone FIELD 360 ha prodotto una *point cloud* finale di 1.133.263.450 punti con un errore medio di registrazione di 0,003 m. Da essa è stato calcolato in 3D Systems Geomagic un modello .obj di 30.364.233 poligoni (3,91 GB), che importato in Maxon C4D, è stato a sua volta sezionato per ottenere una tavola con varie viste esplicative (Fig. 4). La campagna di rilievo fotogrammetrico è stata condotta con acquisizioni aeree per gli esterni e terrestri per gli interni: la prima con una camera da 20MPx su un drone DJI Mavic 2 Pro e un ricevitore GNSS multifrequenza; la seconda, per la sola sala ottagonale, (Amb. II) con una Sony Alpha 7R (45 Mpx) e obiettivo 24 mm f/2.8. I due set di dati fotografici sono stati elaborati con Agisoft Metashape Pro® per ottenere i modelli 3D dai quali sono state restituite le tavole con viste ortogonali (Figg. 5-6) (F.G.).

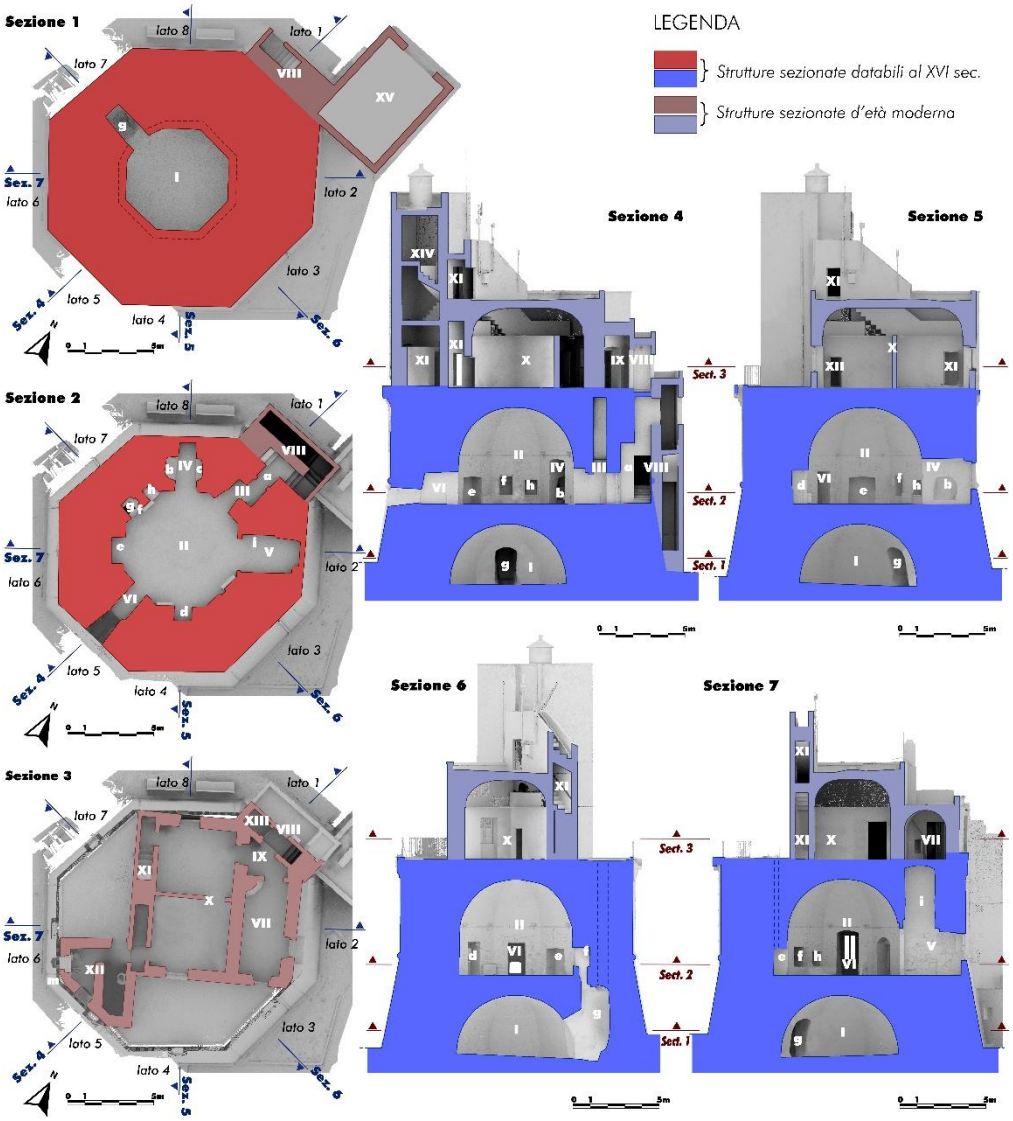


Fig. 4- Faro di Torre San Giovanni, Ugento (Le). Modello poligonale da rilievo laser scanner: sezioni

4. Analisi tecnico-architettonica

4.1. Fase cinquecentesca

Come intuibile osservando la struttura e come per molti altri presidi costieri, nel XVI sec. torre San Giovanni aveva due soli volumi sovrapposti, l'inferiore di forma troncopiramidale e il superiore parallelepipedo, ma con un impianto planimetrico ottagonale che rappresenta *un unicum* nel Regno di Napoli.

Un elemento forse riconducibile alla relativa libertà progettuale che seguì l'ordine di costruzione, che precedette l'affermazione di modelli ispirati ad esempio alle torri circolari della *serie di Otranto* o quadrate della "*serie del Regno* e della *serie di Nardò* (Errico, 2018; Errico 2020): è probabile, tuttavia, che tale forma potesse derivare dall'unica roccaforte costiera nelle vicinanze: il castello di Gallipoli con il suo poderoso bastione poligonale (Quarta, 2021).

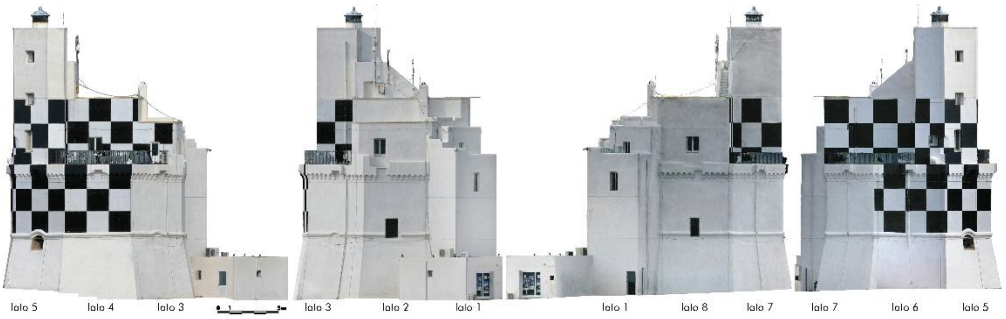


Fig. 5- Faro di Torre San Giovanni, Ugento (Le). Rilievo fotogrammetrico: prospetti esterni



Fig. 6- Faro di Torre San Giovanni, Ugento (Le). Rilievo fotogrammetrico: sala ottagonale (Amb. II)

L'ottagono di base non è perfettamente regolare e la morfologia del terreno impedisce una rilevazione puntuale dei singoli lati alla medesima quota. Il lato 3 di 6,9 m (Fig. 4) è l'unico misurabile alla quota più bassa -da ora quota base (q.b.)-, si eleva 5,2 m sino a un marcapiano semicircolare, con un'inclinazione di 10° che ne conferisce il profilo a scarpa. In origine il marcapiano correva lineare intorno alla torre, seguendo nei soli lati 3 e 5 l'arcuato profilo superiore delle finestre, interrompendosi solo ai lati del varco d'ingresso dove attualmente è assente, ma attestato nel 1870 (Fig. 2): il rilievo laser scanner evidenzia che la quota di calpestio del piano superiore è 1 m al di sotto del marcapiano. Nel volume inferiore è una cisterna (Amb. I) ottagonale voltata a padiglione e alta 3,8 m, con falde dipartenti direttamente dalla base, il cui piano di fondo ha un'inclinazione di 3,5° in direzione del lato 7, dove è un varco ampio 1,3 m che dà nel pozzo di pescaggio. L'ingresso originale della torre, inizialmente praticabile solo con scale amovibili, si colloca a 4,2 m dalla q.b. e si configura come un recesso murario (1 x 3,5 x 1,6 m), superiormente chiuso da un'arcata a sesto ribassato, nel cui muro di fondo è lo stretto passaggio che immette in un angusto vano rettangolare (Amb. III): esso, risalendo in verticale lo spessore murario, consentiva di raggiungere la terrazza situata a 11 m dalla q.b. sempre utilizzando scale rimovibili. Dall'amb. III, con un percorso a baionetta, si entra nella grande sala ottagonale, che risulta disallineata con la sottostante cisterna e con il profilo esterno della struttura. Le pareti prive d'intonaco mostrano una tessitura muraria in pietrame

irregolare racchiusa da angoli e stipiti in conci squadrati: la volta invece è interamente in opera quadrata.

Nella sala ottagonale si aprono recessi murari non tutti in fase con l'iniziale impianto della torre. L'amb. IV nel lato 8 è l'unico a preservare l'originale fisionomia, con stipiti in blocchi squadrati e volta ribassata in opera quadrata avente in faccia vista due ghiere sovrapposte che, pur intaccando l'imposta della volta a padiglione, sono in fase con essa. Le uniche modifiche hanno riguardato l'apertura delle due nicchie laterali e l'abbassamento della soglia della finestra con l'interruzione del marcapiano esterno che nel 1870 era ancora integro (Fig. 2). A tal proposito, è verosimile come tale conformazione fosse inizialmente la stessa anche per l'amb. V nel lato 2, oggi completamente stravolto da successivi interventi di ampliamento.

Le uniche aperture finestrate originarie presenti sotto il marcapiano erano nei lati 3 e 5: la prima è attualmente murata, mentre la seconda risulta modificata nella porzione interna per la creazione dell'amb. VI: esse avevano una sezione rastremata verso l'interno, come rilevabile nel lato 3 dalla specchiatura tamponata. La nicchia nel lato 4 è postuma, non quella nel lato 6 che in origine era il focolare. Infine, nel lato 7 sono presenti due nicchie, in una delle quali è presente la bocca per attingere l'acqua dalla sottostante cisterna: come evidenziato dal rilievo il pozzo di pescaggio aveva un'ulteriore diramazione che proseguiva in verticale sino alla terrazza.

La parte sommitale della torre è cadenzata da una sequenza di beccatelli, sui quali si impostava il muro di coronamento della terrazza -oggi parzialmente visibile solo nella porzione angolare dei lati 2 e 3-, originariamente provvisto su ogni lato di una caditoia.

I rilievi del 1929 relativi al progetto del primo segnale luminoso, illustrano l'entità delle opere di demolizione che interessarono il coronamento della torre -al tempo ancora conservato nei lati dal 3 al 7-, grazie a essi è possibile recuperare preziose informazioni sia sul muro -ampio 1,6 m- sia sulla forma, posizione e dimensioni delle postazioni cannoniere (Fig. 3). La terrazza, cui come già anticipato si accedeva esclusivamente da una botola connessa all'amb. III, doveva essere libera da eventuali strutture, per consentire all'occorrenza una rapida e migliore libertà di movimentazione di uomini e artiglieria.

4.2. Seconda metà del XVIII

Le prime modifiche avvengono intorno alla seconda metà del XVIII sec., in concomitanza con l'affidamento della torre al Real Battaglione degli Invalidi e a una mutata situazione geopolitica nel Mediterraneo, quando il rischio di attacchi corsari dal mare si ridimensionò sensibilmente a favore di un periodo di relativa stabilità. Così come per molte altre strutture costiere, ciò comportò la realizzazione di accessi più agili, con poderose scalinate in muratura inizialmente collegate alle torri da ponti levatoi. Come documentato nel prospetto del 1870, questo avviene anche a torre San Giovanni, dove si erige un corpo-scala planimetricamente a forma di "L", provvisto nella porzione più elevata di un arco di sostruzione seguito dal tavolato del ponte amovibile. Un secondo intervento vede l'edificazione sul terrazzo di un nuovo vano con tetto a doppia falda, in adiacenza al lato d'ingresso ed esattamente al di sopra dell'amb. III, verosimilmente con il proposito di porre la botola d'accesso in un luogo riparato, a sua volta funzionale al personale di vedetta (Fig. 2). Dopo il 1870 furono realizzate le sovrastrutture attualmente visibili, come il nuovo corpo scala con rampe interne situato in adiacenza al lato d'ingresso che, in sostituzione del precedente, permetteva l'accesso ai due piani della torre: esso risulta già esistente in un rilievo batimetrico del 1909 della marina di Ugento (Fig. 7). Sempre prima del 1929, sono già fabbricati i tre ambienti sulla terrazza assieme a una piccola latrina.

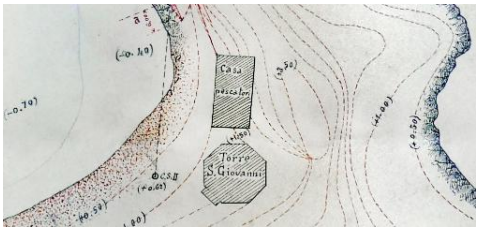
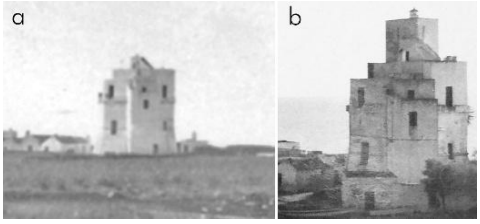


Fig. 7- Marina di Ugento (Le), dettaglio del rilievo batimetrico del 1909 (Archivio di Stato di Lecce)

4.3. Interventi moderni

L'installazione del primo segnale luminoso nel 1932 portò alla demolizione dell'ampio parapetto cinquecentesco ancora conservato dal 3° al 7° lato -sostituito da una ringhiera-, per far spazio al locale a pianta pentagonale per il deposito e la manutenzione del faro: in esso la piccola finestra

sul lato 6 era provvista di una mensola esterna in muratura -ancora visibile- su cui era posizionata la lanterna. Per motivi di visibilità fu defunzionalizzato il focolare e demolita la canna fumaria, mentre tutte le pareti esterne della torre cinquecentesca furono riparate e intonacate di bianco: le prime documentazioni fotografiche della struttura risalenti agli anni ’30 ritraggono proprio questa fase del faro (Fig. 8a). Infine, nella seconda metà degli anni ’40, venne demolita la latrina, sopraelevata la sala del faro di due piani (Fig. 2) e installato un nuovo segnale luminoso sulla sua sommità (Fig. 8b) (I.F.).



Figg. 8a-b- Faro di Torre San Giovanni, Ugento (Le). Foto storiche: a) anni ’30; b) anni ’50



Figg. 9a-b Torre San Giovanni, Ugento (Le). Elaborazione 3D: a) fase cinquecentesca; b) seconda metà del XVIII sec.

5. Restauro digitale

Le considerazioni emerse dall’incrocio dei dati storici con quelli architettonici, hanno consentito di elaborare una proposta ricostruttiva delle prime fasi della torre costiera, modellata in Maxon Cinema 4D R21 con tecniche manuali avendo come base la copia digitale in scala 1:1 del rilievo metrico (Gabellone et al., 2017; Gabellone, Ferrari, 2019; Ferrari, Quarta, 2019). Questo consente di avere l’immediata disponibilità di tutti i riferimenti metrici all’interno dell’area di lavoro 3D, garantendo la massima precisione e facilitando il processo di ricostruzione (Caruso et al., 2015; Ferrari, 2025; Ferrari, Giuri, 2025). La modellazione diviene una fase chiave anche per l’affinamento e il perfezionamento dell’ipotesi ricostruttiva, sia dal punto di vista strutturale che tipologico. Le elaborazioni finali restituiscono la morfologia originale della torre (Fig. 9a) e le superfetazioni della seconda metà del XVIII sec. (Fig. 9b), facilitando la comprensione dei processi evolutivi intercorsi (F.G.).

Notes

(1) Il Pungolo. Giornale politico popolare della sera, a. IV, Napoli, 28/06/1868, n. 176, p. 704, https://www.google.it/books/edition/Il_pungolo/OkJEAAAAcAAJ?hl=en&gbpv=1

(2) Hydrographic Department. Admiralty, *The Mediterranean Pilot*, London, 1916, v. II., p. 456, https://www.google.it/books/edition/Mediterranean_Pilot/-uugAAAAMAAJ?hl=en&gbpv=1

(3) Archivio di Stato di Lecce, fondo Genio Civile, b. 283, f. 1395, aa. 1889-1932.

(4) Ist. Idrografico Regia Marina, *Elenco dei fari, fanali e segnali da nebbia*, Genova, 1933, p. 173 https://www.google.it/books/edition/_/KEVwL7kBzG4C?hl=en&gbpv=1

(5) Hydrographic Department. Admiralty, The Mediterranean Pilot, London, 1955, v. II., p. 456, https://www.google.it/books/edition/Mediterranean_Pilot/-uugAAAAMAAJ?hl=en&gbpv=1

Bibliografia

Bruno, F., Faglia, V., Losso, V. & Manuele, A. (1978) *Censimento delle torri costiere nella provincia della Terra d’Otranto: indagini per il recupero del territorio*. Roma, Istituto Italiano dei Castelli.

Caprara, R. (1994) *Le torri di avvistamento anticorsare nel paesaggio costiero pugliese*. In: Fonseca, C.D. (a cura di) *La Puglia e il mare*. Milano, Electa, pp. 227-266.

Caruso, F., Gabellone, F., Ferrari, I. & Giuri, F. (2015) *New reconstructive proposal for a critical reading of the archaeological documentation of Syracuse in Greek times*. In: *Virtual Archaeology Review*, 6 (12), 2015, pp. 19-28.

Cazzato M. (1989) Il pericolo viene dal mare. In: Cosi G., *Torri marittime di Terra d'Otranto*. Galatina, Congedo Editore, pp. 9-25.

Cazzato, M. & Politano, S. (2001) *Topografia di Puglia. Atlante dei «Monumenti» trigonometrici. Chiese, castelli, torri, fari, architetture rurali*. Galatina, Congedo Editore.

Coco P. (1930) *Porti Castelli e Torri salentine*. Roma, Istituto di Architettura Militare.

Cosi G. (1989) *Torri marittime di Terra d'Otranto*. Galatina, Congedo Editore.

De Giorgi, L., Ferrari, I., Giuri, F., Leucci, G. & Scardozzi, G. (2021) *Integrated Geoscientific Surveys at the Church of Santa Maria della Lizza (Alezio, Italy)*. *Sensors*, 21(6), 2205.

Errico, F. (2018) *Le torri della "serie di Nardò": caratteri morfologici e analisi comparative.* In: Marotta, A.; Spallone, R. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Vol. 8: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 18-20 October 2018, Torino. Torino, Politecnico di Torino, pp. 587-593.

Errico, F. (2020) *Le torri "tipiche del regno" in Terra d'Otranto: caratteri morfologici e differenze costruttive.* In: Navarro Palazón, J., García Pulido, L.J. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Vol. XII: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortifications of the Mediterranean Coast, 26-28 March 2020, Granada. Granada, Universidad de Granada, pp. 1159-1166.

Ferrari, I. (2015) *Vite sbandate. Brigantaggio nel basso Salento* (1860-1866). Soleto, Edizioni Esperidi.

Ferrari, I. (2019) *Vendendo in platea. Le fiere storiche di Gallipoli nel sistema economico-produttivo di Terra d'Otranto. Soleto*, Edizioni Esperidi.

Ferrari, I. (2025), *The Ponte Delle Chianche on the Via Traiana in Buonalbergo (Benevento, Italy): New Data for an Integrated Study*. *Heritage*, 8(1), 11, 1-28.

Ferrari, I. & Giuri, F. (2025), L'anfiteatro romano di Venosa (Pz): studio delle strutture e elaborazione di una proposta ricostruttiva. *Archeologia e Calcolatori*, 36, 2025, in press.

Ferrari, I., Giuri, F. & Giuri, A. (2025) *Torre di Santa Maria dell'Alto, Nardò (Le): studio architettonico per la conoscenza e la conservazione*. In: Zerlenga, O., Cirillo, V. (Eds.), *Defensive architecture of the Mediterranean.* Vol. 20: Proceedings of FORTMED – International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast, 10-12 April 2025, Caserta. DADI_PRESS, edUPV, pp. 1053-1060.

Ferrari, I., Giuri, F., Leucci, G. & Scardozzi, G. (2023) *La necropoli messapica di Monte d'Elia ad Alezio (Lecce): integrazione di rilievi topografici e indagini geofisiche a supporto delle indagini stratigrafiche*. In: *Archeologia e Calcolatori*, 34.2, 2023, 143-162.

Ferrari, I. & Quarta, A. (2019) *The Roman pier of San Cataldo: from archaeological data to 3D reconstruction*. In: *Virtual Archaeology Review*, 10(20), pp. 28-39.

Gabellone, F., Ferrari, I., Giuri, F. & Chiffi, M. (2017) 3D technologies for a critical reading and philological presentation of ancient contexts. In: *Archeologia e Calcolatori*, 28(2), 591-595.

Gabellone, F. & Ferrari, I. (2017) *Reconstruction of Villino Florio's wooden ceiling using 3D technologies*. In: *Archeologia e Calcolatori*, 28.2, 587-590.

Gabellone, F., Ferrari, I., Giuri, A. & Giuri, F. (2019) *Architectural survey and analysis of the coastal tower of S. Maria dell'Alto in Nardò (Lecce, Italy)*. In: Proceedings of 2019 IMEKO TC-4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (MetroArchaeo 2019), December 4-6, 2019, Florence. Florence, IMEKO, pp. 371-373.

Leucci, G., De Giorgi, L., Ditaranto, I., Giuri, F., Ferrari, I. & Scardozzi, G. (2019) New Data on the Messapian Necropolis of Monte D'Elia in Alezio (Apulia, Italy), from Topographical and Geophysical Surveys. In: *Sensors*, 2019, 19(16), 3494.

Marti, R. (1924) *Le coste del Salento. Viaggio illustrativo*. Lecce, Tip. Vincenzo Conte.

Pasanisi, O. (1926) *La costruzione generale delle torri marittime ordinata dalla R. Corte di Napoli*. In: *Studi di Storia Napoletana in onore di Michelangelo Schipa*. Napoli, I.T.E.A., pp. 423-442.

Quarta, A. (2021) *Una città da difendere. Il castello di Gallipoli tra architettura militare e graffiti murali*. Soleto, Edizioni Esperidi.

Scardozzi, G., Ferrari, I. & Giuri, F. (2023) Le cave antiche di Porto Miggiano (Santa Cesarea, Lecce): analisi metrologica e rilievo topografico dei settori estrattivi. In: *Archeologia e Calcolatori*, 34.2, 2023, 163-184.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21486

Historical-architectural analysis and digital documentation of the military complex and Norman castle of *Civitas Allipharum*

Raffaela Fiorillo[a], Angelo De Cicco[a]
[a] University of Campania Luigi Vanvitelli, Department of Architecture and Industrial Design, Aversa, Italy, raffaela.fiorillo@unicampania.it, angelo.decicco@unicampania.it

How to cite: Fiorillo, R. & De Cicco, A. (2026). Historical-architectural analysis and digital documentation of the military complex and Norman castle of Civitas Allipharum. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21486

Abstract

The present-day town of Alife, located on the slopes of the Matese massif on the edge of the historic region of Sannio, preserves the original layout of the castrum from the Sullan era (1st century BC) both in the current rectangle of the Roman walls, crossed by four city gates, and in the typical road structure of cardines and decumani. The military layout of the city, characterised by the orthogonal intersection of the two main roads, the decumanus maximus, about 540 m long, and the cardo maximus, 410 m long, still preserves the ancient city gates. On the west side is Porta Roma, originally equipped with two square bastions, one of which was dismantled in the last century. On the south side is Porta Fiume, the best preserved gate, whose external towers have been incorporated into private homes. After recent restoration work, the early medieval appearance of the structure has been recovered as far as possible. On the east side is Porta Napoli, also known as Porta Beneventana, as it stood on the road to Benevento, heavily altered by inappropriate building additions. Finally, on the north side is Porta Piedimonte, which preserves the Roman-era jambs of the ancient structure, made of limestone blocks, while the original arched archway is no longer present. The square towers that equipped the gate, incorporated into private homes, are still distinguishable even though the curtain walls have been extensively remodelled. This contribution aims to bring to attention an urban artefact that has largely disappeared and is little known, through a study that combines historical sources with a digital survey of its current state. The use of advanced documentation technologies, such as photogrammetry and three-dimensional modelling, has made it possible to obtain an accurate representation of the surviving structures, with the aim of creating up-to-date digital documentation that will be useful for understanding and promoting the site.

Keywords: research, history, survey, valorisation.

1. Introduzione

Le origini di Alife, città situata nella piana del Volturno, in provincia di Caserta, risalgono all'epoca preromana e il suo toponimo è oggetto di diverse ipotesi etimologiche.

BY-NC-SA

La prima menzione della città nelle fonti letterarie è alle prime fasi della seconda guerra sannitica. Secondo Livio *Allifae* fu conquistata dai Romani nel 326 a.C., insieme con *Callifae*, localizzabile forse su monte Cavuto, in località Roccavecchia di Pratella, e *Rufrae*, attuale Presenzano (Caiazza, 1986).

Mancano riferimenti delle fonti antiche sulle sorti della città alla fine del conflitto: alcuni studiosi ipotizzano un abbandono romano nel 306 a.C., altri che *Allifae* fosse già *civitas foederata* romana dal 310 a.C. (La Regina, 1989). Dal III secolo a.C. Alife fu integrata nel sistema delle colonie romane e beneficiò di un'intensa riorganizzazione urbana, con la realizzazione del foro, dell'anfiteatro, del teatro e di un sistema viario ortogonale, ancora oggi in parte riconoscibile (Gualtieri, 1996). In età successiva il territorio si trasformò con la diffusione di insediamenti rurali, collocati strategicamente presso centri fortificati, aree pianeggianti e terrazze collinari dell'*ager* alifano, spesso vicine al Volturno (Quilici Gigli, Cera & Mataluna, 2015). Nel corso della sua lunga storia, Alife subì guerre, terremoti, inondazioni ed eventi distruttivi, tra cui il grave bombardamento alleato del 1943, che danneggiò il patrimonio architettonico (Angelone, 2010).

2. La forma *urbis* di Alife: persistenze, evoluzioni e rappresentazione

Il moderno abitato di Alife è disposto nella media valle del fiume Volturno, in una posizione strategica al confine tra Campania, Molise, Lazio e Puglia, che storicamente l'ha resa un importante nodo di transito e scambio (Natali, 2023). Con la conquista romana, avvenuta durante le guerre sannitiche, Alife venne trasformata in *municipium* e dotata di una struttura urbana a *castrum*, originariamente definito dall'incrocio di due assi principali, il *decumanus maximus*, lungo 540 m, corrispondente al tratto urbano della *via publica,* diramazione della via Latina, e il *cardo maximus*, di 410 m (Castagnoli, 1958; Miele, 2007), assi ancora oggi riconoscibili.

Il perimetro urbano è tuttora leggibile nella cinta muraria in *opus incertum*, realizzata da grandi blocchi di calcare locale, con un'altezza originaria stimata superiore ai 6 metri e uno spessore medio di 3 metri, a testimonianza dell'imponente funzione difensiva già in età repubblicana (Cielo, 2001b).

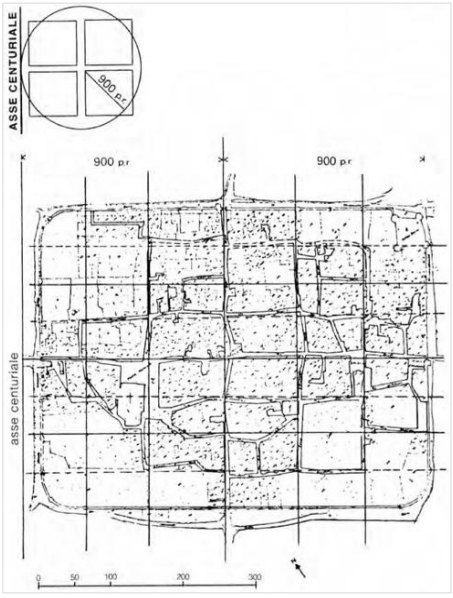


Fig. 1- *Allifae*, schema urbano (Miele, 2007)

Nei quattro punti dove cardo e decumano s'immettono nelle arterie extraurbane, si aprono le porte della città: Porta Napoli ad est, in origine collegata al tracciato viario verso Benevento, e rimaneggiata nel corso del Novecento; Porta Roma ad ovest, originariamente affiancata da due torri quadrangolari di difesa; Porta Fiume a sud, la meglio conservata, con un impianto altomedioevale stratificato sull'originaria struttura romana e torri inglobate oggi in edifici privati; Porta Piedimonte a nord, conserva elementi autentici di età romana, come i blocchi calcarei degli stipiti, mentre l'arco fornice è andato perduto e le torri quadrate originarie risultano inglobate in edifici moderni (Miele, 2001).

Tra il VI e il VII secolo, Alife sviluppò un assetto urbano policentrico, con nuovi centri di riferimento costituiti dal castello e da diversi complessi religiosi e monastici posti in aree periferiche. I resti monumentali romani – anfiteatro, teatro e necropoli – confermano il ruolo strategico della città nella Campania settentrionale. (Stanco, 2010).

La fase medievale segna un momento cruciale di riorganizzazione del tessuto urbano: l'impianto romano, pur mantenendo una forte persistenza nella maglia stradale, fu adattato alle nuove esigenze difensive e militari (Marrocco, 1951).

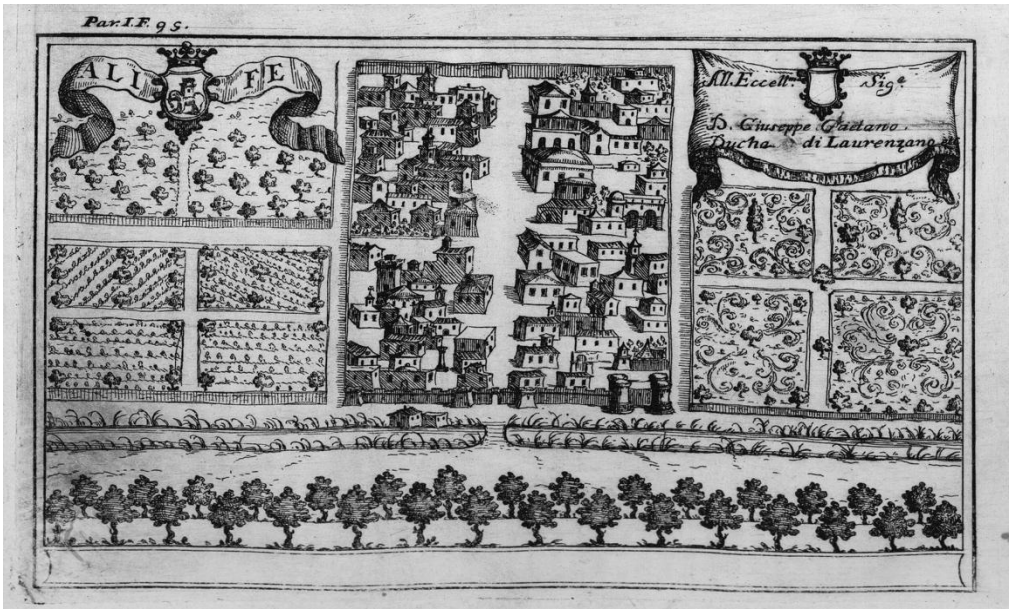


Fig. 2- Veduta di Alife, da G. B. Pacichelli, *Il Regno di Napoli in prospettiva*, Napoli, 1703

Durante il basso medioevo, Alife divenne sede vescovile e conobbe una riorganizzazione interna che vide la costruzione della cattedrale e di altri edifici religiosi nel reticolo urbano di origine romana (Frisetti, 2009). Tra il XIV e il XV secolo, guerre, lotte baronali e un forte sisma causarono un netto declino, pur mantenendo il castello un ruolo militare rilevante (Gambella, 2014). La più antica rappresentazione iconografica di Alife, conservata nel primo volume de *Il Regno di Napoli in prospettiva* di Pacichelli, pubblicato nel 1703 (Pacichelli, 1703), costituisce una fonte di primaria importanza per la conoscenza dello stato urbano e monumentale della città immediatamente successivo al disastroso sisma del 1688.

Nella veduta del Pacichelli, la città appare con un impianto urbano di forma rettangolare, delimitato dalla cinta muraria e suddiviso in quattro settori dall'incrocio ortogonale del cardo con il decumano.

In primo piano sono rappresentate le mura romane sul lato orientale, caratterizzate da merlature e rafforzate da una torre quadrangolare sul lato meridionale e da due ulteriori torri poste a presidio della porta centrale. All'estremità occidentale del decumano compare porta Roma, resa schematicamente con un arco a tutto sesto, mentre in primo piano sono raffigurati porta Napoli e il castello impostato in posizione baricentrica sulla cortina muraria.

La cattedrale appare priva delle due cupole, mentre numerosi edifici civili sono privi delle coperture a doppio spiovente, tipiche dell'architettura locale, verosimilmente per sottolineare i gravi danni prodotti dal terremoto del 1688.



Fig. 3- Rappresentazione di Alife, Amirante, G. & Pessolano, M. R., *Immagini di Napoli e del Regno. Le raccolte di Francesco Cassiano de Silva*, Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, 2005

Analoga rilevanza documentaria riveste la veduta rappresentata nel tondo nel manoscritto *Regno Napolitano Anatomizzato* di Cassiano de Silva, distinto dall'immagine edita nel testo del Pacichelli (Amirante & Pessolano, 2005). La rappresentazione di Cassiano de Silva si distingue per un maggior grado di naturalismo e per l'attenzione all'inserimento del centro urbano nel contesto territoriale.

Pur riproponendo la struttura quadrangolare della cinta muraria con le torri agli angoli, la resa è prospettica e più attenta alla disposizione delle strade e degli isolati. L'elemento religioso resta in evidenza, ma le architetture ecclesiastiche sono illustrate con una descrizione tipologica più congiunta alla realtà, nella quale le facciate, le cupole e i volumi emergono con maggiore verosimiglianza. Inoltre, la veduta integra il paesaggio agrario con la rappresentazione di coltivi e vigneti, sottolineando il legame organico tra città e territorio (Capano, 2007).

3. Evoluzione architettonica e trasformazioni storico-politiche del Castello di Alife

Il castello era localizzato in prossimità dell'angolo nord-orientale della cinta muraria, in posizione strategica per il controllo del corso del fiume Torano, il cui alveo originario scorreva in epoca antica molto più vicino alle mura romane rispetto all'attuale tracciato, modificato in seguito a interventi idraulici poco razionali effettuati negli anni Settanta del Novecento (Tagliamonte & Esposito, 2001). Dall'XI secolo la città tornò ad avere un ruolo di rilievo nel Mezzogiorno normanno grazie ai conti Rainulfo e Riccardo Drengot (Matthew, 1997), periodo in cui fu edificato il castello, progettato come presidio militare e simbolo del potere feudale (Martin, 2005).

Il castello alifano presentava una struttura militare di notevole efficienza, con alte torri merlate e un fossato alimentato da un corso d'acqua, presidiato da una guarnigione armata. La fortificazione rientra nella tipologia dei castelli a "cittadella" con impianto quadrangolare e quattro torri circolari d'angolo (Frisetti, 2015), alcune ancora riconoscibili, e mura costruite con materiali di reimpiego (Cielo, 2001a). Nella prima metà del XIII secolo, Alife venne integrata nel sistema difensivo imperiale svevo e il castello subì importanti modifiche. Tra la fine del XIII e il XIV secolo, con l'avvento del dominio degli Angioini, la fortezza subì ulteriori trasformazioni dovute ai conflitti che interessavano la valle del Volturno e all'adattamento alle prime armi da fuoco leggere (Gambella, 2014). Furono aggiunte torri semicircolari rinforzate da forti contrafforti e furono modificate le mura perimetrali.

Dal XVI secolo, con la decadenza delle funzioni militari e la trasformazione delle dinamiche insediative, il castello comincia un lento processo di abbandono e degrado (Frisetti, 2015). L'incuria causata anche da superfetazioni moderne non consente di proporre una puntuale ipotesi di datazione, dal momento che il complesso presenta caratteri tipici di epoche storiche differenti. Studi precedenti di alcuni storici hanno individuato una torre semicircolare urbana collegata alla cinta muraria, indice di una planimetria originaria più articolata dell'attuale (Tagliamonte & Esposito, 2001).

Le altre torri, invece, si presentano in differenti stati di conservazione: quella a S-O meglio preservata, con muratura a sacco e alcuni fori a sezione rettangolare; quella N-O è invece interamente inglobata in un'abitazione moderna, con paramento visibile solo sul lato Sud (D'Aprile, 2001). Il castello di Alife costituisce un caso esemplare di evoluzione architettonica stratificata, in cui si leggono le trasformazioni storiche, politiche e culturali del Mezzogiorno, dalla fase normanna fino all'età moderna, con un'importanza che travalica il contesto locale per inserirsi pienamente nella rete difensiva dell'Italia meridionale medioevale.

4. La documentazione digitale di Alife: tra rigore metrico e lettura storica

Il rilievo digitale condotto ad Alife si è configurato non come un semplice processo tecnico di acquisizione, ma come un atto critico di conoscenza (Gregotti, 1966), in cui la tecnologia è stata messa al servizio di una riflessione interpretativa. L'impiego del drone DJI Mini 4 Pro ha consentito di documentare l'intera area urbana e le permanenze del recinto murario con copertura sistematica, garantendo un dataset ampio e dettagliato. La scelta di una piattaforma leggera e automatizzata ha tuttavia comportato dei limiti, in particolare nella resa delle superfici verticali e nella restituzione dei dettagli materici, meno accurati rispetto a quanto ottenibile con rilievi terresti o scansioni LiDAR (Remondino & Campana, 2014).



Fig. 4- Rilievo fotogrammetrico aereo con drone DJI Mini 4 Pro: il controller mostra in tempo reale l'acquisizione dell'area urbana di Alife (acquisizione fotografica di Angelo De Cicco)

Questi vincoli, lungi dall'essere considerati come meri difetti tecnici, sono stati assunti come parte integrante del processo di conoscenza, orientando la modalità di lettura e di restituzione grafica e spostando l'attenzione dalla fedeltà assoluta al dato metrico verso la capacità del mondo digitale di restituire relazioni spaziali e configurazioni urbane funzionali alla comprensione storica.



Fig. 5- Ortofoto della città murata di Alife con evidenziazione del castello e di un tratto della cinta muraria, e ricostruzione del tracciato del cardo (rosso) e del decumano (verde) (elaborazioni e restituzione grafica di Angelo De Cicco)

La restituzione digitale ha permesso di verificare con rigore metrico la persistenza dei due assi principali, il cardo e il decumano, già descritti dalle fonti archeologiche e riconosciuti come fulcro della maglia urbana romana (Lepore, 1996; Terracciano, 2001).

Il modello tridimensionale ha evidenziato le continuità di questi tracciati all'interno della città moderna, ma anche le loro progressive trasformazioni in età medievale, quando la regolarità castrense venne in parte alterata dalla presenza del castello e di complessi religiosi periferici. La sovrapposizione delle stratificazioni, resa leggibile dal rilievo, conferma il ruolo del recinto non soltanto come limite fisico, ma come struttura ordinatrice che ha guidato le successive riorganizzazioni insediative. Particolare attenzione è stata rivolta al recinto murario in *opus incertum*, con blocchi calcarei locali di notevole dimensione (Cielo, 2001). La fotogrammetria aerea ha consentito di documentare in maniera sistematica i tratti ancora conservati e di mettere in evidenza le differenze costruttive dovute agli interventi di età repubblicana, medievale e moderna. L'analisi digitale ha inoltre mostrato come le porte urbiche, sebbene trasformate o inglobate in strutture successive, mantengano un forte valore di riferimento spaziale, ricalcando la logica del *castrum* originario. Anche in questo caso, il recinto emerge come elemento di lunga durata, capace di adattarsi alle esigenze difensive e, al contempo, di plasmare l'identità urbana di Alife nel corso dei secoli.

Il rilievo digitale ha consentito di approfondire in particolare l'area nord-orientale della cinta muraria, dove le fonti collocano il castello di età normanna, successivamente trasformato in età sveva e angioina (Cielo, 2001; Martin, 2005). La documentazione fotogrammetrica e la restituzione tridimensionale hanno reso leggibili allineamenti e tracce murarie oggi inglobate in strutture moderne, confermando la complessità stratigrafica già segnalata dagli studi archeologici. L'integrazione tra dati metrici e testimonianze storiche mostra come il castello, pur trasformandosi nel tempo, abbia mantenuto una relazione costante con il recinto urbano, configurandosi al contempo come presidio militare e polo generatore della forma insediativa medievale. La rappresentazione digitale, più che proporre una ricostruzione univoca, si pone come uno strumento critico capace di restituire le interazioni fra permanenze materiali, stratificazioni architettoniche e ipotesi storiche, collocando il recinto non solo come elemento difensivo, ma anche come dispositivo di organizzazione dello spazio urbano.



Fig. 6- Elaborazione fotogrammetrica in Agisoft Metashape: nuvola sparsa, nuvola densa e modello mesh della città murata di Alife (elaborazioni e restituzione grafica di Angelo De Cicco)

L'elaborazione con il software Agisoft Metashape ha seguito una sequenza metodologica consolidata, dall'allineamento fotogrammetrico alla generazione della nuvola densa, fino alla costruzione della mesh e alla texturizzazione, tuttavia, ogni fase è stata intesa come un momento di scelta critica, in cui parametri, densità e filtri hanno inciso in modo diretto la leggibilità delle evidenze (Tucci, Bonora & Conti, 2017). Ne consegue che il rilievo non produce un risultato univoco, ma una rappresentazione selettiva e orientata, in cui la componente interpretativa diventa parte integrante della costruzione della conoscenza.

La pubblicazione dei modelli sulla piattaforma online Sketchfab ha aperto ulteriori riflessioni: la traduzione del modello scientifico in interfaccia digitale interattiva amplia la possibilità di fruizione e divulgazione, ma solleva interrogativi sulle semplificazioni percettive, sulla perdita di complessità informativa e, più in generale, sul ruolo del digitale come mediatore tra ricerca e comunicazione pubblica (Carpo, 2011).

I risultati del rilievo hanno mostrato come il modello tridimensionale non costituisca una mera trasposizione geometrica del reale, ma un dispositivo capace di mettere in relazione dati materiali, permanenze archeologiche e ipotesi storiche (Docci & Maestri, 2020).

In un contesto frammentario come quello di Alife, la possibilità di integrare i dati metrici con la conoscenza storica diventa decisiva per evitare che il modello si riduca a una simulazione priva di profondità ermeneutica.

Il rilievo digitale deve quindi essere letto come un processo di mediazione, in cui rigore tecnico e consapevolezza critica si intrecciano, riconoscendo che la rappresentazione non riproduce il reale in maniera neutrale, ma lo riorganizza secondo criteri di selezione e finalità di ricerca (Remondino & Campana, 2014).



Fig. 7- Collage tra nuvola di punti densa in bianco e nero della città murata e modello texturizzato del castello con un tratto della cinta muraria (elaborazioni e restituzione grafica di Angelo De Cicco)



Fig. 8- Modello mesh generato in Agisoft Metashape e importato su Rhinoceros (elaborazioni e restituzione grafica di Angelo De Cicco)



Fig. 9- Navigazione del modello mesh texturizzato da cellulare e Qr code del modello caricato su Sketchfab (elaborazioni e restituzione grafica di Angelo De Cicco)

5. Conclusioni

Il percorso di documentazione digitale di Alife ha confermato come le tecniche fotogrammetriche debbano essere intese non soltanto come strumenti di registrazione, ma anche come dispositivi critici capaci di stimolare nuove interpretazioni e riflessioni sul rapporto tra forma urbana e stratificazione storica (Carpo, 2011).

I modelli tridimensionali hanno evidenziato con rigore metrico la configurazione del recinto urbano, le tracce del castello e la continuità tra l'impianto romano a *cardo* e *decumano* e le successive trasformazioni medioevali e moderne (Cielo, 2001). La diffusione online dei risultati ha ampliato la fruibilità dei risultati.

Ha trasformato il digitale in un'interfaccia culturale, pur sollevando dubbi sul rischio di semplificazioni e perdita di complessità (Bianchini & Nicastro, 2018).

L'esperienza di Alife dimostra che il rilievo architettonico, anche con tecnologie più avanzate, resta un atto critico e culturale: il suo valere sta nel rendere visibili permanenze, trasformazioni e assenze che, intrecciandosi con la lunga durata storica, definiscono Alife come un autentico palinsesto urbano (Docci & Maestri, 2020; Remondino & Campana, 2014).

Bibliografia

Amirante, G. & Pessolano, M. R. (2005) *Immagini di Napoli e del Regno. Le raccolte di Francesco Cassiano de Silva*, Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane.

Angelone, G. (2010) *H-2703. Alife, una città dimezzata*, Piedimonte Matese, Edizioni ASMV.

Bianchini, C. & Nicastro, S. (2018) La definizione del level of Reliability. Un contributo alla trasparenza dei processi di historic-BIM / The definition of the level of Reliability. A contribution to the transparency of historical-BIM processes, in: DN, 2, 45-59.

Caiazza, D. (1986) *Archeologia e storia antica nel Mandamento di Pietramelara e del Montemaggiore, I. Preistoria ed età sannitica*, Pietramelara, pp. 291-339.

Capano, F. (2007) Alife. In: De Seta, C & Buccaro, A. (a cura di), *Iconografia delle città in Campania. Le province di Avellino, Benevento, Caserta e Salerno*, Napoli, p. 224.

Carpo, M. (2011) The Alphabet and the Algorithm, NY, *Princerton Architectural* Press.

Castagnoli, F. (1958) Le ricerche sui resti della centuriazione. In: Campana, A. (a cura di), *Note e discussioni erudite*, Roma, Edizioni di storia e letteratura, pp. 7-44.

Cielo, L. R. (2001b) L'incastellamento nel Matese Campano. L'area alifana. In: Caiazza, D. & Cielo L. R. (a cura di), In: *Finibus alifanis. Storia e archeologia di Alife e del suo distretto*, Piedimonte Matese, pp. 41–64.

Cielo, L. R. (2001a) Il castello di Alife. La documentazione in età medievale. In: Caiazza, D., Cielo, L. R. (a cura di), In: *Finibus alifanis. Storia e archeologia di Alife e del suo distretto*, Piedimonte Matese, pp. 65-80.

D'Aprile, M. (2001) *Murature angioino-aragonesi in Terra di Lavoro*, Napoli.

Docci, M. & Maestri, D. (2020) *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Roma: Editore Laterza.

Frisetti, A. (2009) Le mura romane di Alife (CE): analisi preliminare dei restauri medievali. In: Volpe, G. & Favia, P. (a cura di), V congresso Nazionale di Archeologia medievale, Firenze, All'Insegna del Giglio, pp. 741-745.
Frisetti, A. (2015) Le fortificazioni urbane di Alife e i castelli del territorio tra alto e basso medioevo. In: Marazzi, F. (a cura di) *Civitas aliphana. Alife e il suo territorio nel Medioevo*. Atti del Convegno di Studi, 9-20 gennaio 2013, Alife. Cerro a Volturno (IS,) Volturia Edizioni, pp. 161-177.
Gambella, A. (2014) Alife e i centri abitati della diocesi dal XIII al XV secolo. Studio su popolazione e tasse. *Annuario dell'Associazione Storica del Medio Volturno* (2013) S. 251-279.
Gregotti, V. (1966) *Il territorio dell'architettura*, Milano, Feltrinelli.
Gualtieri, M. (1996) Alife romana: assetto urbano e trasformazioni tardoantiche. *Annali di Archeologia e Storia Antica*, 3, 45-78.
La Regina, A. (1989) I Sanniti. In: Pugliese Carratelli, G. (a cura di). *Italia omnium terrarum parens. La civiltà degli Enotri, Choni, Ausoni, Sanniti, Lucani, Brettii, Sicani, Siculi, Elimi*, Milano, pp. 301-432.
Lepore, E. (1996) *Città e territorio nell'Italia antica*. Einaudi.
Liv. VIII, 25, 4
Marrocco, D. (1951) *L'antica Alife,* Piedimonte Matese.
Martin, J.M. (2005) *La grande dispersione. Il Mezzogiorno normanno fra XI e XII secolo*. Roma, Viella.
Matthew, D. (1997) *I Normanni in Italia*, Bari.
Miele, F. (2001) La cinta muraria romana di Alife alla luce delle recenti indagini archeologiche. In: Caiazza, D., Cielo, L. R. (a cura di), *In finibus Allifanis*, Piedimonte Matese, pp. 13-39.
Miele, F. (2007) Allifae e il suo ager. Considerazioni sugli aspetti storici e sulle testimonianze monumentali alla luce delle recenti indagini archeologiche. In: Sirano F. (a cura di), *In itinere. Ricerche di archeologia in Campania*, S. Maria C.V. (CE), Lavieri, pp. 185-223.
Natali, A. (2023) *Alife preromana. Una necropoli alle pendici del Matese*, Roma, «L'Erma» di Bretschneider.
Pacichelli, G. B. (1703) *Il Regno di Napoli in prospettiva*, Napoli.
Quilici Gigli, S., Cera, G. & Mataluna, S. (2015) Risultati delle ricerche topografiche condotte per la Carta archeologica della Campania nell'area tra Alife e Venafro. In: Marazzi, F. (a cura di) *Civitas aliphana. Alife e il suo territorio nel Medioevo*. Atti del Convegno di Studi, 9-20 gennaio 2013, Alife. Cerro a Volturno (IS,) Volturia Edizioni, pp. 83-102.
Remondino, F. & Campana, S. (2014) *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage – Theory and best practices,* BAR International Series 2598. Oxford, Archaeopress.
Stanco, E. A. (2010) *Alife sannitica: nuove acquisizioni storico-topografiche* (in appendice: relazione Dall'Osso del 18.06.1907), *Oebalus. Studi sulla Campania nell'Antichità*, 5. Roma, Bardi editore, pp. 143-171.
Tagliamonte, G. & Esposito, R. (2001) Nuovi dati sulla fortificazione medievale di Alife. In: Caiazza, D. & Cielo, L. R. (a cura di), *In Finibus Alifanis*. Piedimonte Matese, *Amministrazione Comunale Città di Alife,* pp. 179–191.
Terracciano, M. (2020) La città romana di Allifae, tra storia e contemporaneità. In: Pascariello, M. I., Veropalumbo A. (a cura di), *La Città Palinsesto. Tracce, sguardi e narrazioni sulla complessità dei contesti urbani storici, Tomo II - Rappresentazione, conoscenza, conservazione*, FedOA - Federico II University Press, pp. 961-969.
Tucci, G., Bonora, V., Conti, A. & Fiorini, L. (2017) High-quality 3d models and their use in a cultural heritage conservation project. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci*., XLII-2/W5, 687–693.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21488

The Castellina of Norcia: from historical knowledge to digital valorization

Francesca Funis[a], Valeria Menchetelli[a], Serena Pallotti[a]
[a] Università degli Studi di Perugia, DICA, Perugia, Italia, francesca.funis@unipg.it, valeria.menchetelli@unipg.it, serena.pallotti.96@gmail.com

How to cite: Funis, F., Menchetelli, V. & Pallotti, S. (2026). The Castellina of Norcia: from historical knowledge to digital valorization. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21488

Abstract

This contribution presents the interim results of an interdisciplinary research project focused on the fortified complex of Castellina in Norcia, built in the mid-16th century and based on a design by Iacopo Barozzi da Vignola. The investigation is part of an ongoing university research project conducted by a team of scholars within the Work Package *Knowledge, Conservation and Valorization of Material and Immaterial Heritage* at the University of Perugia, dedicated to monumental heritage affected by critical conditions due to earthquakes. In this context, the study presented here focuses on the historical and architectural analysis of the 16th-century fortress known as *La Castellina*, located on the western side of Piazza San Benedetto in Norcia. The building – characterized by a massive and compact shape with four corner bastions – combines military and civilian features and has shown a particularly positive response to seismic events throughout its history. Based on in-depth archival research, it was possible to systematically organize sources and documents and place the morphological origin of the building in the process of evolution and transformation of fortified complexes between the 15th and 16th centuries. The second part of the research, based on the results of an integrated architectural survey, proposes a digital enhancement project aimed at increasing public interest in cultural heritage. To this end, a communication strategy is proposed that employs a system of audiovisual supports, facilitating access to information and awareness of the building's history.

Keywords: Castellina, modern fortifications, historical research, digital valorization.

1. Introduzione

Oggetto di questo studio è il complesso fortificato denominato "la Castellina" – realizzato a Norcia a metà del XVI secolo su progetto di Iacopo Barozzi da Vignola – del quale vengono presentate un'analisi storica e architettonica e una proposta di valorizzazione in ambito digitale.

Il processo conoscitivo ha avuto inizio con un'accurata e approfondita ricerca di archivio, che ha permesso di delineare un inquadramento storico dettagliato e una ricostruzione delle fasi costruttive del manufatto, spesso influenzate dai numerosi eventi sismici susseguitisi nel tempo.

BY-NC-SA

L'acquisizione di dati in situ ha consentito di produrre una documentazione grafica completa finalizzata allo studio degli ambienti che costituiscono il complesso e della loro distribuzione (Pallotti, 2025). L'osservazione diretta della forma e dei materiali da costruzione impiegati è stata poi la base per indagare l'origine morfologica del fortilizio, che coniuga assieme caratteristiche militari, civili e antisismiche. La parte conclusiva dello studio prende le mosse dagli esiti della fase di documentazione per presentare una proposta di valorizzazione in ambito digitale volta a incentivare l'acquisizione di consapevolezza e l'interesse del pubblico verso la conoscenza del patrimonio culturale locale.

2. Inquadramento storico

Per ripercorrere l'evoluzione storica della Castellina occorre tornare alla metà del XVI secolo, quando la città di Norcia era sotto il controllo della Chiesa. Il fortilizio venne edificato per volontà del pontefice Giulio III e di suo nipote, il cardinale Fulvio della Corgna, al fine di sedare le rivolte interne alla città di Norcia, che si opponeva da tempo al controllo dell'autorità ecclesiastica. Del progetto fu incaricato Iacopo Barozzi detto il Vignola, che nella giornata del 28 agosto 1554 (1) si recò a Norcia e disegnò la Rocca verso Porta delle Ceresce (Cordella, 1995: p. 34). Vignola aveva lavorato in prestigiosi cantieri e, una volta divenuto architetto di Papa Giulio III, ebbe modo di sperimentare gli insegnamenti appresi. Nel caso della Castellina a Norcia, l'architetto riuscì a coniugare "la rigida conformazione geometrica del castello e il nobile aspetto del palazzo civile" (Giovannoni, 1935: p. 250). Per la costruzione del fortilizio venne scelto il sito nel quale sorgevano l'antica Pieve di Santa Maria Argentea, che fu smantellata e ricostruita nella posizione che occupa attualmente, e il Palazzo del Podestà (2), del quale fu salvata una delle facciate principali, quella verso la piazza, inglobata all'interno del nuovo edificio.

I lavori di realizzazione della Castellina durarono pochi decenni, nel 1586 erano da ultimare le finiture interne. Al momento di un sopralluogo al cantiere dell'ingegnere militare Francesco Laparelli nel 1562, erano state realizzate le mura esterne e il corridoio sotterraneo (Fig. 1), che serviva per "andar da la Castellina fuori de la Terra, et per pigliar dentro, et mandar fuora prigioni, et per mandar via la corte, o farla venire di notte senza saputa" (Patrizi-Forti, 1869: pp. 542-544). A partire dal 1569, e fino al 1817 circa, la fortezza divenne sede della Prefettura della Montagna, una suddivisione amministrativa dello Stato pontificio, e divenne residenza del prefetto. Nei due secoli successivi, il piano nobile fu destinato alla residenza dei prefetti, dei quali rimane testimonianza nei nomi incisi sugli architravi delle porte; al piano terra, invece, erano collocate la cancelleria criminale e le carceri.

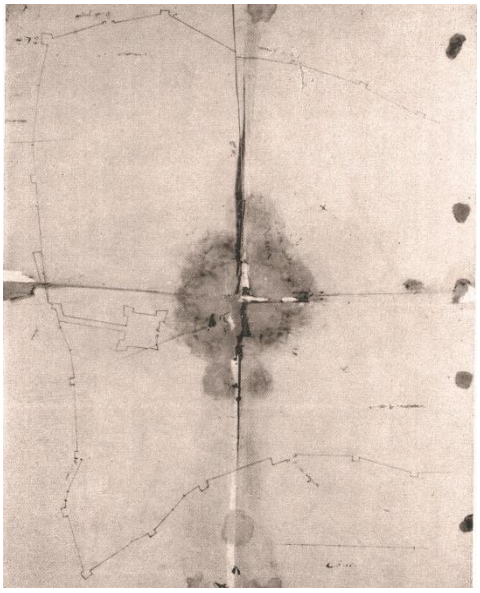


Fig. 1- Francesco Laparelli, *Disegni della città*, 1562 (Marconi, 1970)

A metà del XVII secolo, la struttura esterna era sicuramente completata, come illustrato in una pianta di Norcia del XVII secolo (Fig. 2) e, da quel momento in avanti, si susseguono continui lavori di manutenzione o di ricostruzione.

Nel 1860 presero sede nell'edificio gli uffici della pubblica amministrazione, fino a quando, negli anni Sessanta del Novecento, si maturò l'idea di trasformare la residenza governatoriale in museo. Dal 1967, infatti, la Castellina ospita il Museo Civico e Diocesano di Norcia. Dopo il terremoto del 2016, che ha causato il crollo della torre campanaria situata al di sopra della copertura sul lato nord-est determinando l'inagibilità di parte del secondo piano, l'edificio è stato chiuso al pubblico per ragioni di sicurezza. Il progetto di restauro elaborato nel 2021 dallo studio AlterStudio Partners è finalizzato a ripristinare e valorizzare la destinazione espositiva dell'edificio.



Fig. 2- Ioannes Blaeu, *Norsia*, sec. XVII (da Bianchi, Chiaverini & Rossetti, 2001: p. 23)

2.1. Origine morfologica

Per completare l'inquadramento storico della Castellina è stata effettuata un'analisi dei modelli architettonici che ne hanno ispirato la forma. Tra i secoli XV e XVI si assiste a una fase di transizione dell'architettura fortificata, legata alla scoperta di nuove armi da fuoco e, di conseguenza, alla messa a punto di nuove tecniche difensive. La Castellina ha costituito in questo senso una fabbrica di sperimentazione delle caratteristiche derivanti dalle 'case forti', tipiche architetture medievali, e che avrebbero connotato le opere militari dei secoli successivi. Tra queste caratteristiche, in particolare, risalta l'impiego del baluardo angolare tipico della fortificazione alla moderna. Proprio questo elemento tipologico, inserito in un'architettura residenziale, rende la Castellina un caso interessante di approfondimento, in quanto localizzata nel centro di una città e unica nel suo genere nel panorama umbro.

Nel modello di Norcia, la conformazione difensiva è connessa più a una forma di auto-rappresentazione simbolica del committente (lo Stato Pontificio) che a una effettiva esigenza difensiva. Tale carattere rappresentativo connesso all'impostazione tipologica appare ulteriormente rimarcato anche dalla notevole resistenza mostrata dalla costruzione nei confronti dell'azione sismica, che ha permesso all'edificio, e simbolicamente alla Chiesa, di rimanere in piedi in molteplici occasioni davanti a una città rasa al suolo dai terremoti.

Gli elementi distintivi della Castellina appena descritti sono comuni ad altri impianti fortificati che in questo studio sono stati assunti come modelli di confronto sui piani tipologico, urbanistico e rappresentativo. Tra i complessi architettonici con la stessa origine morfologica rientrano alcune ville medicee diffuse nelle campagne toscane, come ad esempio la Villa dell'Ambrogiana e quella di Artimino, mentre nel panorama umbro complessi analoghi, caratterizzati da torri angolari e simboleggianti il potere papale, sono le rocche di Narni e Spoleto. Infine, la Rocca Paolina di Perugia è un importante esempio, ora non più completamente leggibile, di architettura militare simbolo della rappresentazione del potere papale all'interno della città.

2.2. Contesto urbano e descrizione

La Castellina prende posto lungo la via magistra (Gigliozzi, 2019: p. 27), all'altezza di Piazza San Benedetto, nel centro storico di Norcia. Rispetto alla direttrice, la fabbrica si sporge verso est, quasi tagliandola, e assumendo di conseguenza una posizione dominante (Fig. 3).

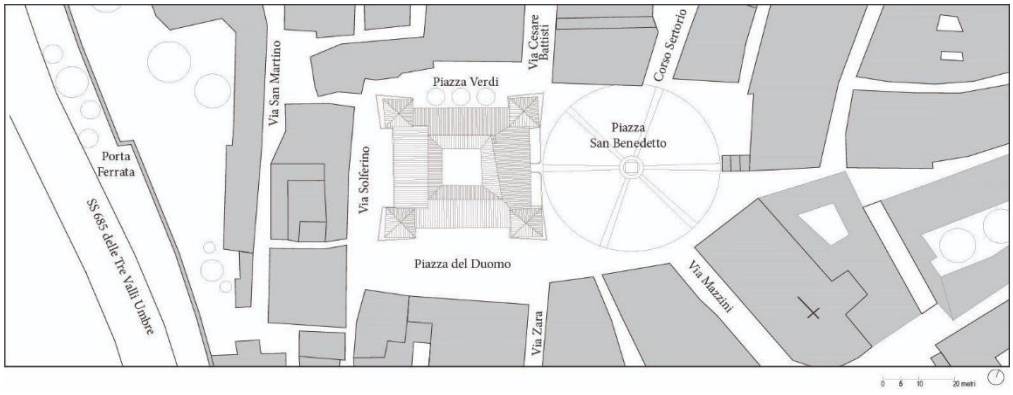


Fig. 3- Inquadramento nel contesto urbano (elaborazione grafica di Serena Pallotti, 2025)



Fig. 4- Sezione a scala urbana (elaborazione grafica di Serena Pallotti, 2025)

La scelta della sua ubicazione, abbastanza vicina alle mura cittadine, ha consentito di realizzare il corridoio sotterraneo che aveva accesso esclusivo da fuori le mura e da dentro il palazzo (Fig. 4). Esternamente, la Castellina "ha il carattere di un palazzo fortificato" (Guardabassi, 1872: p. 145) dall'impianto quadrangolare con un cortile centrale e quattro baluardi angolari con base scarpata. L'intero edificio è fasciato da una I due accessi si raffrontano attraverso una corte munita di portici sovrapposti (Fig. 6): un quadriportico di dodici archi a tutto sesto e voltato a crociera sorregge il ballatoio coperto da tettoia lignea. I pilastri al piano terra, molto slanciati e a pianta quadrata, sono realizzati su alti piedistalli. Al piano nobile, invece, le colonne meno slanciate si sviluppano a partire dal parapetto.



Fig. 5- Vista della facciata principale da Piazza San Benedetto (foto di Serena Pallotti, 2025)

La corte ricalca il profilo quadrato dei muri esterni, ad eccezione della parete est che corrisponde alla facciata del preesistente Palazzo del Podestà. La giacitura obliqua di questo muro rispetto a quello esterno e la pianta irregolare delle volte a crociera non sono visivamente percepite "ma giustamente corrette e riassorbite dalla riduzione prospettica" (Ricci, 2002: p. 161).

robusta cordonatura, formata da un toro e un cavetto, che separa la base ferrigna dal primo piano. Sulle pareti dei bastioni si aprono cannoniere e feritoie atte alla difesa (Fig. 5).

L'ingresso principale, un imponente portale bugnato, affaccia su Piazza San Benedetto, mentre un secondo accesso, realizzato nel 1734, è posto a ovest.



Fig. 6- Vista della corte (foto di Serena Pallotti, 2025)

Altri resti del Palazzo del Podestà si trovano nel torrione nord: una colonna con capitello a foglia d'acqua, che probabilmente reggeva un portico, e due archi a sesto acuto in selci squadrati.

Al piano terra si distribuiscono i locali dell'ex cancelleria con le "oscure e spaventose carceri" (Ceccarelli, Comino, 2003: p. 139), la scuderia con accesso al corridoio sotterraneo e, in una fase successiva, l'abitazione del custode.

Tutte le stanze hanno soffitti voltati, la maggior parte con volta a padiglione e alcuni con volta a botte. Al piano superiore, a cui si accede attraverso una scala in pietra realizzata nel 1587, sono presenti, tra le numerose stanze, due grandi ambienti rettangolari e un piccolo locale con pareti affrescate e affacciante su Santa Maria Argentea, identificabile probabilmente con la cappellina riservata agli appartamenti del prefetto (Figg. 7-10).

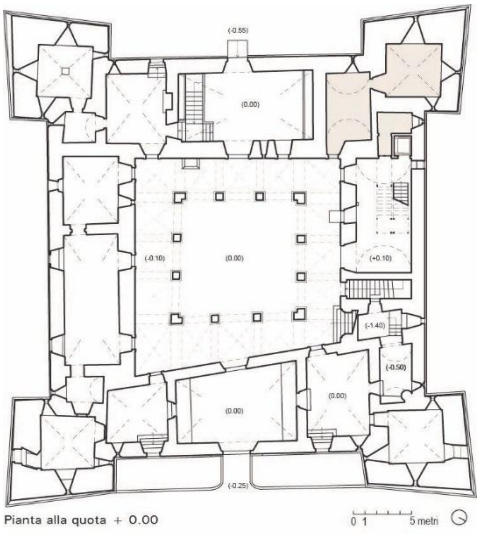


Fig. 7- Rilievo architettonico della Castellina a Norcia, pianta alla quota 0,00 m (elaborazione grafica di Serena Pallotti, 2025)

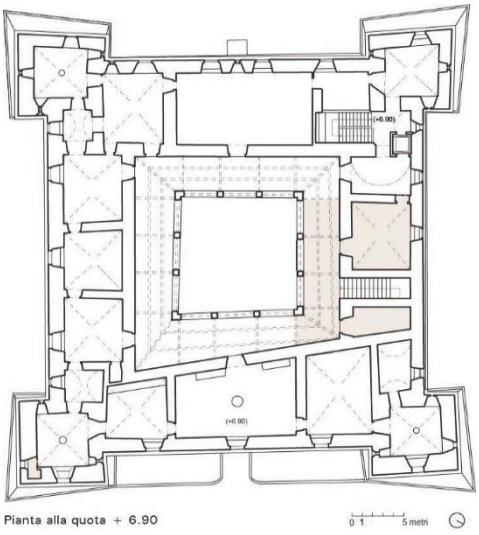


Fig. 8- Rilievo architettonico della Castellina a Norcia, pianta alla quota + 6,90 m (elaborazione grafica di Serena Pallotti, 2025)

2.3. Tecnica costruttiva e comportamento sismico

Il materiale utilizzato per la costruzione della Castellina è il crispo, una roccia simile a una breccia, che si riconosce nel colore grigio all'esterno e nel colore rosato nel cortile interno (Sperandio 2004: p. 78). Oltre alla pietra da cava locale, sono stati impiegati i resti dell'antico tempio di Marte, ormai in rovina, e la facciata del Palazzo del Podestà.



Fig. 9- Rilievo architettonico della Castellina a Norcia, prospetto su piazza San Benedetto (elaborazione grafica di Serena Pallotti, 2025)

Dal punto di vista strutturale, il basamento è realizzato in grandi blocchi di pietra squadrata secondo la disposizione isodoma; il piano rialzato, invece, è realizzato in muratura di pietra grezza e malta, e gli spigoli dei torrioni sono rinforzati da blocchi d'angolo.

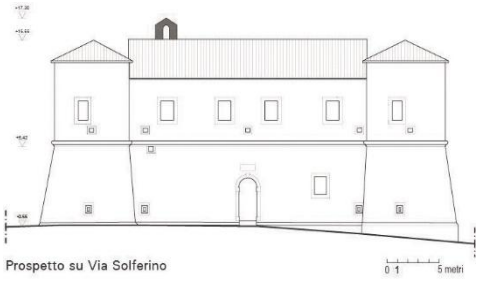


Fig. 10- Rilievo architettonico della Castellina a Norcia, prospetto su via Solferino (elaborazione grafica di Serena Pallotti, 2025)

L'insieme di caratteri quali la tecnica costruttiva, la forma compatta e simmetrica, lo spessore delle pareti (che raggiunge anche il metro) ha dotato l'edificio di una elevata resistenza strutturale nei confronti dell'azione sismica, garantendo stabilità dalla sua costruzione fino a oggi. Il territorio su cui sorge la Castellina è infatti caratterizzato da importanti fenomeni tellurici, che hanno fortemente influenzato l'assetto urbanistico della città di Norcia, colpita nel corso della storia da gravi terremoti.

Tra i più distruttivi si può ricordare "il fiero e terribile terremoto" (Patrizi-Forti, 1869: p. 611) del 1703, documentato anche da un disegno dell'architetto Francesco Antonio Bufalini risalente all'anno 1705, nel quale la piazza di

Norcia viene rappresentata completamente distrutta, mentre sul lato sinistro la Castellina è ancora intatta (Fig. 11).

La fortezza rimase illesa anche qualche anno dopo, con il terremoto del 1730. Nel secolo successivo le scosse del 1859 non compromisero l'integrità della struttura: la Castellina ancora una volta restava l'edificio più illeso della città, tanto da trasformarsi in un deposito di opere d'arte e di beni recuperati da altri edifici danneggiati; tuttavia, iniziò un periodo decadimento a causa della scarsa manutenzione.

Gli eventi sismici degli anni 1979 e 2016, infine, causarono solo lievi danni alla struttura che, come accennato, è stata chiusa al pubblico per questioni di sicurezza.



Fig. 11- Francesco Antonio Bufalini, Veduta della piazza di Norcia, 1705 (Cordella, 2017/2018: p. 134)

3. Progetto di valorizzazione in ambito digitale

Dopo aver condotto un'accurata analisi e una valutazione approfondita delle caratteristiche storiche e architettoniche della Castellina di Norcia, il progetto per la sua valorizzazione si propone di perseguire obiettivi volti a integrarla nel processo di digitalizzazione del patrimonio culturale che sta trasformando il modo di preservare, valorizzare e fruire dei beni architettonici anche solo parzialmente accessibili.

Il progetto sviluppato per la Castellina è finalizzato a stimolare l'interesse del pubblico alla conoscenza del patrimonio locale, favorendo una maggiore comprensione della sua storia, grazie a un accesso semplificato alle informazioni storiche.

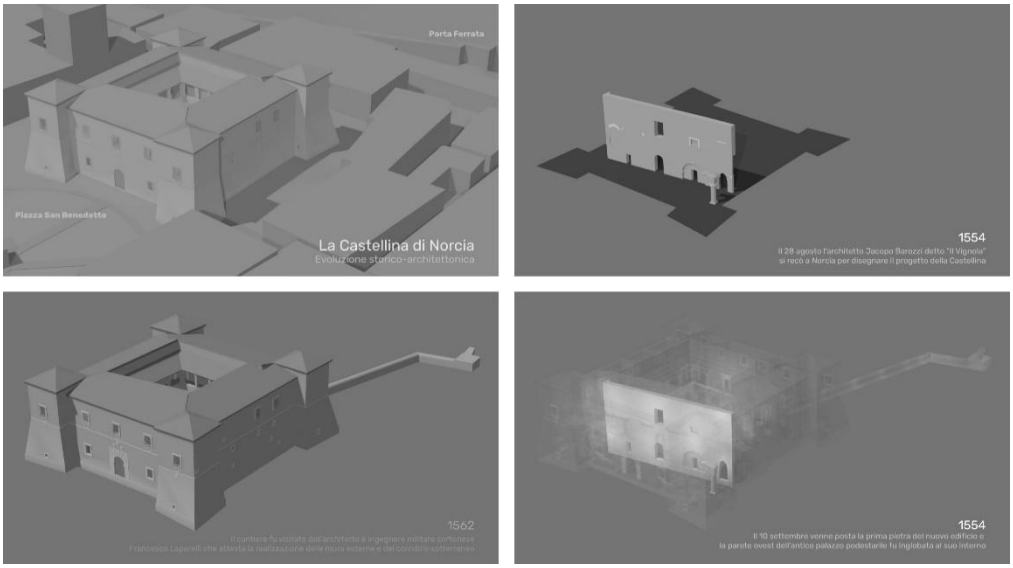


Fig. 12- Fotogrammi del video illustrativo (elaborazione grafica di Serena Pallotti e dello studio Movimento Creative Label, 2025)

Le scelte progettuali si sono basate sull'analisi critica di esperienze di valorizzazione e comunicazione multimediale del patrimonio culturale, tra cui quella attuata dalla Galleria Nazionale dell'Umbria di Perugia. Il risultato è un prodotto visivo accessibile e coinvolgente attraverso cui il visitatore non esperto può acquisire informazioni anche grazie a una componente grafica volta ad arricchire la narrazione e la trasmissione di conoscenza.

Il modello tridimensionale dell'edificio costruito nel corso del rilievo architettonico è stato la base per la realizzazione di un video che racconta la storia della Castellina (Fig. 12). Inoltre, il modello ha consentito di realizzare un approfondimento narrativo incentrato sulla facciata del Palazzo del Podestà, sulla quale sono ancora visibili, sia dipinti che in rilievo, importanti tracce storiche. A tale testimonianza della storia della città di Norcia, che è oggetto di studi dedicati da parte del gruppo di ricerca attivato sull'edificio, è stata inoltre dedicata una tavola illustrativa che ne descrive nel dettaglio i caratteri e che è stata ipotizzata come proposta di segnaletica integrativa da installare in loco (Fig. 13). Sia il video che il pannello aprono la possibilità di uno scenario futuro in cui dispositivi comunicativi e narrativi, sia analogici che digitali, potranno essere integrati nel percorso museale di visita alla Castellina.



Fig. 13- Tavola illustrativa della facciata del Palazzo del Podestà (elaborazione grafica di Serena Pallotti, 2025)

4. Conclusioni

Il lavoro di ricerca descritto ha esplorato la complessità storica, architettonica e culturale della Castellina, sottolineando come la struttura originaria sia rimasta inalterata nel tempo, con modifiche limitate a interventi di manutenzione e ripristino dopo eventi sismici, rispetto ai quali ha dimostrato, nel corso della storia, una risposta particolarmente positiva.

L'analisi architettonica ha rivelato le peculiarità costruttive e stilistiche della Castellina, permettendo un confronto con altri impianti architettonici. Infine, nell'ambito della valorizzazione del patrimonio culturale rappresentato dalla Castellina, è stata sviluppata una strategia di interpretazione e comunicazione in ambito digitale che possa incentivare l'interesse del pubblico verso la conoscenza del patrimonio culturale locale.

Ringraziamenti

I prodotti multimediali relativi alla proposta di comunicazione in ambiente digitale sono stati realizzati nel corso di un'esperienza di tirocinio formativo svolta da Serena Pallotti presso lo studio Movimento Creative Label di Simone Pucci, che le autrici ringraziano sentitamente.

Note

(1) Le *Riformanze* del 1554 raccontano le vicende di quei giorni: "A laude e gloria di Dio, alla conservazione dello Stato ecclesiastico [...]

Celebrati dapprima i divini ufficî nella Chiesa di S. Benedetto [...] unitamente all'Eccmo. Architetto Jacopo Barozio detto il Vignola". (traduzione dal latino da Patrizi-Forti, 1869: p. 475).

(2) Le tracce architettoniche costituite dalla facciata e da una colonna del preesistente palazzo podestarile, tuttora conservate, rappresentano una testimonianza architettonica di notevole importanza scientifica, che meriterebbe un ulteriore approfondimento di ricerca

Fonti

Archivio Comunale di Norcia, *Riformanze*, 1553-1555, vol. 46.

Bibliografia

Bianchi, A., Chiaverini, R. & Rossetti, C. (a cura di) (2001) *Norcia Nuova: trasformazioni urbanistiche dopo il terremoto del 1859: complesso di S. Francesco e Castellina, Norcia 3 marzo - 18 aprile 2001: catalogo della mostra - laboratorio*. Norcia, Millefiorini.

Ceccarelli, G. & Comino, C. (a cura di) (2003) *Istorie dell'antica città di Norsia / Ciucci Fortunato*. Firenze, Nerbini.

Cordella, R. (1995) *Norcia e territorio: guida storico-artistica*. Norcia, Una mostra, un restauro.

Cordella, R. (2018) La piazza grande di Norcia dopo il terremoto del 1703. In *Spoletivm*, 2017/2018(54-55), 133-135.

Gigliozzi, M.T. (2019) *Norcia città sismica. La basilica di San Benedetto paradigma di rinascite*. Roma, Campisano.

Giovannoni, G. (1935) Giacomo Barozio da Vignola. In: Giovannoni, G. (a cura di) *Saggi sulla architettura del Rinascimento*. Milano, Treves, pp. 238-264.

Guardabassi, M. (1872) *Indice-guida dei monumenti Pagani e Cristiani riguardanti l'istoria e l'arte esistenti nella provincia dell'Umbria*. Perugia, G. Boncompagni.

Marconi, P. (a cura di) (1970) *Visita e progetti di miglior difesa in varie fortezze ed altri luoghi dello Stato Pontificio. Trascrizione di un manoscritto inedito di Francesco Laparelli architetto cortonese, 1521-1570*. Cortona, Grafiche Calosci.

Pallotti, S. (2025) *La Castellina di Norcia: origine, evoluzione nel tempo e strategia di valorizzazione*. [Tesi di Laurea Magistrale]. Perugia, Università degli Studi di Perugia.

Patrizi-Forti, F. (1968) *Delle memorie storiche di Norcia* (rist). Bologna, Forni.

Ricci, M. (2002) La castellina di Norcia: storia di un edificio. In: Tuttle, R.J. (a cura di) *Jacopo Barozzi da Vignola*. Milano, Electa, pp. 161-162 e 381.

Sperandio, B. (2004). *Delle pietre dell'Umbria da costruzione e ornamentali*. Perugia, Quattroemme.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21489

Defending the Venetian Lagoon: Digital Reconstruction of the Early Modern Fortress at the *Lido*

Ludovica Galeazzo[a], Gianlorenzo Dellabartola[b], Federico Panarotto[a]
[a] Università degli Studi di Padova, DBC, Padova, Italia, ludovica.galeazzo@unipd.it, federico.panarotto@unipd.it,
[b] Università degli Studi di Firenze, DBC, Firenze, Italia, gianlorenzo.dellabartola@unifi.it

How to cite: Galeazzo, L., Dellabartola, G. & Panarotto, F. (2026). Defending the Venetian Lagoon: Digital Reconstruction of the Early Modern Fortress at the Lido. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21489

Abstract

Since the 13th century, the Lido inlet—strategically positioned between the Adriatic Sea and the Venetian lagoon—served as Venice's principal stronghold for the defence of the capital. Two medieval castles, Castel Vecchio at the northern tip of the Lido and Castel Nuovo on the opposite island of Sant'Andrea, guarded the entrance to the city's main port and defined the area known as *Do Castelli*. Amid the mounting Ottoman threat in the Mediterranean, this fortified zone became the focus of the Republic's increasingly ambitious program to reorganise, modernise, and expand the lagoon's defences in response to evolving siege warfare. While scholarship has largely concentrated on the construction of Fort Sant'Andrea, far less attention has been devoted to its counterpart, the fortress of San Nicolò, now largely demolished. Conceived through a protracted and complex series of construction campaigns, the fortress involved some of the leading figures in Venetian military architecture, who for decades debated the most effective strategies for defending the Serenissima's final outpost before the city. Building on recent archival, cartographic, and iconographic discoveries, combined with an integrated 3D survey, this paper examines the long-term history, strategic configuration, and architectural character of a defensive outpost that epitomised the transition from medieval to early modern Venetian fortification. Using Historic Building Information Modelling (HBIM) techniques, the ERC *Venice's Nissology* research group digitally reconstructed the fortress as it appeared in the mid-17th century, tracing its main construction phases and innovative design features, thereby reviving a form of military architecture that has largely disappeared.

Keywords: Lido fortifications, digital reconstruction, HGIS, HBIM.

1. Introduction

A climate of uncertainty and apprehension pervaded 16th-century Venice. After the War of the League of Cambrai, the growing threat of Ottoman expansion in the Mediterranean unsettled Venices's long-standing military strategy, which had hitherto relied primarily on naval supremacy and the protective waters of its lagoon (Concina & Molteni, 2001). From the

BY-NC-SA

early 1530s, the Lido inlet—the city's main gateway—became the stage for an intensive programme of renovation, modernisation, and rationalisation of the Republic's defences, prompted by the evolution of siege warfare and the looming prospect of a direct seaborne assault. Confronted with the urgent need to strengthen the area known as *Do Castelli*, the *Serenissima* convened some of the most prominent minds in military architecture to upgrade the medieval defensive system formed by Castel Vecchio at San Nicolò del Lido and Castel Nuovo on the opposite island of Sant'Andrea (Morachiello, 1991). Among those involved were Michele Sanmicheli; duke Francesco Maria della Rovere, governor general of the militias; Sforza Pallavicino, captain general of the *Serenissima*; Antonio da Castello, colonel general of artillery; Francesco Malacreda; and Giulio Savorgnan, general of artillery. For decades, these military leaders and technicians engaged in an ongoing—and at times contentious—debate over the optimal strategy for fortifying the two shores of the inlet, torn between applying the *fortificazioni alla moderna* developed on the mainland and adapting defensive solutions to the lagoon's unique environmental conditions. While the first approach led to the construction of Fort Sant'Andrea on the site of Castel Nuovo, the design of a new fortification at San Nicolò proved far more complex. Its history was marked by aborted attempts, repeated reconsiderations, and four decades of uncertainty over whether to modernise the old castle, erect defensive barriers, build a citadel, or embark on a completely new fortress. The latter option eventually prevailed, though only in successive stages, with different designers implementing divergent solutions.

Archival documents provide a detailed account of the design debates—partially explored by scholars (Malagola, 1909; Manno, 1988)—but remain silent on the fortress's final configuration, particularly its elevations and architectural features. The limited survival of 16th- and 17th-century drawings (Fig. 1), combined with extensive 20th-century alterations, further complicates interpretation. The fragmentary and heavily modified surviving fabric has so far precluded a comprehensive reconstruction. Recent investigations by the ERC project *Venice's Nissology* (VeNiss) have documented and measured previously unstudied remains, enabling the reconstruction of the mid-17th-century fortress layout in plan and elevation (1). The digital survey—integrated with textual and iconographic sources and georeferenced within a Historic Geographic Information System (HGIS) environment—has allowed researchers to reconstruct the original curtain walls and trace vestiges of the ancient bastions embedded in later buildings. Using Historic Building Information Modelling (HBIM) methodologies (Murphy, Mcgovern & Pavia, 2009), the team also developed an interoperable 3D model supporting detailed analysis of construction phases, compositional features, techniques, and technological aspects of a military architecture closely aligned with the most advanced principles of early modern fortification.

2. A long construction history: San Nicolò at the crossroads of knowledge and practice

The first proposals for San Nicolò date to January 1535, when the Council of Ten commissioned Sanmicheli to inspect the medieval fortifications at *Do Castelli*. His survey found the twin castles wholly inadequate and led him to propose two new enclosed forts, linked by a heavy chain. Following Venetian practice, his designs were reviewed by Duke della Rovere and Colonel da Castello, who were tasked with suggesting improvements or alternatives. Della Rovere, in particular, rejected Sanmicheli's idea of a large intramural fortress, deeming it unnecessary and potentially damaging to the Republic's civic image. He instead advocated a more restrained scheme: two outward-facing defensive barriers on either side of the port, intended solely to resist seaborne attack while leaving the city-facing fronts unfortified (Concina, 1983: pp. 97-104).



Fig. 1- Map of the fortress with the moat, ca. 1646 (Rome, Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio, *Forti e Castelli*, *Venezia*, FT 10 A 641)

Assuming a seaborne landing at San Nicolò to be unlikely, della Rovere proposed isolating the Lido's head from the rest of the island with a curtain wall along its southern edge, severing the narrow strip of land between lagoon and sea to prevent any advance from Malamocco. For the other fronts, he recommended laying only foundations, upon which light but reinforced walls could be quickly erected if needed—strong enough for temporary defence yet easily dismantled if the outpost fell (Manno, 1988: p. 195). Eschewing mainland-style fortification in favour of a site-adapted design, his proposal effectively turned San Nicolò into an 'island', a strategy long employed by the Republic along the Dalmatian coast, as well as at Gallipoli and Chioggia. Da Castello offered a similar approach, advocating a single 'sturdy' front, strengthened with a glacis and counterscarp and isolated by a moat—a faster, more economical alternative (2).

The opposing arguments of Sanmicheli and della Rovere were debated extensively but ultimately set aside. Despite experts' reservations, the modernisation of San Nicolò was postponed in favour of Fort Sant'Andrea, begun in 1543 (Jacobone, 2001). The War of Cyprus reignited the debate, introducing new proposals ranging from renovating the old castle to building an entirely new fortress. In March 1570, the Council of Ten appointed Pallavicino to design a new fortification while recalling Malacreda to repair Castel Vecchio. The siege of Famagusta accelerated deliberations, and on 20 December 1570, the Council decided to proceed with Pallavicino's design (Manno, 1988: p. 198). Surviving records leave the project's specifics unclear, though a deposition by the hydraulic engineer Silvio Belli indicates that it was intended as a remarkably modest citadel—so small, in fact, that he questioned whether "such a small fortress […] could be defended against a powerful enemy" (3).

Belli's criticisms likely convinced Pallavicino, once work had begun, to abandon the compact stronghold in favour of a larger fortress that encompassed the monastery of San Nicolò. The project was conceived in phases. The initial stage envisaged the construction of a *traversa*—a bastioned front about 300 Venetian feet long—with a central bastion flanked by two half-bastions with orillons, followed by a *trincea* (trench) facing the sea (4). Shortly thereafter, in the governor's absence, the Republic entrusted Malacreda—assisted by military expert Latino Orsini—with the execution of the bastions, which by May 1571 were already nearing completion (Zavatta, 2020). Pallavicino, however, sharply criticised Malacreda's design, faulting the choice of terrain, the cramped proportions of the orillons, and, above all, the lack of a protective scarp (5). As a result, the Veronese engineer was dismissed, and responsibility passed to Savorgnan. His intervention on the *traversa* was limited: he raised the curtain wall to 15 Venetian feet (5.2 m), reinforced it with a double-sloped scarp, and added an *incamiciatura* (revetement).



Fig. 2- Surviving fortress elements: a) Northern curtain wall; b) Castel Vecchio; c) Austrian portal; d) SE *trincea* corner; e) SW orillon; f) SW *traversa*; g) SW lagoon-facing corner (photos by the authors, 2025)

His most distinctive contribution was the *trincea dentata* (saw-toothed trench) along the seaward side—a curtain wall articulated into six teeth, with sally ports and a central tenaille. Unconventional in Venetian practice at the time—previously confined to theoretical treatises (Maggi, 1564: p. 8)— this design proved influential in subsequent decades. Records suggest a phased, rather than fully coherent, construction: as late as September 1574, Andrea Bernardo, the official overseeing the Lido fortifications, sought Savorgnan's instructions on whether and when to complete the parapet—which, 18th-century reports confirm, was never realised (6).

Sources are laconic on the inlet-facing side and the western entrance, marked by a gateway (rebuilt in the 19th century) and a ramp leading to the parade ground. Documents confirm that the fortress was finished by 1576 and remained largely unchanged until 1646, when, following da Castello's idea, a wide moat was added before the bastioned front, complete with a covered way and glacis. By contrast, proposals by Pallavicino and Orsini to lay out a grid of houses within the fortress—intended for sale to offset construction costs—were never realised. The interior remained unbuilt, crossed only by parallel poplar-lined paths for artillery manoeuvres (7). The combined efforts of Pallavicino, Malacreda, and Savorgnan ultimately followed the approach advocated half a century earlier by della Rovere. The fortress encompassed the entire San Nicolò site in fragmented sections: a bastioned front facing Malamocco, a saw-toothed seaward trench, and a massive curtain wall along the port's shoreline. As encouraged by the Duke of Urbino, the city-facing frontage remained open and undefended, preserving Venice's symbolic image as a capital both threatened and yet unbowed.

3. A hidden fortress: Vestiges of a lost military architecture

Today, the fortress presents a highly fragmented and challenging interpretation, a condition largely resulting from extensive urban transformations during the 20th century. Among the most significant interventions was the construction of the Giovanni Nicelli air terminal, begun in 1926 and inaugurated on 4 February 1935. This project required the near-complete infilling of the trench to accommodate the new runway, which still exhibits pronounced unevenness, visible even in contemporary satellite imagery. Simultaneously, aircraft and naval workshops were built atop the first two teeth of the defensive wall. While these structures partially obscure the original fortifications, the surviving elements offer valuable insight into the site's former layout. However, the workshop construction necessitated the complete demolition of the half-bastion facing the sea and a section of the eastern face of the central bastion. In the 1930s, the opening of via Morandi further transformed the site, creating a breach in the westernmost section of the *traversa* and necessitating the removal of part of the eastern half-bastion's flank, whose vestiges are now entirely concealed beneath dense vegetation. The wall marking the fortress entrance has largely survived, although its height was modified due to ground-level alterations. In contrast, the frontage facing the inlet remains comparatively well preserved. Rising to approximately 6 m and topped with an Istrian stone cordon, this section—now within an Italian Navy military area—provides the clearest indication of the curtain walls' original scale and stature (Fig. 2).

4. Historical sources for digital reconstruction

Although a substantial body of historical and archival sources documents the decision-making process and construction of the fortress—including deliberations of the *Consiglio dei dieci* and reports by the engineers involved— evidence regarding the complex's morpho-dimensional characteristics and construction techniques remains limited. The few 16th and 17thcentury maps produced by Venetian offices shortly after the fortress's completion show only the planimetric layout, offering no information about the elevation or topology of the curtain walls.

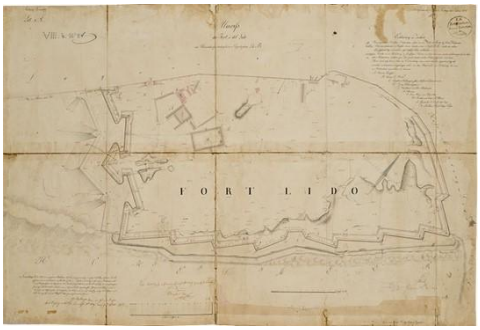


Fig. 3- Austrian survey of fortress, 1828 (Rome, Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio, *Forti e Castelli*, *Venezia*, FT 10 A 636)

Likewise, no visual representations survive of the external façades. Therefore, the reconstruction has relied almost entirely on later surveys, mainly from the 19th century, notably the 1828 map (Fig. 3). Compiled by French and Habsburg officers to assess the condition of newly acquired structures and propose restorations, these surveys also include sectional views—covering both the *traversa* and the *trincea*—which, despite minor discrepancies, have been crucial for comparing the current state with the original height and slope of the fortress walls.

5. Integrated digital survey and georeferencing of historical documentation

Given the fragmentary state of the curtain walls and bastions, architectural surveying was pivotal for virtually recomposing the fortress, comparing these with historical cartography, assessing the elevation of surviving 16th-century walls, and understanding long-term transformations of both preserved and lost elements.

An integrated digital survey was conducted to analyse the extant elements and establish connections where possible. Access to the northern curtain wall was limited by the airport and water, so its lagoon-facing side was surveyed photogrammetrically from a boat. These data, currently the sole reference, will be supplemented by future laser scanning in the restricted military area, producing a complete high-resolution point cloud of the northern sector and enabling further study of architectural transformations.

The site's conditions—including invasive vegetation, architectural barriers, wall sections incorporated into modern buildings, and land reclamations—required a multi-technique survey. Terrestrial laser scanning, GPS surveys, and photogrammetry ensured accurate integration and georeferencing of individual point clouds (8). Initially organised as two separate datasets, the point clouds were unified via GPS alignment, enabling integration into a single reference system within a shared working environment (Parrinello, Picchio & La Placa, 2024).

This integrated dataset supported the creation of general plans and elevations, as well as detailed sectional views, which were essential for identifying ground control points (GCPs). It also enabled direct correlation with ground-penetrating radar surveys along the current runway, revealing previously buried structures. The survey plans provided a basis for georeferencing historical maps through a reverse-mapping approach, allowing assessment of the visibility of early modern fortress remains. GCPs were defined using prominent historical elements (e.g., bastions' corners and curtain wall flanks), topographic markers (e.g., coastlines and urban landmarks), and discernible traces in the landscape, such as the remnants along the airport runway corresponding to the *trincea* (Fig. 4). Beyond visualising long-term transformations, these operations proved crucial for identifying additional areas that preserve wall fragments, later confirmed and surveyed (Fig. 5). Notably, the south-eastern angle of the fortress—the junction of the semi-bastion and the first tooth of the trench— remains recognisable despite 20th-century constructions, identifiable through finely dressed Istrian stone rustication. Its alignment with other *traversa* elements was confirmed in the digital plan.

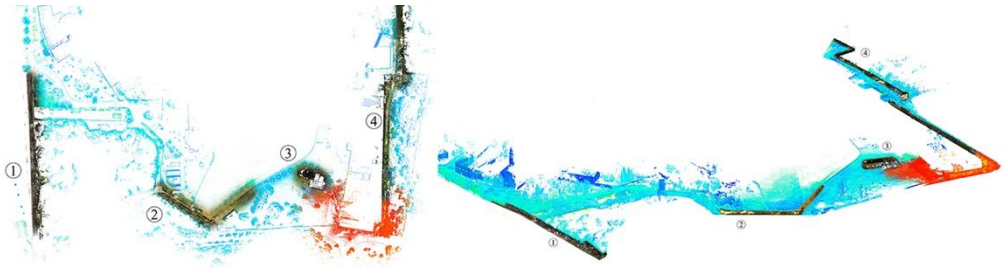


Fig. 4- Plan (left) and axonometric view (right) from the point cloud: 1) stone portal and SW curtain wall; 2) bastion on via Morandi; 3) modern building over SE bastion; 4) NE curtain wall, partly overbuilt (graphic elaboration by Gianlorenzo Dellabartola, 2025)



Fig. 5- Point cloud details: 1) bridge and eastern curtain wall; 2) bastion orillon, via Morandi; 3) building on the SE bastion orillon (graphic elaboration by Gianlorenzo Dellabartola, 2025)

Georeferenced maps show that part of the south-eastern bastion orillon survives in its foundations, integrated into a curved-ended modern building that preserves the original cordon. In the south-west, the link between the western bastion tip and its orillon was verified, though interrupted by via Morandi. The survey recorded both opposite corners, clarifying the curtain wall's original line and confirming earlier reconstructions.

For the northern front, only the external walls overlooking the lagoon were accessible. These better-preserved portions allowed verification of overall height and architectural details, including revetement, and enabled validation of Austrian sections, informing the modelling parameters for earlier construction phases (Picuni, Cilis & Statuto, 2019). After segmentation and decimation, the dataset was optimised for Scan-to-HBIM workflows, opening new possibilities for research, documentation, and analysis.

6. Digital HBIM reconstruction

The digital reconstruction of the fortress results from a complex interpretative process, integrating documentary analysis with the digital survey of surviving fragments. The outcome is a 3D model (LOD 200) that conveys the overall configuration of the defensive complex in its mid-17th-century layout, including the moat and glacis in front of the bastioned front (Fig. 6).

The first stage of the work focused on analysing the digital survey of the surviving structures. The fragmentary nature of the data—due to the particular conditions of the site—complicated comparison with the geomorphological context and necessitated a detailed plano-altimetric analysis, based on the study and cross-referencing of different portions of the point cloud. Particular attention was given to the altimetric data, which revealed that most of the extant remains—except for the northern portion facing the inlet—represent only the upper part of the original defensive wall.

This condition likely results from massive soil deposits added over the past century: on the southern side to support the construction of via Morandi, and on the seaward side to accommodate aircraft and naval workshops. This hypothesis is supported by historical sections, indicating an original wall height of about 5.5 ÷ 6 m (9), compared to the current 3 m. On this basis, the surviving portions were modelled by considering the present walls as the upper section of the original structure, with the lower sections reconstructed accordingly (Fig. 7).



Fig. 6- a) Digital reconstruction on the 1646 map (graphic elaboration by Federico Panarotto, 2025); b) 1940s photo before infilling; c) current view (Google Earth, 2025)

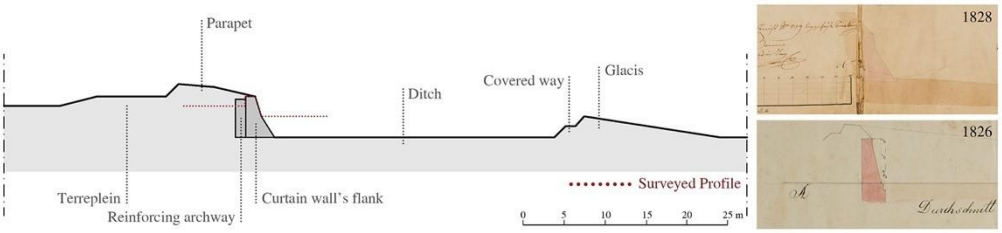


Fig. 7- Cross-section of the central bastion, shown alongside historical sectional drawings (graphic elaboration by Federico Panarotto, 2025)

This interpretation is further supported by early 20th-century excavations along the saw-toothed trench, which revealed the wall's continuation beneath the present ground level. In particular, the walls of the ear-shaped bastion and adjoining half-bastions reveal a scarp with two distinct slopes (10), a feature still visible in the surviving southwestern stretch facing the lagoon and clearly documented in historical sections, notably those from 1806 and 1826.

Direct modelling, based on the survey's dimensional data, was applied to the southern part of the bastioned front, a section of the trench, and most of the intact wall on the northern inlet. Once these portions were reconstructed, attention turned to the missing areas by combining digital survey evidence, analogies with preserved walls, and data from georeferenced historical maps. This process enabled the recovery of the fortress' entire wall system and its internal streets and features. Additional elements—parapets, ramparts, and sally ports—were then added. The first two, documented in 17th-century sources, were concentrated in the southern bastioned front. While plans and sections show varying dimensions, reconstruction relied on the plans for layout and the sections only for altimetric reference. The sally ports were inserted along the saw-toothed trench, as indicated in historical cartography. These were modelled with covered galleries and stepped entrances, set about 10 ft (about 17 m) from the outer perimeter (Fig. 8).

7. Conclusions

Despite lengthy decisions, construction delays, and phased campaigns, the fortress of San Nicolò emerged as an advanced military complex, fully integrated into the landscape and paired with its twin across the inlet—a defensive machine conceived to operate in concert with Fort Sant'Andrea as the capital's ultimate stronghold.

While the fortification has undergone extensive transformations, complicating a full appreciation of its architectural innovations, the project presented here allows a clearer understanding of both the typological features of the individual curtain walls and their integration into a cohesive tactical-operational system. The 2D and 3D reconstructions of this now "invisible" fortification demonstrate that the apparent heterogeneity of its four fronts—their varying heights and forms, the selective deployment of scarps, parapets, and terrepleins, and the internal arrangement of sally ports and manoeuvring routes—should not be interpreted as evidence of a disjointed design. On the contrary, they reflect a project that, although carried out in phases, meticulously adapted to the distinctive lagoon environment and fully aligned with the military and political strategies of the *Serenissima.*

Acknowledgements

The authors would like to thank Mauro Troncia, Director of Nicelli Airport, and Teodoro Russo for their cooperation and for granting permission to conduct the surveys.

Author contributions: Introduction and Paragraphs 1-4: LG; Paragraph 5: GD; Paragraph 6: FP. Conclusions authored by all contributors.

Notes

(1) The project VeNiss was awarded an ERC Starting Grant (G.A. 101040474) by the European Research Council: https://veniss.eu.

(2) Archivio di Stato di Venezia (from now on, ASVe), *Consiglio di dieci*, *Deliberazioni*, *Segrete*, reg. 5, cc. 105v-106r (3 September 1543).

(3) Ivi, filza 14 (23 January 1571).

(4) Ivi, reg. 9, c. 132v (7 February 1571).

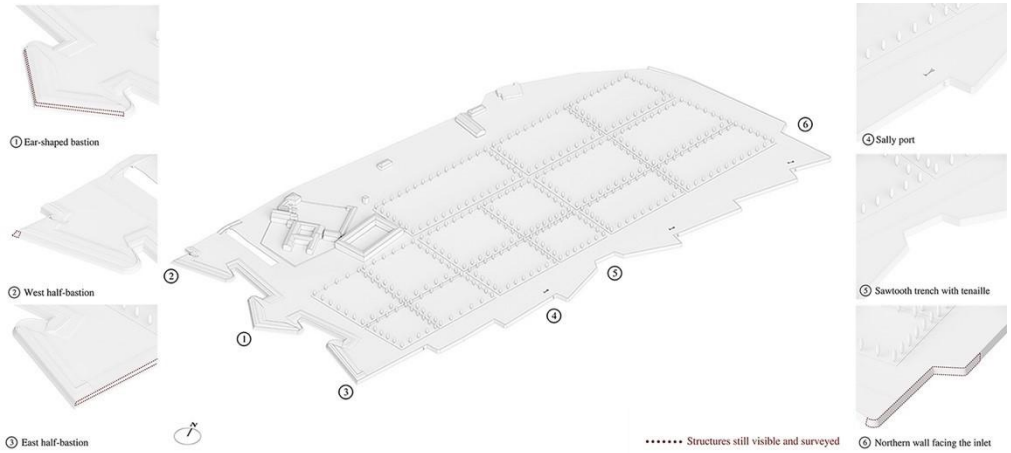


Fig. 8- San Nicolò Fortress 3D model and detail views (graphic elaboration by Federico Panarotto, 2025)

(5) ASVe, *Archivio proprio di Giacomo Contarini*, b. 8, c. 14r-v.

(6) ASVe, *Miscellanea miste e notabili*, b. 11, cc. 185v-186r (1576) and *Provveditori alle fortezze*, b. 44 (1790) for the 18th-century records.

(7) ASVe, *Consiglio di dieci*, *Deliberazioni*, *Segrete*, filza 18 (12 October 1573).

(8) Conducted by the DARWIN Lab (UniFi), the survey used BLK360 and FARO Focus 4 terrestrial laser scanners (RGB and B/W), supplemented by a Leica GNSS station and terrestrial photogrammetry.

(9) Data were compared with sections from sources dated 1715, 1826, and 1828.

(10) The lower scarp has an inclination of 32°, while the upper scarp measures 16°.

References

Concina, E. (1983) *La macchina territoriale: la progettazione della difesa nel Cinquecento veneto*. Bari, Laterza.

Concina, E. & Molteni, E. (2001) *La fabbrica della Fortezza. L'architettura militare di Venezia*. Verona, Banca popolare: Banco S. Geminiano e S. Prospero.

Jacobone, D. (2001) Nuovi apporti documentari sul Forte di Sant'Andrea a Venezia. *Castellum*, 2001, 439, 37-46.

Malagola, C. (1909) *Le Lido de Venise a travers l'histoire*. Venise, M. Norsa.

Maggi, G. (1564) *Della fortificatione delle città […]*. In Venetia, appresso Rutilio Borgominiero.

Manno, A. (1988) Le mura di Venezia e la fortezza di San Nicolò al Lido. In: Centro Internazionale di Studi di Architettura A. Palladio (ed.) *L'architettura militare veneta del Cinquecento*. Vicenza, Electa, pp. 195-201.

Morachiello, P. (1991) Fortezze e lidi. In: Tenenti, A. & Tucci, U. (eds.) *Storia di Venezia dalle origini alla caduta della Serenissima, vol. XII, Il mare*. Roma, Istituto della Enciclopedia italiana, pp. 111-134.

Murphy, M., Mcgovern, E. & Pavia, S. (2009) Historic building information modelling (HBIM). *Structural Survey*, 27(4), 311-327.

Parrinello, S., Picchio, F. & La Placa, S. (2024) The Construction of an Informative 3D Model for the Monitoring of City Heritage Risk. In: Thiel, F. & Orabi, R. (eds.) *Reviving Aleppo. Cities, Heritage and Transformation*. Cham: Springer, pp. 243-274.

Picuno, P., Cillis, G. & Statuto, D. (2019) Investigating the time evolution of a rural landscape: How historical maps may provide environmental information when processed using a GIS. *Ecological Engineering*, 2019(139), article 105580.

Zavatta, G. (2020) Da Verona a Venezia e ritorno: i disaccordi tra Francesco Malacreda e Sforza Pallavicino sulle fortificazioni del Lido. *Studi Veronesi*, 5, 43-63.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21490

Virtual Tours and BIM as Heritage Tools: The Case of Forte San Giovanni

Riccardo Maria Giannelli[a], Volha Petravets[a], Maksim Afonchanka[a], Michele Codeglia[a], Daniela Barbieri[b], Norbert Frroku[c]

[a] FABRICA Società Cooperativa, La Spezia, Italy, riccardo.giannelli@fabricalab.eu, volha.petravets@fabricalab.eu, maksim.afonchanka@fabricalab.eu, michele.codeglia@fabricalab.eu, [b] Ministero della Cultura, Musei nazionali di Genova - Direzione regionale Musei nazionali Liguria, daniela.barbieri@cultura.gov.it, [c] libero professionista, La Spezia, Italy, n.frroku@hotmail.it

How to cite: Giannelli, R. M., Petravets, V., Afonchanka, M., Codeglia, M., Barbieri, D. & Frroku, N. (2006). Virtual Tours and BIM as Heritage Tools: The Case of Forte San Giovanni. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21490

Abstract

The virtual tour of Forte San Giovanni in Finale Ligure represents the core outcome of a comprehensive digital valorization project aimed at enhancing cultural accessibility through immersive technologies. The 17th-century fortress, a significant military site in the Ligurian hinterland, was digitally documented and reconstructed to create a detailed, interactive experience that allows users to explore its spaces remotely. The project began with a high-resolution 3D laser scanning campaign, which generated accurate geometric data of the entire architectural complex. These data were subsequently processed through a Scan-to-BIM workflow, resulting in a digital twin that replicates the spatial and material qualities of the original structure. The BIM model was then optimized for real-time navigation, including the development of realistic textures, lighting configurations, and animated elements that simulate environmental dynamics. Central to the initiative was the design and deployment of a web-based virtual tour, accessible across multiple platforms without requiring specialized hardware or software. The tour combines interactive hotspots, narrative content, and guided exploration paths, transforming a static model into an engaging, educational experience for diverse audiences. This project highlights the role of virtual tours as powerful tools for digital heritage communication, especially in contexts where physical access may be limited. By combining advanced surveying techniques with real-time visualization, the Forte San Giovanni virtual tour offers a scalable and replicable model for other heritage sites seeking to expand their reach through digital strategies. Central to this approach is the use of Building Information Modeling (BIM), which not only enables the creation of an accurate digital twin but also serves as a highly flexible framework for various applications—including interactive visualization, educational use, conservation planning, and facility management. This demonstrates how immersive technologies, when supported by BIM, can enhance both public engagement and long-term preservation goals.

Keywords: BIM, virtual tour, digital cultural heritage, virtual reality.

BY-NC-SA

1. Introduzione

L'innovazione digitale sta trasformando radicalmente le modalità di tutela, fruizione e valorizzazione del patrimonio culturale. L'impiego di strumenti innovativi consente oggi di coniugare rigore scientifico, efficacia comunicativa e accessibilità, sia fisica che cognitiva. In questo contesto, il gemello digitale (*digital twin*) di un'opera architettonica assume un ruolo centrale: non si tratta solo di una replica tridimensionale, ma di un modello virtuale interattivo e informativo, arricchito semanticamente, capace di simulare virtualmente i suoi attributi geometrici, storici, materici e funzionali. Alla base di questo approccio vi è il Building Information Modeling (BIM), metodologia che prevede la creazione e gestione di modelli digitali informatizzati/bili e interoperabili (UNI – Ente Italiano di Normazione, 2017). L'adattamento di tale paradigma al patrimonio architettonico esistente si concretizza nel processo *Scan-to-BIM* (Brumana et al., 2020), che prevede l'acquisizione tridimensionale dell'edificio mediante tecniche di rilievo digitale, come laser scanning e fotogrammetria, e la successiva costruzione di un modello BIM ad alta fedeltà: il *digital twin* dell'opera. Originariamente sviluppato per l'ambito delle nuove costruzioni e dell'industria, con finalità di monitoraggio e simulazione del ciclo di vita dell'edificio e di gestione della sua documentazione (Eastman et al., 1974), il concetto di *digital twin* trova oggi applicazioni innovative nel settore dei beni culturali. In questo contesto specifico, esso si configura come una piattaforma dinamica di conoscenza, capace di supportare e implementare la ricerca scientifica, la divulgazione e la fruizione pubblica. L'integrazione con tecnologie immersive e ambienti *real-time* consente di superare, infatti, la semplice visualizzazione statica, offrendo esperienze interattive e multisensoriali orientate a un'esplorazione più consapevole, intuitiva ed approfondita del bene. Il presente contributo approfondisce l'applicazione di tali principi al caso studio del Forte San Giovanni di Finale Ligure, significativo esempio di architettura militare seicentesca ligure. A partire da un rilievo digitale e dalla modellazione *scan-to-BIM*, è stato sviluppato un *digital twin* del complesso, successivamente implementato in un ambiente virtuale immersivo (Fig. 1). Il progetto ha mirato a trasformare il modello informativo in uno spazio narrativo digitale, interattivo e accessibile, coniugando rigore documentale, coinvolgimento sensoriale e potenzialità comunicative, in un'ottica di valorizzazione integrata e partecipativa del patrimonio.



Fig. 1- Gemello digitale di Forte San Giovanni (elaborazione grafica di FABRICA Società Cooperativa, 2025)

2. HBIM e studio del patrimonio costruito

Come anticipato, il metodo BIM, sebbene nato per le nuove costruzioni, sta trovando crescente applicazione nel settore dei beni culturali, grazie alla sua capacità di integrare diversi tipi di informazioni, anche, e soprattutto, storiche e materiche. Questa estensione ha portato alla definizione dell'acronimo HBIM, ovvero Heritage- o Historic- Building Information Modeling, che prevede la costruzione di modelli digitali a partire da rilievi diretti e documentazione storica, simulando la complessità dell'opera architettonica (Murphy, McGovern & Pavia, 2009). L'HBIM si basa su una logica di reverse engineering, cioè sulla generazione di oggetti digitali modellati a partire dai dati acquisiti sul campo.

Il gemello digitale, in questo contesto, si configura come un sistema informativo multidimensionale in grado di integrare: la geometria tridimensionale del bene; la semantica costruttiva e tipologica; dati diagnostici, materici e ambientali; dati storici; contenuti narrativi e comunicativi. (Antonopoulou & Bryan, 2017; Castellano-Román & Pinto-Puerto, 2019; Pavan, Mirarchi & Giani, 2021). Questa architettura digitale si distingue per la sua natura dinamica e aggiornabile, e rappresenta uno strumento operativo utile in molteplici ambiti: dalla conservazione programmata all'analisi storico-stratigrafica, dalla progettazione degli interventi, alla comunicazione museale e turistica. Quest'ultima è proprio la materia di interesse di questo paper. Lo sviluppo di ambienti di visualizzazione *real-time*, come Twinmotion, ha aperto, infatti, nuove possibilità per la fruizione del patrimonio digitale. Questi strumenti permettono la creazione di esperienze immersive navigabili, superando la logica del rendering statico a favore di spazi narrativi *user-friendly*.

L'integrazione tra modellazione HBIM e ambienti immersivi consente così di potenziare la comunicazione dei contenuti, facilitando la mediazione tra complessità informativa e pubblico eterogeneo.

In definitiva, l'unione tra approcci basati su HBIM e tecnologie simulative in tempo reale rappresenta un'opportunità strategica per sviluppare nuove modalità di rappresentazione e valorizzazione del patrimonio costruito, in grado di unire precisione analitica, partecipazione attiva e accessibilità inclusiva. (LuBeC, 2023).

3. Caso studio: Forte San Giovanni

Forte San Giovanni (Fig. 2), costruito dalla corona Spagnola tra il 1640 e il 1644 in corrispondenza di un torrione pre-esistente (Di Dio Rapallo, 1999), rappresenta un esempio emblematico di architettura militare ligure e mediterranea, collocata in posizione strategica su una dorsale rocciosa che domina Finalborgo, antica capitale del marchesato della famiglia Del Carretto (XII-XVI secolo), oggi nel comune di Finale Ligure (Savona).

Il sito, di grande valore paesaggistico e identitario, presenta una configurazione articolata e storicamente stratificata, già trattata più dettagliatamente in FORTMED 2025 (Giannelli, Afonchanka & Codeglia, 2025).

Il forte ha come elementi distintivi: alte mura difensive, garitte di vedetta, un ponte d'ingresso (un tempo levatoio), cortile interno, camminamenti, una cappella, prigioni e una terrazza panoramica. Il tutto si dispone su più livelli e si può suddividere in tre principali volumi architettonici.



Fig. 2- Forte San Giovanni fotografato da drone (foto di FABRICA Società Cooperativa, 2022)

La scelta di FABRICA Società Cooperativa e della Direzione regionale Musei Liguria, ora Musei Nazionali di Genova - Direzione regionale Musei nazionali Liguria, di intervenire digitalmente su questo bene, è motivata da più fattori:

- valore storico-architettonico del Forte;
- potenzialità narrative connesse alla stratificazione del sito;
- difficoltà di accesso fisico regolare al complesso;
- necessità di effettuare alcuni interventi di progettazione e di recupero;

- desiderio di rappresentare e studiare le fasi costruttive e gli elementi demoliti del sito (LuBeC, 2023)
- presenza di elementi rappresentativi da informatizzare;
- adattabilità del sito a un'esperienza virtuale multilivello.

4. Metodologia operativa

4.1. Rilievo e costruzione del digital twin

Il processo è stato avviato mediante più campagne di rilievo integrato che hanno coinvolto diversi strumenti:

- laser scanner terrestre a stazione fissa Leica RTC 360, per un primo rilievo complessivo degli ambienti esterni ed interni del forte;
- laser scanner mobile BLK2GO, per registrare elementi integrativi progettati e costruiti successivamente al primo rilievo (giardino);
- laser scanner drone Leica BLK2FLY, per l'acquisizione integrativa delle coperture;
- drone DJI Mini 3 Pro per la generazione di video e foto, utili a identificare meglio i materiali e il degrado delle murature;
- videocamera Insta 360 per la cattura di foto 360 da inserire nel tour virtuale del giardino.

Le operazioni di rilievo condotte hanno acquisito dati da oltre 200 stazioni di scansione pianificate in modo da evitare punti ciechi (Frias et al., 2022; Wu et al., 2022).

I dati 'grezzi' delle scansioni sono stati importati ed elaborati all'interno del software Cyclone REGISTER 360 PLUS, generando una nuvola di punti (Fig. 3) pronta per l'importazione in Autodesk Revit (Pozzoli, Bonazza & Villa, 2021; Garagnani & Cinti Luciani, 2011), dove è stato sviluppato il modello HBIM dell'edificio militare con un livello di dettaglio LOD F (Brumana et al., 2018), adeguato per la successiva fase di visualizzazione (Fig. 4).

Il *digital twin* risultante ha integrato: elementi architettonici principali (muri, aperture, coperture); gerarchie spaziali; annotazioni cronologiche; metadati per ambienti significativi (cappella e giardino).



Fig. 3- La nuvola di punti di Forte San Giovanni dopo la registrazione (elaborazione grafica di FABRICA Società Cooperativa, 2022)



Fig. 4- Modello BIM sovrapposto alla nuvola di punti di Forte San Giovanni (elaborazione grafica di FABRICA Società Cooperativa, 2022)

4.2. Trasformazione del modello BIM in mondo virtuale immersivo: Twinmotion

Nonostante l'ampia disponibilità di software per la creazione di ambienti virtuali immersivi, per questo progetto è stata scelta una soluzione accessibile e altamente performante: Twinmotion. Questo software è basato sul motore grafico Unreal Engine di Epic Games atto proprio alla generazione rapida di immagini fotorealistiche, panorami e video, inclusi contenuti immersivi a 360° e in realtà virtuale.

Partendo dal gemello digitale del forte, modellato in Revit, Twinmotion permette di:

- applicare materiali ed elementi PBR (Physically-Based Rendering) realistici;
- inserire vegetazione realistica interattiva;
- simulare condizioni atmosferiche (sole, cielo, nebbia, pioggia) e temporali (ciclo giorno/notte);
- esportare render di alta qualità.

4.3. Interoperabilità tra Revit e Twinmotion

Per garantire una corretta interoperabilità tra Revit e Twinmotion, è stato scelto di esportare il modello HBIM in formato .udatasmith, tramite il plugin Datasmith Exporter (Epic Games, 2025).

4.4. Impostazione di materiali e texture nella scena virtuale

Una volta importato il modello in Twinmotion (Twinmotion Guidelines, 2025), sono stati assegnati materiali coerenti con l'aspetto reale del forte. In alcuni casi, sono state create texture personalizzate. L'aggiunta di "decalcomanie" (*decals* in Twinmotion) ha consentito di rappresentare con maggiore realismo l'invecchiamento e il degrado delle superfici architettoniche. Per il corretto posizionamento dei materiali e del degrado si è fatto riferimento alle immagini e video 360° da drone che hanno consentito di identificare con maggiore precisione il corretto gradiente di colore. Elementi secondari, come ad esempio il vessillo italiano in cima alla torre, sono elementi PBR, che garantiscono maggior realismo. Per garantire una maggior efficacia comunicativa del tour alcuni ambienti sono stati trattati con maggior dettaglio: particolare cura è stata dedicata alla resa realistica degli interni della cappella alla base della torre. In questo caso, infatti, partendo dai dati rilevati durante la campagna fotografica, sono stati riprodotti fedelmente i disegni originali presenti sulle pareti dell'ambiente religioso.

4.5. Resa dell'illuminazione e delle condizioni atmosferiche nella scena virtuale

Poiché il tour virtuale è stato concepito come esperienza diurna, l'illuminazione è stata studiata per evidenziare al massimo gli elementi architettonici e schiarire le zone d'ombra.



Fig.5- Render da Twinmotion del modello di Forte San Giovanni (elaborazione grafica di FABRICA Società Cooperativa, 2023)

Per ogni rendering a 360°, è stato scelto un posizionamento solare ottimale, anche se non sempre realistico, al fine di ottenere la miglior resa visiva. È stato simulato un giorno soleggiato con lieve nuvolosità, per creare un'atmosfera luminosa e gradevole, ritenuta ottimale per la navigazione virtuale (Fig. 5).

4.6. Contestualizzazione geografica della scena virtuale

L'ambiente circostante il Forte è stato ricreato coniugando il programma Blender con *l'add-on Blosm*, che ha permesso di catturare i dati tridimensionali reali del terreno, degli alberi, degli edifici, etc. partendo dai dati di *Google 3D tiles*. Con questo metodo, una volta individuata l'area geografica di interesse, questa può essere evidenziata in un rettangolo di selezione e può essere convertita in una mesh 3D a colori.

In questo progetto, essendo l'area d'interesse molto estesa, i dati tridimensionali da prelevare risultavano molto pesanti e per ottimizarne la resa visiva-dimensionale sono stati creati più rettangoli di selezione adiacenti, ognuno ricoprente un'area di 600×800 mq e poi riassemblati in Blender (Fig. 6).

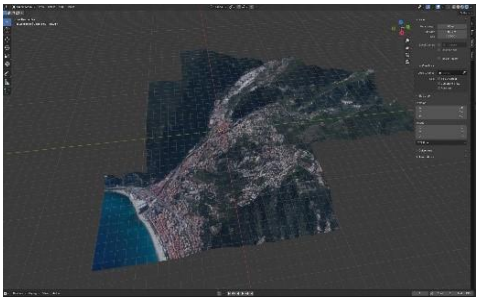


Fig. 6- Importazione di dati *Google 3D tiles* in Blender per contestualizzare il modello (elaborazione grafica di FABRICA Società Cooperativa, 2025)

La mesh ottenuta, ha riprodotto fedelmente l'area geografica d'interesse, ma ha necessitato di essere 'ripulita' da elementi non necessari, tra cui la mesh 3D del forte stesso, perché è lì che si posiziona il *digital twin* dell'edificio militare modellato in ambiente BIM.

Infine, la mesh elaborata è stata esportata in formato .glb ed importata in Twinmotion, dov'è stata allineata al modello BIM.

4.7. Strutturazione del tour virtuale: formati, funzionalità e pubblicazione

Il programma Twinmotion permette due modalità di tour virtuale:

- *Presentation* è un tour immersivo interattivo in 3D, che consente: navigazione libera in prima persona; attivazione di contenuti didascalici contestuali; compatibilità con visori VR per esperienza immersiva; controllo del tempo atmosferico e dell'orario della giornata; fruizione in locale o tramite eseguibile desktop;
- *Panorama Set* consente di ottenere: visite a 360°, cioè una serie di panorami sferici in alta definizione; navigazione per hotspot tra punti di interesse; ottimizzazione per dispositivi mobili.

Nonostante la possibilità, come si è visto, di creare un tour immersivo con il software Twinmotion, si è deciso di utilizzare per quest'ultimo un altro software: momento 360 e di utilizzare Twinmotion solo per l'*editing* dell'ambiente e dei materiali. Questo perché Twinmotion non ha permesso di riprodurre in maniera del tutto fedele le essenze presenti nel giardino e uno degli obiettivi previsti dal tour digitale è proprio quello di associare ad ogni elemento vegetale una scheda botanica dettagliata (Fig. 7). Si è dunque pensato d'integrare ai render a 360° ottenuti dal modello BIM in Twinmotion delle fotografie sferiche, dove compaiono le reali essenze vegetali. Momento 360 è stato, quindi, in grado di combinare foto reali 360° e rendering di TwinMotion in un unico tour, e di aggiungere annotazioni alle foto (per le vegetazioni). Il tour del Forte San Giovanni ha visto, dunque, l'integrazione di 22 immagini a 360°, di cui 18 generate in Twinmotion con 4 foto a 360° scattate nel giardino d'ingresso. Le immagini a 360° esportate da Twinmotion e le foto sono state corredate da annotazioni descrittive, che narrano la storia del forte e dei suoi ambienti significativi.

Ogni setup del tour ha un nome identificativo, che permette di orientarsi meglio al suo interno e vi si accede con un semplice click o tocco (Figg. 8 e 9). Per la diffusione del tour è stato riservato un apposito URL da diffondere tramite collegamenti ipertestuali diretti e un codice QR (Fig.10), consentendo così un accesso immediato e intuitivo sia tramite computer desktop, sia mediante dispositivi mobili.



Fig.7- Frame esemplificativo della scheda botanica (elaborazione grafica di FABRICA Società Cooperativa, 2025)



Fig.8- Frame esemplificativo del Tour Virtuale estrapolato da PC (elaborazione grafica di FABRICA Società Cooperativa, 2025)

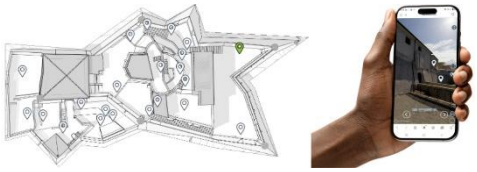


Fig. 9- Tour virtuale: a sinistra, la mappa dei *set-up*; a destra, un frame esemplificativo da dispositivo mobile (elaborazione grafica di FABRICA Società Cooperativa, 2025)



Fig.10- *QR code* per accedere al Tour Virtuale (elaborazione grafica di FABRICA Società Cooperativa, 2025)

5. Fruizione e scenari d'uso

Il tour è stato pensato per differenti livelli di utenza: *didattica*, utilizzabile da scuole, università, laboratori; *museale*, integrabile in mostre o installazioni interattive; *turistica*, anteprima digitale per promozione e orientamento; *scientifica*, come base per simulazioni, comparazioni e restauro virtuale.

6. Discussione critica

L'idea di generare un tour virtuale partendo da un modello HBIM, anziché svilupparlo totalmente partendo da foto a 360° o da modelli creati in ambienti 'non BIM', non è casuale. In questo paper, infatti, si è cercato di porre l'attenzione su uno dei possibili usi del *digital twin*: la creazione di un tour virtuale. La replica virtuale BIM di un'architettura storica permette, come si è visto, di non lavorare a compartimenti stagni, e di integrare tutte le informazioni rilevanti di un progetto in un unico modello digitale, eliminando la frammentazione dei dati tipica dei metodi tradizionali. Il modello BIM, con i suoi dati e informazioni, rappresenta un archivio digitale completo e aggiornato dell'edificio storico, utile per la sua promozione, gestione, manutenzione, rappresentazione e futura evoluzione. Partendo da ciò, il tour virtuale che ne deriva segue l'evoluzione del modello stesso che, quindi, può essere nel tempo arricchito di qualsiasi informazione ed implementato, consentendo al tour stesso di essere di volta in volta ripensato, aggiornato, implementato.

La costruzione del tour virtuale ha evidenziato l'efficacia di un approccio che integra rigore documentale e creatività narrativa. La piattaforma Twinmotion si è dimostrata adatta a un uso culturale, consentendo un equilibrio tra fedeltà geometrica e qualità sensoriale dell'esperienza. Tra i principali risultati: forte capacità immersiva in VR; elevata accessibilità su piattaforme web; potenzialità educative e divulgative; modularità del progetto, replicabile per altri siti. Tuttavia, permangono limiti tecnici legati alla gestione di metadati complessi. Ulteriori sviluppi possibili prevedono l'inserimento di interfacce vocali, percorsi tematici guidati e *gamification*.

7. Conclusioni

Il progetto ha dimostrato come il *digital twin* generato in ambiente BIM possa trasformarsi in un dispositivo narrativo immersivo, favorendo la democratizzazione dell'accesso al patrimonio e creando nuove modalità di conoscenza e partecipazione. L'esperienza del Forte San Giovanni costituisce un caso studio replicabile, in grado di coniugare l'accuratezza della documentazione con l'efficacia della narrazione digitale. La tecnologia, se ben governata, non sostituisce l'esperienza fisica, ma l'amplifica e la arricchisce.

References

Antonopoulou, S. & Bryan, P. (2017) *BIM for Heritage: Developing a Historic Building Information Model*. Swindon, England, Historic England.

Barbieri, D. (a cura di) (2025) *Forte San Giovanni*. Genova, SAGEP Edizioni.

Brumana, R., Della Torre, S., Previtali, M., Barazzetti, L., Cantini, L., Oreni, D. & Banfi, F. (2018) Generative HBIM modelling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOI): surveying, preservation, site intervention—the Basilica di Collemaggio (L'Aquila). *Applied Geomatics*, 2018 (10), 545-567.

Brumana, R., Oreni, D., Barazzetti, L., Cuca, B., Previtali, M. & Banfi, F. (2020). Survey and Scan to BIM Model for the Knowledge of Built Heritage and the Management of Conservation Activities. In: Daniotti, B., Gianinetto, M. & Della Torre, S. (a cura di) *Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment. Research for Development*. Cham, Springer pp. 391-400.

Castellano-Román, M. & Pinto-Puerto, F. (2019) Dimensions and Levels of Knowledge in Heritage Building Information Modelling, HBIM: The model of the Charterhouse of Jerez (Cádiz, Spain). *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 2019 (14), articolo e00110.

Di Dio Rapallo, M. (1999) *Il restauro del Forte San Giovanni. 1 Settimana per la Cultura 12-19 aprile 1999*. Genova, SAGEP Edizioni.

Direzione regionale Musei nazionali Liguria (2024) Forte San Giovanni, Finale Ligure, disponibile al link: https://museiliguria.cultura.gov.it/forte-san-giovanni (Ultima consultazione: 10 ottobre 2024)

Eastman, C. M., Fisher, D., Lafue, G., Lividini, J., Stoker, D. & Yessios, C. (1974) *An Outline of the Building Description System. Research Report, 50*. [Relazione scientifica]. Pittsburgh, Pennsylvania, Carnegie-Mellon University, Institute of Physical Planning.

Epic Games (2025), *Twinmotion Guidelines*, disponibile al link: https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/twinmotion/twinmotion-community (Ultima consultazione: 1° settembre 2025)

FABRICA Società Cooperativa (2023) La bellezza "gemella" di Forte San Giovanni, disponibile al link: https://www.youtube.com/watch?v=0EWN0WzB8aE (Ultima consultazione: 1° settembre 2025)

Frías, E., Previtali, M., Díaz-Vilariño, L., Scaioni, M. & Lorenzo, E., (2022) Optimal scan planning for surveying large sites with static and mobile mapping systems. *ISPRS Journal*, 2022(192), 13-32.

Giannelli, R.M., Afonchanka, M., Codeglia, M. (2025) Forte San Giovanni: dal rilievo digitale, all'accessibilità culturale, passando per la modellazione e ricostruzione BIM delle fasi storiche del sito. In Zerlenga, O. & Cirillo, V. (a cura di) *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Vol. 21: Proceedings of FORTMED – Fortification of the Mediterranean Coast, 10-12 April 2025, Caserta. Roma-Valencia, DADI_PRESS / edUPV, pp. 1079-1086.

Garagnani, S. & Cinti Luciani, S. (2011) The parametric model in architecture: Autodesk Revit's BIM technology. *Disegnarecon*, 4(7), 20-29.

LuBeC 2023 (2023) Presentazione progetto di digitalizzazione di Forte San Giovanni, disponibile al link: https://www.lubec.it/wp-content/uploads/2023/10/Lubec23_presentazione-PPT_DRM_LIGURIA-E-FABRICA-edit-forte-san-giova.pdf (Ultima consultazione: 1° settembre 2025)

Murphy, M., McGovern, E. & Pavia, S. (2009) Historic building information modelling (HBIM). *Structural Survey*, 27(4), 311-327.

Pavan, A., Mirarchi C. & Giani M. (2021) *BIM: metodi e strumenti. Progettare, costruire e gestire nell'era digitale*. Milano, Tecniche Nuove.

Pozzoli, S., Bonazza, M. & Villa, W.S. (2021) *Revit 2021 per l'Architettura. Guida completa per la progettazione BIM. Strumenti avanzati, personalizzazione famiglie, modellazione volumetrica e gestione progetto*. Milano, Tecniche Nuove.

UNI – Ente Italiano di Normazione (2017). *Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati e oggetti* (UNI 11337- 4:2017). [Norma tecnica]. Milano-Roma, UNI – Ente Italiano di Normazione.

Wu, C., Yuan, Y., Tang, Y. & Tian, B. (2022) Application of Terrestrial Laser Scanning (TLS) in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry. *Sensors*, 22(1), articolo 265.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21491

Digitization of fortifications using UAV and TLS for conservation, diagnosis and structural analysis: the case of the Castles of Callosa del Segura and Forna

José Antonio Huesca-Tortosa[a], Yolanda Spairani-Berrio[a], María Isabel Pérez-Millán[a], Carlos Pérez-Carramiñana[a]

[a] Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig, España, ja.huesca@ua.es, yolanda.spairani@ua.es , isabel.perez@ua.es, c.perez@ua.es

How to cite: Huesca-Tortosa, J. A., Spairani-Berrio, Y., Pérez-Millán, M. I. & Pérez-Carramiñana, C. (2026). Digitization of fortifications using UAV and TLS for conservation, diagnosis and structural analysis: the case of the Castles of Callosa del Segura and Forna. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21491

Abstract

Fortified heritage requires documentation that accurately reflects its construction, and to achieve this, it is essential to use photogrammetric and LiDAR techniques in conjunction with topographic tools for global geographic positioning. The cases presented in this document reflect this reality, and in both cases, three-dimensional models of optimal quality and precision are required for both the drafting of their Master Plan and the study and analysis of their structural stability. In each of these cases, a methodology has been followed in accordance with the particular conditions of accessibility, safety and suitability, both of their immediate surroundings, the work area and the tools and techniques to be used. In the case of Callosa de Segura Castle, a digital model of the terrain and the building has been obtained (using UAV+GNSS), documenting the existing wall structures and part of the layout of its wall, which has now disappeared, providing the graphic basis required for the drafting of its master plan. In the case of Forna Castle, a 3D digital model (using TLS) of part of the fortification has been obtained in order to study and analyse, geometrically and in terms of its load conditions, the structural safety of a recently restored barrel vault. In both cases, the techniques and methodologies used to capture the built reality have been key to obtaining accurate three-dimensional digital models that form part of an inventory of real estate within the plan to safeguard monuments and built historical and cultural heritage.

Keywords: heritage, fortifications, UAV, TLS.

1. Introducción

La digitalización de los monumentos, sitios y del patrimonio edificado en general no solo consiste en la captura de la realidad material construida, sino que es la base fundamental para su puesta en valor, conservación, mantenimiento y salvaguarda. Los aspectos fundamentales por la

BY-NC-SA

que debemos digitalizar nuestro patrimonio se basan en la accesibilidad, inclusión y conocimiento, para que la sociedad pueda conocerlo, entenderlo y respetarlo (Commission, 2021; Del Espino Hidalgo et al. 2022).

En los casos de estudio que se presentan, como bienes declarados de interés cultural en categoría de monumentos, se justifica la necesidad imperiosa de obtener la realidad en forma digital 3D, para proporcionar la máxima accesibilidad y el acercamiento a la sociedad posible (Estrategia, 2021; Global, 2023).

En los casos que se aportan en este documento, la digitalización es un proceso que facilita y se hace indispensable para los estudios requeridos y resultan muy viables en relación con el coste económico y tiempo, y de calidad de los resultados obtenidos. Todo ello en comparación con los levantamientos gráficos tradicionales y el empleo de las nuevas tecnicas fotogramétricas y LiDAR (Quintilla Castan et. al, 2023).

1.1. El Castillo de Callosa del Segura

Esta fortificación se encuentra ubicada sobre una de las crestas meridionales de la sierra de Callosa, en el munipio de Callosa del Segura en la provincia de Alicante, localizada según las coordenadas geográficas UTM (Huso 30 ETRS89) en su punto central son X: 685.520; Y: 4.221.241 (Fig. 1)



Fig. 1- Mapa situación del Castillo de Callosa del Segura en la provincia de Alicante (Google Earth)

Aprovechando una pequeña plataforma ligeramente aplanada en la que confluyen las laderas de San Juan, San Bruno y Camineras. En las laderas de San Bruno y Camineras se conservan, asimismo, los restos arqueológicos de asentamientos prehistóricos y emirales, previos a la construcción del castillo (Fig. 2)

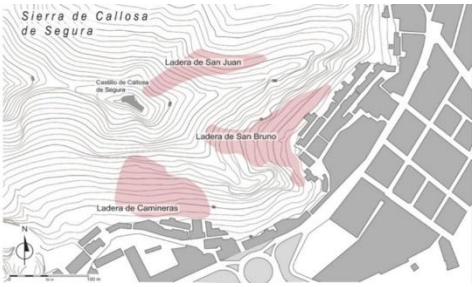


Fig. 2- Localización de las laderas entorno al castillo (según el Plan Director, 2022)

Las fuertes pendientes de todas ellas hacen que el acceso a las construcciones medievales presente una alta dificultad, no existiendo ninguna senda ni camino de acceso y debiendo hacerse campo a través en un terreno de fuerte pendiente y muy rocoso (Fig. 3)



Fig. 3- Emplazamiento del castillo en vista de relieve 3D (Google Earth)

Este bien de interés cultural (BIC) con categoría de monumento esta registrado en el inventario general de protección de la Generalitat Valenciana (IGPCV) con código 03.049-9999-000001, con fecha 22/06/1998.

1.2. El Castillo de Forna

El Castillo de Forna, también conocido como de Palacio de los Cruilles, se encuentra en una pequeña colina a una cota de 234 metros sobre el nivel de mar. Situada en el término municipal de Adsubia (Alicante) localizada según las coordenadas geográficas UTM (Huso 30 ETRS89) en su punto central son X: 745.440; Y: 4.306.402. Dominando una extensa llanura hacia el mar Mediterráneo al este y una amplia zona montañosa al oeste (Fig. 4, 5 y 6). El palacio fortaleza está enmarcado por cuadro torres en sus cuatro esquinas, muy similares excepto la Torre Este de época Almohade, que fue sin duda la primera en ejecutarse y con trazas muy distintas al resto.



Fig. 4- Mapa de situación del Castillo de Forna en la provincia de Alicante (Google Earth)



Fig. 5- Emplazamiento del castillo de Forna en vista de relieve 3D orientado al este (Google Earth)

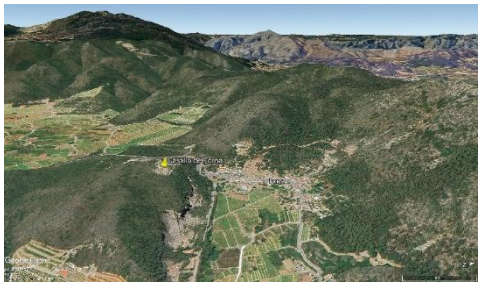


Fig. 6- Emplazamiento del castillo de Forna en vista de relieve 3D orientado al oeste (Google Earth)

Todas ellas están enlazadas mediante un sistema de muros que conforman junto con las torres un patio interior en dos niveles, adaptándose a la topografía. El complejo se articula en dos plantas que a veces puede existir por debajo un sótano que se adapta al nivel del terreno (según arq proyecto J.M.Boix, 2024).

Realizado en mampostería y tapial. Sus muros exteriores presentan pocas aberturas y el acceso principal se realiza través de un arco apuntado realizado en fábrica de ladrillo, por su fachada orientada a norte (Varela, sin dato) (Fig. 7).



Fig. 7- Vista aérea del emplazamiento del Castillo de Forna (IGPCV consultado el 04/10/2025 en web Patrimonio GVA)

Este bien de interés cultural (BIC) con categoría de monumento esta registrado en el inventario general de protección de la Generalitat Valenciana (IGPCV) con código 03.001-9999-000001 y con nº de inscripción en el Ministerio: R-I-51-0009260, con fecha 27/05/1996.

2. La digitalización con UAV del Castillo de Callosa del Segura y su objetivo

Dada la dificultad de accesibilidad que presenta la orografía de su entorno para acceder a esta fortificación, se opta por la utilización de UAV para la toma de datos (fotografías digitales de alta calidad) conjuntamente con sistemas de posicionamiento satelital GNSS, para su completa georreferenciación (puntos con coordenadas UTM según sistema de referencia ETRS89 Huso 30N).

El objetivo principal de este trabajo consistió en documentar con precisión el monumento y su entorno más proximo, como son las laderas colindantes con la zona urbana y de posible más facil acceso a pie. Todo ello en forma de documentos gráficos de detalle para la redacción del documento plan director y como base en forma de modelo 3d del terreno y del monumento, para propuestas de accesibilidad y directrices de futuras y urgentes intervenciones de conservación y mantenimiento (Jordan-Palomar et al. 2018; Gros et al. 2023).

La metodología fotogramétrica está basada en la captura de imágenes del objeto a estudio, mediante cámaras fotográficas digitales. A partir de ellas y mediante el empleo de softwares de

conversión e interpretación de los datos (pixeles y parámetros digitales), se obtienen modelos tridimensionales de nubes de puntos, mallas, modelos 3D y texturas reales de la superficie de éstos (Sapirstein, 2016; Rodríguez-Navarro, Gil-Piqueras & Pérez-Vila, 2022).

Se utiliza un dron cuadricóptero UAV con cámara 20MP sensor CMOS 1 pulgada, con sistema de posicionamiento por satélite GPS/GLONASS, con rangos de precisión de vuelo estacionario vertical ±0,1 m (con posicionamiento visual) ó ±0,5 m (con posicionamiento por GPS) y horizontal ±0,3 m (con posicionamiento visual) ó ±1,5 m (con posicionamiento por GPS), con objetivo FOV 84° 8.8 mm / 24 mm (formato equivalente a 35 mm) f/2.8 - f/11, enfoque a 1 m - ∞, rango de ISO 100 - 3200 (Automático) y 100-12800 (Manual). Las imágenes capturadas por este drone tienen una proporción de 3:2, es decir de 5472 píxeles de ancho x 3648 píxeles de alto.

En el proceso del registro fotogramétrico se ha procedido a importar los puntos de referencia con GNSS que permite georreferenciar todo el modelo (Fig. 8)



Fig. 8- Vista aérea de la localización de los puntos medidos con GNSS y el posicionamiento de las capturas realizadas con el UAV (Autores)

Seguidamente se ha procedido a generar la nube densa filtrada de 29.297.691 ptos, con una calidad media (Fig. 9) y a continuación, la malla sin textura (Fig. 10) y texturizada de 5.859.523 caras con calidad media con la que se extraerá el modelo digital de elevaciones MDE (7779x7391, 11.7 cm/pix) (Fig. 11) y la Ortoimagen general (28950x28398, 2.93cm/pix) al final del proceso (Fig. 12).



Fig. 9- Vista de la nube densa generada en el proceso fotogramétrico con Metashape Profesional de Agisoft (Autores)



Fig. 10- Vista de la malla sin textura generada en el proceso fotogramétrico con Metashape Profesional de Agisoft (Autores)

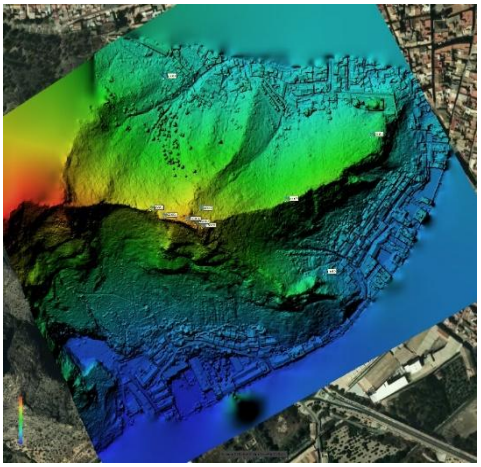


Fig. 11- Vista del MDE generado en el proceso fotogramétrico con Metashape Profesional de Agisoft (Autores)



Fig. 12- Vista de la ortoimagen general obtenida en el proceso fotogramétrico con Metashape Profesional de Agisoft (Autores)

3. La digitalización con TLS del Castillo de Forna ysu objetivo

Para el registro geométrico del Castillo de Forna se ha utilizado un TLS modelo RTC360 de la marca Leica, obteniendo como resultado un modelo 3D en forma de nube de puntos (Fig. 13).

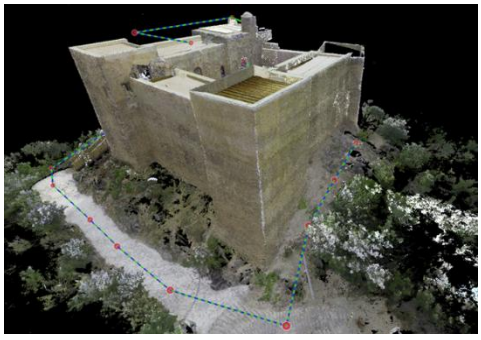


Fig. 13- Vista global de la nube completa obtenida con TLS (RTC360 de Leica) (Autores)

Tras el procesado y registro mediante el software Register 360 Plus de Leica, de la totalidad de las nubes de puntos obtenidas a partir de los 51 estacionamientos se obtiene una única nube de 1.200.016.649 puntos, con un error de cierre de conjunto de 0.001m (1mm) (Fig. 14).

El objetivo de este trabajo ha consistido en evaluar la estabilidad estructural de una parte de esta fortificación una vez finalizada la intervención en agosto de 2025. En concreto de la bóveda de la torre suroeste a nivel de planta baja (Fig. 15 - 19) (Murphy et al. 2009).



Fig. 14- Control de calidad del proceso de registro con error de cierre global de 1mm (Autores).

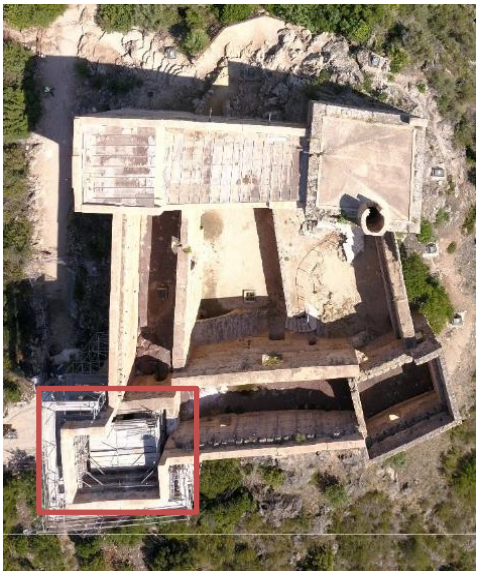


Fig. 15- Vista aérea del castillo y localización de zona a estudio (torre suroeste) (J.M.Boix, 2024)

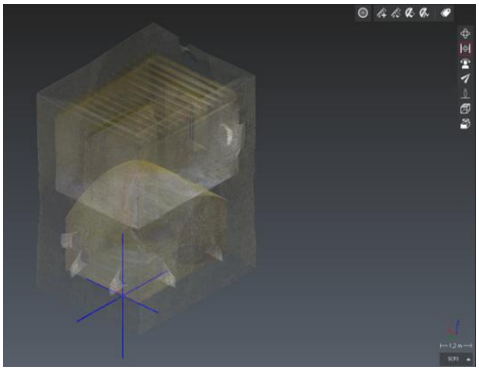


Fig. 16- Fase 1: nube de puntos parcial para el estudio de la bóveda de PBaja (torre suroeste). Ubicación del pto de ref.0.00. (Autores)

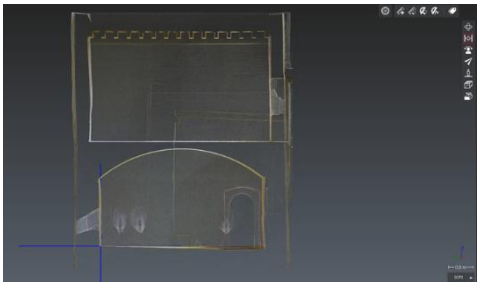


Fig. 17- Fase 2: Vista frontal (plano YZ) de la parte de la bóveda y muros de apoyo a estudio. (Autores)

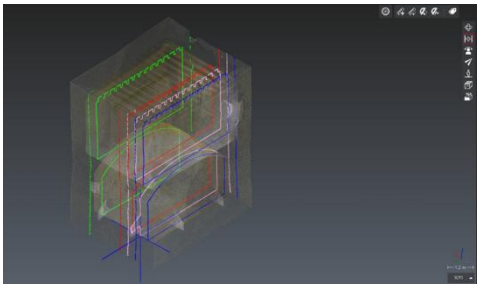


Fig. 18- Fase 3: Generación de secciones a la generatriz de la bóveda a estudio para su elección óptima. (Autores)

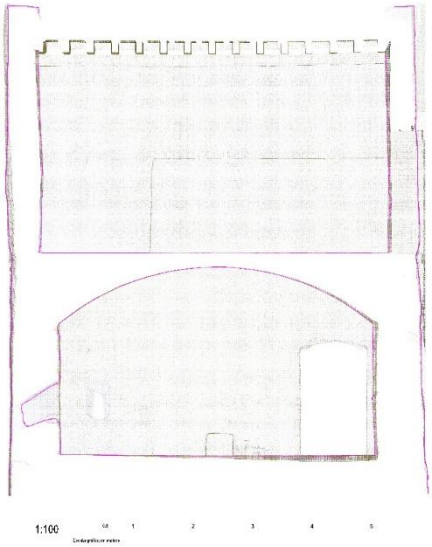


Fig. 19- Fase 4: Elección de la sección generada por plano YZ por pto de ref. 0.00 y su delineación en Autocad. Sección escalada y utilizada para su análisis con estática gráfica con la geometría real de sus muros y trazo de la bóveda. (Autores)

4. Resultados

En el caso del Castillo de Callosa, del modelo digital del terreno y de edificaciones se han extraído tanto la nube de puntos densa como el de elevaciones para generar el mapa de curvas de nivel (Figg. 20-21) con el que se puede trabajar con los softwares de Autodesk (Autocad y Recap Pro, ambos v2025) para generar la planimetría en 2D: plantas, alzados, planos topográficos con curvas de nivel (Fig. 22).

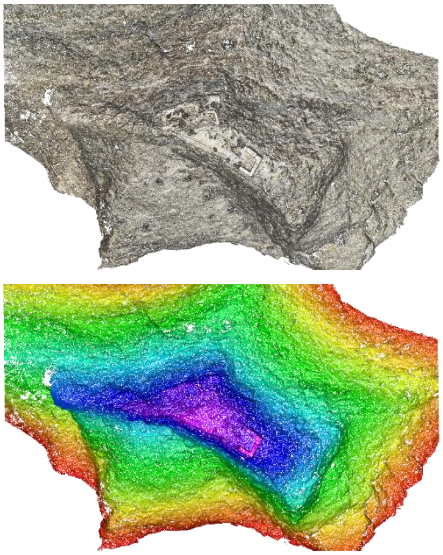


Fig. 20- Modelo 3d de nube de puntos con escala de elevaciones a partir del proceso fotogramétrico con Metashape de Agisoft. Visualizado con Recap Pro de Autodesk. (Autores)

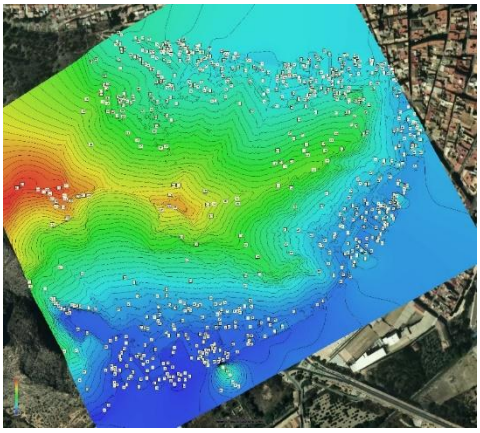


Fig. 21- MDE con escala de elevaciones y curvas de nivel a partir del proceso fotogramétrico con Metashape de Agisoft. (Autores)

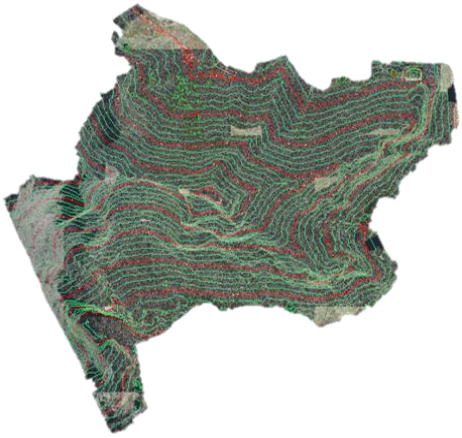


Fig. 22- Plano generado a partir del modelo 3d de nubes de puntos georreferenciado en Autocad de Autodesk. (Autores)

De igual forma y desde el modelo digital del terreno y mediante el software Metashape de Agisoft se han obtenido las líneas de recorrido con las pendientes óptimas para estudiar la vía peatonal más accesible desde el nivel del casco urbano hacia la ubicación del monumento (Fig. 23).

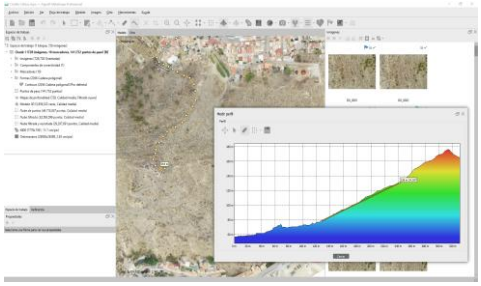


Fig. 23- Generación de recorridos y perfiles de elevación para el análisis de pendiente de las posibles vías de acceso al castillo con Metashape Profesional de Agisoft. (Autores)

Este modelo 3d fotogramétrico, a su vez, se ha exportado al repositorio de Sketchfab Pro para su visualización y divulgación, incluyendo información sobre los restos de la estructura muraria existentes (Fig. 24) (Daga et al., 2022).

En el caso del Castillo de Forna, la obtención de la geometría real de la sección perpendicular a la generatriz de la bóveda rebajada de hormigón de cal y de sus muros de apoyo y superiores de cierre

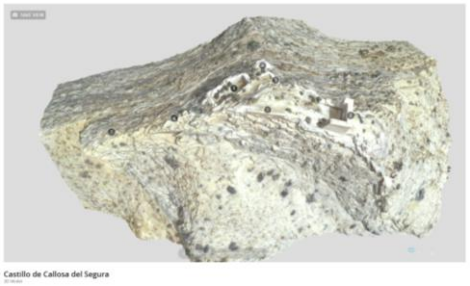


Fig. 24- Visualización del modelo 3D en el repositorio de Sketchfab, junto con la información para su divulgación. (Autores)

de la torre en la esquina suroeste de la fortificación, nos ha permitido junto con la estimación de las cargas que inciden sobre ella realizar un estudio de estática gráfica. Obteniendo así las reacciones en sus apoyos y la transmisión de esfuerzos normales en toda su sección. Comprobando que las líneas de fuerzas se encuentran dentro de su núcleo central y por tanto justificando su estabilidad estructural (Fig. 25).

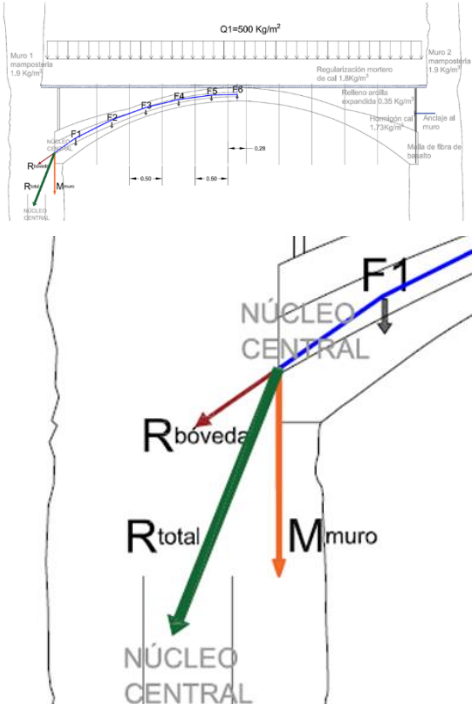


Fig. 25- Estudio y análisis de la estabilidad estructural mediante estática grafica a partir de la sección real obtenida a partir de la nube de puntos. (Autores)

5. Conclusiones

Se ha comprobado la eficiencia de aplicar los flujos de trabajo en los distintos estudios a partir de la obtención de modelos tridimensionales detallados y en su caso, gerreferenciados de la realidad, utilizando técnicas fotogramétricas y Lidar terrestre junto con el empleo de GNSS.

La obtención de los modelos 3D, archivados en formatos universales de lectura con extensiones *.e57 o *.obj en forma de nube de puntos o malla texturizada, facilita la transversalidad y la operatividad con la mayoría de softwares para el tratamiento y análisis tridimensional de los modelos. Y estos contribuyen a la generación de bases de datos de información sobre el elemento a estudio, y para su objetivo como es su mantenimiento, conservación y salvaguarda. Así como, la obtención de la geometría tridimensional real permite el estudio y análisis de deformaciones y/o degradaciones que presentan o sufren los elementos construidos o el propio terreno. Bien a través de la comparación con elementos hipotéticos geométricos de referencia o bien entre los distintos modelos capturados en distintos periodos de tiempo.

De igual forma, los modelos 3d pueden vincularse en repositorios de acceso al público en general para su visualización, lectura y comprensión de nuestro patrimonio, aportando la accesibilidad, inclusión y divulgación a la sociedad como parte de valor de estos resultados.

Agradecimientos

Estos trabajos han sido posibles gracias a los contratos de prestación de servicios por parte de la Universidad de Alicante con el Excmo. Ayuntamiento de Callosa del Segura, y con la empresa Estudio Métodos de Restauración, S.L., respectivamente.

Referencias

Commission proposes a common European data space for cultural heritage Commission proposes a common European data space for cultural heritage (2021). In *Shaping Europe's digital future.* https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/commission-proposes-common-european-data-space-cultural-heritage

Daga, E., Asprino,L. & Damiano, R., et al. (2022) Integrating Citizen Experiences in Cultural Heritages Archives: Requirements, State of the Art, and Challenges. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, (15), 1-35. https://doi.org/10.1145/3477599

Del Espino Hidalgo, B., Rodríguez Díaz, V., González Campos-Baeza, Y. & Santana Falcón, E. (2022). Indicadores de accesibilidad para la evaluación del patrimonio cultural como recurso de desarrollo en áreas rurales de Huelva. *AEC: Architecture, City and Environment* 17 (50) https://doi.org/10.5821/ace.17.50.11375

Estrategia Nacional de Digitalización 2022-2026 (2021). Consejo de Cooperación Bibliotecaria Grupo de Trabajo Estratégico para la Estrategia Nacional de Digitalización. In Travesía: Recursos digitales para la cooperación bibliotecaria. http://hdl.handle.net/10421/9206

Global Digital Heritage (2023) available at: https://globaldigitalheritage.org/ (accessed 14711/2025).

Gros, A., Guillem, A., De Luca, L., Bailleul,E., Duvocelle, B., Malavergne, O. Leroux, L. & Zimmer, T. (2023). Faceting the post-disaster built heritage reconstruction process within the digital twin framework for Notre-Dame de Paris. *Sci Rep*, 13, 5981. https://doi.org/10.1038/s41598-023-32504-9

Jordan-Palomar, I.; Tzortzopoulos, P.; García-Valldecabres, J. & Pellicer, E. (2018). Protocol to Manage Heritage. Building Interventions Using Heritage Building Information Modelling (HBIM). *Sustainability*, 10(4), 1-19, doi:10.3390/su10030908

Murphy, M.; McGoven, E. & Pavía, S. (2009). Historic building information modelling (HBIM). *Structural Survey*, 27(4), 311-327 https://doi.org/10.1108/02630800910985108

Quintilla Castan, M., & Agustín-Hernández, L. (2023) Los Sistemas de Documentación como instrumento de conservación del Patrimonio Arquitectónico. Experiencias en España y Europa. Revista electrónica de Patrimonio Histórico, (32), 41-75. Retrieved from https://revistaseug.ugr.es/index.php/erph/article/view/24569 (accessed on 11/11/2025).

Rodríguez-Navarro, P., Cabezos-Bernal, P. M., Gil-Piqueras, T. & Giménez Ribera, M. (2022). Usingdrones under 250g for documenting architectural Heritage. *DisegnareCON*, 15, 1.1-1.19.

Sapirstein, P. (2016). Accurate measurement with photogrammetry at large sites. *Journal of Archaelogical Science*, 66, 137-145

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21492

Geospatial analysis of the visual domain exercised by the Trigueros castle and its insertion in the castral system of the county of Niebla in the 15th Century

Juan José Fondevilla Aparicio[a]
[a] Consejería de Cultura y Deporte, Junta de Andalucía, España, jjfond@gmail.com

How to cite: Fondevilla Aparicio, J. J. (2026). Geospatial analysis of the visual domain exercised by the Trigueros castle and its insertion in the castral system of the county of Niebla in the 15th Century. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21492

Abstract

Since its formation, by concession granted in 1368 by Enrique II of Castile, the county of Niebla promoted during the 14th and 15th centuries a firm construction program aimed at consolidating the processes of settlement and defensive articulation of its vast territory protected by the House of the Guzmán family, under the auspices and sometimes competing in their aspirations, with the interests of the crown of Castile. The construction of the Trigueros castle around 1470 responded to a desire for consolidation and internal spatial articulation of the territory, in pursuit of the control of the space between the river banks of the Tinto and the Odiel, at the intersection between the old road of Seville and the road from the Port of San Juan that led towards Beas and the Huelva mountain range. This was intended to reinforce the presence of seigneurial power over this historical territory whose limits of influence came into dispute with Moguer dominions, controlling the transit of people and merchandise along these axes of territorial penetration. The article analyzes through the use of spatial information systems the visual domain exercised over the territory from the castle of Trigueros, studying the visual and spatial interactions with the rest of the fortifications that made up the network of fortresses of the county of Niebla. The stately fortification of Niebla, built in the same chronological framework, exercised the nuclear centrality of the defensive system arranged, in which the pre-existing Muslim castles and fortresses were integrated. The castle of Trigueros, built during the mandate of the Catholic Monarchs, is today only an archaeological reality due to the loss of its materiality. Geographic information systems made it possible to restore their perceptual landscape and spatial connections.

Keywords: stately fortification, geospatial analysis, Niebla County, 15th Century.

1. Aproximación histórica

Tras la toma de Niebla por Alfonso X en 1262 (García Sanjuán, 2000: p. 89) se iniciará en estas latitudes de la baja Andalucía un proceso de señorialización del territorio que collevará la fragmentación del primitivo reino musulmán de *Lebla Al- Hamra*.

En tal contexto, en virtud de la concesión otorgada por Enrique II de Castilla a la Casa nobiliaria de los Guzmán, se constituirá el condado de Niebla en 1368, quedando bajo su dominio toda esa tierra (Fig. 1).

El proceso de articulación territorial de estas vastas posesiones afectas al condado iliplense se tradujo en la necesidad de impulsar un ambicioso programa constructivo, que se desarrollará durante los siglos XIV y XV, cuyo objeto será en primera instancia el aseguramiento de su guarda y defensa, garantizando así la integridad territorial, especialmente comprometida en su límite occidental, el cual se extendía hasta la frontera luso-castellana en tales cronologías históricas. Concomitante a tal voluntad de securización del territorio condal y sin duda más oportunamente amparado en contextos de paz entre guerras, fue el impulso de la dinámica repobladora, al objeto de fijar la población en las villas comarcadas, poniendo en producción sus tierras y consolidando así los procesos de poblamiento de las aldeas. En tal contexto Niebla pleiteará por la defensa de sus límites y pastos (Ladero, 1992: p. 74).

Relevante fue también la voluntad de control fiscal ejercida a través de tales centros de poder señorial, del tránsito de mercancías vinculado a los desembarcos en el Puerto de San Juan (actual San Juan del Puerto, Huelva) y el camino viejo de Sevilla, así como hacia occidente con el vecino reino de Portugal a través de los caminos del Duque y de la Raya. En torno a tales caminos se dispuso un sistema de defensa lineal, apostando a lo largo de los mismos torres fuertes, castillos y fortalezas que jalonaban su traza, además de los puertos secos que atendían a la función recaudatoria aduanera (Pérez Macías, 2012; Fondevilla, 2023: p. 201).

En un escenario de rivalidad creciente, se generaron fricciones entre los bandos nobiliarios sevillanos integrados por las casas de Arcos y de Medina Sidonia, que eclosionarán con dureza desarrollándose fuertes disturbios y actos cruentos entre 1471 y 1474 (Carriazo, 2003: p. 301).

No bastó con asentar sus dominios, sino que la pugna conllevó la generación de un clima de violencia e inseguridad que se extendió a lo largo del bajo valle del Guadalquivir (Ladero, 1973: p. 130). Las fuentes cronísticas recogen tal clima bélico señalando cómo "se fizo tan cruel guerra entre el duque y el marqués como entre moros y cristianos" (Crónica Anónima: p. 196).

Los afanes expansionistas de sus respectivas esferas de poder llegarán a colisionar con los intereses de la corona, trasladando tales tensiones una patente fragilidad que inpregnará todo el reinado de Enrique IV. El reforzamiento del *potestas regni* durante el reinado de los Reyes Católicos truncará finalmente esta deriva, consolidando el dominio monárquico de las facetas de poder antes cuestionadas por la nobleza concejil. Por su lealtad a la causa de Isabel en la Guerra de Sucesión Castellana, el duque de Medina Sidonia asumirá la defensa de la frontera exterior de Castilla con Portugal, en su calidad de capitán general de la caballería y la infantería de Andalucía.

Tras la muerte de Isabel resurgieron viejos recelos que hicieron aflorar orgullos heridos y reivindicaciones soterradas (Ladero, 2016), los cuales suscitaron incertidumbres atajadas de forma contundente por la corona, que ordenó la entrega de las fortalezas condales. Al no verse sustanciada propició el conocido como 'Saco de Niebla' acaecido en noviembre de 1508. Las fortalezas señoriales de Niebla y Trigueros emplazadas en la margen noroccidental del río Tinto a pesar de la contundencia de sus fábricas resultaron insuficientes para repeler la ofensiva real (Carriazo, 2023: p. 119), sucunviendo a tal sometimiento que ilustraba la primacía del poder de la corona frente a las pretensiones señoriales.

2. Conformación del sistema castral del condado de Niebla

El sistema castral iliplense integró en su seno las primitivas fortalezas andalusíes a las que se les adscribieron nuevas funcionalidades poliorcéticas, así como aquellas construidas por Portugal, a quien correspondió la inciativa de conquista de este territorio (Fondevilla, 2023: p. 157). Formaron parte del sistema defensivo asimismo los castillos y fortalezas erigidos por Castilla tras la toma de Niebla, integrados en el primitivo concejo de realengo.

El proceso de articulación defensiva del condado de Niebla fue adaptando su traza y lógica espacial a los requerimientos específicos en cada momento demandados. El entramado defensivo erigido de nueva planta se dispuso inicialmente conformando sistemas espaciales lineales apostados sobre los caminos de la Raya y del Duque, teniendo por objeto el control del tránsito de personas y mercancías.

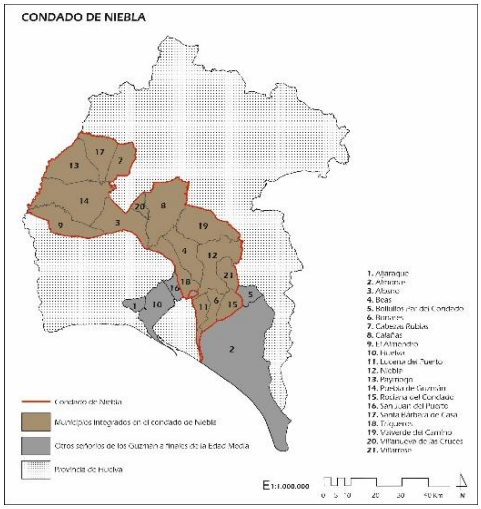


Fig. 1- Plano del Condado de Niebla en relación a los municipios de la actual provincia de Huelva

Ambos ejes de tránsito espacial se adentraban hacia tierras de Castilla provenientes del vecino reino de Portugal (Fig. 2).

Los señoríos de Gibraleón y Niebla rivalizaron por el dominio del control fiscal sobre estos flujos comerciales sustanciados a través de los vectores de comunicación que conformaban ambos caminos. Las fortalezas erigidas en torno al Camino de la Raya, que se corresponde con la carrera vieja de Mértola a Xibraleón, persiguieron reforzar la presencia del poder señorial en un territorio en disputa. Torres fuertes y fortalezas fueron erigidas para consolidar los procesos de repoblación fomentados por el Condado de Niebla, en su pugna con el señorío de Gibraleón por el dominio efectivo del territorio.

Estaba en juego el control de los flujos comerciales con Portugal a lo largo del mismo, disyuntiva que protagonizaría rivalidades entre los concejos de Niebla y Gibraleón a lo largo de los siglos XIV y XV (Pérez Macías et al., 2001). Las fortalezas erigidas fijaron población, prestando resguardo al abrigo de sus murallas.

El Camino del Duque, más alejado hacia el norte de las posesiones olontenses, también fue objeto de rivalidades por el control fiscal del puerto seco de Algalame vinculado al cobro del almojarifazgo. La pugna fue resuelta finalmente por Pedro I en favor de los Guzmán en 1350, tras su ocupación previa por Juan Alonso de la Cerda.

Emplazada a pocas leguas de la frontera sobre un emplazamiento prominente, la fortaleza de la Alquería de la Vaca estaba dotada de una guarnición militar permanente (Carriazo, 2023).

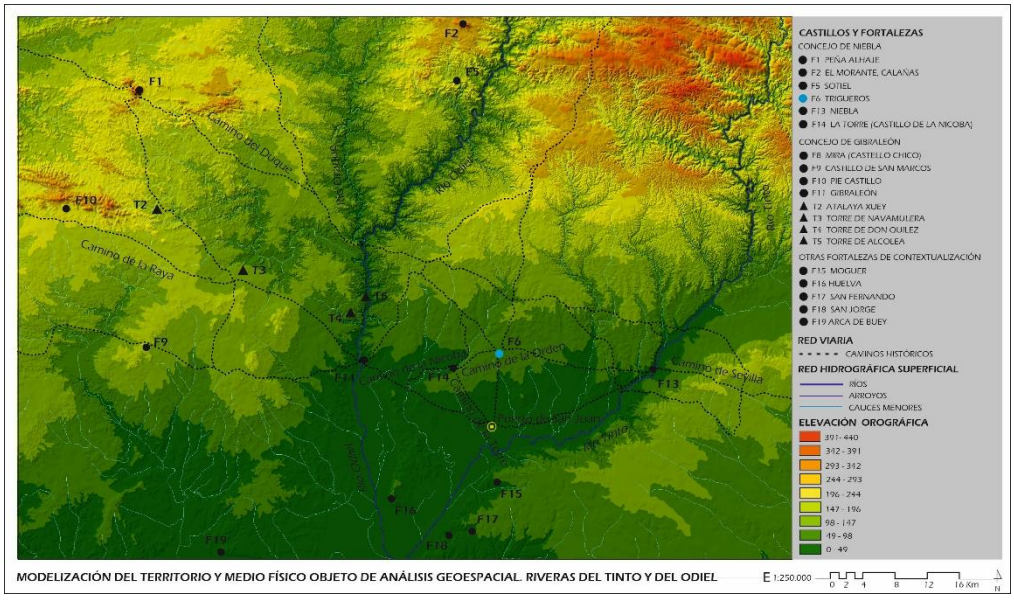


Fig. 2- Plano del territorio circundante al castillo de Trigueros representado a escala 1/250.000

No se integraría en las posesiones iliplenses hasta su adquisición en 1490, ejerciendo un amplio dominio visual del territorio circundante al camino del Duque. Se primaba así la securización de este camino más alejado de las tensiones derivadas del punzonamiento de los límites jurisdiccionales y de la ampliación del área de dominio perseguido por el señorío de Gibraleón. Estos sistemas lineales dispusieron arquitecturas jerarquizadas: torres fuertes en las bifurcaciones y altozanos con almplia visibilidad, castillos intermedios y fortalezas nucleares, en torno a las que grabitaba cada subsistema castral.

3. La fortaleza señorial de Trigueros en el contexto del sistema castral del condado iliplense

La labra del castillo de Trigueros se ubica cronológicamente en una fase posterior a la disposición de los sistemas lineales descritos. Se trataba de un castillo de menor escala y menos avanzado tecnológicamente en sus trazas (Fig. 3) que la coetánea fortaleza señorial de Niebla que transita ya hacia formas de arquitectura protoabaluartadas. Las disputas con Moguer justificaron la erección del castillo de Trigueros en una ubicación certera, en la intersección entre el camino de Sevilla y el eje vertical que comunicaba el Puerto de San Juan con el Andévalo onubense.

Su enclave estratégico muestra nítidamente su voluntad de reforzar la defensa pasiva y el control señorial, sobre este espacio cuyos límites de influencia meridional entraron en disputa con Moguer. Las maderas con las que se repararon tanto el puente levadizo que salvaba el foso del castillo de Trigueros como ciertas estructuras lignarias de los castillos de Trigueros y Niebla en 1508 fueron traídas desde el Puerto de Santa María y desembarcadas en el Portechuelo (Carriazo, 2023: p. 121). El tránsito de tales mercancías a través de carretas que surcaban los caminos que las ponían en conexión con estos puertos, como el de San Juan o el referido Portechuelo en el término de Niebla, ilustran la relevancia del control de tales itinerarios como exponente del poder señorial en el condado de Niebla.

La fortaleza señorial de Niebla desempeñaba un papel central como referente simbólico del poder señorial ejercido por la Casa de los Guzmán sobre el territorio. Su emplazamiento en la margen noroccidental de la rivera fluvial del Tinto, en el lugar exacto en el que su cauce es salvado por el camino de Sevilla, articulando la transición entre la Tierra Llana de Huelva y el Andévalo, a medio camino entre Portugal y la Capital ilipense resultaba clave y por ello ejerció de fortaleza nuclear del sistema castral del condado iliplense. La construcción de estas dos fortalezas señoriales, ya bajo el reinado de los Reyes Católicos, supuso el cierre del dibujo defensivo, reforzando el dominio visual y el control estratégico del territorio central emplazado al sur de la rivera de la Nicoba. Se perseguía con ello la consolidación y articulación espacial interna del territorio condal, reforzando la presencia del poder señorial sobre un espacio ubicado en la confluencia de las riveras fluviales del Tinto y del Odiel (Fondevilla, 2023: pp. 227-228).

4. El dominio visual ejercido por la fortaleza señorial de Trigueros

El empleo de los Sistemas de Información Geográfica permite restituir el paisaje perceptivo de un castillo, como el de Trigueros, que ha perdido la materialidad de sus fábricas, pero del que conocemos su emplazamiento y sus trazas gracias a la información obrante en las fuentes documentales.

La cuenca visual potencial del castillo de Trigueros (Wheathley & Gillings, 2002) es muy amplia, extendiéndose hasta las 108.786,42 Has. El dominio visual ejercido permitía el control de la encrucijada de caminos que en él confluían, extendiendo su mirada de forma preferente hacia el sur, donde sus límites meridionales confinaban con las jurisdicciones de Moguer (Fig. 4). También su dominio era ejercido sobre los predios de La Orden, así como los caminos de la Torre y del Puerto de San Juan, que vertebraban en sentido vertical los tránsitos surcados en horizontal por el camino de Sevilla, la Orden, la rivera de la Nicoba y el camino de Gibraleón.

4.1. Estratificación de la cuenca visual potencial del castillo de Trigueros y análisis de las interacciones visuales

El cálculo en base a las fundamentaciones de Higuchi de la estratificación de la cuenca visual de la fortaleza señorial de Trigueros, permite evaluar los rangos de nitidez con los que se materializan las interacciones visuales en atención a la distancia de observación (Fig. 5).

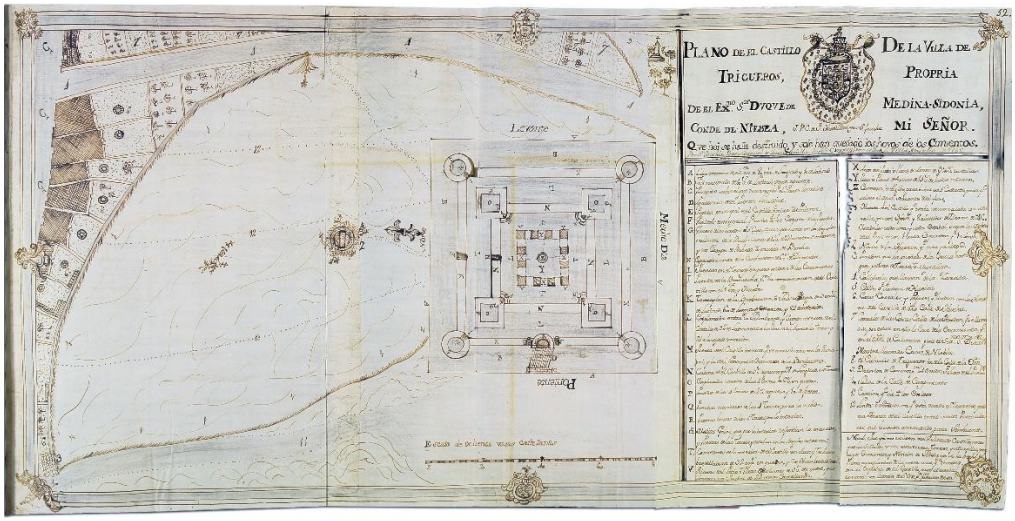


Fig. 3- Plano de el Castillo de la villa de Trigueros, propia de el Excmo. Sr. Duque de Medina Sidonia [...], por don Joaquín Pérz Coronel de Quintanilla (1768, AGFCMS, legajo 1156, fondo Medina Sidonia, 30 x 60 cm.)

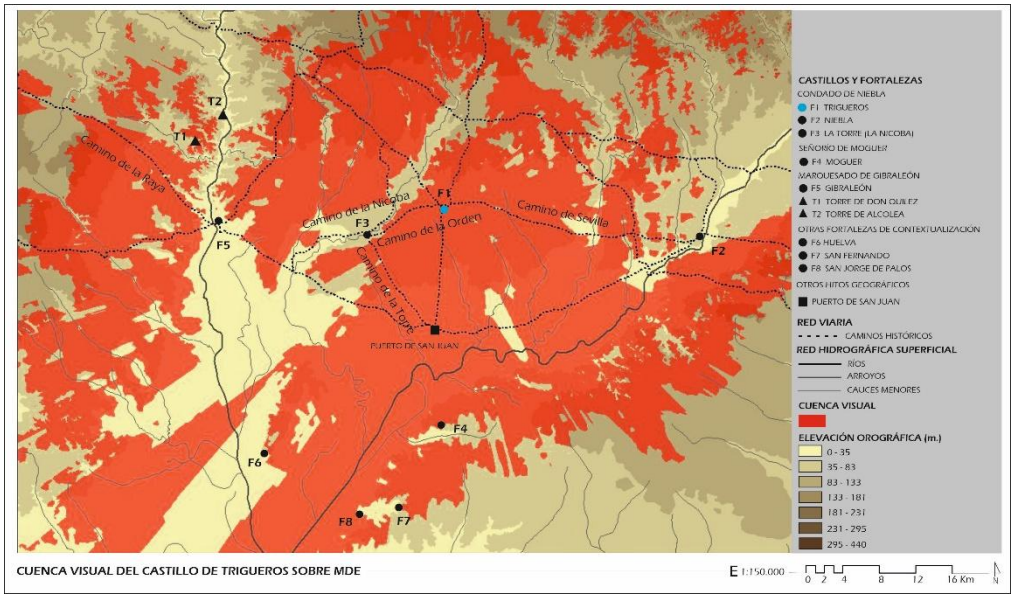


Fig. 4- Cuenca visual del castillo de Trigueros sobre Mapa Digital de Elevaciones del territorio objeto de dominio visual representado a escala 1/150.000

La seriación empleada en el análisis fue de 5 Km, conformando buffers concéntricos. Dentro del primer buffer se emplaza la fortaleza de la Torre, conocida también como castillo de la Nicoba, con la que no se establece interacción visual, pero sí se ejerce un dominio visual sobre los caminos que en ella arribaban. Su emplazamiento estratégico en el vado del arroyo de la Nicoba permitía el control visual desde sus torres y adarves sobre el camino de la Orden proveniente de Trigueros, y el de la Torre que descendía desde el castillo de la Nicoba hasta el puerto de San Juan, así como el camino de la Nicoba que discurría en paralelo a la margen septentrional de la rivera fluvial

confluyendo todos en este Castillo de la Torre (Fondevilla, 2023: pp. 233-235). En el rango de los 10 Km se extendía el control ejercido desde el castillo de Trigueros hacia el camino de Valverde, que tenía continuación hacia el sur por el camino viejo de San Juan del Puerto, así como el de Sevilla que lo intersectaba transversalmente en continuidad hacia Gibraleón. Las principales interacciones visuales se materializan dentro del buffer de 15 Km de distancia radial, que representa con sus 44.307,50 Ha el 45,38% de su cuenca visual potencial. Dentro de este rango de distancia focal desde el castillo de Trigueros la interacción visual con la fortaleza de Moguer se materializaba con absoluta nitidez, siendo este dato relevante dada la pugna con los Portocarrero (Fondevilla, 2023).

Del Sistema de defensa lineal dispuesto sobre el Camino de la Raya resultaba visible, por su emplazamiento prominente, la Atalaya de Don Quílez.

Dentro de este buffer se emplazan las fortalezas de Niebla y Gibraleón con las que no existían interacciones visuales, controlándose, eso sí los caminos que hacia ellas conducían. En el buffer de los 20 Km se materializaba la conexión visual con el castillo de San Jorge de Palos. En condiciones atmosféricas adecuadas la Torre de Navamulera que se apostaba sobre el Camino de la Raya era visible en el fondo del horizonte en el rango de los 25 Km donde territorio visible asciende a 75.704,60 Ha, el 75,50% de la cuenca visual potencial.

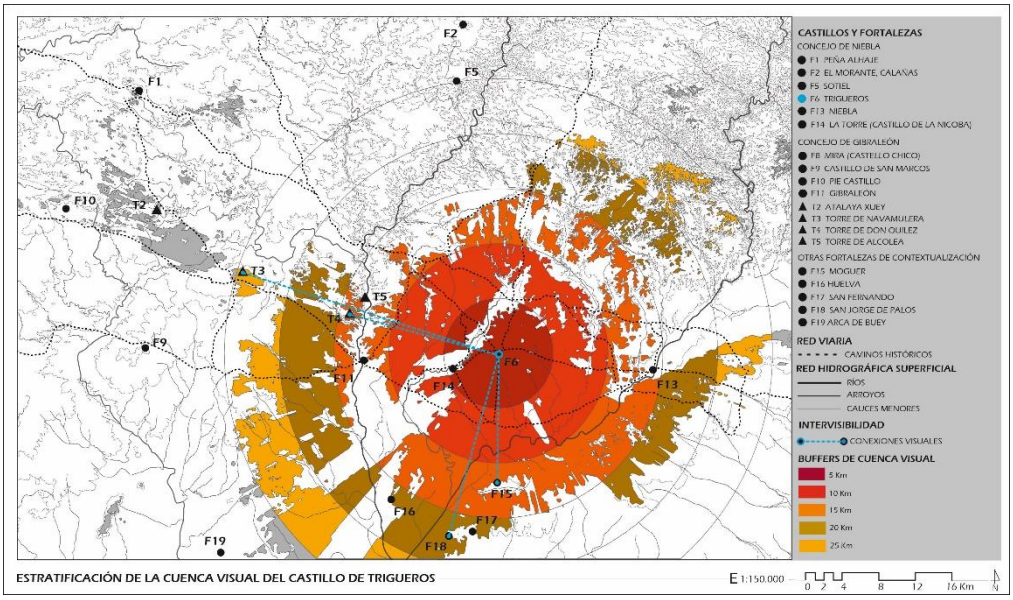


Fig. 5- Cuenca visual del castillo de Trigueros sobre Mapa Digital de Elevaciones del territorio objeto de dominio visual, representado a escala 1/250.000

El dominio visual ejercido desde el Castillo de Trigueros se materializaba en mayor medida sobre los caminos de tránsito, vías pecuarias, y márgenes de la rivera fluvial del río Tinto, que sobre las fortalezas de su entorno. Excepción hecha de la de Moguer, sobre cuya fortaleza la interacción visual existente denotaba la contraposición de poderes ejercidos sobre un mismo territorio histórico por casas nobiliarias con intereses enfrentados, como era el caso de los Guzmanes frente a los Portocarrero, cuyos dominos se emplazaban en las márgenes opuestas del río Tinto.

4.2. Orientación radial de la cuenca visual del castillo de Trigueros

El análisis de la orientación radial de la cuenca visual del castillo de Trigueros sectorizada en rangos de 45º, evidencia cómo la orientación S-SW es la prevalente, representando sus 27.586,14 Ha el 28 % de la cuenca visual potencial (Fig. 6).

Hacia el SW su amplio dominio visual constituye el 17% del total (16.218,01Ha). Hacia el NW el control era ejercido sobre 12.422,75 Ha (13%), siendo también significativa.

En la orientación radial N-NW las 4.660,60 Ha representan el 5% de la cuenca visual total de la fortaleza. La orientación preferente de la mirada de esta fortaleza se dirige hacia los territorios de poniente, en especial los emplazados al sur de sus dominios, los cuales se extienden hasta la confluencia de los ríos Tinto y Odiel. Así, los porcentajes de dominio visual que se extienden hacia las distintas orientaciones cardinales focalizadas hacia poniente conforman el 63 % de la cuenca visual, ascendiendo a 60.887,50 Ha (Fondevilla, 2023: pp. 235-238).

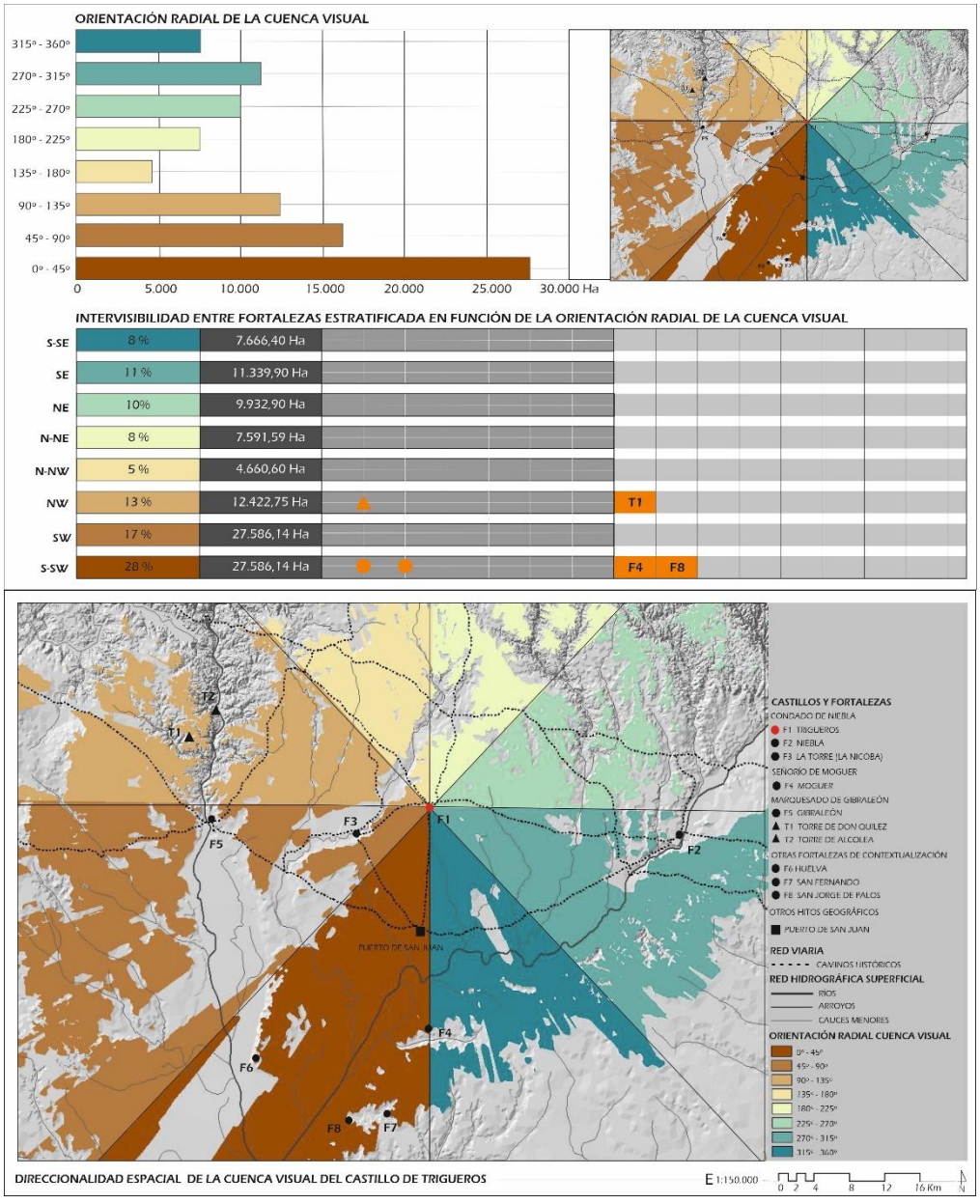


Fig. 6- Orientación radial de la cuenca visual del castillo de Trigueros sobre Mapa Digital de Elevaciones del territorio objeto de dominio visual, representado a escala 1/150.000

Son también representativas las áreas del territorio avarcado visualmente emplazadas al sur con orientaciones direccionadas en este caso hacia el Este. Hacia el SE era de 11.339,90 Ha (11% de la cuenca visual total de la fortaleza). En la orientación S-SE del 8% de su cuenca visual que ascienden a 7.666,40 Ha.

Pero también su cuenca se dirigía hacia el Norte. Hacia el NE representaba el 10% de la cuenca, (9.932,90 Ha), en la dirección N-NE en una cuantía similar a la del S-SE, en este caso extendiéndose por 7.591,59 Ha, que representan el 8% del total. Ello denota una voluntad de control sobre los caminos que desde Trigueros conducían a Beas y Valverde. En definitiva su dominio visual era ejercido sobre una confluencia de caminos que vertebraban vertical y horizontalmente el territorio, siendo la orientación radial preferente de su cuenca visual la de poniente, en especial hacia el sur de sus dominios donde interaccionaba con Moguer, extendiéndose el espacio abarcado visualmente hacia ambos lados de la rivera del río Tinto.

Agradecimientos

Esta publicación se enmarca en el proyecto de I+D+i "Del castillo al palacio: Transformación, habitabilidad y pervivencia de la fortificación señorial" (PID2021-127438NB-I00), financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE.

Todos los planos y cartografías analíticas fueron elaborados por el autor mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica.

Referencias

Anónimo (1991) *Crónica anónima de Enrique IV de Castilla, 1454–1474 (Crónica castellana)*. Sánchez Parra, M. P. (ed.) Madrid, Ediciones de la Torre.

Carriazo Rubio, J. L. (2003) *La Casa de Arcos entre Sevilla y la frontera de Granada (1374-1474)*. Sevilla, Universidad de Sevilla y Fundación Focus.

Carriazo Rubio, J. L. (2023) Poder y conflicto a finales de la Edad Media: las fortificaciones del condado de Niebla en época de los Reyes Católicos. En: Carriazo Rubio, J. L., Fondevilla Aparicio, J. J. & Pérez Macías, J. A. (ed.) *Las fortificaciones del condado de Niebla en la Baja Edad Media*. Madrid, La Ergástula, pp. 55-152.

Fondevilla Aparicio, J. J. (2023) Fortificación y dominio visual del territorio en el condado de Niebla. En: Carriazo Rubio, J. L., Fondevilla Aparicio, J. J. & Pérez Macías, J. A. (eds.) *Las fortificaciones del condado de Niebla en la Baja Edad Media*. Madrid, La Ergástula, pp. 153-258.

García Sanjuán, A. (2000) La conquista de Niebla por Alfonso X. *Historia. Instituciones. Documentos*, 27, 89-111.

Ladero Quesada, M. A. (1973) *Andalucía en el s. XV. Estudios de historia política*. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Instituto Jerónimo Zurita).

Ladero Quesada, M. A. (1992) *Niebla, de reino a condado. Noticias sobre el Algarbe andaluz en la Baja Edad Media*. *Discurso de ingreso en la Real Academia de la Historia*. Madrid, Real Academia de la Historia, 2.ª ed., Huelva, Diputación Provincial de Huelva.

Ladero Quesada, M. A. (2016) *Los últimos años de Fernando el Católico. 1505-1517*. Madrid, Dykinson.

Pérez Macías, J. A., Beltrán Pinzón, J. M. y López Domínguez, M. A. (2001). El lugar de Osma. *Huelva en su Historia*, 8, 9-23.

Pérez Macías, J. A. (2012) Pie Castillo y la fortificación del Camino de la Raya. En: Carriazo Rubio J.L. (ed.) *Fortificación guerra y frontera en el Marquesado de Gibraleón*. Huelva, Diputación Provincial de Huelva, pp. 15-44.

Wheatley, D. & Gillings, M. (2002). *Spatial Technology and Archaeology*. London and New York, Taylor&Francis.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21493

The bunkers of Clot de Galvany, Mediterranean Wall, 1937-1938

Andrés Martínez Medina[a], Giancarlo Sanna[b], Pablo Jeremías Juan Gutiérrez[c]
[a] University of Alicante, Spain, andresm.medina@ua.es, [b] University of Cagliari, Italy, giancarlo.sanna8@unica.it,
[c] University of Alicante, Spain, pablo.juan@gcloud.ua.es

How to cite: Martínez Medina, A., Sanna, G. & Juan Gutiérrez, P. J. (2026). The bunkers of Clot de Galvany, Mediterranean Wall, 1937-1938. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21493

Abstract

During the Spanish Civil War (1936-1939), the government of the Second Republic ordered the fortification of the Mediterranean coast in 1937 to defend the population and cities from future landings and aerial bombardments from the island of Mallorca. This defense system, which we call the Mediterranean Wall due to its similarity to the Atlantic Wall, was organized at two levels: bunkers were located at beach level, and coastal and anti-aircraft batteries were located on the tops of hills and cliffs. This communication presents the photogrammetric survey of the military settlement deployed around Clot de Galvany (Elche, Spain), next to Carabassí beach, carried out between 1937 and 1938: a complex strategically located along the hills to repel a hypothetical troop landing. This is a detachment consisting of a line of trenches facing the national highway and a dozen bunkers of different shapes, sizes, and types (single- and double-bay, single- and double-story), some of which are camouflaged with the topography to make them invisible to the enemy. The survey of the complex is carried out using photogrammetry, both of the exterior and interior of the defenses, given the small size of their spaces. This graphic survey is part of a larger investigation to document the technical and material legacy of the Mediterranean Wall in the mid-20th century, as many of the original plans for these structures were lost during the war. This documentation reveals the territorial relationship between them, their typological genealogy as masterpieces of modern architecture, their mimetic materiality, the integration of the defenses into the surrounding landscape, and their current reuse as viewpoints overlooking nature.

Keywords: bunker typologies, reinforced concrete defenses, modern military architecture of the 20th century, Spanish Civil War

1. Introducción: líneas de defensa de la costa

Durante la guerra civil española (1936-1939), ante los avances del ejército fascista, a finales de 1937, el gobierno de la II República decidió fortificar la costa mediterránea (Gil, Galdón 2006, pp. 46-47) con el fin de defender las ciudades y a sus habitantes de los bombardeos que la aviación italiana (que apoyaba al bando insurrecto), con base en la isla de Mallorca, lanzaba sobre el litoral republicano. Este conjunto de defensas constituido por búnkeres, baterías y otros elementos de apoyo, por su despliegue similar al *Atlantikwall* (1942-1944), lo denominamos *Muro Mediterráneo* (Martínez-Medina, 2012, 2016 y 2025). Este sistema se organizaba a dos niveles.

BY-NC-SA

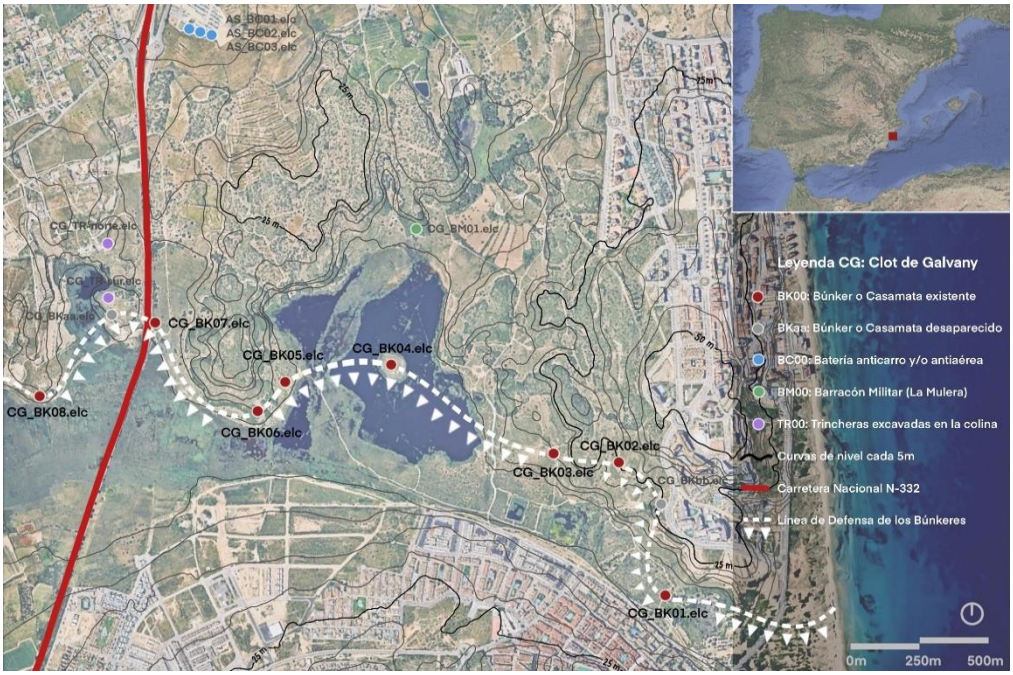


Fig. 1- Vista aérea y topográfica del enclave del Clot de Galvany (CG, Elche, España) con señalamiento de la posición de los 8 búnkeres y las 2 trincheras que aún se conservan en este paraje natural, el cual se localiza en la parte baja del humedal sito entre las lomas de Arenals y Cabeçó, al norte, y la sierra de Santa Pola, de mayor cota, al sur, conectando la playa de Carabassí al este con la carretera N-332 al oeste. En esta zona, casi a ras del mar, se comprueba que la línea que une las defensas define una barrera desde la cual repeler una pequeña incursión del ejército sublevado que llegase por mar (fuente: EARTH y autores)

Uno era de corto alcance: a ras de playa se dispusieron búnkeres equidistantes (en función de su armamento), y otro era de mayor profundidad: en cotas más altas (no siempre) se situaron las baterías de costa y antiaéreas. Estas arquitecturas se ejecutaron tomando como refe-rencia los manuales de los ingenieros zapadores con hormigón armado y/o ciclópeo. Sin embargo, muchos planos desaparecieron durante la contienda, en particular, los relativos a la provincia de Alicante, donde estuvo la última capital de la II República: en el Archivo de Viso del Marqués (Ciudad Real), que custodia una gran cantidad de documentos gráficos del conflicto, no se conservan proyectos de fortines republicanos en el sureste español. En el presente texto nos ocupamos de la restitución de los planos de los 8 búnkeres de hormigón ciclópeo y armado que permanecen en pie y en buen estado de conservación en el asentamiento militar del paraje del Clot de Galvany, Elche (España), sito a unos 6 km al sur de Alicante, frente a la playa de Carabassí (en perpendicular a la misma) y bajo el cabo de Santa Pola, el cual se construyó para repeler una hipotética escaramuza por el desembarco de algún pelotón. Este destacamento distribuye sus búnkeres y casamatas atendiendo a las condiciones topo-gráficas, disponiéndolos en cotas bajas.

2. Metodología de investigación y alzamiento

El primer paso de la investigación ha sido el vaciado de la bibliografía para definir el estado del arte, ya que los rastreos por los distintos archivos militares de España no han descubierto los planos originales. A continuación, se ha realizado un trabajo de campo para el inventariado y catalogación de las defensas y demás elementos de apoyo localizados en el paraje natural del Clot de Galvany. Y, en tercer lugar, si bien ya existen algunos levantamientos recientes (Tabar, 2011) realizados con los medios habituales de medición *in situ*, se ha procedido a la restitución gráfica de las defensas existentes, para lo que se ha recurrido a un dron Phanton 3 Professional (en 2019) y al programa de fotogrametría Scaniverse (Niantic) con iPhone 16 Pro Max (en 2025). Estos facilitan tanto el volumen exterior, como la compartimentación interior, aportando datos sobre la materia en el tiempo.

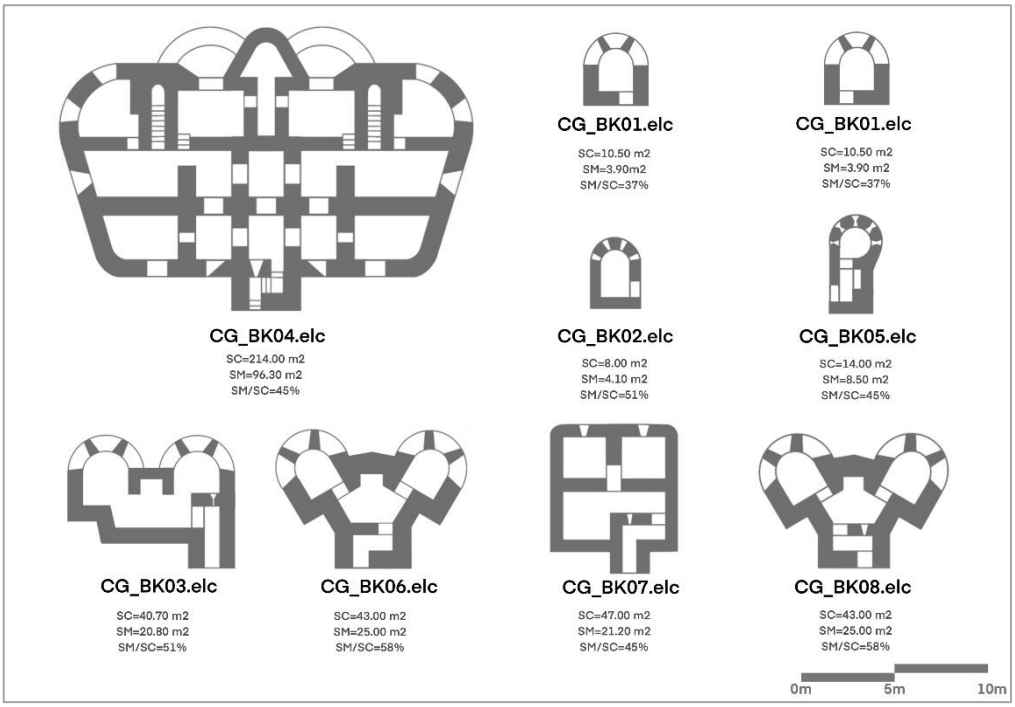


Fig. 2- Inventario de las plantas de los 8 búnkeres del Clot de Galvany (CG) numeradas de este a oeste, desde el mar hacia tierra, y que nombramos con el acrónimo BK (búnker) seguido de su numeración: desde el CG-BK01.elc, cerca de la playa de Carabassí, hasta el CG-BK08.elc, al otro lado de la carretera nacional, destacando el CG-BK04.elc por ser el mayor (214.00m^2), presentar dos niveles y situarse en la pequeña isla de la laguna. A poniente de la carretera hay un par de trincheras excavadas en lo alto de una loma del Cabeçó y, hacia el noreste, se sitúan tres baterías anticarro BC de otra zona (fuente: autores)

3. Inventario y levantamiento de las defensas del enclave de Clot de Galvany

El paraje del Clot de Galvany (Elche, España) se encuentra en la parte baja del humedal emplazado entre las lomas de Arenals y Cabeçó, al norte (a más de 50 m s.n.m.), y la sierra de Santa Pola, de mayor cota al sur (cuyo cabo está a 131 m s.n.m.), conectando la playa de Carabassí al este con la carretera nacional al oeste (Fig. 1).

En dicho paraje existen 8 búnkeres en buen estado de conservación, de los que se han levantado sus plantas (Fig. 2), y constan otros 2 ya desaparecidos: BKaa y BKbb), sitos en las partes bajas de las lomas de la zona norte, y que se numeran desde el mar hacia tierra, y que nombramos con el acrónimo CG-BK seguido de su cifra: desde el CG-BK01, cerca de la playa, hasta el CG-BK08, al otro lado de la nacional N-332, destacando el CG-BK04 por ser el mayor, presentar dos niveles y encaramarse en la pequeña isla de la actual laguna que no existía en los años 30; estos búnkeres se apoyan en un barracón militar (CG-BM01.elc). A poniente de la nacional hay un par de trincheras (TR norte y sur) excavadas en una colina del Cabeçó y, hacia el noreste, se localizan tres baterías anticarro (BC01, 02, 03) a poca distancia de la carretera (Fig. 1) y que pertenecen a otra zona (AS: Alicante Sur). Los acrónimos se rematan con las tres letras del término municipal 'elc': Elche.

A continuación, se despliega la información fotogramétrica de los alzamientos practicados que se expone siguiendo el orden de la numeración, explicando sus características principales geométricas, materiales y de intervención. Anticipemos que, en esta zona casi a ras del mar, se comprueba que estas defensas definen una línea de defensa (Fig. 1) desde la cual repeler una hipotética pequeña incursión que llegase por mar, evidenciando la estrategia militar.

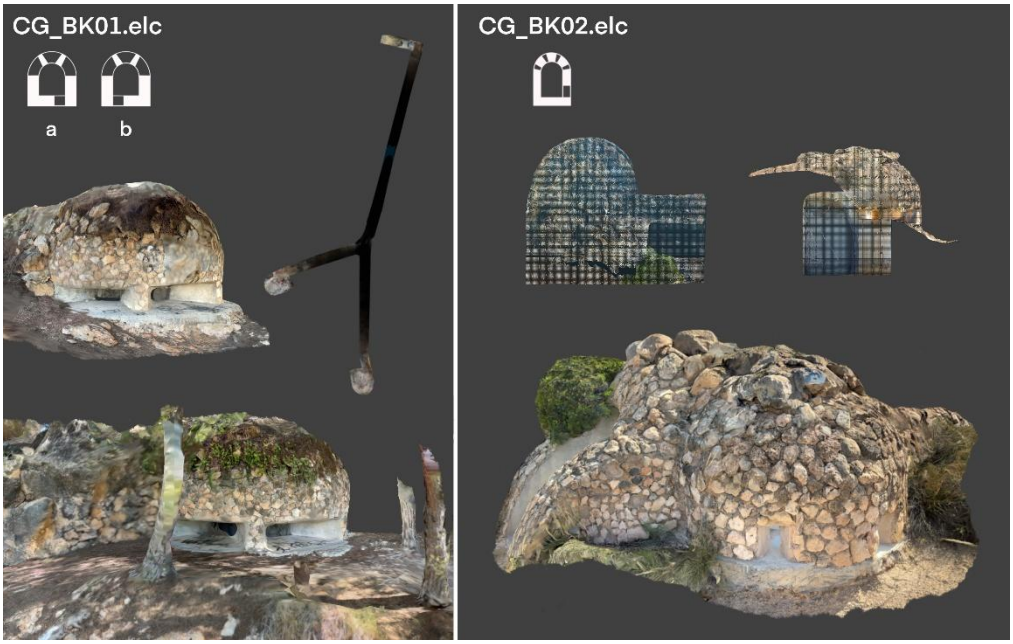


Fig. 3- Levantamientos fotogramétricos de los búnkeres BK01.elc y BK02.elc que se basan en unidades de búnker de un solo seno. El CG-BK01 (izq.) está compuesto por dos pequeños búnkeres a los que se accede por una galería posterior excavada, cada uno equipado con mesa para ametralladora barriendo una zona de 180º del campo de tiro. El CG-BK02 (dch.), más que un búnker es una casamata como puesto de vigilancia y control sobre el destacamento y el mar, con aspilleras para fusiles (fuente: G. Sanna, 2025)

3.1. Levantamiento del búnker doble BK01.elc, situación: 38º14'24.9"N, 0º31'19.1"W

Descripción: la primera defensa del Clot de Galvany (Fig. 3), la situada más cerca del mar, casi a su nivel, está compuesta por dos búnkeres de un solo seno a los que se accede por un túnel posterior excavado en la roca que se bifurca. Ambos senos cuentan con una aspillera horizontal a mitad de altura (h= 0.40m) que barre 180º (uno orientado hacia el este y el otro hacia el sur) y están equipados con mesa de apoyo para una ametralladora. La abundante vegetación actual del paraje con pinos no es la original que era bastante más árida (Fototeca, 1941-1948). Datos y características:

1) Superficie Planta (SP): 10.50m^2; Sup. Muros (SM): 3.90m^2; Compacidad (SM/SP): 37%.

2) Estructura: hormigón ciclópeo y armado; exterior: mampostería vista aparente con efecto camuflaje. Estado de conservación: bueno, ambos senos son visitables. Intervención: restauración al supuesto origen, fecha: ca. 2012, empresa: Ayuntamiento de Elche.

3.2. Levantamiento del búnker BK02.elc, situación: 38º14'41.5"N, 0º31'26.5"W

Descripción: la segunda defensa del Clot de Galvany (Fig. 3), ubicada en la zona alta de la loma de los Arenals, más que un búnker, constituye una casamata o garita de observación, dadas sus reducidas medidas que solo permiten que sea ocupada por uno o, a lo sumo, dos soldados. Se accede por una puerta lateral a nivel del interior. Cuenta con cuatro saeteras (hxB= 0.15-0.40x 0.30m) orientadas al sur donde se podían apoyar los fusiles. Esta casamata, junto con la desaparecida BKaa (Fig. 1), por estar en cotas altas, actuaba de puesto de observación. Datos y características:

1) Superficie Planta (SP): 8.00m^2; Sup. Muros (SM): 4.10m^2; Compacidad (SM/SP): 51%.

2) Estructura: hormigón ciclópeo; exterior: mampostería vista aparente con efecto camu flaje por las piedras y el volumen abombado. Estado de conservación: bueno, es visitable. Intervención: restauración a origen, fecha: ca. 2012, empresa: Ayuntamiento de Elche.



Fig. 4- Levantamientos fotogramétricos de los búnkeres BK03.elc y BK04.elc, ambos de dos senos cada uno. El BK03 (izq.) está compuesto por un búnker de dos senos al que se accede por una puerta posterior, equipados cada uno con mesa para ametralladora, barriendo ambos 180º (Fuente: G. Sanna, 2025). El BK04 (dch.) es el mayor del enclave, consta de dos plantas, presenta aspilleras en sus cuatro frentes y dos senos descubiertos que actúan de trinchera de protección del búnker (fuente: R. Souza Moraes, 2019)

3.3. Levantamiento del búnker BK03.elc, situación: 38º14'42.5"N, 0º31'36.8"W

Descripción: la tercera defensa del Clot de Galvany (Fig. 4) se encuentra en el arranque de la loma de los Arenals. Se trata de un búnker de dos senos, dispuestos en paralelo y de ciertas dimensiones, al que se accede por una puerta posterior tras la que hay una escalera excavada que desciende aprovechando el desnivel; el búnker cuenta con una zona de recepción y descanso anterior a la zona de visor. Ambos senos cuentan con una aspillera horizontal a mitad de altura (h= 0.40m) que barre 180º (ambas al sur) y están equipados con una mesa para una ametralladora cada uno. Datos y características:

1) Superficie Planta (SP): 40.70m^2; Sup. Muros (SM): 20.80m^2; Compacidad (SM/SP): 51%.

2) Estructura: hormigón ciclópeo y armado; exterior: mampostería vista aparente con efecto camuflaje. Estado de conservación: bueno, el búnker es visitable. Intervención: restauración al supuesto origen, fecha: ca. 2012, empresa: Ayuntamiento de Elche.

3.4. Levantamiento del búnker BK04.elc, situación: 38º14'53.1"N, 0º32'02.0"W

Descripción: la cuarta defensa del Clot de Galvany (Fig. 4) se localiza en una pequeña elevación en el centro de la actual laguna que, en los años 30 y 40, estaba seca. Se trata del búnker de mayores medidas del destacamento, al que se entra por una puerta posterior tras la que hay una escalera que desciende al interior; cuenta con zona de recepción que da acceso a las seis salas de tiro en los cuatro frentes y a las dos que conducen a los senos descubiertos que hacen de trincheras. Consta de dos plantas y tiene dos garitas de control. Todas las aspilleras están al mismo nivel (h=0.40m). Datos y características:

1) Superficie Planta (SP): 214 m^2; Sup. Muros (SM): 96.30m^2; Compacidad (SM/SP): 45%.

2) Estructura: hormigón ciclópeo y armado; exterior: mortero gris con textura de gravas. Estado de conservación: bueno, el búnker es visitable, pero se requiere lancha. Intervención: restauración a origen, fecha: ca. 2012, empresa: Ayuntamiento de Elche.



Fig. 5- Levantamientos fotogramétricos de los búnkeres BK05.elc y BK06.elc. El BK.05 (izq.) es un pequeño búnker enterrado tipo casamata de un seno al que se accede por una escotilla y escalera que desciende, previsto para 1 o 2 soldados con fusil. El BK06 (dch.) está compuesto por un búnker de dos senos dispuestos radialmente, al que se accede por una galería posterior, equipados cada uno con mesa para ametralladora, barriendo ambos más de 180º del campo de tiro (fuente: G. Sanna, 2025)

3.5. Levantamiento del búnker BK05.elc, situación: 38º14'51.1"N, 0º32'18.9"W

Descripción**:** la quinta defensa del Clot de Galvany (Fig. 5) se implanta hacia el oeste, en la zona llana aprovechando un desnivel. Se trata de una casamata similar a un búnker de un seno, enterrado en dos tercios de su altura que, dadas sus reducidas medidas, solo permiten ser ocupada por uno o, a lo sumo, dos soldados. Se accede por una escotilla (puerta inclinada) por la que se desciende con una escalera al interior que cuenta con zona de descanso y zona de visor. Cuenta con cinco saeteras (hxB= 0.15-0.40x 0.30m) similares a las del BK02 donde podían apoyarse los fusiles. Datos y características:

1) Superficie Planta (SP): 14.00m^2; Sup. Muros (SM): 8.50m^2; Compacidad (SM/SP): 61%.

2) Estructura: hormigón ciclópeo y armado; exterior: mortero gris con textura de gravas de la zona con efecto camuflaje. Estado de conservación: bueno, el búnker es visitable. Intervención: restauración a origen, fecha: ca. 2012, empresa: Ayuntamiento de Elche.

3.6. Levantamiento del búnker BK06.elc, situación: 38º14'47.4"N, 0º32'22.5"W

Descripción**:** la sexta defensa del Clot de Galvany (Fig. 5), también sita hacia el oeste, en el arranque del Cabeçó, aprovechando la pendiente. Se trata de un búnker de dos senos (con cier-to parecido al BK.03), dispuestos de modo ra-dial, al que se accede por una galería-trinchera posterior; el búnker tiene una zona de descanso anterior a la zona de visor, además de una zona para guardar armas. Ambos senos cuentan con una aspillera horizontal a mitad de altura (h= 0.40m) que, juntas, barren 270º (orientada al sur) y están equipados con una mesa para ametralladora cada uno. Datos y características:

1) Superficie Planta (SP): 43.00m^2; Sup. Muros (SM): 25.00m^2; Compacidad (SM/SP): 58%.

2) Estructura: hormigón ciclópeo y armado; exterior: mortero gris con textura de gravas de la zona con efecto camuflaje. Estado de conservación: bueno, el búnker es visitable. Intervención: restauración a origen, fecha: ca. 2012, empresa: Ayuntamiento de Elche.



Fig. 6- Levantamientos fotogramétricos de los búnkeres BK07.elc y BK08.elc. El BK07 (izq.) es un búnker de planta cuadrada con cuatro compartimentos orientado hacia el sur de la nacional; su estado de conservación en ruinas requiere de una campaña arqueológica. El BK08 (dch.), al que se accede a pie llano por la parte posterior, está compuesto por un búnker de dos senos dispuestos radialmente, equipados cada uno con mesa para ametralladora, barriendo ambos más de 180º del campo de tiro (fuente: G. Sanna)

3.7. Levantamiento del búnker BK07.elc, situación: 38º14'58.8"N, 0º32'39.5"W

Descripción**:** la séptima defensa del Clot de Galvany (Fig. 6), sita también al oeste, junto a la carretera para su control, está reforzada por las dos trincheras de sus proximidades (Fig. 1). Se encuentra en ruinas y requiere de una campaña arqueológica. Se trata de un búnker semienterrado de planta cuadrada subdividida en cuatro estancias: las dos posteriores son la zona de descanso y las dos anteriores son la zona de visor y tiro; estas últimas cuentan con sendas aspilleras a mitad de altura enfocadas hacia el sur vigilando la nacional. Formalmente se aproxima a búnkeres del enclave de El Portixol. Datos y características:

1) Superficie Planta (SP): 47.00m^2; Sup. Muros (SM): 21.20m^2; Compacidad (SM/SP): 45%.

2) Estructura: hormigón ciclópeo y armado; encofrado de ladrillo hueco; exterior: mortero gris con aparente textura de gravas. Estado de conservación: en ruinas (requiere campaña arqueológica). Intervención: al quedar fuera de la ruta del Clot de Galvany no ha sido restaurado.

3.8. Levantamiento del búnker BK08.elc, situación: 38º14'49.1"N, 0º32'56.8"W

Descripción: la octava defensa del Clot de Galvany (Fig. 6), se sitúa lo más a poniente del enclave, al otro lado de la carretera. Se trata de un búnker de dos senos (similar al BK.06), dispuestos de modo radial, al que se accede por una puerta posterior; el búnker tiene una zona de descanso anterior a la zona de visor, además de una zona para el armamento. Ambos senos cuentan con una aspillera horizontal a mitad de altura (h= 0.50m) que, juntas, barren 270º (orientada al sur, hacia la carretera) y están equipados con una mesa para una ametralladora. El encofrado interior es de ladrillo hueco a la vista. Datos y características:

1) Superficie Planta (SP): 43.00m^2; Sup. Muros (SM): 25.00m^2; Compacidad (SM/SP): 60%.

2) Estructura: hormigón ciclópeo y armado; exterior: mortero gris con textura de gravas de la zona con efecto camuflaje. Estado de conservación: excelente, se aprecia el aparejo del ladrillo del encofrado. Intervención: al quedar fuera de la ruta del Clot de Galvany no ha sido restaurado.

4. Conclusiones: línea de defensa y tipologías

Hemos visitado archivos sin encontrar los planos originales, pero sí alzamientos recientes (Tabar 2012). También hemos vaciado las publicaciones que refieren el asentamiento de Clot de Galvany (Martínez-Medina, 2012, 2016 y 2025; Martínez-Medina et alter, 2015 y 2019; Salinas, 2017; Sanna et alter, 2025). De esta investigación *in situ* se desprenden dos tipos de conclusiones interesantes que se sintetizan en el plano de situación (Fig. 1) y en el de la familia de tipologías (Fig. 2). La primera revelación se obtiene al situar los búnkeres (y otras defensas) sobre el propio plano de emplazamiento. La disposición de los búnkeres, aparentemente dispersos sobre el territorio del Clot de Galvany, definen claramente una línea de defensa ante un hipotético desembarco, tratando de impedir que las tropas alcancen la carretera nacional desde la playa, quedando los 8 búnkeres entrelazados: se implantan en cotas bajas atendiendo a las curvas de nivel, tratan de camuflarse con sus volúmenes aerodinámicos y sus recubri-mientos de piedras, lajas y gravas de la zona. Aunque el paraje del Clot ha adquirido su condición frondosa y de humedal con lago desde principios de los 70 (Fototeca, 1973-1986) ―el terreno era de secano hasta los años 60 (Instituto, 1929-30, 1941-48, 1945-46, 1956-57)―, la estrategia defensiva resulta todavía apreciable en ese frente definido por alineación de los búnkeres.

La segunda conclusión se extrae de medir y dibujar las plantas de los 8 búnkeres, las cuáles reflejan que responden a un proyecto, cuyas geometrías vinculan su forma a su función, recurriendo a exteriores redondeados que simulan protuberancias del terreno para su camuflaje. Además, son piezas que resultan de la combinación de las figuras básicas del cuadrado y el círculo, que entroncan con la larga tradición de las torres y baterías históricas, aunque también tienen ascendencias en la arquitectura moderna por el empleo del hormigón; sin embargo, la compacidad (SM/SP) de estas defensas es alta: entre el 40 y el 60%, lo que las vuelve acorazadas y muy resistentes. Por último, debemos reseñar que la mayoría de estas defensas se han restaurado y se han incorporado a las rutas guiadas del paraje natural del Clot de Galvany (Tabar, 2011 y 2012).

Abreviaturas: B= lado menor; m= metros; m^2= metros cuadrados; m s.n.m.= metros sobre el nivel del mar.

Referencias

Instituto Geográfico Nacional (s. f.) Fototeca Digital: vuelos de 1929–1930, 1941–1948, 1945–1946 (Americano A), 1956–1957 (Americano B), 1973-1986 (Interministerial), https://fototeca.cnig.es/fototeca/ (Última consulta: 5 noviembre 2025).

Gil Hernández, E.R. & Galdón Casanoves, E. (2006) "El patrimonio inmaterial" (vol. 17). In: AA.VV. *La Guerra Civil en la Comunidad Valenciana*. Barcelona, Prensa Valenciana.

Martínez-Medina, A. (2012) Dibujando la arquitectura olvidada: las defensas militares de la guerra de 1936-39. In: Procedings of XI I.C. APEGA, 29 Nov- 1 Dec. 2012, València. València, Universitat Politècnica de València, 268-274.

Martínez-Medina, A. (2016) *Arquitecturas para la defensa de la costa Mediterránea (1936-1939)*. Alacant, Universitat d'Alacant.

Martínez-Medina, A. (2025) El Muro del Mediterráneo en el siglo XX. In: Procedings of VIII I.C. of Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 10-12 Apr. 2025, Caserta. Campania y València, Dadi_Press y edUPV, pp. XLI-LIV.

Martínez-Medina, A., Marco Molina, J. A. & Juan Gutiérrez, P. J. (2019) Bunkers of the Spanish War: from the rearguard to the technical culture of the inter-war period. The case of Clot de Galvany. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (ISPRS Archives)*, XLII-2/W15, 759-766.

Martínez-Medina, A. & Juan Gutiérrez, P. J. (2015) Muro Mediterráneo: búnkeres y baterías para la defensa del litoral (1936–1939). In: Procedings of I I.C. of Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 15–17 Oct. 2015, Valencia. Valencia, Universitat Politècnica de València (UPV), pp. 231-238.

Salinas Salinas, C. (ed.) (2017) *Alicante en Guerra. La vida en la retaguardia (1936-1939)*. Alicante, Universidad de Alicante.

Tabar Rodríguez, I. (2011 y 2012) *Plan Especial de Protección del paraje natural del Clot de Galvany* y *Catálogo de Bienes Protegidos del Clot de Galvany*. Elx, Ajuntament d'Elx.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21494

Methodologies for the valorisation of research applied to the fortified heritage. The *INFORTREAT* project

Alessandro Meloni[a], Martina Rinascimento[b], Marco Giorgio Bevilacqua[a], Roberta Spallone[b]

[a] University of Pisa, Pisa, Italy, alessandro.meloni@unipi.it, marco.giorgio.bevilacqua@unipi.it, [b] Politecnico di Torino, Turin, Italy, martina.rinascimento@polito.it, roberta.spallone@polito.it

How to cite: Meloni, A., Rinascimento, M., Bevilacqua, M. G. & Spallone, R. (2026). Methodologies for the valorisation of research applied to the fortified heritage. The INFORTREAT project. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21494

Abstract

This contribution focuses on data communication and on the enhancement of research outputs developed within the PRIN2022 *INFORTREAT* project. Among the numerous challenges addressed by the project – ranging from the study of architectural treatises to field applications through advanced surveying and parametric modelling techniques – emerges the need to valorise information and results for their dissemination and reuse, both within and beyond the scientific community. At the core of the work lies the definition of a dynamic digital infrastructure – or information architecture (IA), the structural framework of a digital system – designed to facilitate the retrieval of materials and to collect useful information for future investigations in the field of fortifications, in accordance with the principles of Open Science. The system is based on the data collected during the study of selected treatises considered fundamental for discipline. Accessible through the project's website, the database organises this information to create links between the addressed themes, thus enabling cross-searches by multiple keywords and allowing the extraction of data on specific topics from different sources and authors. The platform, open and dynamic, goes beyond the mere restitution of objective data, as it also integrates interpretations elaborated by the research group through in-depth studies. The systematisation of these materials not only highlights disciplinary relationships among the authors of historical treatises but also simplifies access to data, gathered within a single digital space. The proposal therefore illustrates a research and design methodology oriented towards the creation of a system able both to valorise the work already carried out and to support and enrich future investigations. Thanks to its flexibility, the platform is conceived to be implemented and expanded over time. As such, it envisages a system which – like the fortifications under study – can withstand the passage of time, evolving and fostering the active participation of the scientific community dedicated to the study of fortifications.

Keywords: INFORTREAT, Open Science, military architecture treatises, enhancing research.

BY-NC-SA

1. Introduction

The contribution presents part of the progress of the National Research Project – PRIN 2022 entitled INFRORTREAT. Reconstructing the Early Modern bastioned front. INformation models for the fruition of constructive knowledge in FORtified architecture TREATises (16th–18th Century): a new integrated analysis tool for the interpretation, restoration and maintenance of early modern fortified heritage. The partners involved are: University of Pisa, Politecnico di Torino, University of Padua and Sapienza University of Rome. The project develops digital information systems to collect, translate and make accessible the knowledge on bastioned fortifications contained in early modern military architecture treatises (16th–18th century), to support the conservation of fortified heritage. Through the analysis of historical sources, textual and visual information is processed into 3D models and H-BIM environments. The project produces a BIM library of parametric components of historical fortifications and enables the generation of specific digital models, which are then compared with real case studies. In addition to digital modelling, a relevant part of the project is dedicated to the identification of authors and treatises considered fundamental for the development of the discipline. These sources have been analysed and studied through a process of critical cataloguing, applied to a selection of 24 treatises - chosen among those considered as key reference in the history of theory of fortifications - divided among the researchers involved in Work Package 3 – WP3. selection and digital database construction of military architecture treatises, carried out by the University of Pisa and Politecnico di Torino.

2. *INFORTREAT* Open Science

This contribution focuses on the theme of accessibility and digital dissemination of scientific research, proposing a reflection on the enhancement of results through the analysis of an applicative case study in the field of fortifications, developed within *INFORTREAT*. Among its main objectives, the project aims to ensure accessibility and sharing of the results achieved by the research group, in line with the principles of Open Science. At the core of this contribution, and in accordance with the general objectives of the *INFORTREAT* project, lies the definition of a dynamic digital platform, designed to facilitate the retrieval of scientific materials and to collect useful information for a heterogeneous audience, with different levels of expertise, interested in the world of fortifications. This paper, therefore, focuses on the methods of enhancing the cataloguing process, with reference to the design activity named Web-Based Digital Platform, foreseen in WP7. The authors contribute to the project with the intent of enhancing the results obtained, paying particular attention to the web usability of digital information models and the consultability of the outcomes of the historical studies on early modern military architecture treatises.

3. Towards an Open Science: practices, challenges and international perspectives

Effective research is not necessarily measured by its ability to provide definitive answers, but rather by its openness to new insights, interpretations and future developments. This perspective introduces some fundamental and shared ethical principles that overcome rigid disciplinary boundaries, as they are, or at least are expected to be, based on concepts such as the replicability of data, key elements for the progress of scientific research (Moedas, 2016). It is in this sense that the principles of Open Science (OS) are positioned: a set of practices that promote the accessibility, clarity, and implementability of data, tools and scientific evidence, making the process replicable and further developable by other researchers (Nowotny, 2015). Its cornerstones include: open access to publications (Open Access), the sharing of research data (Open Data), the transparency of scientific processes, the involvement of society, and the use of open digital infrastructures. Underlying these elements is a fundamental ethical principle, particularly concerning the respect of copyright. The European Union strongly promotes this strategy, highlighting how data transparency fosters the construction of a structured and interdisciplinary network, capable of enriching research and bringing it closer to society. It is no coincidence that, in the European Horizon Europe calls, the promotion of scientific data and results through Open Science systems is mandatory (European Commission, 2025). A decisive criterion for assessing compliance with OS is adherence to the FAIR principles (Findable, Accessible, Interoperable, Re-usable), which do

not define specific technologies but rather shared objectives to make data more usable (Wilkinson et al., 2016). The push towards the adoption of these principles aims at improving research infrastructure. However, the approach is still in an evolving and consolidating phase, as highlighted by numerous studies analysing its advantages and criticalities, particularly the difficulty of defining common guidelines and shared communication systems (Klebel et al., 2025; Dudda et al., 2025; Van Vaerenbergh et al., 2025). For Open Science to be fully effective, it must be embraced on a global scale, requiring a profound change in the international scientific culture, as authoritatively emphasized by UNESCO in its Open Science Outlook 2023 (UNESCO 2023: p. 15).

4. Digital Heritage collection for an accessible dissemination

Considering the principles of Open Science as essential, it is now appropriate to delimit the specific disciplinary field of the contribution: early modern age fortifications. This is a topic that involves heterogeneous research areas, linked to the study of historical sources and architectural analysis through an approach that integrates theory and constructive practice. To understand the innovative contribution of the proposal presented here, it is necessary to contextualise the design activity within the existing panorama. The issue of access to historical documentation and the structuring of reliable databases is crucial for the progress of research. In the architectural field, but not only, numerous systems are already active: BnF Gallica (http://gallica.bnf.fr/), for example, is one of the most well-known, providing access to over one million digital contents belonging to different disciplines. This network represents a fundamental reference for treatises studies, offering accessibility to historical documents entirely remotely. Many institutions, with different tools and methods, are advancing towards the structuring of accessible information systems that enhance the richness of their archives, making materials available that would otherwise remain hidden. At the basis of this process lies digitisation, which allows archives and museums to bring to light and make available large quantities of materials; among the many examples, one may cite the Archivio del Moderno in Mendrisio. Despite these initiatives, most existing databases are configured as autonomous digital infrastructures, lacking external connections and therefore intrinsically limited. The possibility of having a unified digital space, capable of integrating information from different domains, is complex to achieve, but certainly desirable. The Europeana (www.europeana.eu) project moves in this direction, creating a European platform able to gather heterogeneous contents and to offer a single place where scholars can easily access a wide range of information related to European cultural heritage. Considering these aspects, it becomes evident that for a datum to be truly useful, it is essential that it be placed in a functional way and in accordance with the needs of other researchers.

5. Methodology

The research and design activities led by the authors of this contribution comprehend the design of the website interfaces dedicated to the documents collection, research, examination and download as well as the re-design of technical data sheets resulting from in-depth scientific analyses developed by the researchers involved in the aforementioned project *INFORTREAT* and institutions. In order to meet the expected results and outputs of the project, the methodologies and approaches adopted along the research and design phases conducted to generate the digital outputs narrated in this contribution refer to the field of User Experience (UX) Design as this approach to the research and design processes succeeds in both understanding profoundly user targets' needs, familiarities and expectations and translate them in precise design requirements that are met in usable and intuitive digital outputs. The UX Design Process is indeed rhythmed by the combination of relevant tools and methodologies precisely capable of understanding and analysing a scenario, spotting the design opportunities and formulating solid hypotheses regarding the use of a digital system and the flux of interactions between the users and digital applications. The methods used by the contributors to proceed in the design outputs ideation are described as follows, specifying for which design outputs they were useful and what were the results of their application. Starting from the re-design of the data sheets displaying the scientific analysis of the selected fortifications treatises, a benchmarking analysis was conducted to take inspiration from structured ways to communicate scientific-relevant data and display them with

visual consistency and coherence as well as support the comprehension through graphical and involving assets in order to 'open' scientific data to the audience and support its understanding with visual devices. By searching examples of how market actors display scientific data resulted useful to understand strengths and pain points to get inspired by or give up on. Using this method, it was particularly interesting looking at examples of data communication, whether scientific or not, even those unrelated to the topics covered in this contribution, in order to understand how to potentially innovate data communication while maintaining its scientific nature, thus proposing methods and means that are well-known and commonly used in the world of communication but not traditionally employed for scientific documentation such as treatises on fortifications. Regarding the intervention in the already existing website of *INFORTREAT* project, the contributors first achieved the Information Architecture (IA) of the web page dedicated to host the archive and research input. The IA is a research output corresponding to a graphical scheme representing the contents displayed in a digital system and their underlying organization, structure, and nomenclature defining the findability, usability, and accessibility of the digital system (Cardello, 2023). This method was used as it allowed to imagine correctly where the new webpage would have been inserted in the already existing website, in order to keep the web structure the most similar and neat of the original configuration as possible and to prevent users from feeling disoriented in an already-known platform, and define and evaluate the disposition of contents in the new page to achieve usefulness, accuracy and overall effectiveness. This last objective was particularly important given the nature and objective of the archive page as users would interact with a research filtering system based on technical terminology: since the task is naturally complex, it's essential not to force users to exert unnecessary cognitive effort. Finally, a wireframe was designed to imagine the layout of the contents displayed in the new webpage. Wireframes are the blueprints of digital systems' interfaces, and they represent essential elements, components, and features of a digital output that help communicate to the design team and stakeholders what the interface is going to display and how (Figma, 2025a; 2025b). Wireframing already falls into the prototyping phase and employing this method helped the contributors of this paper to reason together about the content disposition in the new webpage at a very early stage and prove the ease in navigating and interacting with UX design elements within the page simulating also some use situations, thus specific scenarios in which a user interacts with the page to achieve a specific goal (e.g. searching a document of an known author) (https://www.figma.com/resource-library/what-is-a-use-case/). Additionally, wireframes usually differ in terms of the degree of completeness of the interface, i.e. how close they are to the final result, and they can fall under the label of low-fidelity, mid-fidelity and high-fidelity prototypes; in this case, the contributors achieved a simple yet effective low-fidelity prototype that sooner was used a baseline for the actual development of the webpage.

6. Research and Design Process

In the following paragraph of the contribution it will be thoroughly described the process adopted to achieve the desired research and design results, thus consisting in the ideation of an easy-to-read and engaging layout for the scientific analysis conducted by research team members of *INFORTREAT* project and the development of the usable and accessible Archive webpage hosted in the already-existing *INFORTREAT* website.

6.1. Scientific Data Sheets

Among the 24 treatises selected and analyzed by *INFORTREAT* project members, the authors of this contribution chose to use as applicative case 3 of them, specifically the ones entitled *Trattato di Fortificatione* of Guarino Guarini, *Corno Dogale* of Pietro Sardi, and *Delle Fortificationi* of Galasso Alghisi. This selection was made to formalize a flexible proposal modular to the resting part of the treatises analyzed.

In order to achieve a simple and easy-to-read graphic representation and layout so that consultation with the technical data sheets would facilitate the retrieval of useful information for the scientific community, the authors of the contribution focused on identifying a graphic language capable of systematising and enhancing the information contained in the analyses, in order to make them more accessible and usable once archived in the digital platform. Using the software Figma, some greyscale drafts were designed to imagine the new layout of the

analysis data sheets (Fig. 1). Given the technical and scientific complexity of the treatises and the quantity of information displayed in the analyses, the team of contributors proposes a neat layout useful to cluster the information narrated into coherent groups and to dedicate each group a space in the layout. It was decided to opt for a horizontal ratio in order to depict all the information needed in the dedicated page at a time, imagining users skim-reading the documents by their computer desktops and thus exploiting the 16:9 proportion of the screen.

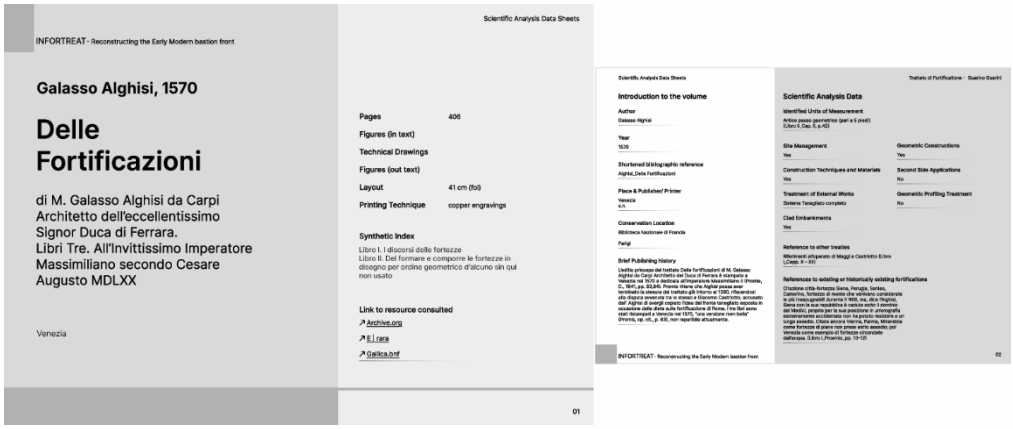


Fig. 1- Analysis data sheets layout (Author: M. Rinascimento)

The adopted layout was conceived in an orderly and clear manner, articulating the main information into three sections: the first, dedicated to the header, contains the fundamental data of the volume; the second organises the contents considered most relevant; and the third, finally, gathers the additional information, including bibliographic references. As for the opening page, the choice was made to highlight the main elements with maximum clarity — author, year, title, publisher and place of publication. The colour scheme follows the palette used in the project (Fig. 2). Finally, it was decided to make technical data sheets available as downloadable PDF documents, a decision that would facilitate not only reading the document itself but also sharing the document and exchanging information between users and members of the scientific community in case they have doubts or need to discuss information, research and analysis results.

6.2. The Research Archive webpage

Starting from the design of the webpage hosting the archive and search interactions, a wireframe depicting the user interface was designed using the software Figma (Fig. 3) which was later used as a blueprint to develop the actual library of documents and the search system using Wordpress and its plugin Barn2 (Fig. 4). Given the breadth of the topics covered in the fortification treatises analysed and the heterogeneity of the content, as well as their technical and scientific complexity, it was necessary to define first useful criteria for classifying the documents to be displayed and identifying in advance certain elements considered strategic as research inputs usable by users when interacting with the digital archive webpage.

The proposed filtering system is advanced and allows users to filter and search for documents of interest according to the following criteria: author, year and tags. The first two search criteria are common to many archive systems that manage sources and research documents, while the third was added because of the results that emerged from the analysis of fortification treaties. This criterion refers to technical terms commonly used in the field of fortification studies, the so-called 'Connotative Data' and they include the following tags: site management, geometric constructions, construction techniques and materials, second side applications, treatment of external works, geometric profiling treatment, clad embankments. By adding these searchable tags, users could be supported in finding the right document depending on their research interests.

Additionally, users can either search the document needed by inputting directly its name in the search bar displayed to the right of the filtering system. In order to provide an intuitive, user-friendly and efficient archive page, the digital archive storing all the documents of the analyzed treatises are displayed as a table in the webpage so that users are provided with an additional method to navigate the library and search their document of interest, thus by scrolling down until they find what they want. These design choices resulted in providing two fluxes of interaction, thus a more guided and structured navigation and search interaction and a freer one according to the user's choice. This was done so that the navigability and usability of the search system would meet the expectations and digital habits of users, including both those unfamiliar with the subject and experts who were not involved in the project.



Fig. 2- Excerpts from the documentation sheet of Guarino Guarini's treatise (Author: A. Meloni)

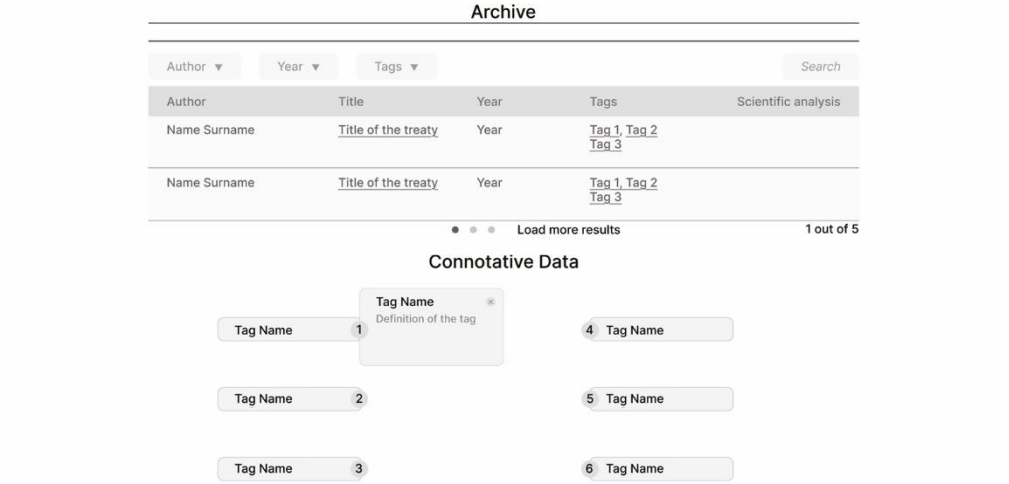


Fig. 3- Design layout of the web page produced using Figma *(Author: A. Meloni)*

These choices proved to be decisive in designing a smooth digital user experience through an effective, intuitive and satisfying navigation system, capable of ensuring a direct link to both the sources available for consultation and the other outputs of the project. While the search the inputs are the author of the treaty, the year of writing and the aforementioned tags, it was decided that the outputs displayed would additionally be the title of the treaty and, coherently to the objectives of easiness of dissemination and consultation of this contribution, the downloadable document corresponding to the scientific data sheets previously discussed.

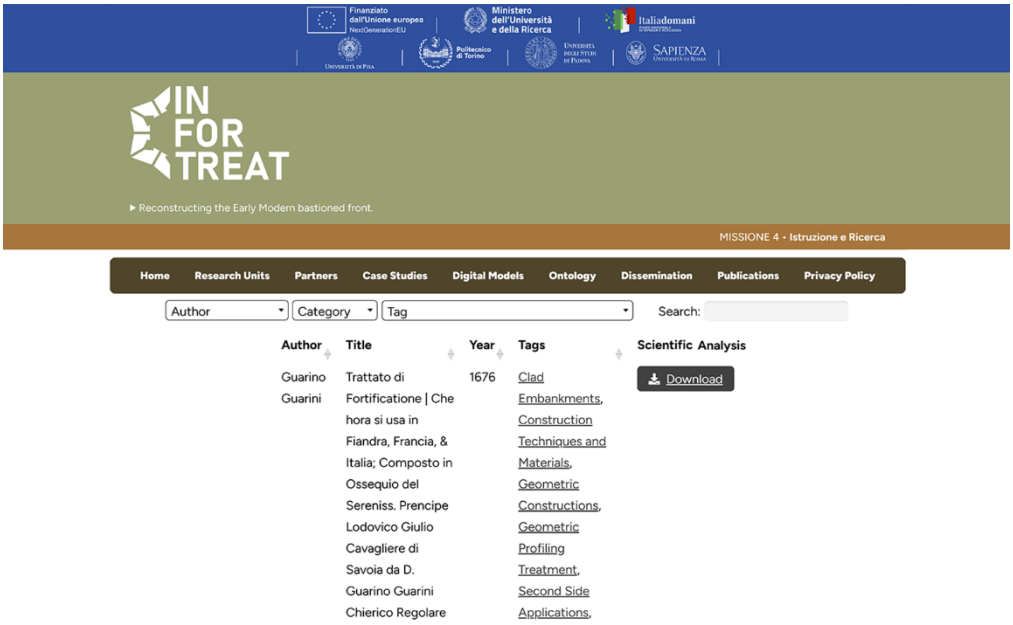


Fig. 4- Example of the interface of the project website developed using Barn2 (Author: M. Rinascimento)

7. Conclusions

The contribution demonstrates how the application of Open Science principles, combined with a design approach oriented towards user experience, can generate innovative tools for the sharing and enhancement of historical and scientific heritage. The development of an accessible and navigable digital archive not only systematises the analytical work on military architecture treatises but also extends it to a broader and more diverse audience, fostering new opportunities for interdisciplinary research. The experimentation carried out through the design of scientific data sheets and the web platform has highlighted the importance of translating complex content into clear and usable communicative forms, without compromising scientific rigor. This balance is an essential condition for ensuring that data are not only preserved but, above all, reused, in line with the FAIR principles. In perspective, the work paves the way for further developments: from the integration with other archives and digital infrastructures, to the experimentation of more advanced modes of consultation. In this sense, the *INFORTREAT* project is not limited to being a mere repository of data, but is configured as a laboratory of practices for the innovation of historical and architectural research, contributing to redefining the role of digital technologies in the transmission of knowledge.

Acknowledgement

This study received funding from the European Union - Next-GenerationEU - National Recovery and Resilience Plan (NRRP) – MISSION 4 COMPONENT 2, INVESTMENT N. 1.1, CALL PRIN 2022 D.D. 104 02-02-2022 – (*INFORTREAT. Reconstructing the Early Modern bastioned front. INformation models for the fruition of constructive knowledge in FORtified architecture TREATises (16th-18th Century): a new integrated analysis tool for the interpretation, restoration and maintenance of Early Modern fortified heritage*) CUP N. I53D23005420006. The paper was elaborated as a team, but Alessandro Meloni wrote chapters 2, 3 and 4; Martina Rinascimento 5, 6, 6.1 and 6.2; Roberta Spallone and Marco Giorgio Bevilacqua wrote chapter 1 Introduction.

References

Cardello, J. (2023) *The difference between information architecture (IA) and navigation.* Nielsen Norman Group, available at: https://www.nngroup.com/articles/ia-vs-navigation/ (Accessed: 26 June 2025).

Dudda, L., Kormann E., Kozula, M., De Vito N.J. & Klebel T. (2025) *Open science interventions to improve reproducibility and replicability of research: a scoping review*. *Royal Society Open Science,* 12 (242057), 1-23.

European Commission (2025) available at: https://rea.ec.europa.eu/open-science_en (Accessed: 11 June 2025).

Figma (2025a) *What is a Use Case? How to Write One, Examples & Template*, available at: https://www.figma.com/resource-library/what-is-a-use-case/ (Accessed: 24 June 2025).

Figma (2025b) *What is Wireframing? The Complete Guide*. Figma, available at: https://www.figma.com/resource-library/what-is-wireframing/ (Accessed: 24 June 2025).

Klebel, T., Traag, V., Grypari, I., Stoy, L. & Ross-Hellauer, T. (2025) The academic impact of Open Science: a scoping review. *Royal Society Open Science*, 12 (241248), 1-43.

Moedas, C. (2016) *Introduction Open Innovation, Open Science, Open to the World – a vision for Europe.* In: European Commission: Directorate-General for Research and Innovation (ed.) *Open Innovation, Open Science, Open to the World – a vision for Europe*. Luxembourg, Publications Office of European Union, pp. 6-8.

Nowotny, H. (2015) *The radical openness of science and innovation: Why uncertainty is inherent in the openness towards the future*. *EMBO Rep*. 16(12), 1601-1604.

UNESCO (2023) *Open science outlook 1: status and trends around the world*. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Van Vaerenbergh, Y., Hazée, S. & Zwienenberg, T. J. (2025) Open Science: A Review of Its Effectiveness and Implications for Service Research. *Journal of Service Research*, XX (X), 1-24.

Wilkinson, M.D., Dumontier, M., Aalbersberg, J.J., Appleton G. & Axton, M. (2016) The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data,* 3 (160018), 1-9.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21495

The Guglielmi Castle on Isola Maggiore: from Architectural Survey to a Proposal for Valorization and Communication

Valeria Menchetelli[a], Francesco Cotana[a], Chiara Spippoli[a]
[a] Università degli Studi di Perugia, DICA, Perugia, Italy, valeria.menchetelli@unipg.it, francesco.cotana@collaboratori.unipg.it, cs.97@hotmail.it

How to cite: Menchetelli, V., Cotana, F. & Spippoli, C. (2026). The Guglielmi Castle on Isola Maggiore: from Architectural Survey to a Proposal for Valorization and Communication. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21495

Abstract

This research focuses on the case study of Castello Guglielmi, located on Isola Maggiore in Lake Trasimeno, Umbria, and forms part of a broader research initiative at the University of Perugia dedicated to the documentation and valorization of fortified heritage within the regional territory. The study aims to provide updated documentation – historical, architectural, and typological – of a building currently in a severe state of abandonment, serving as a foundation for a project aimed at promoting and communicating the fortified architecture of the Trasimeno area. The adopted methodology is multidisciplinary, integrating historical, archival, and bibliographic sources with direct architectural surveys and 2D and 3D digital modeling. One of the key outcomes of the research is a proposal for digital enhancement, developed through the design of a mobile application dedicated to communicating the architectural heritage of the Trasimeno area. Following a comparative analysis of existing applications, the app interface features interactive maps, a virtual assistant, historical content, gamified experiences, and accessibility features to ensure broad and inclusive engagement. Each castle is presented through a detailed modular profile, with Castello Guglielmi serving as a replicable prototype. This approach promotes not only public access to historical knowledge but also active and informed participation in the valorization of the territory. The research demonstrates how the integration of architectural surveying and digital storytelling can transform isolated and vulnerable sites into nodes within a connected cultural landscape. The proposed model is scalable and adaptable to similar contexts, offering a concrete strategy for the sustainable management of cultural heritage.

Keywords: Guglielmi Castel, neogothic revival, digital communication, heritage community.

1. Introduzione

La ricerca qui presentata si colloca nel contesto del più ampio panorama degli studi dedicati alla conoscenza, alla tutela e alla valorizzazione del patrimonio fortificato umbro, da tempo in corso di svolgimento da parte di un gruppo di ricerca interno al Dipartimento di Ingegneria Civile e

BY-NC-SA

Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia (Menchetelli, Cotana & Spippoli, 2023a-2023b; Menchetelli, Cotana & Dottorini, 2025). L'oggetto di studio è il Castello Guglielmi, situato sull'Isola Maggiore del lago Trasimeno (appartenente al comune di Tuoro sul Trasimeno, in provincia di Perugia): un edificio fortificato caratterizzato da un elevato valore architettonico, culturale e paesaggistico, ma che attualmente versa in forti condizioni di abbandono e degrado. Attraverso questo studio, sviluppato in occasione di una tesi di laurea magistrale in Ingegneria edile-Architettura (Spippoli, 2025), si intende offrire un contributo alla conoscenza del Castello Guglielmi mediante la restituzione di una documentazione aggiornata (grafica e testuale) riguardante la storia, lo sviluppo e le caratteristiche tipologiche e stilistiche del castello, che possa costituire la base per studi futuri con l'obiettivo della valorizzazione del bene architettonico.

La tesi, infatti, intende gettare le fondamenta per lo sviluppo di nuove prospettive di tutela, promozione e conservazione della memoria storica di un luogo dal forte valore simbolico e identitario, proponendo un approccio metodologico potenzialmente replicabile anche per altri beni culturali. Tale metodologia integra la ricerca storica, archivistica e documentale con la raccolta e l'elaborazione di materiale grafico 2D e 3D inerente al castello e con la progettazione di un'applicazione digitale concepita per la valorizzazione e la comunicazione del bene architettonico.

L'analisi condotta si articola in diverse fasi complementari: una prima fase è dedicata allo studio e all'interpretazione delle fonti storiche (bibliografiche, orali, archivistiche, iconografiche e fotografiche) e ha l'obiettivo di ricostruire le origini, lo sviluppo e le trasformazioni del castello nel corso del tempo, mettendone in luce l'importanza e il ruolo rispetto al territorio circostante; una seconda fase è incentrata sulla ricerca e sul confronto con architetture analoghe, appartenenti allo stesso periodo storico, al fine di ottenere ulteriori elementi conoscitivi che non emergono direttamente dallo studio delle fonti primarie; una terza fase è dedicata allo sviluppo di una proposta progettuale di valorizzazione attraverso strumenti digitali volti ad accrescere la consapevolezza del valore del bene architettonico.

2. Il Castello Guglielmi di Isola Maggiore

L'Isola Maggiore è una delle tre isole del lago Trasimeno, seconda per estensione dopo l'isola Polvese. Il territorio dell'Isola Maggiore, di natura collinare, è caratterizzato da una vegetazione rigogliosa e da un paesaggio naturale di notevole pregio ambientale. La posizione centrale all'interno del lago e la vicinanza alla costa settentrionale, in particolare al comune di Tuoro sul Trasimeno, l'hanno resa nel tempo un importante polo di riferimento, dal punto di vista sia storico che paesaggistico. Il Castello Guglielmi rappresenta una delle emergenze architettoniche più significative dell'isola, occupandone con la sua proprietà circa un quinto (Fig. 1).

La storia del Castello Guglielmi è strettamente legata alla figura di san Francesco d'Assisi, che nel 1211 raggiunse l'isola per trascorrervi la Quaresima. In memoria dell'evento, nel 1328 il Comune di Perugia promosse la costruzione di una chiesa e di un convento a lui dedicati. Entro la fine del XIV secolo, il complesso assumeva una configurazione architettonica articolata, comprensiva di chiesa, campanile, chiostro e cisterna. Nel XV secolo, l'ampliamento del complesso incluse la costruzione di una cappella dedicata alle Suore della Santissima Concezione e, grazie al contributo economico dei Conti di Marsciano, di un porticato antistante la chiesa. L'intervento determinò la perdita di un affresco absidale che raffigurava lo sbarco del santo sull'isola e la realizzazione di un coro ligneo, nonché l'aggiunta di un secondo chiostro. A seguito del decreto napoleonico del 1810, i frati abbandonarono temporaneamente il convento, che venne definitivamente chiuso nel 1865. Tra il 1866 e il 1885, l'edificio fu adibito a scuola elementare. Nel 1885, il complesso fu acquistato dal marchese Giacinto Guglielmi di Vulci, che ne promosse la trasformazione in residenza estiva in stile neogotico. La prima fase dei lavori interessò l'adattamento degli spazi conventuali e vide la costruzione di quattro torri. In una seconda fase, venne aggiunta una nuova ala con ulteriori due torri, portando a sei il numero totale. Al termine degli interventi, il complesso risultava composto da sei torri e tre chiostri. L'adozione dello stile neogotico costituiva il tentativo di rievocare un'epoca passata interpretata secondo i valori della società borghese ottocentesca. Torri e merli conferivano inoltre un'aura di antico prestigio tanto alle famiglie nobiliari quanto alla borghesia

recentemente arricchitasi (Patetta, 2005/2008, Bordone, 1993; Bossaglia & Terraroli, 1990). Secondo Alessandro Alfieri (1909, p. 27), la progettazione dell'edificio sarebbe da attribuire allo stesso marchese Guglielmi, descritto come progettista dell'opera. Tuttavia, nonostante le indagini storiche condotte, non emergono prove documentarie definitive sulla paternità architettonica del castello. È probabile che il committente abbia esercitato un ruolo attivo nell'ideazione dell'edificio, influenzando le scelte progettuali, ma che si sia servito di uno o più progettisti, come più volte ricorre nella progettazione di altre residenze neogotiche coeve, quali quelle di John Temple Leader e Frederick Stibbert a Firenze e di Evan Mackenzie a Genova. Giovanni Riganelli (2023, p. 400) mette in relazione l'architettura del castello con quella del castello di Miramare degli Asburgo a Trieste, soprattutto per il rapporto armonico con il paesaggio e l'acqua. La famiglia Guglielmi ha avuto anche un ruolo significativo nella vita sociale dell'isola: nel 1904, infatti, Elena Guglielmi fondò la Scuola del Merletto, che contribuì all'epoca alla valorizzazione dell'artigianato locale e che rimane tuttora una realtà culturale significativa per l'isola (Nucciarelli, 2024). Tuttavia, la storia recente del complesso è segnata da un progressivo depauperamento funzionale e da un processo di lento abbandono: nel 1944, durante la Seconda Guerra Mondiale, il castello fu utilizzato come luogo di deportazione e nel 1975 fu dismesso dalla famiglia Guglielmi. Nel 1990 il complesso fu acquistato dalla società Trasimeno Srl, che nel 2005 intraprese un progetto di restauro, interrotto definitivamente nel 2010 a lavori avviati, determinando una significativa accelerazione del degrado. Solo nel 2021, con l'acquisto da parte della società Luxor Building Srl, si sono riaccese ipotesi di recupero e valorizzazione del complesso.

3. Ricerca e rilievo

L'analisi dell'evoluzione storica e architettonica del Castello Guglielmi ha richiesto un approccio multidisciplinare, basato sull'integrazione di fonti bibliografiche, archivistiche, documentarie, grafiche e testimonianze orali. Questo metodo si è rivelato essenziale a causa della natura complessa e stratificata del sito, la cui storia si intreccia con le vicende religiose, sociali e architettoniche dell'Isola Maggiore.

La ricerca ha ricostruito e restituito una narrazione quanto più possibile articolata e coerente dell'evoluzione del complesso a partire dalle origini legate alla figura di san Francesco d'Assisi.

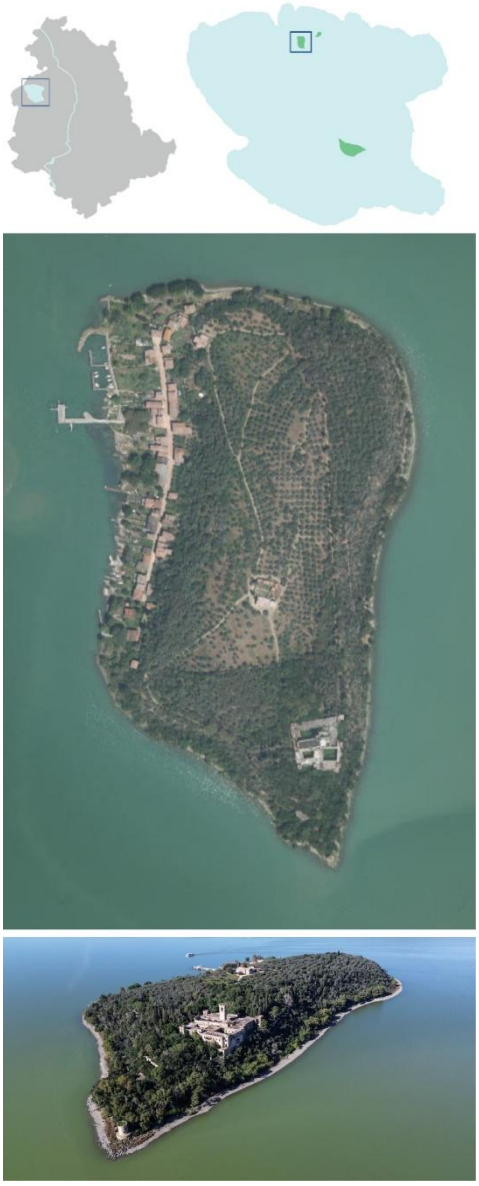


Fig. 1- Inquadramento geografico e paesaggistico del Castello Guglielmi di Isola Maggiore (ortofoto WebGis di ortofoto UmbriaGeo WebGIS, 2025; foto aerea di Luxor building, 2025)

Le fonti bibliografiche edite hanno costituito l'imprescindibile base di partenza per la ricerca storica; le fonti archivistiche, come il Catasto Gregoriano, hanno fornito dati essenziali per comprendere le volumetrie originarie del complesso e guidare l'individuazione delle successive modifiche edilizie. L'analisi comparata di fotografie storiche e cartoline d'epoca ha rappresentato inoltre un importante supporto visivo, consentendo non solo di documentare le trasformazioni architettoniche, ma anche di comprendere il ruolo simbolico e culturale del castello nella vita della comunità isolana.

L'integrazione di queste fonti con le testimonianze orali ha permesso di integrare le informazioni storiche, creando un quadro più completo e accurato. Per comprendere le fasi evolutive del complesso (Fig. 2), è stato elaborato un modello tridimensionale schematico mediante l'utilizzo integrato dei software *Sketchup* e *Rhinoceros*, restituendo così una lettura spaziale e temporale delle trasformazioni, articolate in tre fasi principali corrispondenti al XIV, XV e XIX secolo. Per la ricostruzione delle fasi principali dello sviluppo del castello sono stati integrati gli esiti bibliografici di studi precedenti (Riganelli, 2023; Gambini & Santanicchia, 2007; Gambini & Santanicchia, 2010) con i rilievi condotti negli anni Duemila (studio Morelli&Ruggeri Architetti). Il sopralluogo svolto nell'ambito di questo studio con il supporto della proprietà attuale ha consentito non soltanto di aggiornare le informazioni geometriche, ma anche di documentare le condizioni di forte degrado in cui versa il castello; l'incompiutezza dei lavori di consolidamento avviati ha di fatto impedito, per ragioni di sicurezza, l'accesso alle aree dell'edificio maggiormente interessate da fenomeni di deterioramento (Fig. 3). Un aspetto significativo evidenziato nel corso nella ricerca riguarda il rapporto tra il castello e il paesaggio circostante, che ne amplifica il valore storico, culturale e ambientale. Il castello si inserisce infatti in un contesto panoramico a picco sul lago Trasimeno, nel quale il giardino pensile, seppur oggi compromesso, rappresentava un elemento di raccordo tra architettura, natura e paesaggio, evocando la passione per la navigazione del conte Giacinto Guglielmi. Gli elaborati grafici, esito dell'interpretazione critica di rilievi precedenti, documentazione storica e testimonianze orali, restituiscono un'ipotesi ricostruttiva del castello nel suo periodo di massimo splendore (Fig. 4).

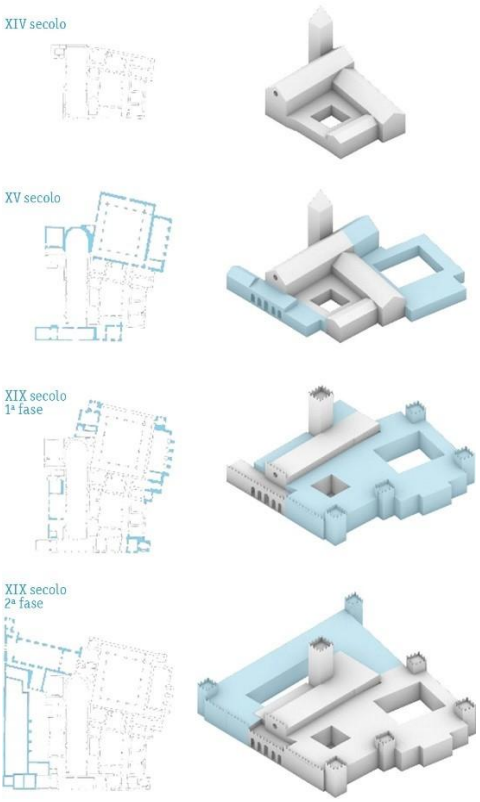


Fig. 2- Castello Guglielmi, sintesi della evoluzione storica del complesso (elaborazione grafica di Chiara Spippoli, 2025)



Fig. 3- Castello Guglielmi, campagna fotografica che documenta le condizioni attuali (fotografie di Chiara Spippoli, febbraio 2025)

4. Proposta di comunicazione e valorizzazione

La proposta progettuale si focalizza sulla progettazione di un'applicazione dedicata alla valorizzazione e alla comunicazione del patrimonio architettonico. La prima fase è consistita in un'analisi comparativa di diverse

applicazioni disponibili online dedicate alla valorizzazione del patrimonio fortificato, con l'obiettivo di confrontare modalità di comunicazione, funzionalità e interazione utente. Sono state selezionate cinque app, in base a criteri di eterogeneità e funzionalità: *Castelli di Sicilia*, *Colli e Castelli*, *Castelli del Falco*, *Castello di Bardi* e *Castello di Thiene*.

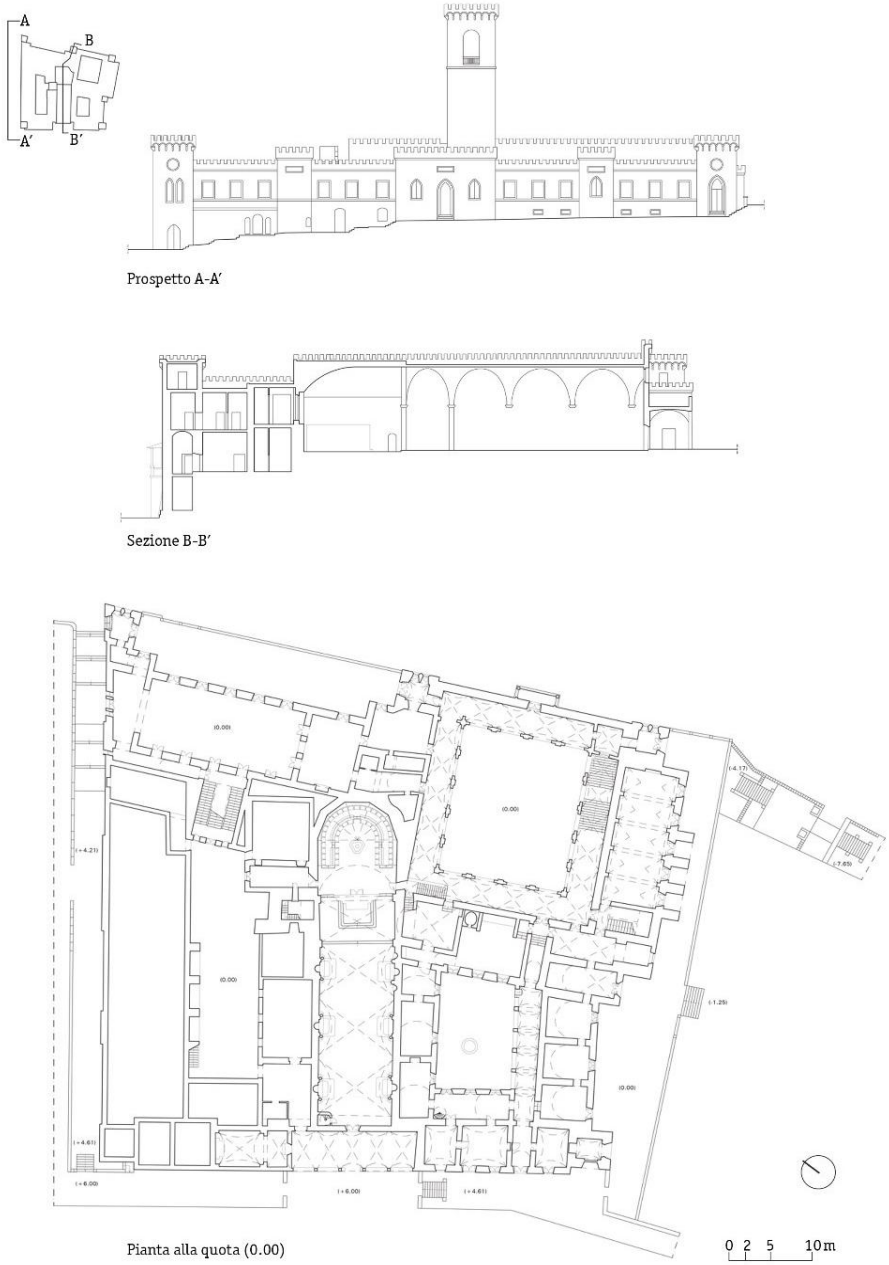


Fig. 4- Castello Guglielmi, ipotesi ricostruttiva, pianta, prospetto e sezione (elaborazione grafica di Chiara Spippoli, 2025)

La comparazione si è basata sulla segnalazione della presenza, presenza parziale o assenza di funzionalità ricorrenti nelle varie app: mappa interattiva, itinerari tematici, eventi, QR code, *gamification*, descrizione storica, video, social media e informazioni turistiche. L'analisi ha evidenziato una forte disomogeneità tra le app esaminate, soprattutto in termini di interfaccia utente, coerenza delle informazioni storiche e capacità di coinvolgimento. Questo ha evidenziato la necessità di sviluppare un nuovo strumento digitale capace di superare tali limiti pur valorizzando i punti di forza già identificati. Da queste considerazioni è nata la proposta di un'app mobile innovativa per la promozione e la valorizzazione del sistema fortificato del lago Trasimeno, un territorio ricco di storia e per il quale sono in corso numerosi progetti di valorizzazione e comunicazione attraverso le tecnologie digitali (Belardi, Menchetelli & Dottorini, 2025; Berardi, 2018-2019, Dottorini, 2025, Grand Tour Trasimeno, s.d; Living Tuoro, s.d.; Trasimeno Land, s.d.).

L'app si propone come strumento intuitivo, interattivo e coinvolgente, in grado di attrarre un pubblico ampio ed eterogeneo. Il progetto mira a costruire non soltanto un contenitore di informazioni, ma anche e soprattutto un'esperienza immersiva e personalizzata, che stabilisca un dialogo dinamico tra l'utente e il patrimonio culturale. I principi guida adottati nella progettazione sono quattro: accessibilità e riconoscibilità, che vengono implementate tramite un'interfaccia semplice e chiara, adatta a tutte le fasce d'età; geolocalizzazione e personalizzazione, che vengono previste tramite integrazione con mappatura georeferenziata (*Google Maps*) per facilitare la scoperta di itinerari e di punti di interesse; affidabilità e pertinenza dei contenuti, che vengono elaborati a partire da fonti documentate e aggiornate, coniugando rigore scientifico e narrazione coinvolgente; inclusività, che viene ottenuta mediante funzioni quali lettura vocale, caratteri ingrandibili e connotazione cromatica ad elevato contrasto per garantire l'accessibilità anche a utenti con disabilità visive. L'applicazione è pensata non solo come strumento informativo ma anche come progetto di valorizzazione partecipata e consapevole del patrimonio fortificato del territorio del Trasimeno, combinando tecnologie digitali avanzate, contenuti di qualità e attenzione all'esperienza utente. In questa fase della ricerca, l'interfaccia grafica è stata progettata tramite il software *Figma* (Fig. 5). Dal punto di vista grafico, l'app presenta un'identità visiva forte e coerente, con una palette cromatica che richiama il paesaggio del lago Trasimeno (bianco, blu e verde acqua). La distribuzione dell'applicazione è prevista tramite *Apple Store* e *Google Play*.

L'interfaccia iniziale consente la selezione della lingua e l'accesso a diverse funzioni. Ogni castello è dotato di un QR code posizionato in situ, che permette di accedere rapidamente ai contenuti digitali tramite smartphone, integrando così il patrimonio in un ecosistema digitale connesso e facilmente aggiornabile. L'app introduce inoltre *Castelia*, un'assistente virtuale con intelligenza artificiale che guida l'utente nell'esplorazione rispondendo in tempo reale a domande e curiosità. Tra le sezioni principali sono presenti itinerari tematici, studiati per valorizzare aspetti diversi del territorio e offrire esperienze su misura; ogni percorso è corredato da mappe geolocalizzate, informazioni storiche e suggerimenti pratici. L'app dedica anche una sezione agli eventi culturali e ricreativi del territorio del Trasimeno, al fine di connettere i sistemi informativi e incentivare di conseguenza la partecipazione e la visita. Una ulteriore sezione raccoglie suggerimenti turistici relativi a strutture ricettive, ristoranti, trasporti e attività commerciali, facilitando la pianificazione della visita. La funzione 'Esplora', tramite geolocalizzazione, permette all'utente di individuare i castelli più vicini, promuovendo un'esplorazione autonoma e dinamica anche di luoghi meno conosciuti. Il Castello Guglielmi, selezionato come caso studio, ha all'interno della app una scheda dettagliata che funge da modello replicabile per gli altri siti selezionati. La scheda modulare comprende diverse sezioni: 'Storia', basata sulla ricerca documentaria dalla quale sono stati ricavati contenuti narrativi sia sintetici che approfonditi, fruibili anche in audio grazie alla lettura vocale; 'Approfondimenti', rivolta prevalentemente a studiosi e ricercatori, che raccoglie riferimenti bibliografici e archivistici; 'Sfide', dedicata alla *gamification*, all'*edutainment* e in generale al coinvolgimento ludico, mediante quiz interattivi, sfide fotografiche, classifiche e una collezione di sigilli digitali ottenibili tramite QR code per incentivare la visita fisica; 'Social', che consente l'accesso ai profili ufficiali di ciascun castello, favorendo aggiornamenti, condivisione di esperienze e attivazione di *challenges* creative.

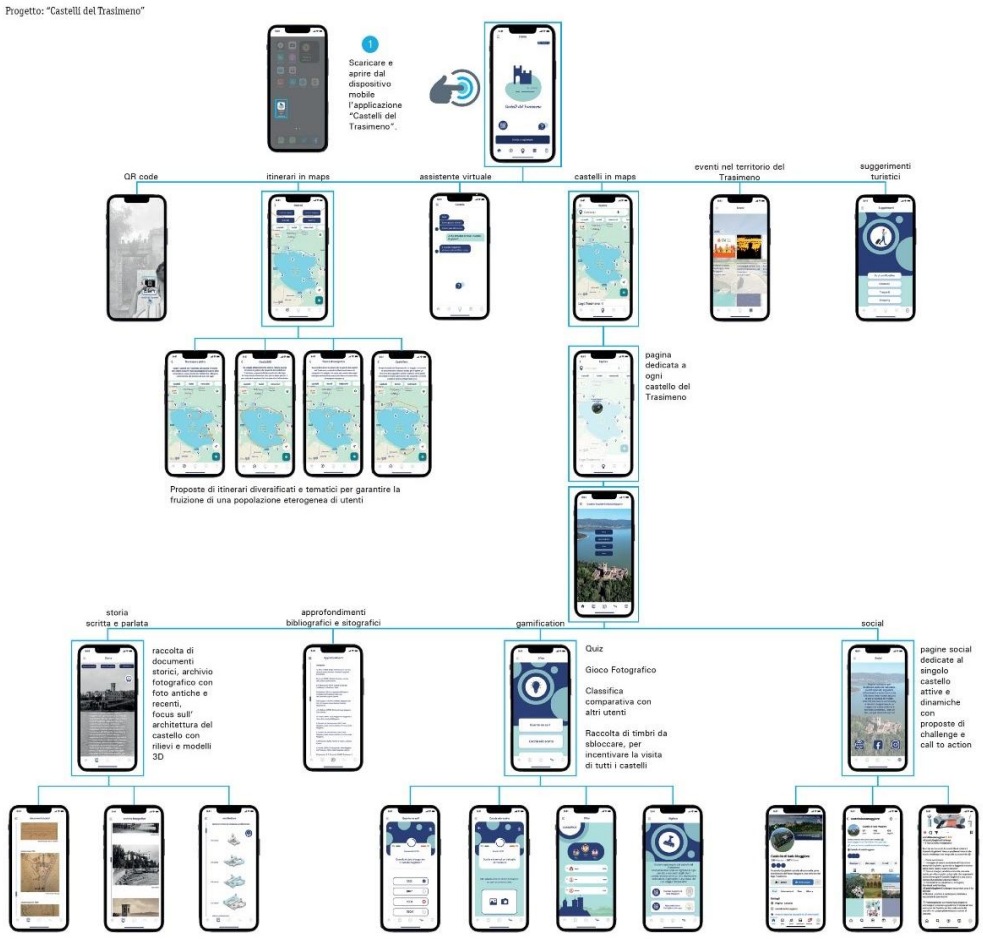


Fig. 5- Struttura e interfaccia utente dell'app *Castelli del Trasimeno*, realizzata tramite il software *Figma* (elaborazione grafica di Chiara Spippoli, 2025)

Ciò contribuisce a costruire una *community* digitale attiva e partecipe nella valorizzazione e nella fruizione del patrimonio fortificato del comprensorio del Trasimeno, secondo un modello virtuoso che prefigura la costruzione di una comunità informata e consapevole del valore del proprio patrimonio culturale.

5. Conclusioni

La ricerca condotta evidenzia come la valorizzazione del patrimonio culturale, soprattutto in contesti fragili o difficilmente accessibili come quello del castello Guglielmi, possa trarre beneficio da strumenti digitali e approcci interdisciplinari.

L'integrazione tra contenuti storici e grafici tramite strumenti tecnologici apre nuove prospettive per la conoscenza e la condivisione del patrimonio, contribuendo alla sua memoria, alla sua salvaguardia e alla sua sostenibilità nel tempo.

Il progetto proposto non si limita alla conservazione, ma promuove una fruizione consapevole, partecipata e continuativa, inserendo il castello in un sistema più ampio di architetture fortificate. La metodologia è estendibile a ulteriori beni e rappresenta un esempio concreto di come la valorizzazione del patrimonio possa farsi motore di sviluppo culturale, educativo e territoriale.

Bibliografia

Belardi, P., Menchetelli, V., Cotana, F. & Dottorini, E. (2025). Comunicazione e narrazione interattiva per la valorizzazione e l'accessibilità del patrimonio culturale. Il caso di Campo del Sole a Tuoro sul Trasimeno. In Cicalò, E., Valentino, M. & Fusinetti, A. (a cura di) *DAI: Il Disegno dell'Accessibilità e dell'Inclusione*. Alghero, Publica, pp. 616–635.

Berardi, D. (2018-2019). *Progetto di ricomposizione architettonica dell'area di Punta Navaccia a Tuoro (Pg)*. [Tesi di Laurea Magistrale]. Perugia, Università degli Studi di Perugia.

Bordone, R. (1993). *Lo specchio di Shalott. L'invenzione del Medioevo nella cultura dell'Ottocento*. Napoli, Liguori.

Bossaglia, R. & Terraroli., V. (1990). *Il neogotico nel XIX e XX secolo*. Milano, Nuove Edizioni Gabriele Mazzotta srl.

Gambini, E. & Santanicchia, M. (2007). *Isola Maggiore, guida storico-artistica*. Tuoro sul Trasimeno (Perugia), ProLoco Isola Maggiore.

Gambini, E. & Santanicchia, M. (2010). *Isola Museo. Isola Maggiore del Lago Trasimeno storia, economia e arte*. Perugia, Fabrizio Fabbri Editore.

Grand Tour Trasimeno (s.d), *Il progetto*, disponibile al link: https://www.grandtourtrasimeno.it/it/il-progetto (Ultima consultazione: 22 luglio 2025).

Living Tuoro (s.d.), *Il Campo del Sole*, disponibile al link: https://livingtuoro.it/il-campo-del-sole/ (Ultima consultazione: 22 luglio 2025).

Menchetelli, V., Cotana, F. & Spippoli, C. (2023a) A Methodological Workflow for Cultural Heritage Management. The Case Study of Umbrian Castles. *Disegnarecon*, 13(31), 12.1-12.9.

Menchetelli, V., Cotana, F. & Spippoli, C. (2023b). Immagini per interpretare il patrimonio culturale: Le architetture fortificate in Umbria tra rilievo, catalogazione e comunicazione. In: Brusaporci, S., Maiezza, P., Marra, A., Trizio, I, Savini, F. & Tata, A. (a cura di) *IMG 23,* Atti del IV Convegno Internazionale e Interdisciplinare su Immagini e Immaginazione / Proceedings of 4th International and Interdisciplinary Conference on Images and Imagination. Alghero, Publica, pp. 508-517.

Menchetelli, V., Cotana, F. & Dottorini, E. (2025). Verso un glossario grafico castellano. Rilievo e catalogazione degli elementi tipologici delle architetture fortificate in Umbria. In: Zerlenga, O. & Cirillo, V. (a cura di) *Defensive Architecture of the Mediterranean. Vol. 21.* Proceedings of FORTMED – Fortification of the Mediterranean Coast, 10-12 April 2025, Caserta. Roma-Valencia. DADI_PRESS / edUPV, pp. 1127-1134.

Nucciarelli, N. (2024) *Carissime Nennella e Belluccia, la storia inedita della famiglia Guglielmi dal suo carteggio privato 1892-1944*. Perugia, Futura Libri.

Patetta, L. (2005/2008) *L'architettura dell'Eclettismo: Fonti, teorie, modelli 1750, 1900*. Terza edizione. Segrate (Milano), Maggioli editore.

Riganelli, G. (2023). *Castelli, rocche e torri nel territorio del Lago Trasimeno*. Perugia, Bertoni.

Spippoli, C. (2025). *Il castello Guglielmi di Isola Maggiore: dal rilievo architettonico alla proposta di valorizzazione e comunicazione*. [Tesi di Laurea Magistrale]. Perugia, Università degli Studi di Perugia.

Trasimeno Land (s.d.), *Campo del Sole – Tuoro sul Trasimeno*, disponibile al link: https://www.trasimenoland.com/itinerari/musei-lago-trasimeno/campo-del-sole-tuoro-sul-trasimeno/ (Ultima consultazione: 22 luglio 2025).

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21496

Sacrum et Munitum: architecture between faith and defense. The case of the Church of Saints Peter and Paul in Agrò

Sonia Mercurio[a], Marinella Arena[b]
[a] Università Mediterranea di Reggio Calabria, Reggio Calabria, Italia, sonia.mercurio@unirc.it, [b] Università Mediterranea di Reggio Calabria, Reggio Calabria, Italia, marinella.arena@unirc.it

How to cite: Mercurio, S. & Arena, M. (2026). Sacrum et Munitum: architecture between faith and defense. The case of the Church of Saints Peter and Paul in Agrò. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21496

Abstract

The architectural structures that dot the north-eastern tip of Sicily represent the results of a process of cultural and expressive fusion between the numerous peoples and multiple dominations that have passed through this geographical area. This constant hybridisation over the centuries has defined a unique architectural style, which is particularly evident in a type of "dual" architecture that we find repeatedly in this geographical area, a type of architecture that fulfils both religious and defensive needs. This is the case of the Abbey of SS. Pietro e Paolo d'Agrò, originally conceived in the Byzantine period as a place of worship, built in its current form during Norman rule in the 12th century, and finally remodelled to meet the defensive needs of the valley. This architecture, in relation to its strategic position in a peri-coastal area, is part of a wider system of defence and control of the territory, testifying to the ability of religious architecture to adapt to military and defensive roles. Finally, the work aims to develop a critical reflection on the contemporary value of this dual heritage, putting forward hypotheses for its enhancement that combine the historical and functional complexity of these places with the usability of cultural heritage. The aim is to propose new models of use and narration, capable of restoring the site's multiple identities and integrating it into a network of cultural and tourist itineraries linked to the fortified architecture of Sicily.

Keywords: hybrid architecture, cultural heritage, defense and religion, heritage enhancement.

1. Introduzione

L'intensa stratificazione culturale e architettonica che ha sempre caratterizzato la cuspide nord-orientale della Sicilia, ha permesso, tra le altre, alle dominazioni bizantine, arabe e normanne di imprimere un'impronta ibrida e articolata sul costruito, generando manufatti che sintetizzano esigenze liturgiche, simboliche e strategico-militari. La chiesa dei Santi Pietro e Paolo d'Agrò, posta nell'omonima vallata, rappresenta un caso esemplare di architettura "duplice", concepita al contempo come spazio sacro e presidio territoriale.

BY-NC-SA

In questo territorio, infatti, costituito da entità puntiformi (come manufatti religiosi, monastici o militari) alle volte, come in questo caso, tutte le funzioni si condensano in un unico edificio, che diviene una polarità. Un paesaggio che rende evidente la continua *tensione* tra materialità e immaterialità, nella sua appartenenza allo stesso tempo alla sfera della realtà e a quella della rappresentazione (Farinelli, 1981).

La *fabrica* fondata insieme al monastero nel 1116, così come documentato dal *diploma causa erigendi et aedificandi* (1) di Ruggero II, testimonia la volontà politica e religiosa di recuperare un presidio monastico abbandonato durante il dominio musulmano. Eretta su preesistenze bizantine e successivamente rimaneggiata nel corso dei secoli, la chiesa si costituì centro nevralgico di un sistema di insediamenti monastici sia costieri che montani, che - pur nella loro funzione religiosa - contribuivano al controllo fisico e visivo del territorio (Fig. 1). L'analisi dell'aspetto difensivo della chiesa si articola, in questo contributo, attraverso un approccio integrato che comprende il rilievo digitale, l'analisi storica e l'interpretazione del manufatto nel contesto territoriale e paesaggistico nel quale si colloca.

Si è proceduto, dunque, all'identificazione e alla documentazione delle fasi costitutive del processo di trasformazione, analizzando ipotesi configurative rispetto alle strutture perdute – in particolare le torri difensive – e, allo stesso tempo, delineando la proprietà fondiaria del monastero come indagine duplice ma necessaria nel definire questo luogo come attore principale nel controllo della vallata.

Sul versante squisitamente attinente al manufatto architettonico, le analisi si avvalgono di rilievi fotogrammetrici e laser scanner opportunamente integrati, oltre che del confronto tra ipotesi ricostruttive precedentemente avanzate (Lojacono, 1960; Nicklies, 1992). L'aspetto legato al paesaggio naturale e a quello culturale nel quale di inserisce la chiesa-fortezza, invece, è stato affrontato mediante lo studio critico dell'atto di donazione del Re Ruggero II, analizzando l'area di influenza del cenobio e il ruolo che questo ebbe rispetto al *monastero a mandra* del SS. Salvatore di Messina.

Il rilievo, come pratica interpretativa capace di restituire una memoria stratificata del manufatto assume un valore critico nel processo di conoscenza del Patrimonio Culturale, specie di quello *minore* o geograficamente periferico.

1.1. Inquadramento storico e culturale della *fabrica*

Il complesso contesto nel quale si colloca la chiesa dei Santi Pietro e Paolo d'Agrò è il risultato delle stratificazioni di matrice bizantina, araba e normanna che hanno riccamente sovrascritto il palinsesto culturale della Sicilia *citra flumen Salsum*.

In questa vallata - che perpendicolarmente si affaccia sulla fascia costiera ionica - la chiesa non era solo un luogo di culto ma anche un nodo strategico all'interno di un sistema di controllo territoriale e viario, oltre a svolgere un ruolo pregnante nella gestione delle risorse agricole e forestali per la sussistenza materiale oltre che spirituale delle popolazioni locali.

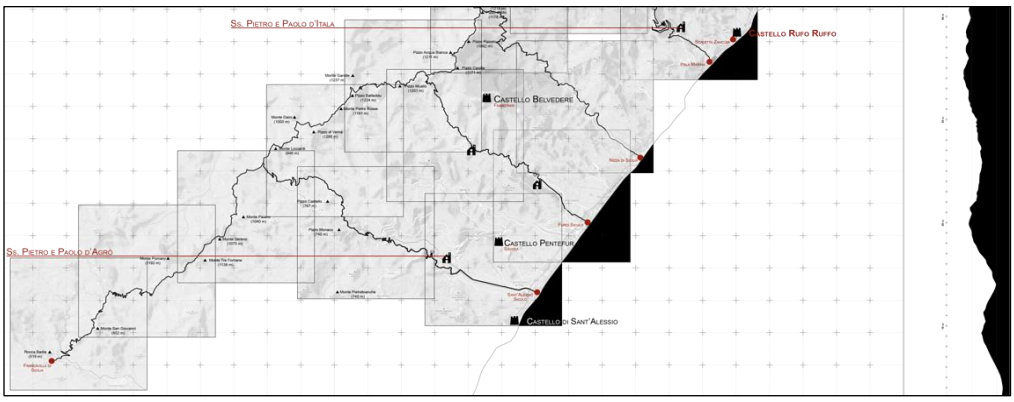


Fig. 1- Inquadramento delle principali chiese poste a presidio delle fiumare a pettine sulla costa orientale della Sicilia (elaborazione delle autrici)

L'ibridazione culturale a cui si fa riferimento si manifesta chiaramente nella configurazione architettonica, nei materiali impiegati e negli elementi decorativi, che si intrecciano reciprocamente (Fig.2). L'epoca di costruzione, da attribuirsi alla dominazione normanna, invece, restituirà un'impronta funzionale militare e di presidio. Tale sincretismo si riflette anche nella planimetria *duplice* della chiesa, che risponde a esigenze liturgiche e, allo stesso tempo, difensive, testimoniando un *unicum* architettonico e funzionale.

Il rilievo delle forme e la loro restituzione grafica, sin dalle prime ipotesi ottocentesche (Valenti, Patricolo), sono strumenti fondamentali per leggere tale sincretismo. Le diverse rappresentazioni prodotte nel corso del tempo riflettono, infatti, visioni differenti della *fabrica*: alcuni disegni accentuano la sua impronta normanna e difensiva, altri ne evidenziano la continuità bizantina. Questa posizione strategica e la natura composita della chiesa rappresentano un esempio emblematico della capacità delle architetture sacre medievali siciliane di adattarsi a molteplici funzioni, in un periodo storico in cui il confine tra sacro e militare risultava estremamente fluido.

2. *Digital survey*. Rilievo e disegno come strumento critico di indagine

L'analisi morfo-tipologica, oltre che strutturale del manufatto è stata condotta mediante più campagne di rilievo digitale integrato, e nello specifico, da una sessione di rilevamento laser scanner *FARO Focus 360*, tanto dell'interno quanto dell'esterno della Chiesa, acquisendo nuvole di punti ad alta densità con risoluzione millimetrica. Le scansioni sono state registrate, filtrate e allineate utilizzando il software nativo *FARO Scene*, garantendo coerenza geometrica tra le varie stazioni di rilevamento e una precisione complessiva di ≤ 2 mm. Si è proceduto, inoltre, ad una sessione di rilevamento fotogrammetrico esterno con drone *DJI Mavic*, operante in due modalità:

- Volo automatico: con piano di volo programmato, sovrapposizione dell'immagine frontale ≥ 80% e sovrapposizione laterale ≥ 70%, altezza di volo variabile tra 30 e 60 m a seconda delle dimensioni e dell'accessibilità della struttura, generando una *Ground Sampling Distance* (GSD) stimata di 1–3 cm/pixel;



Fig. 2- Immagine storica d'archivio della Chiesa dei SS. Pietro e Paolo d'Agrò, vista esterna dell'abside e del Prospetto nord (Ministero della Pubblica Istruzione - Mod. 1.3.34. Foto Bruno – Taormina)

- Volo manuale, adattato alle condizioni operative e alla morfologia del sito, per ottimizzare la copertura di dettagli architettonici non acquisibili con la planimetria automatica.

Le immagini sono state elaborate con *Agisoft Metashape* per generare nuvole di punti dense, mesh 3D e modelli texturizzati. La successiva sovrapposizione dei due dataset in ambiente *CloudCompare* ha permesso di verificare la congruenza geometrica tra interno ed esterno, e di individuare anomalie morfologiche e lacune volumetriche, che suggeriscono la possibile presenza di strutture non più esistenti, tra cui elementi verticali fortificati. L'integrazione dei dati attivi (rilievo laser scanner) e passivi (fotogrammetria) è stata realizzata mediante la registrazione e l'allineamento delle nuvole di punti, utilizzando punti di controllo comuni e riferimenti topografici noti. I residui di orientamento risultanti dall'allineamento, misurati come scostamenti lineari tra stazioni, sono stati inferiori a 2 mm, garantendo coerenza geometrica ottimale tra i dataset e consentendo la creazione di un modello digitale integrato ad alta risoluzione. L'analisi metrica della facciata principale, in particolare, ha evidenziato proporzioni che lasciano ipotizzare l'esistenza di una porzione sopraelevata merlata in facciata ormai perduta, coerentemente con quanto proposto da Charles Edward Nicklies (1992) e Salvatore Lojacono (1960), ma con differenze significative sia morfologiche che strutturali.

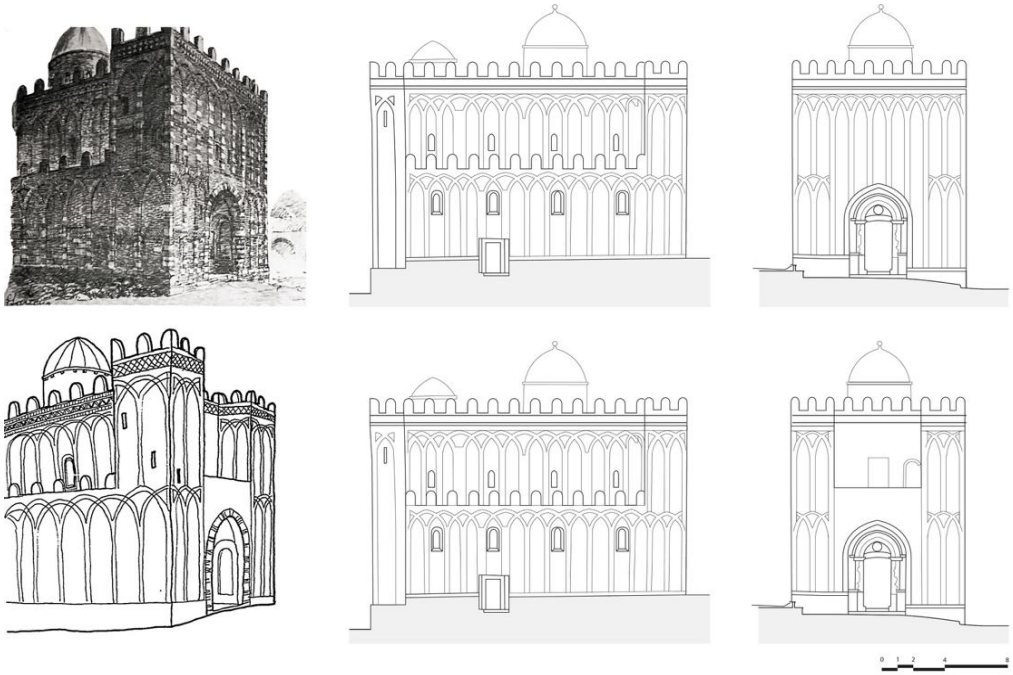


Fig. 3- Ridisegno delle ipotesi configurative della Chiesa dei SS. Pietro e Paolo d'Agrò. In alto, partendo dal disegno di Lojacono (in Lojacono, p.166); in basso partendo dalle elaborazioni di Nicklies (Elaborazione delle autrici)

L'integrazione dei rilievi 3D con la lettura materica della *fabrica* ha inoltre consentito di supportare le ipotesi di una fase costruttiva unitaria per le torri oggi scomparse, come sostenuto anche da recenti studi, che correlano la tessitura muraria con tecniche costruttive a uso fortificato.

Come già accaduto con le restituzioni storiche di Valenti e Lojacono, che interpretavano l'aspetto originario dell'edificio secondo sensibilità proprie del loro tempo, anche il rilievo digitale contemporaneo diventa oggi strumento per generare nuove ipotesi.

Il passaggio dal rilievo metrico al disegno interpretativo segna un'evoluzione del ruolo del disegno nella ricerca storica e nella valorizzazione patrimoniale.

Le nuvole di punti, oltre a costituire una documentazione accurata dell'edificio, rappresentano la base operativa per validare le ipotesi che seguiranno e per applicazioni di valorizzazione attraverso realtà aumentata (AR) o narrazioni immersive del sito.

3. Architettura e funzione: assetto difensivo e ipotesi configurative delle torri perdute

Nel caso della chiesa dei SS. Pietro e Paolo d'Agrò la duplice natura difensiva e religiosa rappresenta una risposta strategica a esigenze territoriali specifiche. Le ricostruzioni storiche di Lojacono e Nicklies — divergenti ma entrambe plausibili — postulano la presenza di torri angolari di difesa, supportate oggi da nuove evidenze nella composizione muraria e nel trattamento dei materiali (Crupi et al., 2018). Come per molte chiese-fortezza anche nel caso siciliano l'interazione tra sacro e militare non deve essere letta in modo dicotomico, ma come esito di un'architettura molteplice, capace di rispondere sia a necessità spirituali che a esigenze di presidio e controllo. Tra i vari aspetti, uno dei più dibattuti dell'architettura dei SS. Pietro e Paolo d'Agrò riguarda l'esistenza originaria di torri difensive integrate nella facciata principale dell'edificio. Sebbene di queste, ad oggi non rimanga traccia evidente in elevato, numerose sono le fonti, i rilievi e i confronti materici che ne sostengono la presenza almeno in una prima fase costruttiva.



Fig. 4- Orto-immagine della facciata principale

Salvatore Lojacono propone una struttura compatta, costituita da un corpo murario principale, in linea con altri esempi coevi della Sicilia normanna; mentre nel 1992 Charles Edward Nicklies suggerisce una configurazione caratterizzata da due torri angolari, alte e massicce, ai lati della facciata principale, evidenziando così una funzione sia difensiva sia rappresentativa.

Entrambe le ricostruzioni si basano su indizi documentari e sulla lettura delle murature residue, ma presentano differenze sostanziali nella volumetria e nel ruolo architettonico attribuito alle torri.

Dall'integrazione del rilievo digitale dagli studi condotti sulle murature (Crupi et al., 2018), si evidenzia la continuità materica tra le porzioni basamentali della facciata e il resto della struttura, suggerendo una coerenza progettuale iniziale che avrebbe incluso le torri sin dalla prima edificazione normanna. Sulla base di queste evidenze, i disegni comparativi elaborati intendono mettere a confronto le due ipotesi, integrando i dati rilevati e pertanto evidenziando le stratigrafiche attuali.

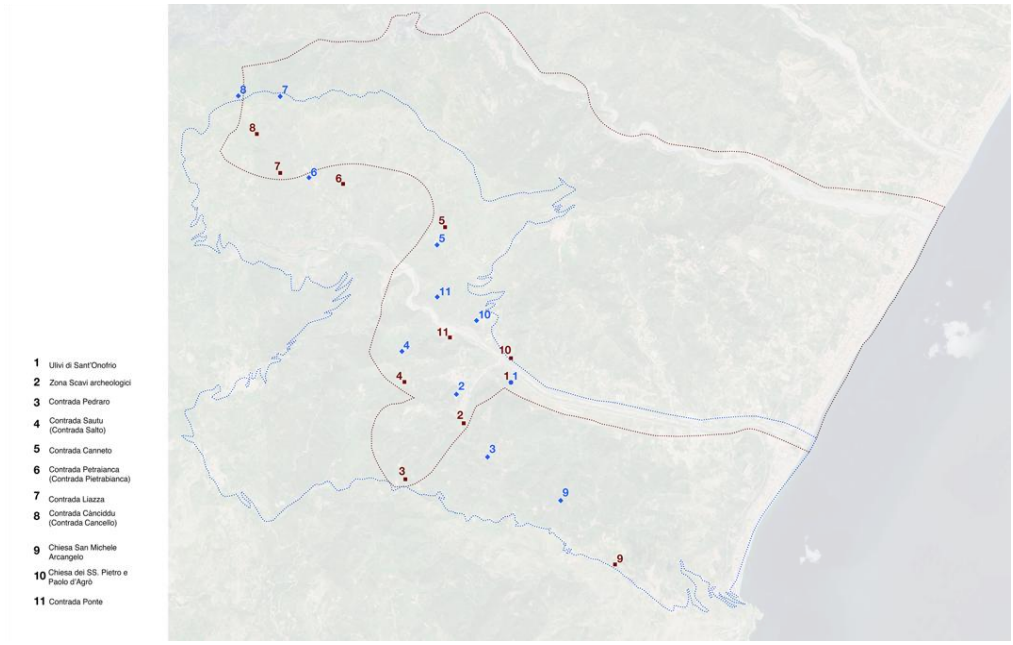


Fig. 5- Confini delle pertinenze del Monastero. In borgogna, il ridisegno di Nicklies (dal testo: Sull'ubicazione del monumento-monastero dei Santi Pietro e Paolo d'Agrò, Messina 1987); in blu l'ipotesi delle autrici, con ri-identificazione e georeferenziazione dei punti dell'Atto di Donazione in ambiente GIS (Elaborazione delle autrici)

L'analisi stratigrafica degli elevati consente di leggere nella muratura della chiesa dei SS. Pietro e Paolo d'Agrò non solo le fasi costruttive, ma anche i rimaneggiamenti e gli adattamenti funzionali che hanno scandito la lunga storia dell'edificio. La sua stratificazione materiale riflette, infatti, un'evoluzione d'uso che, pur mantenendo a lungo una forte connotazione religiosa, si è intrecciata nel tempo con esigenze 'altre' che hanno interessato il territorio (2). Sebbene la fondazione del monastero, sia documentata, come già affermato dall'"Atto di Donazione" nel 1116 di Ruggero II, già un primo intervento documentato di restauro si colloca nel 1171/1172, ad opera dell'architetto Gerardo il Franco, su committenza dell'abate Theosterico ed è l'iscrizione portale occidentale ad attestare tale intervento, probabilmente a seguito dei danni causati dal terremoto del 1169. In questa fase vengono verosimilmente inseriti i portali ovest e sud, arricchendo l'iconografia dell'edificio ma anche razionalizzandone l'accesso. È possibile che, nel corso di questo intervento, si siano operate riparazioni localizzate, mantenendo però l'impianto originario, confermando così la resilienza strutturale della chiesa. Nel XVI secolo si assiste a una fase di trasformazione architettonica, con la cupoletta minore convertita in volta a padiglione, l'aggiunta di una finestra sopra il portale ovest e la realizzazione dell'attuale portale nord, databile tra il XVI e il XVII secolo. Questi interventi, pur alterando la purezza formale, testimoniano un uso continuo dell'edificio. Dopo il terremoto del 1908, l'ing. Valenti nel 1916 inserì cerchiature in ferro alla base della cupola, inaugurando una stagione di interventi moderni, proseguita con tiranti metallici nella prima metà del XX secolo. Tra il 1957 e il 1960, sotto la direzione di Lojacono, si realizzò un restauro integrale che mirava a recuperare l'aspetto originario, liberando dalle sovrastrutture successive pur con limiti di sensibilità conservativa dell'epoca. Nel complesso, la lettura stratigrafica dell'edificio mostra come la forma attuale della chiesa sia il frutto di una continua stratificazione che ne ha accresciuto il valore come presidio spirituale, centro comunitario e struttura di controllo del territorio.

4. Il territorio monastico tra lettura geostorica e ambienti GIS

Elemento imprescindibile nella narrazione di questo edificio — al contempo *sacrum* e *munitum* — è la ricostruzione virtuale non solo dell'impianto architettonico e murario del manufatto, ma anche della geografia monastica che lo avvolgeva (Fig.5): un sistema articolato di confini, pertinenze e spazi funzionali, in cui l'edificio si ergeva come sentinella austera, vigile sulla valle e sul ritmo silenzioso della vita cenobitica. La lettura dell'atto di donazione, alla luce delle identificazioni toponomastiche raccolte da Santagati (2013) e intrecciata con le narrazioni orali tramandate nel territorio, ancora vive nel linguaggio dei conoscitori dei rilievi a monte del cenobio, ha consentito di avanzare ipotesi su riferimenti geografici tuttora in uso, delineando così una mappatura aggiornata del territorio storicamente soggetto all'abbazia (3). L'interpolazione tra i dati storici e l'interpretazione grafica elaborata da Nicklies, sulla base degli studi di Giuseppe Lombardo (1987) (Fig. 6), ha consentito una revisione critica dei confini del patrimonio monastico, restituendo una visione più ampia e articolata del ruolo dell'abbazia nel controllo della valle.

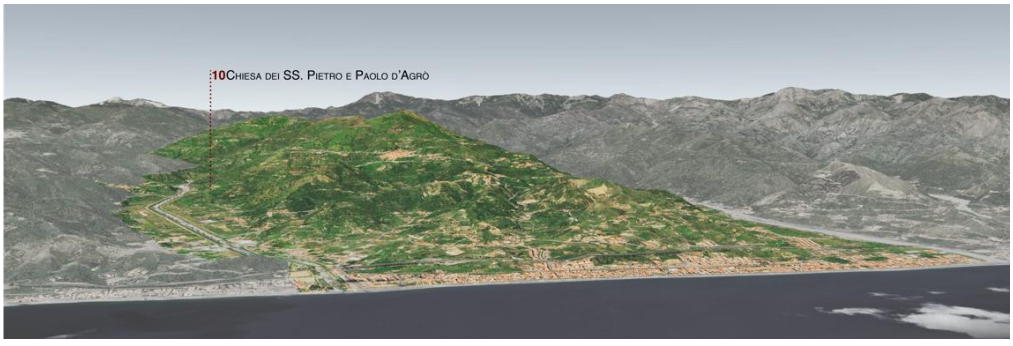


Fig. 6- Individuazione della geografia monastica dall'Atto di Donazione di Ruggero II (Elaborazione delle autrici

La perimetrazione digitale, elaborata in ambiente GIS a partire dalle fonti storiografiche, ha permesso di costruire una mappatura sia bidimensionale che tridimensionale del territorio. L'elaborazione si è basata su foto satellitari e sul Modello Digitale del Terreno (MDT/DEM) con passo di 2 metri, derivato da dati LIDAR del volo ATA 2012–2013 (tipo di sorgente: generico; tipo di pixel: a virgola mobile; numero di bande: 1; dimensioni cella: 2×2 metri), messi a disposizione in *open access* dalla Regione Sicilia (Fig. 7).

I valori altimetrici assegnati al file variavano da un massimo di 3324,06 (RGB bianco) a un minimo di -9,71 (RGB nero). L'analisi ha evidenziato come il monastero sorgesse in posizione dominante sull'antica via di costa e sugli accessi secondari, configurandosi come presidio strategico religioso e territoriale. Il suo valore difensivo va interpretato come parte di un sistema integrato, attraverso cui l'abbazia controllava spiritualmente, economicamente e strategicamente la zona tra costa ionica e colline interne.

5. Valorizzazione integrata del sito: narrazione, territorio e *digital heritage*

La chiesa dei Santi Pietro e Paolo d'Agrò si presta a una valorizzazione innovativa, capace di coniugare rigore storico e accessibilità contemporanea. Il potenziale informativo generato dal rilievo digitale, dalle ipotesi ricostruttive e dalla mappatura storica dei confini monastici costituisce la base per un sistema di *digital heritage* narrativo.

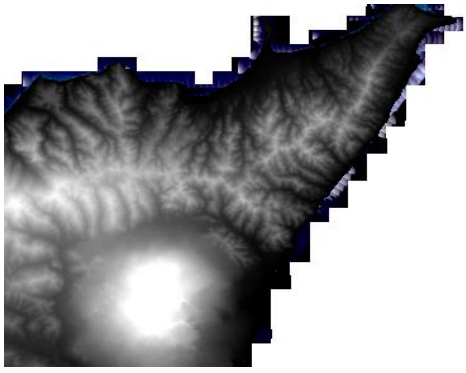


Fig. 7- Immagine da Modello Digitale del Terreno (MDT/DEM) con passo di 2 metri da dati LIDAR del volo ATA 2012–2013 (Geoportale della Regione Siciliana – S.I.T.R.)

Questo è orientato alla fruizione esperienziale e immersiva. Tra le soluzioni già implementate si segnalano:

- la realizzazione di un modello digitale navigabile dell'edificio, ricostruito sulla base del rilievo 3D, integrato con le ipotesi relative alle torri oggi perdute;
- la visualizzazione interattiva del territorio monastico, ricostruito e georeferenziato su base GIS, consultabile tramite una mappa web dinamica.

Parallelamente, la chiesa è oggetto di una sperimentazione nell'ambito di un applicativo demo sviluppato all'interno del progetto PRIN 2022 - PNRR, che prevede:

- la produzione di contenuti per la realtà aumentata (AR), in grado di sovrapporre alle murature esistenti le ricostruzioni digitali delle strutture perdute;
- l'inserimento del sito in un itinerario culturale europeo dedicato alle architetture bizantine dell'Italia meridionale, con l'obiettivo di costruire un racconto storico diffuso e transfrontaliero.

L'approccio adottato, centrato sulla comunicazione dell'identità pluristratificata del luogo, mira a restituire al pubblico non solo la forma architettonica della chiesa. L'impiego degli strumenti digitali, infatti, diviene mezzo operativo per la costruzione di una narrazione multidimensionale, fondata sull'interazione tra dati storici, rilievi e paesaggio, in una prospettiva che unisce ricerca, divulgazione e valorizzazione.

6. Conclusioni

La chiesa dei Santi Pietro e Paolo d'Agrò si configura come uno straordinario esempio di architettura in cui convergono, in modo armonico, istanze religiose e funzioni difensive.

Il carattere duplice dell'edificio — *sacrum et munitum* — si manifesta tanto nella forma architettonica quanto nella sua collocazione strategica nel paesaggio e nelle dinamiche storiche che hanno segnato la vita del cenobio. Le indagini condotte non solo arricchiscono la conoscenza scientifica del sito, ma offrono anche le fondamenta per strategie di valorizzazione in chiave digitale, capaci di restituire al pubblico la complessità di un patrimonio che rischia, oggi, di essere interpretato in maniera frammentaria.

Riconoscimenti

La presente pubblicazione è stata prodotta nell'ambito della ricerca "Byzantine cultural routes" CUP C53D2300864001 Responsabile Scientifico Prof.ssa Marinella Arena, finanziata dal programma PRIN 2022 PNRR compreso nell'ambito dei finanziamenti del Piano Nazione di Ripresa e Resilienza. I paragrafi 1 e 2 sono da attribuire alla Prof.ssa Marinella Arena; i paragrafi 3-4-5 sono da attribuire a Sonia Mercurio (Ph.D.). Le conclusioni sono state elaborate congiuntamente.

Note

(1) Il documento è conservato nel Codice Vaticano 8201 e fu tradotto in latino da Costantino Lascaris nel 1478. Tutti i commentatori del diploma riportano il termine *erigendi* — ovvero 'costruire' o 'erigere' — in luogo di *exigendi* 'vendere', che è invece la parola attestata nella versione pubblicata da Pirri, come osserva anche Nicklies. Cfr. Bottari, Nota, pp. 281–282; Pietro Lojacono, La chiesa abaziale, n. 1, p. 381; Mario D'Amico, La chiesa normanna, pp. 36–37; Giuseppe Lombardo, Sull'ubicazione del monumento-monastero dei Santi Apostoli Pietro e Paolo d'Agrò (Messina, 1987), p. 7; Puglisi, n. 33, p. 73. Questa anomalia lessicale — la richiesta di una 'svendita' (exigendi) anziché della costruzione — potrebbe essere significativa, poiché suggerisce che al momento della visita di Ruggero, Gerasimo e la sua comunità monastica si trovassero in un sito differente, forse all'interno della stessa città di Sant'Alessio, e intendessero abbandonarlo in favore dell'insediamento sull'Agrò."

(2) Dai registri del 1328 si apprende della presenza stabile di sette monaci, aumentata a dieci nel 1336. Dopo secoli di permanenza, i frati dovettero allontanarsi a causa del progressivo degrado ambientale della zona. L'aria, infatti, era divenuta insalubre e quasi irrespirabile per via dell'acqua stagnante e imputridita del fiume Agrò, inquinata dalle estese coltivazioni di lino che, lungo le sue sponde, veniva coltivato in modo intensivo. Nel corso del XIX e XX secolo, l'edificio monastico fu a lungo utilizzato come ricovero per il bestiame.

Bibliografia

Arena, M. (2022). The imperfect geometries of the Basilica S. Peter and Paul in Casalvecchio, Messina. *Nexus Network Journal*, 24(1), 373–396.

Bottari, S. (1925-1934). Nota sul tempio normanno dei SS. Pietro e Paolo d'Agrò. *Archivio storico messinese*, 26-27, 281-296.

Crupi, V., D'Amico, S., Denaro, L., Donato, P., Majolino, D., Paladini, G., Persico, R., Saccone, M., Sansotta, C., Spagnolo, G. V. &Venuti, V.(2018) *Mobile spectroscopy in archaeometry: Some case study*. Journal of Spectroscopy, 2018, Articolo ID 8295291. https://doi.org/10.1155/2018/8295291

D'Amico, M. (1972). *L'ottavo centenario della Chiesa normanna dei SS. Apostoli Pietro e Paolo, situata sulla sponda sinistra del torrente Agro nel territorio del comune e dell'arcipretura di Casalvecchio Siculo* (Me), Messina, Sicilia nuova, pp. 36-37.

Lojacono, P. (1960) Il restauro della chiesa dei SS. Pietro e Paolo a Casalvecchio Siculo. *Tecnica e Ricostruzione*, 15, 169.

Lombardo, G. (1987) *Sull'ubicazione del monumento-monastero dei Santi Apostoli Pietro e Paolo d'Agrò*, EDAS, Messina.

Nicklies, C. E. (1992). The architecture of the church of SS. Pietro e Paolo d'Agro, Sicily. [Tesi di dottorato] Champaign , University of Illinois Urbana-Champaign. http://hdl.handle.net/2142/22630

Salinas A. (1885) *Note sulla iscrizione greca del monastero dei Santi Pietro e Paolo di Forza d'Agrò*, "Notizie degli scavi di antichità", XXIII, pp. 86-90.

Santagati, L. (2013) *Viabilità e topografia della Sicilia antica. Volume II: La Sicilia alto-medievale ed arabo-normanna, corredata dal Dizionario topografico della Sicilia medievale*. Caltanissetta, Edizioni Lussografica.

Scaduto, M. s.j. (1947) *Il monachismo basiliano nella Sicilia medievale: Rinascita e decadenza. Sec. X-XIV*. Roma, Edizioni di storia e letteratura

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21497

Parametric modelling between supputation and graphic descriptions in Antoine de Ville's Les fortifications (1628)

Martino Pavignano[a], Fabrizio Natta[a], Roberta Spallone[a]
[a] Politecnico di Torino, Department of Architecture and Design, Turin, Italy, martino.pavignano@polito.it, fabrizio.natta@polito.it, spallone@polito.it

How to cite: Pavignano, M., Natta, F. & Spallone, R. (2026). Parametric modelling between supputation and graphic descriptions in Antoine de Ville's Les fortifications (1628). In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21497

Abstract

This paper examines Antoine de Ville's *Les fortifications* (1628), a landmark of the French school of military architecture, notable for merging geometric constructions with tabular calculations, the "supputation par les Sinus." Using parametric and algorithmic modelling, the study translates de Ville's design principles into a modular digital workflow that employs historical units of measurement and dimensions to reconstructing both plan and section of regular fortresses. The method proceeds from data input to two- and three-dimensional construction and ends with Building Information Modelling (BIM) export. This approach validates the consistency of de Ville's values, identifies points of variation, and allows parametric control of elements such as the orillon. Beyond reconstruction, the models enable enriched analysis of bastioned systems and are made available through web-based BIM platforms. The research demonstrates how early modern treatises can evolve into interactive resources, bridging historical building knowledge with contemporary tools for study and dissemination.

Keywords: VPL, BIM, regular fortresses, Antoine de Ville.

1. Introduction

The research presented here is part of the two-year PRIN 2022 project entitled "INFORTREAT: Reconstructing the Early Modern Bastioned Front." This project aims to develop information models for the utilization of constructive knowledge in fortified architecture treatises from the 16th to 18th centuries.

The project's overarching objective is to facilitate access to constructive knowledge pertaining to military architecture, as elucidated in early modern treatises, by utilizing three-dimensional digital information models. These models are designed to be consulted and interrogated by scholars, practitioners, and the broader community.

The project's initial phase comprises an exhaustive examination of military treatises from the 16th to 18th centuries in Italy, France, the Netherlands, and Spain. This aims to identify the geometric constructions for profiling the bastion system and

BY-NC-SA

the technological, material, and construction indications for the sections of the system itself, as proposed by the different authors. The objective is to identify recurrent methodologies and techniques, explicit or implicit derivation relationships between one treatise and another, and elements of innovation and originality in fortification techniques.

In this context, the present contribution focuses on a critical analysis of the first book of the treatise on military architecture, *Les fortifications du Chevalier Antoine de Ville* (de Ville, 1628).

2. De Ville's treatises in the panorama of theories on military architecture

Born in 1596, Antoine de Ville was a member of a noble family from Toulouse, France. Educated by the Jesuits, he was trained in scientific topics, such as Mathematics, Geometry, and military architecture as well. After his studies, he undertook a career in the military field, serving in the French, Piedmontese and Venetian army, both as field officer and military engineer. The second service (in Piedmont) granted him the title of *Knight of the Order of St. Maurice and St. Lazarus* on 1626 (Pernot, 1987). During his life, he authored quite a few publications regarding military topics. Among them, his first one was *Les fortifications du Chevalier Antoine de Ville*, published in Paris in 1628, after his first return in France. This treatise was followed by the volume *De la Charge des Gouverneurs des Places*, published in Paris in 1639. Both treatises obtained a good success at their time, the second one being republished many times and still in use until the 60s of the 19th century (Pernot, 1987). He died in Paris in 1656.

His publishing activity positions de Ville among the founding fathers of the *alla moderna* fortified architecture of the so-called French School. His figure must be put next to those of Claude Flamand (ca. 1570-1626) and Jean Errard de Bar-Le-Duc (1554-1610), the very first representatives of this school, Blaise François Pagan (1604-1665), de Ville's contemporary and mentor of both Nicolas-François Blondel (1618-1686) and Sebastien Le Prestre de Vauban (1633-1707), who would have become the most important, and best known professional of the French school between 17th and 18th centuries.

De Ville's treatise has already been analysed, both for its structure and for its contents (Pavignano, Spallone 2025), but it is worth recalling that the *in-folio* volume counts to 441 numbered pages and it is illustrated with 55 copper engraved plates, 45 are on a single sheet, and 10 are on a double sheet. Still, it is important to remember that the succession of topics reflects de Ville's idea to define an all-inclusive discussion on fortification design and the management of sites and fields operations.

As already highlighted, de Ville explicitly refers to previous works by Dürer (1527), Errard (1600), Marlois (1628) (Pavignano, Spallone 2025).

3. Fortification design of regular fortresses by *supputation*

As previously discussed, de Ville proposed his personal design methodology for the regular fortifications based on the inner polygons used to define the shape of the plan. To this extent, the sides of the regular figures were supposed to sustain both the half gorges and the curtains of bastioned fronts. De Ville used the King's foot as basic unit of measurement, which is equal to 0.32484 meters (Martini, 1883), and Geometric paces as its 5x multiple (de Ville, 1628). The Author also imposed two specific dimensions for sides, originating two main defensive systems (differing only in their sizes): Royal and Ordinary, as synthesized in Tab. 1. For reference, contemporary authors like Adam Freitag (1635) defined up to three different dimensions like *grand, moiene,* and *petit Royals* (for regular fortifications).

Regular fortification type	**Polygonal sides length**		
	Geometric paces	King's feets	Meters (approx)
Royal	180	900	292.36
Ordinary	150	750	243.63

Tab. 1- Main dimensions of regular fortresses sides equal to the sides of the polygons used to design the plans (elaboration by M. Pavignano).

De Ville related such dimensions to the ballistic aspects of defence conducted using firearms, primarily defining the range of the muskets as reference invariants of the defence, thus of the fortification design itself (de Ville, 1628). In fact, sides measuring 180 paces did consent muskets' flanking, since muskets' range was far superior (de Ville, 1628). We have already exposed his methodology via graphic analysis (Pavignano, Spallone, 2025). By redrawing de Ville's instructions, we obtained the generic geometric

concatenation originating the regular fortification design of a regular polygon (with bastions and curtains). Still, we discussed the very novelty of de Ville's methodology – or better a consequence of this – being the *supputation par les Sinus* (de Ville, 1628) of each single geometric element of the plan of a regular fortress. In fact, the Author deconstructed the bastioned front into segments, listed in Fig. 1, and calculated each of them starting from the internal angle of the chosen regular polygon, proceeding from the hexagon up to the dodecagon (de Ville, 1628) then resuming all the calculations in a table (Pavignano, Spallone, 2025). This led de Ville to be the first to expose this kind of calculated tabular data, thus offering the readers both a graphic procedure and a numerical one, by mean of lines lengths and angular values (Mišic, Obradović, 2025).

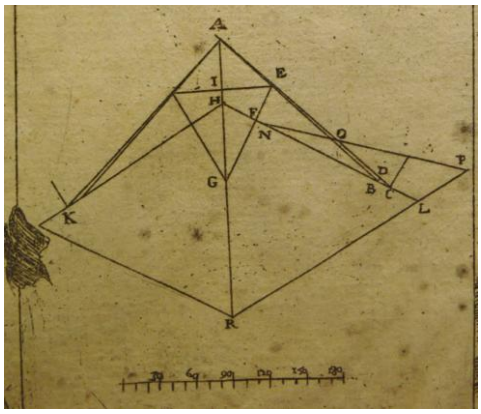


Fig. 1- de Ville's graphic deconstruction of the bastioned front. (de Ville, 1628, planche 32)

De Ville then applied both the geometric procedure and the *supputation* to the design of the planar development of regular fortification. He also provided a graphic procedure to define the *profil* or *orthographie* (cross section) of a bastioned front.

The Author presented his idea at the very beginning of his treatise, as a complement to the graphic procedure used to design the regular plans visually described in *figure 2* of the *planche 1* of the treatise. According to the text, we can draw the entire cross section of a fortified front starting from the setting of the horizontal ground level CE, then we can proceed with drawing of the rampart, the parapet, the ditch and all the other elements by easily using dimensions provided (de Ville, 1628). Our graphic analysis of de Ville's *profil* is presented in Fig. 2. The figure contains also the dimensions of main elements and integrates some visual information on the structure of the wall, specifically on the presence of counterforts. To interpret the Author's design procedure, we must highlight that he provided dimensions while discussing the *profil*, then he might have provided other information within the punctual description of each element on the dedicated paragraphs. For example, he indicated the ditch width to be 26 paces (or 130 feet) at page 20, but he then described ditches' width to be ranging from 15 to 30 paces (75-150 feet) in the dedicated paragraph (de Ville, 1628), relating this 15-30 range to different types of terrain hosting the ditch. To better clarify this discordance, we resume in Table 2 the minimum and maximum dimensions found within the text, thus providing a complete lookout for possible variations. We can observe that such variations in dimensions of every element are common to all the treatises on military architecture, since each project should have been designed according to the building sites' orography and material characteristics. Data in Table 2 are used to define the parametric modelling presented in the next paragraph.

It is worth mentioning that de Ville did not enter the detail of the description of how walls must be built, except for the thickness of the structure and as well as the dimensions of reinforcing buttresses. In fact, he states to only describe shapes (geometries) of the elements and the materials to build them, not how the walls should be constructed (i.e. how to use bricks or stones blocks), since those aspects belong to civil architecture and to the art of masonry (de Ville, 1628).

Nonetheless, the Author discussion on buttresses provides some interesting hints on his structural conception. First, de Ville states that earth is the best material to counter gun shots, especially those of big cannons. It derives that the masonry structure of walls had to be used mainly as constraints for the earth-made ramparts, these lasts to be built with the earth excavated from the ditch (de Ville, 1628). Following the Italian tradition, de Ville highlights the possibility to build counterforts with different planar shapes and suggests the dimensions of the parallelepiped-shaped ones to be built approximately with a horizontal section of 7/8 by 4/5 feet and a vertical one of 35 feet (or 7 paces), basically the same height as the *chemin des ronde* upper level. Buttresses should be spaced 15-20 feet away from one another.

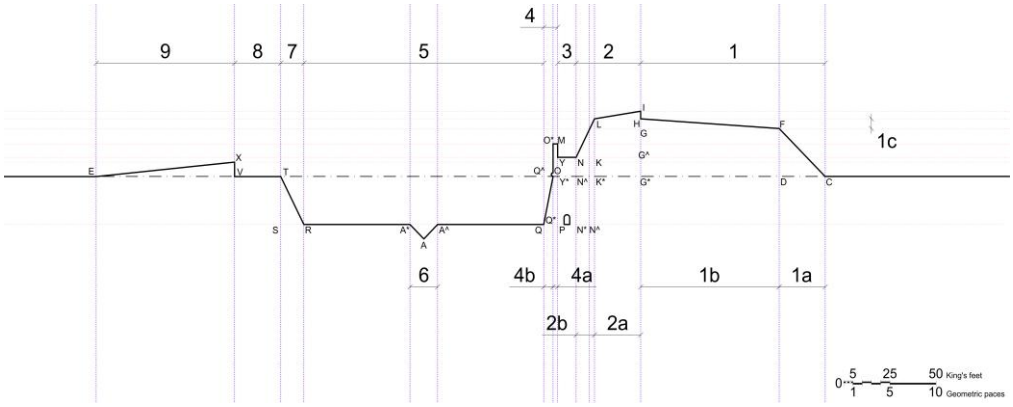


Fig. 2- *Profil* or *orthographie* (cross section) redrawing and reconstruction with elements nomenclature and elements' minimum and maximum dimensions both for widths and heights (graphic analysis and elaboration by M. Pavignano 2025)

Element *de Ville's terminology* English translation	ref. Fig. 2	ref. *Profil* – horizontal segment | vertical segment	Width min u	 max u	Height min u	 max u	Dimensional variations for parametric design – horizontal direction	 min u	 max u	 | vertical direction related to ground line CE	 *min* u	 *max* u
Rempart ou contre-escarpe et pente Rampart including its counterscarp and its pente	1	CG* – DF | G^H |	20 paces 100 feet	25 paces 125 feet	5 paces 25 feet	6 paces 30 feet	CG* –	20 paces 100 feet	25 paces 125 feet	DF | and G^G |	5 paces 25 feet	6 paces 30 feet
Monté du rempart Counterscap of the rampart	1a	CD – DF |	5 paces 25 feet	5 paces 25 feet	5 paces 25 feet	5 paces 25 feet	CD –	5 paces 25 feet	5 paces 25 feet	DF |	5 paces 25 feet	
Rempart Rampart excluding its counterscarp	1b	FG – DF | G^H |	15 paces 75 feet	20 paces 100 feet	5 paces 25 feet	6 paces 30 feet	DG* –	15 paces 75 feet	20 paces 100 feet	DF | and G^G |	5 paces 25 feet	6 paces 30 feet
Pente du rempart vers la place Inclination of the upper level of the rampart	1c	FG – GH |	15 paces 75 feet	20 paces 100 feet	1 paces 5 feet		FG –	15 paces 75 feet	20 paces 100 feet	G^H |	6 paces 30 feet	
Parapet ou contre-escarpe Parapet including its counterscarp	2	HILN – HI |	7 paces 35 feet		0,8 paces 4 feet		G^N –	7 paces 35 feet		KL | G^I |	6 paces 30 feet	6,8 feet 34 feet
Parapet Parapet excluding its counterscarp	2a	HL – HI |	5 paces 25 feet				G^K–	7 paces 35 feet		KL | G^I |	6 paces 30 feet	6,8 feet 34 feet
Contre-escarpe du parapet Counterscarp of the parapet	2b	KN – LK |	2 paces 10 feet		0 paces 0 feet	4 paces 20 feet	KN –	2 paces 10 feet		N^N | K^L	2 paces 10 feet	6 paces 30 feet
Muraille Wall including the Chemin des ronde	4	NYMO*OQP	5 paces 15 feet	5,6 paces 18 feet	2 paces 10 feet	7 paces 35 feet						
Chemin des ronde Chemin des ronde	3	NY –	2 paces 10 feet		2 paces 10 feet		NY –	2 paces 10 feet		N^N |	1,6 paces 8 feet	2 paces 10 feet
Parapet du chemin des ronde Parapet of the chemin des ronde	4a	MO* –	0,5 paces 2,5 feet		1,4 paces 7 feet	1,6 paces 8 feet	MO* –		0,5 paces 2,5 feet	Y*M |	3,4 paces 17 feet	3,6 paces 18 feet
Chemise Mantlet wall	4b	QQ* –	1 pace 5 feet		5 paces 25 feet		Q*Q –	1 pace 5 feet		Q*O |	-5 pace -25 feet	
Fossé Ditch (excavated in earth)	5	QR –	25 paces 125 feet	30 paces 150 feet	5 paces 25 feet	7 paces 35 feet	QR –	25 paces 125 feet	30 paces 150 feet	Q^Q |	-5 paces -25 feet	-7 paces -35 feet
Fossé Ditch (carved in stone)	5	QR –	15 paces 75 feet	20 paces 100 feet	5 paces 25 feet	7 paces 35 feet	QR –	15 paces 75 feet	20 paces 100 feet	Q^Q |	-5 paces -25 feet	-7 paces -35 feet
Cunete ou petit fossé Small ditch	6	A*A^ – A |	3 paces 15 feet	4 paces 20 feet	1,5 paces 7,5 feet		A*A^ –	3 paces 15 feet	4 paces 20 feet	A	6,5 paces -32,5 feet	
Contre-escarpe du fossé Counterscarp of the ditch	7	RS – ST |	2,5 paces 12,5 feet		5 paces 25 feet	7 paces 35 feet	RS –	2,5 paces 12,5 feet		ST |	-5 paces -25 feet	-7 paces -35 feet
Chemin couvert ou Corridor Walkway	8	TV – ST |	5 paces 25 feet	6 paces 30 feet	0 paces 0 feet	0 paces 0 feet	TV –	5 paces 25 feet	6 paces 30 feet		0 paces 0 feet	0 paces 0 feet
Esplanade Slope	9	VE – VX |	15 paces 75 feet	20 paces 100 feet	1,5 paces 7,5 feet		VE –	15 paces 75 feet	20 paces 100 feet	VX |	0 paces 0 feet	1,5 paces 7,5 feet

– this sign indicates an horizontal segment

\| this sign indicates a vertical segment

min and max values for the entire *fossé*

min and max values are related to the rampart's

min and max value to be related to different levels

min value derived from graphic analysis of pl. 1

Tab. 2- Synoptic table of elements' dimensions and their identification in de Ville's *profil* (cross section) (analysis and elaboration by M. Pavignano 2025). Columns contain: elements' names; letters to identify them on the graphic analysis of the *profil* (cross section) presented in Fig. 2; width and height (minimum and maximum) as described by de Ville; dimensional variations for parametric design elaborated based on de Ville's dimensions referred to the ground level

4. Parametric Modelling and Algorithmic Procedures

This research utilizes a visual algorithmic approach to digitally model the de Ville's fortification system. The methodology is based on a unitary visual algorithm that integrates the entire construction process, from input data to output generation and export to other software.

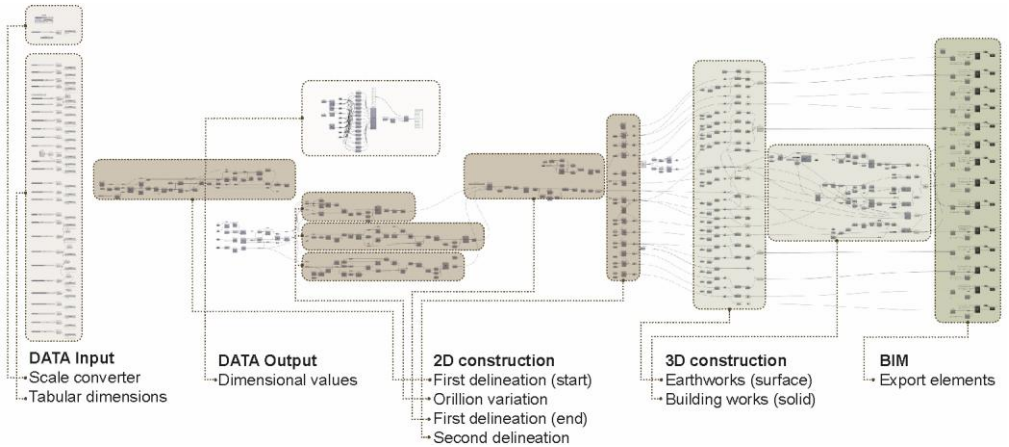
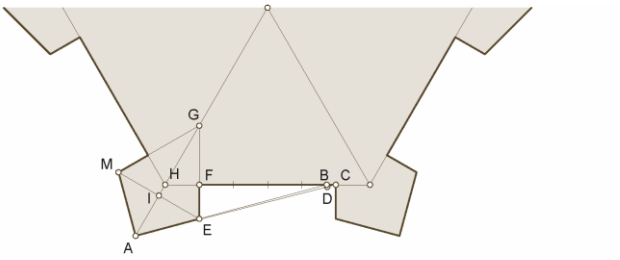


Fig. 3- Visual algorithm of A. de Ville's fortification system (graphic elaboration by F. Natta)

The workflow is meticulously divided into distinct modules for data input, two-dimensional and three-dimensional construction, and final data export to other software platforms (Fig. 3). This modularity is key to the system's flexibility and transparency, making it possible to trace the digital model's lineage directly back to de Ville's original geometric principles. A critical aspect of this modelling process is the direct integration of de Ville's historical units of measurement. The input data, which serves as the foundational control for the entire model, rigorously adheres to de Ville's geometric system. Specifically, the geometric pace is employed for defining the base polygon of the fortification, while the King's foot (pied du roi) is used for all remaining dimensions. By using these units, the model not only faithfully reproduces de Ville's designs but also provides a powerful tool for analyzing his design logic. The parametric nature of the algorithm allows for the continuous control of the model, enabling researchers to test and verify the geometric relationships and dimensions outlined in de Ville's treatise. The model directly incorporates the dimensions and variations (Tab. 2) to establish a verifiable link between the historical text and its digital reconstruction.

The power of the algorithmic approach is further demonstrated by its ability to generate a bidimensional development of the fortress. This procedural step is essential for systematically verifying the tabular dimensions of individual elements as the base polygon changes. De Ville himself addresses a range of polygons, from a hexagon to a dodecagon, in *Les fortifications* (de Ville, 1628; Mišic, Obradović, 2025). Our model automates the generation of these variations, extracting all relevant values algorithmically. The results provide a direct comparison between de Ville's original values and those produced by the digital model (Tab. 3). The analysis of this data reveals a consistent and controlled delta of variation across most elements, except for one specific value that shows a more significant deviation. This finding not only validates the accuracy of the algorithmic reconstruction but also highlights potential points of interest for further historical or technical investigation within de Ville's original work.

The digital dialogue between the historical calculations (*supputation*) and our parametric model confirms the consistency of de Ville's design principles. Beyond mere reproduction, the visual algorithm provides a fertile ground for design analysis and variation. A specific example is the parametric control over the orillon a distinctive feature of the bastioned front. Following the guidelines and drawings in de Ville's *planche 1*, the algorithm allows for the dynamic variation of the orillon's geometry. This functionality (Fig. 4) demonstrates how algorithmic modelling can move beyond simple representation to become a tool for exploring the design possibilities and variations inherent in historical architectural treatises. This approach aligns with similar research on other treatises, such as those by Sardi and Guarini, where parametric modelling is used to verify and interpret historical dimensions (Rechichi et al., 2024; Spallone et al., 2025).



	6	7	8	9	10	11	12
EB	115*p*, 4*pi* **188,26*m*** **-0,18*m***	90*p*, 4*pi* **147,54*m*** **-0,06*m***	78*p*, 2*pi* **127,34*m*** **0,00*m***	71*p* **115,30*m*** **0,01*m***	66*p* **107,34*m*** **-0,14*m***	62*p*, 3*pi* **101,68*m*** **-0,01*m***	60*p* **97,46*m*** **-0,01*m***
FB	111*p*, 4*pi* **181,85*m*** **-0,26*m***	85*p*, 4*pi* **139,26*m*** **0,10*m***	72*p*, 2*pi* **117,64*m*** **-0,05*m***	64*p*,2*pi* **104,50*m*** **0,10*m***	58*p*, 4*pi* **95,64*m*** **-0,14*m***	53*p* **89,24*m*** **-3,16*m***	52*p* **84,40*m*** **0,05*m***
BC	8*p*, 1*pi* **13,05*m*** **0,26*m***	34*p*, 1*pi* **55,65*m*** **-0,10*m***	47*p*, 3*pi* **77,26*m*** **0,05*m***	55*p*, 3*pi* **90,40*m*** **-0,10*m***	61*p*, 1*pi* **99,27*m*** **0,14*m***	65*p* **105,66*m*** **-0,09*m***	68*p* **110,50*m*** **-0,05*m***
HF=FE	30*p* **48,72*m*** **0,01*m***	30*p* **48,72*m*** **0,01*m***	30*p* **48,72*m*** **0,01*m***	30*p* **48,72*m*** **0,01*m***	30*p* **48,72*m*** **0,01*m***	30*p* **48,72*m*** **0,01*m***	30*p* **48,72*m*** **0,01*m***
HG	60*p* **97,44*m*** **0,01*m***	69*p*, 1*pi* **112,29*m*** **0,11*m***	78*p*, 2*pi* **127,31*m*** **0,02*m***	87*p*, 4*pi* **142,45*m*** **0,15*m***	97*p* **157,67*m*** **-0,12*m***	106*p*, 1*pi* **172,94*m*** **-0,45*m***	116*p* **188,25*m*** **0,16*m***
GF	52*p* **84,40*m*** **0,06*m***	62*p*, 2*pi* **101,18*m*** **0,17*m***	72*p*, 2*pi* **117,64*m*** **-0,04*m***	82*p*, 2*pi* **133,87*m*** **-0,04*m***	92*p*, 1*pi* **149,96*m*** **-0,21*m***	101*p*, 4*pi* **165,95*m*** **0,60*m***	112*p* **181,85*m*** **0,06*m***
GE	82*p* **133,12*m*** **0,06*m***	92*p*, 2*pi* **149,91*m*** **0,17*m***	102*p*, 2*pi* **166,36*m*** **-0,04*m***	112*p*, 2*pi* **182,60*m*** **-0,04*m***	122*p*, 1*pi* **198,69*m*** **-0,21*m***	131*p*, 4*pi* **214,67*m*** **0,60*m***	142*p* **230,57*m*** **0,06*m***
IG	71*p* **115,29*m*** **0,03*m***	83*p* **135,06*m*** **-0,25*m***	94*p*, 3*pi* **153,70*m*** **-0,05*m***	105*p*, 3*pi* **171,59*m*** **-0,07*m***	116*p*, 4*pi* **188,96*m*** **0,42*m***	126*p*, 4*pi* **205,98*m*** **-0,03*m***	137*p*, 1*pi* **222,72*m*** **0,12*m***
IH	11*p* **17,85*m*** **0,02*m***	13*p*, 4*pi* **22,77*m*** **-0,36*m***	16*p*, 1*pi* **26,38*m*** **-0,07*m***	17*p*, 4*pi* **29,14*m*** **-0,22*m***	19*p*, 3*pi* **31,30*m*** **0,54*m***	20*p*, 3*pi* **33,04*m*** **0,42*m***	21*p*, 1*pi* **34,47*m*** **-0,03*m***
IE=IA	41*p* **66,56*m*** **0,03*m***	40*p* **65,04*m*** **-0,07*m***	39*p*, 1*pi* **63,66*m*** **0,01*m***	38*p*, 2*pi* **62,45*m*** **-0,08*m***	37*p*, 4*pi* **61,40*m*** **0,00*m***	37*p*, 1*pi* **60,48*m*** **-0,06*m***	36*p*, 4*pi* **59,68*m*** **0,09*m***
AH	52*p* **84,41*m*** **0,05*m***	53*p*, 4*pi* **87,81*m*** **-0,43*m***	55*p*, 2*pi* **90,05*m*** **-0,07*m***	56*p*, 1*pi* **91,59*m*** **-0,31*m***	57*p*, 2*pi* **92,70*m*** **0,53*m***	57*p*, 4*pi* **93,52*m*** **0,36*m***	58*p* **94,14*m*** **0,06*m***
AE	58*p* **94,13*m*** **0,07*m***	56*p*, 2*pi* **91,98*m*** **-0,38*m***	55*p*, 2*pi* **90,03*m*** **-0,05*m***	54*p*, 1*pi* **88,32*m*** **-0,29*m***	53*p*, 2*pi* **86,83*m*** **-0,10*m***	52*p*, 3*pi* **85,53*m*** **-0,10*m***	52*p* **84,40*m*** **0,06*m***
AB	173*p*, 4*pi* **282,40*m*** **-0,11*m***	147*p*, 1*pi* **239,52*m*** **-0,44*m***	133*p*, 4*pi* **217,37*m*** **-0,05*m***	125*p*, 1*pi* **203,63*m*** **-0,28*m***	119*p*, 2*pi* **194,17*m*** **-0,24*m***	115*p*, 1*pi* **187,21*m*** **-0,10*m***	112*p* **181,86*m*** **0,05*m***
DC	7*p*, 4*pi* **12,65*m*** **0,02*m***	32*p*, 4*pi* **53,57*m*** **-0,30*m***	45*p*, 3*pi* **74,02*m*** **0,04*m***	53*p* **86,27*m*** **-0,19*m***	58*p*, 1*pi* **94,44*m*** **0,09*m***	61*p*, 4*pi* **100,27*m*** **0,11*m***	64*p*, 2*pi* **104,64*m*** **-0,04*m***
AD	173*p*, 4*pi* **282,38*m*** **-0,09*m***	147*p* **239,05*m*** **-0,29*m***	133*p*, 1*pi* **216,24*m*** **0,10*m***	124*p*, 1*pi* **201,83*m*** **-0,10*m***	118*p* **191,74*m*** **-0,09*m***	113*p*, 1*pi* **184,22*m*** **-0,36*m***	109*p*, 4*pi* **178,36*m*** **-0,02*m***
AC	181*p*, 3*pi* **295,02*m*** **-0,07*m***	179*p*, 4*pi* **292,62*m*** **-0,59*m***	178*p*, 4*pi* **290,26*m*** **0,15*m***	177*p*, 1*pi* **288,10*m*** **-0,29*m***	176*p*, 1*pi* **286,18*m*** **0,00*m***	175*p* **284,49*m*** **-0,26*m***	174*p*, 1*pi* **283,00*m*** **-0,06*m***

From A. de Ville's table – *values of magistral line elements (p = Pas géométrique; pi = Pied de Paris)*
From algorithmic model – *values obtained via geometric construction following A. de Ville*
Difference – *table value (converted to metric units) minus algorithmic model value*

Tab. 3- Values of magistral line elements according to A. de Ville's system (elaboration by F. Natta)

The foundational algorithmic model, which is independent of orillon variations, is fully functional for any base polygon ranging from a hexagon to a dodecagon (Fig. 5). It systematically divides the fortification into its constituent parts, reflecting the meticulous detail found in de Ville's treatise. This includes the individual 'parametrization' of elements such as the counterforts and the vaulted corridor, as explicitly depicted in de Ville's *planche 13* and meticulously integrated into our algorithm. This modular approach ensures that each component can be studied and analyzed individually, providing an unprecedented level of detail in the digital reconstruction.

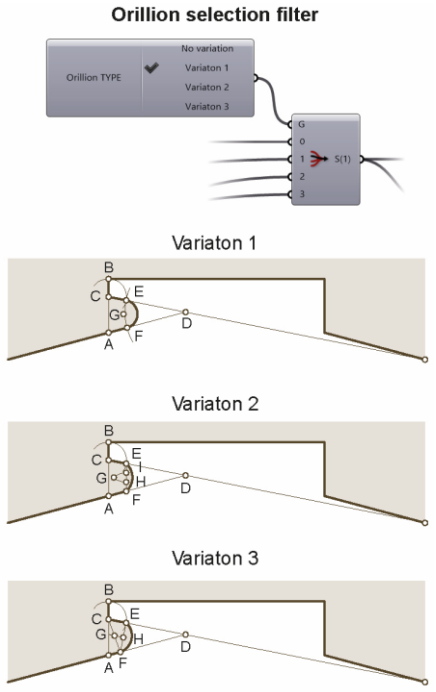


Fig. 4- Orillion variation and visual algorithm control nodes (graphic elaboration by F. Natta)

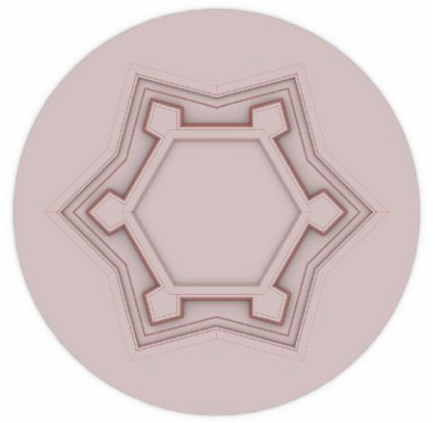


Fig. 5- Parametric model of A. de Ville's fortification system (graphic elaboration by F. Natta)

5. Algorithmic Modelling of De Ville's Fortifications

The culmination of the algorithmic modelling process is the export of the generated data into a Building Information Modelling (BIM) environment. This step is a crucial transition from purely geometric representation to a semantically enriched, information-based model. BIM provides the framework for organizing and classifying the digital assets, transforming historical plans into a modern, usable database. The models are exported with a clear hierarchical structure, primarily divided into two main families: 'Base Wall' and 'Topographic Solids'. The 'Base Wall' family is a comprehensive collection of all masonry components, including the main curtain wall, the cordon, the parapet, the patrol path, the counterforts, and the 'void' that represents the vaulted corridor. The 'Topographic Solids' family, on the other hand, comprises all the earthworks and stone foundations, such as the glacis and other ground-level elements. This division facilitates the management and analysis of the different material and structural components of the fortification (Fig. 6) (Rechichi et al., 2024; Spallone et al., 2025).



Fig. 6- BIM section (extract from Revit) and BIM viewer interface (extract from BIMViewer) of de Ville's model (graphic elaboration by F. Natta)

The final and arguably most impactful potential of this research is the export of the model to a web-based BIM application (Rechichi et al. 2025). This functionality allows for the online consultation of the model (Fig. 6), democratizing access to the rich historical content. By creating an interactive, web-based platform, this project makes it possible for a

global audience to explore de Ville's fortifications in a 3D environment, gaining a deeper understanding of the design principles and construction techniques of the 17th century. This digital dialogue between historical sources and modern technology not only preserves cultural heritage but also transforms it into a dynamic, educational, and research-oriented tool.

6. Conclusions

De Ville's graphic and tabular approach set a standard for technical presentation of fortification design in the early 17th century. Data provided in the treatise can act as a solid base for three-dimensional verification of numerical values defined by *supputation* and by graphical and textual analysis of the book and its illustrations.

This work benefits from the scientific approach defined in previous studies and continues with the validation and verification of the scalability of the method of model implementation through parametric modelling and information enrichment through BIM.

The method is under development by the research group of the broader PRIN project, and sheds light on possible future developments in relation to the efficient interoperability between the two systems.

Acknowledgement and credits

The study is part of the activities of the PRIN 2022 project INFORTREAT. Reconstructing the Early Modern bastioned front. INformation models for the fruition of constructive knowledge in FORtified architecture TREATises (16th-18th Century), CUP I53D23005420006, funded by the European Union – Next Generation EU, A.I.: R. Spallone, Politecnico di Torino.

This contribution, whose authors shared the methodological framework, was written by M. Pavignano (par. 2-3), F. Natta (par. 4-5), R. Spallone (par. 1). Par. 6 was written by all the authors.

Fig. 1 is courtesy of Biblioteca Reale di Torino, all rights reserved.

References

de Ville, A. (1628) *Les fortifications du chevalier Antoine de Ville.* Lyon, Scipion Iasserme-I. Barlet.

Martini, A. (1883) *Manuale di metrologia.* Torino, Loescher.

Mišić, S. & Obradović, M. (2025) Geometry of bastion fortifications magistral line: influences and development. *npj Heritage Science*, 13(12).

Pavignano, M. & Spallone, R. (2025) Antoine de Ville and the 'supputation' of the regular fortress (1628). In: Zerlenga, O. & Cirillo, V. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Vol. XX, 10-12 aprile 2025, Caserta. Caserta - Valencia, DADI_PRESS, edUPV (Universitat Politècnica de València), pp. 245–252.

Pernot, J.-F. (1987) La guerre et l'infrastructure de l'État moderne: Antoine de Ville, ingénieur du Roi (1596?-1656?), la pensée d'un technicien au service de la mobilisation totale du royaume. *Revue d'Histoire Moderne & Contemporaine*, 34(3), 404–426.

Rechichi, P., Miele, V. & Bevilacqua, M. G. (2024) Modelli informativi digitali di architettura militare della prima età moderna. Il caso del Corno Dogale di Pietro Sardi. In: Bergamo, F., Calandriello, A., Ciammaichella, M., Friso, I., Gay, F., Liva, G. & Monteleone, C. (eds.) *Misura / Dismisura | Measure / Out of Measure.* Milano, Franco Angeli, pp. 3603–3626.

Rechichi, P., Miele, V. & Bevilacqua, M. G. (2025) Digital dialogues between Military Architecture Treatises. The case of "Le Fortificationi…" by Bonaiuto Lorini and "La Fortificatione guardia difesa et espugnatione delle fortezze…" by Francesco Tensini. In: Zerlenga, O. & Cirillo, V. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Vol. XX, 10-12 aprile 2025, Caserta. Caserta - Valencia, DADI_PRESS, edUPV (Universitat Politècnica de València), pp. 1165–1172.

Spallone, R. & Vitali, M. (2024) "Prima daremo le regole universali, indi le misure particolari". Geometry, ballistics, and construction for fortresses' design in Guarini's *Trattato di Fortificatione.* In: Bergamo, F., (eds.) *Misura / Dismisura | Measure / Out of Measure.* Milano, FrancoAngeli, pp. 621–642.

Spallone, R., Vitali, M., Natta, F. & Pupi, E. (2025) Parametric variations of the "delineationi seconde delle fortezze, e dell'ortografia loro", from the *Trattato di Fortificatione* by Guarini. In: Zerlenga, O. & Cirillo, V. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, Vol. XX, 10-12 aprile 2025, Caserta. Caserta - Valencia, DADI_PRESS, edUPV (Universitat Politècnica de València), pp. 1213–1220.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21498

Strategy and optimisation of the surveying process using SfM photogrammetry: the case of Alcudia de Veo Castle (Castellón)

Ana Pérez-Vila[a], Teresa Gil-Piqueras[a], Pablo Rodríguez-Navarro[a]
[a] Universitat Politècnica de València, Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión para el Desarrollo Sostenible, Valencia, España, anprevi@ega.upv.es, tgil@ega.upv.es, rodriguez@upv.es

How to cite: Pérez-Vila, A., Gil-Piqueras, T. & Rodríguez-Navarro, P. (2026). Strategy and Optimisation of the Surveying Process Using SfM Photogrammetry: The Case of Alcudia de Veo Castle (Castellón). In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21498

Abstract

Three-dimensional digitisation of defensive heritage is a key tool for its preservation, study, and dissemination, particularly in rural settings with limited resources. In the Valencian Community, more than 240 castles have been catalogued, among which the group located in the Sierra de Espadán stands out. This protected natural area of high ecological and landscape value preserves more than twenty Islamic fortifications. Within this group, the Castle of Alcudia de Veo, due to its strategic location, distinctive morphology, and advanced state of deterioration, constitutes a reference case for defining digital survey strategies. This paper presents the documentation experience of the castle, based on an analysis of regulatory, environmental, and territorial constraints, as well as its current state of conservation. These factors determined the choice of Structure from Motion (SfM) photogrammetry as the most suitable technique, supported by programmed and oblique drone flights, complementary terrestrial captures, and careful planning to comply with environmental and legal requirements. The results demonstrate the feasibility of this methodology for documenting fortifications in complex contexts, proposing a replicable model adaptable to similar constructions. Furthermore, its potential is highlighted as a first step towards physical conservation, accessible dissemination, and the touristic enhancement of defensive heritage.

Keywords: multi-image photogrammetry, Alcudia de Veo Castle, medieval architecture, optimisation.

1. Introducción

Las técnicas de levantamiento para la digitalización tridimensional del patrimonio se encuentran ya en estado de avanzado desarrollo por lo que su evolución ahora se centra en la crítica sobre los resultados y la definición de la metodología adaptada al objetivo, de forma que se consigan los resultados más adecuados al propósito concreto del levantamiento (Rodríguez, 2024a).

A lo largo del territorio de la Comunidad Valenciana podemos encontrar más de 240 fortificaciones catalogadas como castillos, erigidas en distintas épocas, con diversos enclaves (urbanos, periurbanos, rurales, etc.) pero

BY-NC-SA

que pueden clasificarse como escenarios diferenciados entre los bienes patrimoniales identificados como arquitectura defensiva por su morfología y función.

En esta clasificación es necesario poner el foco sobre los casos que cuentan con ubicaciones territoriales complejas y pertenecientes a municipios de poca entidad caracterizados por la despoblación, donde los recursos habitualmente son limitados, y además suelen contar con varios elementos patrimoniales considerados como Bienes de Interés Cultural, hecho que complica la gestión dado que según la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español su protección y salvaguarda debe quedar garantizada bajo la tutela del propio municipio. De estos, encontramos múltiples casos, por lo que se hace patente la necesidad de generar estrategias para la conservación y difusión que se basen en la optimización de recursos y fomenten la accesibilidad, puesto que pueden llegar a suponer de las principales fuentes de recursos municipales ofreciéndoles un enfoque turístico, pero partiendo de una base con declaradas limitaciones.

En esta comunicación se pretende exponer la experiencia de levantamiento de un caso específico de este tipo de fortificaciones, el Castillo de Alcudia de Veo, la casuística encontrada y las consideraciones tenidas en cuenta para la realización de un levantamiento de altísima precisión y calidad gráfica en el que la optimización de recursos ha sido uno de los ejes centrales del trabajo. El propósito es el de analizar las posibles mejoras y su aplicabilidad al resto de fortificaciones con idénticas particularidades.

2. Fortificaciones en la Sierra de Espadán

La Sierra de Espadán es el segundo espacio natural protegido con mayor extensión de la Comunidad Valenciana, su gran interés biológico y geológico, le confieren además un excepcional valor paisajístico. En este territorio se conservan restos de más de 20 castillos, la mayor parte de origen árabe o preislámico, por lo que se considera que la época árabe fue la de mayor esplendor en la antropización de este enclave natural.

De entre estos castillos tuvo gran relevancia la agrupación perteneciente al "Alcadiazgo de Eslida" que bajo un único mando cumplían con la función de vigilancia y control del camino de Onda a Segorbe, dos importantes urbes en la época.

La agrupación estuvo compuesta por los castillos de "Palmes", "Mauz" (Sueras), "Benalí" (Ahín), "Jinquer", "Alcudia de Veo" (Alcudia de Veo) y "Eslida" (Eslida), siendo este último el de mayor importancia por residir en él el "Cadí" (Forcada, 2012).

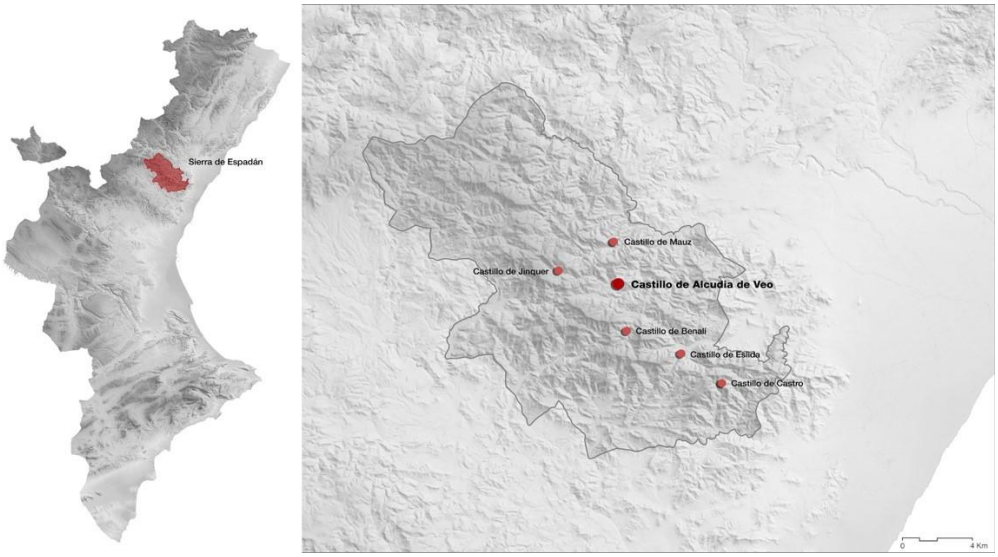


Fig. 1- Agrupación de Castillos pertenecientes al Alcadiazgo de Eslida en la Sierra de Espadán (elaboración gráfica por Ana Pérez-Vila, Teresa Gil-Piqueras & Pablo Rodríguez-Navarro, 2025)

Todos ellos, con distinta morfología y composición arquitectónica adaptada a las particularidades de su entorno inmediato, reúnen las características comunes de: encontrarse ubicados en lo alto de un cerro, tener un acceso poco definido y de gran dificultad, y estar en ubicaciones elevadas respecto a los núcleos de población a los que pertenecen. Estas características son las que les confieren el adjetivo de inexpugnables por su estrategia defensiva. También cuentan como factor común encontrarse en avanzado estado de degradación por falta de conservación y mantenimiento, por lo que el entorno natural que los rodea también supone un condicionante para llevar a cabo trabajos de documentación. No obstante, actualmente en algunos casos como son el Castillo de Benalí, Mauz y Eslida, ya se han iniciado trabajos de conservación para su puesta en valor.

2.1. El castillo de Alcudia de Veo

El castillo de Alcudia de Veo se alza sobre un cerro de fuertes pendientes al norte del núcleo de población que lleva el mismo nombre y separado geográficamente del mismo por el cauce del rio de Veo.

Fue construido en época islámica (posiblemente s. XII), y la primera cita documental de la que se tiene constancia es en el 'Llibre del Repartiment' con fecha de 1238 (Forcada, 2012).

En el conjunto monumental, de planta irregular con una superficie aproximada de 2.200 m^2, se distinguen tres recintos. El recinto exterior, que adapta su geometría a la morfología del cerro, se compone por una cinta muraria de mampostería de poca entidad actualmente visible, pero en la que destaca la formación de cuatro torres, compuesta por una torre principal orientada a norte de planta rectangular rematada en la coronación con almenado, acompañada hacia el lado oeste de tres torres albarranas muy cercanas entre sí, en las cuales se observan fácilmente distintas fases constructivas en las que también se encuentra el uso de la tapia como sistema constructivo.

El recinto intermedio se identifica más difícilmente debido al pésimo estado de conservación en el que se encuentra y a la alta presencia de vegetación arbustiva sobre sus fábricas, pero responde al mismo sistema constructivo que su delimitación paralela del recinto exterior, muro de mampostería.

En el recinto superior destaca la Torre del homenaje de planta circular con 6,70 m de diámetro elevada sobre un espacio también de planta circular que se completa con el recinto que alberga el aljibe.



Fig. 2- Vista aérea del castillo de Alcudia de Veo (foto por Pablo Rodríguez-Navarro, 2025)

El conjunto de las cuatro torres del recinto exterior con la torre del homenaje cilíndrica le confiere al conjunto una gran singularidad y presencia en el paisaje que, combinado con su gran extensión y la dificultad de acceso pese a su proximidad al núcleo urbano, hace de este castillo perfecto para tomar como referencia para definir la estrategia de levantamiento en elementos de su misma tipología y particularidades.

3. Análisis de condicionantes

Con el objetivo de optimizar recursos, el proyecto de levantamiento se inicia con el análisis y evaluación de los condicionantes existentes en el caso concreto relacionados con: las restricciones normativas a nivel territorial, ambiental y de protección asociadas a la ubicación del bien, las condiciones de su implantación territorial y las características de su entorno inmediato, y la morfología, materialidad y estado de conservación del propio bien.

Todo ello analizado mediante una visita previa al castillo siempre que sea posible y la búsqueda de toda la información relacionada con el bien, a través de páginas web oficiales, y bibliografía.



Fig. 3- Vistas del acceso y vegetación sobre el lienzo noroeste del castillo (fotos por Ana Pérez-Vila & Pablo Rodríguez-Navarro, 2025)

Como condicionantes a nivel normativo, en el castillo de Alcudia de Veo, el primer aspecto tenido en cuenta es su ubicación en el área de protección de un parque natural, donde existen mecanismos restrictivos de protección ambiental, especialmente de protección de aves. Por lo que conlleva la necesidad como parte del proyecto de levantamiento gestionar los permisos y autorizaciones por parte del agente responsable del parque, así como establecer un protocolo de actuación para causar mínimo impacto sobre el medio ambiente y sobre la fauna del entorno, así como para prevenir posibles accidentes con riesgo de incendio.

La implantación territorial del castillo implica una alta complejidad en el acceso. Pese a encontrarse a corta distancia del núcleo urbano, la topografía de grandes desniveles y barrancos hacen que el acceso se produzca a través de una senda peatonal de trazado irregular con firme inestable salvando en total, en un recorrido de 600 m, una pendiente de 130 m desde la base del cerro junto al núcleo urbano.

Por otra parte, la morfología de las estructuras adaptada a la topografía abrupta y con fuertes desniveles y cortados en el frente sur y suroeste, combinada con la presencia de vegetación frondosa a base de pinos de gran porte en todo el alzado noreste y noroeste, situada muy próxima a los lienzos e incluso en algunos casos sobre-elevándose la copa de los árboles sobre los lienzos, hacen prácticamente inviable la visualización completa del conjunto monumental de forma directa.

4. Estrategia de levantamiento

Teniendo en cuenta los condicionantes observados se enfoca la definición concreta del proyecto de levantamiento buscando la técnica y las herramientas de apoyo que faciliten la obtención de la recopilación de datos para una reconstrucción tridimensional completa del conjunto sin requerir elementos complejos o de elevado coste.

La ausencia de espacios interiores y la necesidad de contar con soporte de dron para poder ubicar la herramienta de toma de datos en puntos que garanticen la recopilación de la superficie completa del castillo, determinan la fotogrametría SfM como la metodología óptima para el levantamiento.

Atendiendo a los condicionantes normativos, se comprueba las limitaciones al vuelo con dron visitando el sitio web de ENAIRE, que es el principal proveedor de servicios de navegación aérea y de información aeronáutica en España, (Rodríguez, 2024b), lo que lleva a realizar la solicitud de permiso de vuelo al organismo responsable del Parque Natural de la Sierra de Espadán y la solicitud para la autorización de actividades que puedan entrañar riesgo de incendio en terrenos forestales, así como la comunicación del inicio de la actividad al Ayuntamiento de Alcudia de Veo con indicación de fecha y duración de los trabajos.

Con el mismo criterio, atendiendo a los condicionantes asociados directamente con la vegetación, debe tenerse en cuenta en la planificación para la realización de las tomas fotográficas los posibles faltantes de las áreas cubiertas principalmente por las copas de los árboles.

Para la determinación de la fecha de realización de la toma de datos se analiza la previsión meteorológica, principalmente en cuanto a lluvias y viento (velocidad y tipo), puesto que será de gran relevancia dada la dificultad de acceso al propio bien y distancia a la que se encuentra el municipio, para no encontrarse con fenómenos que impidan la ejecución del trabajo conllevando la posible pérdida de un día completo y con ello el desaprovechamiento de los recursos.

Como estrategia de toma de datos se plantea en primer lugar la realización de un vuelo programado para la obtención de la planta completa con una altura de vuelo máxima de 30m respecto de la superficie, de forma que quede garantizada la resolución mínima exigible a un levantamiento con el objetivo de elaborar documentación técnica, empleando el menor tiempo posible y con el solape adecuado para garantizar el procesado fotogramétrico posterior.

En una segunda fase se realizan dos vuelos en oblicuo aproximadamente a 45º y 90º respecto de la horizontal recorriendo a distancia constante todas las estructuras que definen los tres recintos del castillo. Estos vuelos se inician de forma que queden enlazados de forma secuencial entre ellos y con la última toma del primer vuelo.



Fig. 4- Planta del castillo de Alcudia de Veo (elaboración gráfica por Ana Pérez-Vila, Teresa Gil-Piqueras & Pablo Rodríguez-Navarro, 2025)



Fig. 6- Proceso de restitución fotogramétrica. Alineación de imágenes (elaboración gráfica por Ana Pérez-Vila, Teresa Gil-Piqueras & Pablo Rodríguez-Navarro, 2025)

Como última fase, se realizan tomas fotográficas a menor distancia focalizando sobre las torres del recinto exterior y la torre del homenaje, completándose con tomas terrestres y procurando cubrir toda la superficie sorteando la vegetación que impide la visibilidad desde puntos más lejanos.

La toma de datos aérea se realiza con un dron Mavic 3 Enterprise RTK, con sensor CMOS 4/3, con una resolución de 20 MP, obturador mecánico y lente gran angular de 24 mm de distancia focal equivalente. Para las tomas terrestres se utiliza una cámara Sony RX100IV, dotada con una resolución de 20,1 Mb, Sensor CMOS Exmor RS® tipo 1.0 (13,2 × 8,8 mm), relación de aspecto 3:2 y lente ZEISS Vario-Sonnar con apertura F1,8-2,8, de longitud focal equivalente 24-70 mm.

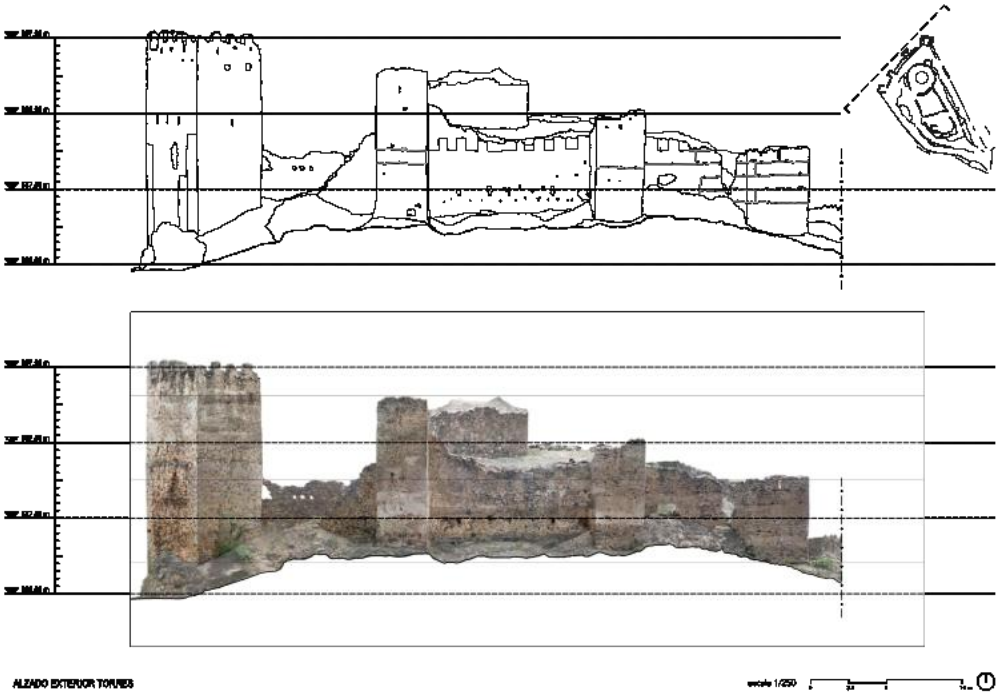


Fig. 7- Alzado exterior noroeste del castillo de Alcudia de Veo (elaboración gráfica por Ana Pérez-Vila, Teresa Gil-Piqueras & Pablo Rodríguez-Navarro, 2025)

En total se realizan 722 tomas, que se pueden clasificar de la siguiente forma:

- vuelo aéreo (planta): 94 tomas;
- vuelo aéreo oblicuo: 419 tomas;
- terrestres: 209 tomas;

Con las tomas obtenidas, mediante software fotogramétrico SfM/IM se ejecuta la reconstrucción virtual obteniendo el modelo a escala con apariencia hiperrealista sobre el que obtenemos la documentación gráfica para la realización de estudios y divulgación científica,

así como la extracción de modelos destinados a desarrollo de realidad virtual y realidad aumentada con los que desarrollar el acercamiento y accesibilidad del sitio al público general.

5. Conclusiones

La realización del levantamiento de esta tipología de construcciones puede suponer el primer paso para su conservación, generando mecanismos de difusión accesibles que contribuyen al conocimiento y con ello fomentan el respeto y la puesta en valor, atrayendo al público que puede suponer la principal fuente de ingresos para promocionar los trabajos físicos de conservación, como pueden ser intervenciones relacionadas con la consolidación de las estructuras que componen los monumentos y sitios arqueológicos, así como, la generación de rutas y mejoras en la accesibilidad de los caminos y senderos que conducen a su visita directa.

El análisis para la definición del proyecto de levantamiento llevado a cabo en el castillo de Alcudia de Veo y la metodología utilizada es completamente adaptable al resto de fortificaciones presentes en el parque natural, atendiendo en cada caso a los puntos que se detecten conflictivos por causas externas (como era en este caso la vegetación) o por la complejidad propia de las estructuras existentes, en el momento de realización de necesaria o no de tomas de detalle. A nivel de mejora, se determina que en una situación similar, en la planificación del levantamiento se debería realizar la solicitud y gestión de poda de la vegetación invasiva y aquella elevada sobre las estructuras a las autoridades municipales competentes con la suficiente antelación para que con recursos propios pudiesen eliminar todos aquellos elementos que suman complejidad al proceso completo, economizando tiempos de toma de datos y procesado posterior de imágenes.

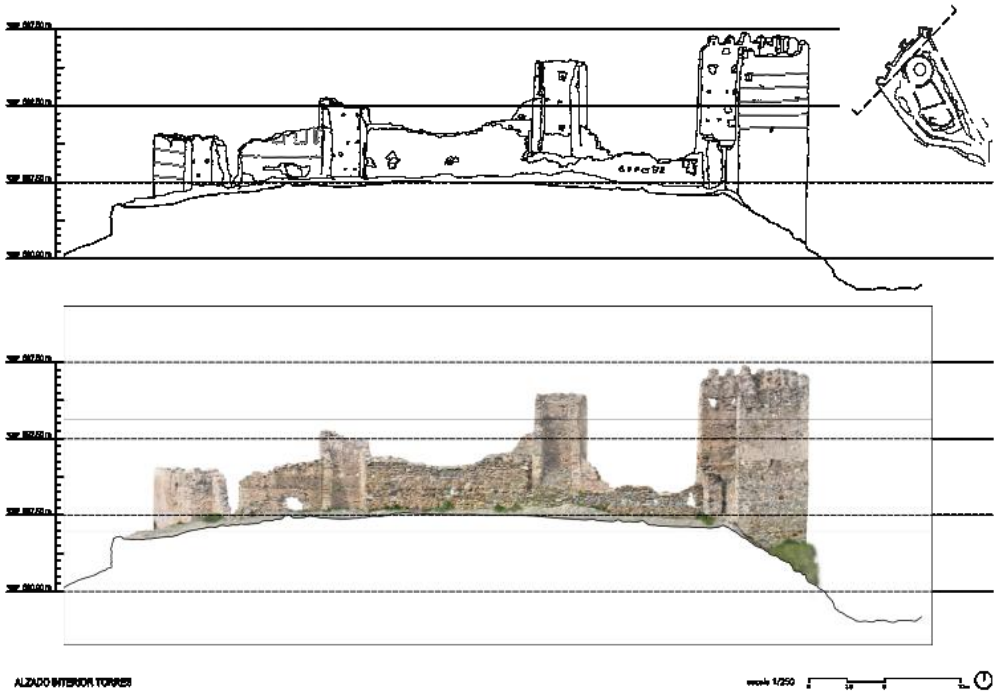


Fig. 8- Alzado interior noroeste del castillo de Alcudia de Veo (elaboración gráfica por Ana Pérez-Vila, Teresa Gil-Piqueras & Pablo Rodríguez-Navarro, 2025)

Referencias

Carrión, A. (2015) *Plan Nacional de Arquitectura Defensiva*. Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Secretaría General Técnica.

El Fabricante de Espheras (2023) *Plan Director de Recuperación del Castillo de Alcudia de Veo.* [Documento descriptivo]. Castellón, Ayuntamiento de Alcudia de Veo.

Forcada, V. (2012) *Torres y castillos de la Sierra Espadán*. Castellón, Sociedad Castellonense de Cultura.

Forcada, V. (2002) Inventario de los castillos de la provincia. *Penyagolosa: Revista de la Excma. Diputación Provincial de Castellón*, 2022(3), 67-72.

Generalitat Valenciana (2025) *Parc natural de la serra d'Espadà*, disponible en el enlace: https://parquesnaturales.gva.es/es/web/pn-serra-d-espada/conocenos (Consultado: 25 de agosto de 2025).

Gusi, F. & Fernández, M. A. (2008) El patrimonio histórico-arqueológico de Castellón y su explotación turística. *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló*, 2008(26), 169-196.

Pérez-Vila, A. (2025) *Fotogrametría multi-imagen y desarrollo gráfico: optimización de procesos aplicados a la documentación, conservación y difusión del patrimonio*. [Doctoral thesis]. Valencia, Universitat Politècnica de València.

Rodríguez-Navarro, P. & Gil-Piqueras, T. (2024) Estándares y métodos para optimizar la digitalización 3D de las fortificaciones. In: Islami, V. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Vol. XVII. Proceedings of the International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast (FORTMED 2024). Tirana, Universiteti Politeknik i Tiranës, pp. 139-144.

Rodríguez-Navarro, P., Gil-Piqueras, T. & Soler Estrela, A. (2024b) Methodologies for the comprehensive graphic survey of castles located in complex sites. In: Valverde Cantero, D., Cañizares Montón, J. M., Barrera Vera, J. A., Rodríguez-Navarro, P. (eds.) *Pensar dibujando*. Proceedings of the XVI International Conference of the Asociación de Profesores de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación (APEGA 2023). Cuenca, Universidad de Castilla-La Mancha, pp. 330-338.

Villalba Barres, J. F. (2025) *CastillosNet*, disponible en el enlace: https://www.castillosnet.org//monumento.php?r=CS-CAS-022&seo=castillo-de-alcudia-de-veo-alcudia-de-veo-castellon-comunidad-valenciana (Consultado: 25 de agosto de 2025).

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21499

Endangered fortifications: The kulla of northern Albania in survey and conservation

Edmond Pergega[a], Blerina Tabaku[b], Saimira Arapi[b], Gjergji Islami[c]
[a] Sapienza Università di Roma, Roma, Italia, edmond.pergega@uniroma1.it, [b] Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Aversa, Italia, blerina.tabaku@unicampania.it, saimira.arapi@unicampania.it, [c] Polytechnic University of Tirana, Tirana, Albania, gjerislam@yahoo.com,

How to cite: Pergega, E., Tabaku, B., Arapi, S. & Islami, G. (2026). Endangered fortifications: The kulla of northern Albania in survey and conservation. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21499

Abstract

This paper presents the results of a field survey of a kulla (tower house) in Northern Albania, one of the most distinctive examples of vernacular fortified dwellings, built in stone and shaped by the traditions of clan-based society. This contribution focuses on the digital restitution phase, establishing a foundation for subsequent research on conservation and adaptive reuse. Documentation combined hand-measured drawings, photographic records, and digital survey tools, not only to analyze the structure but also to safeguard and promote its cultural significance. Through this case study, the paper addresses the wider challenges of conserving rural fortifications in the Mediterranean: their growing vulnerability to neglect, the limited place they occupy within formal heritage frameworks, and the difficulty of adapting them to contemporary needs. At the same time, the work demonstrates how careful survey practice can operate both as a preservation tool and as a starting point for reintegrating such architecture into broader debates on Mediterranean heritage. This article also marks the first step of a planned series dedicated to the systematic study of kulla typology. By establishing a foundation of data and methods for documentation, protection, and valorization, it opens the way for further investigations that will extend the analysis and contribute to a comprehensive framework for safeguarding this unique form of architectural heritage. In a broader perspective, the kulla is part of a larger family of fortified dwellings found across the Mediterranean.

Keywords: kulla, survey, heritage, mediterranean fortifications.

1. Introduction

The Mirditë region, in the mountainous north of Albania, has long stood as a symbolic center of highland identity. Its rugged geography fostered a society structured around kinship and customary law, most notably the Kanun, which regulated collective life in the absence of strong state institutions. Within this framework, architecture became more than a shelter: it

BY-NC-SA

embodied resilience, autonomy, and continuity. The kulla (tower house), built in stone with fortified features, is the most distinctive product of this tradition. While its defensive character reflects memories of earlier times of invasions and other external threats, by the modern period the type has become a cultural marker, carrying forward a deeply rooted architectural identity rather than responding to immediate conflicts.

Perlat i Epërm (also *Perlat*), situated in one of Mirditë's eastern valleys, provides a telling case of this synthesis between geography, society, and architecture. Historically associated with local leadership and clan life, the village preserves examples of kullas that illustrate both the strategic sensibilities and the cultural values of its inhabitants. These structures were designed as enduring symbols of autonomy and honor, embodying an inherited defensive tradition that had become embedded in the fabric of highland life. Today, the Perlat kulla offers not only an architectural case study but also a lens through which to understand the broader challenges of conserving rural fortifications across the Mediterranean.



Fig. 1- Position of Perlat Epërm in Albania (source: the authors)

Although the kulla is a distinctly Albanian expression of fortified domestic architecture, its significance becomes clearer when placed within the wider Mediterranean context. Similar traditions can be found in the Montenegro, the fortified tower houses of Bosnia, or the Mani towers of southern Greece, all of which embody local responses to insecurity, clan-based organization, and the assertion of autonomy through architecture. Today, these rural fortifications share a common fate: many stand abandoned or underused, challenged by urban migration, the erosion of traditional lifeways.

1.1. The kanun tradition

The Kanun formed the backbone of Mirditë and northern Albania historical society, providing a system of customary law in a context where state institutions such as courts or prisons were absent. It governed family relations, property rights, and mechanisms of conflict resolution, relying on collective responsibility and the authority of clan elders (Gjeçovi, 2010).

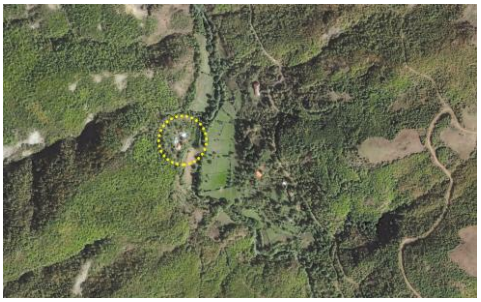


Fig. 2- Orthophoto with the position of the kulla house in the valley (source: https://geoportal.asig.gov.al, 2025)

One of its most cited aspects, the blood feud (gjakmarrja), has often been misrepresented in later discourse as a cultural constant. In reality, it functioned as a deterrent within a moral framework, reminding individuals that serious misbehavior could carry severe consequences not only individually but for the whole clan. While blood feuds did occur, they were not the daily reality of highland life, but rather exceptional events that reflected the absence of other judicial instruments.



Fig. 3- Aerial view of the kulla house (source: the authors)

It is common belief that fortified kulla houses were constructed primarily for protection in case of blood feuds, but it seems improbable that families would build their homes with the expectation of entering such conflicts (Dedaj, 2010). Instead, their defensive features seem more likely a continuation of architectural traditions from earlier centuries, when raiders, warlords, or external incursions posed continuous threat to their settlements. In late centuries, those dangers had largely diminished, yet the building type persisted, transformed into a cultural symbol of autonomy, honor, and resilience. The kullas must therefore be seen both as a physical artifact and as a material trace of the social order that once defined the region.

2. Methodology and documentation

Over the past five decades, the kulla has attracted the attention of numerous scholars, yet research has generally remained within a typological framework. Studies have focused on classifying forms, outlining regional variations, and situating the kulla within the broader context of Albanian vernacular architecture. While this work has been essential for establishing a general understanding of the typology, it has often overlooked detailed investigations of individual examples. Precise case studies and systematic surveys remain scarce, leaving a gap in the documentation of their construction techniques, material conditions, and lived transformations over time (Baçe et al., 1980; Muka, 2001; Thomo, 1981; Thomo et al., 2004).



Fig. 4- View of the dense point-cloud (source: the authors)

This paper presents the results of a field survey of a kulla in Perlat, Mirditë, with the specific aim of producing a 3D digital restitution of the building as a first step toward its comprehensive study.



Fig. 5- Close view of the dense point-cloud (source: the authors)

The survey process combined hand-measured drawings, photographic documentation, and digital modeling tools, using the act of reconstruction not only as a means of analysis but also as a way of safeguarding and valorizing the monument. While this article is limited to the digital restitution phase, it also sets the foundation for subsequent research that will expand into broader questions of conservation, reuse, and the place of such fortified dwellings within the wider context of Mediterranean vernacular heritage.



Fig. 6- View of the textured mesh model (source: the authors)

Aerial survey was carried out using a programmed drone flight at 30 m altitude, with approximately 70% image overlap to ensure redundancy and precise photogrammetric alignment. Around 400 images were captured, including still frames from short video sequences, providing sufficient coverage of the kulla's exterior, as the interior was inaccessible.

To anchor the model in metric accuracy, principal dimensions (length, width, height) were taken with a handheld disto laser, serving as control

values against which the photogrammetric model was validated. The resulting accuracy, within 2–3 cm of the control measures, confirms the reliability of the dataset for subsequent documentation and analysis.



Fig. 7- Close view of the textured mesh model (source: the authors)

The photogrammetric dataset was processed in 3DF Zephyr to generate successive outputs: a dense point cloud that captured the masonry's irregularities, a textured polygonal mesh combining geometric precision with visual realism, and derivative products such as a global orthophoto, façade orthophotos, and automatically extracted DXF drawings. Complementary fly-around videos were also created to support virtual inspection and contextual understanding of the building. These digital models were then converted into two-dimensional representations, with orthophotos refined in AutoCAD and Photoshop to produce scaled façade drawings and a plan view. Together, these outputs provide both reliable geometric documentation and accessible visual material, serving as a bridge between technical survey data and heritage-oriented interpretation aimed at specialists and the broader public.

The choice of UAV-based photogrammetry was particularly suited to the Perlat kulla, given its current state of abandonment, inaccessibility of its interiors and the difficult accessibility of its surroundings. Traditional survey methods would have required extended physical access and scaffolding, both impractical under the circumstances. By contrast, drone imaging allowed systematic coverage of the exterior with minimal intrusion, ensuring safety while capturing detailed information on masonry texture, volumetric form, and signs of surface decay. The combination of aerial data and control measurements provided a non-invasive yet metrically reliable dataset, demonstrating how digital survey technologies can extend documentation to vulnerable and difficult-to-access heritage structures.

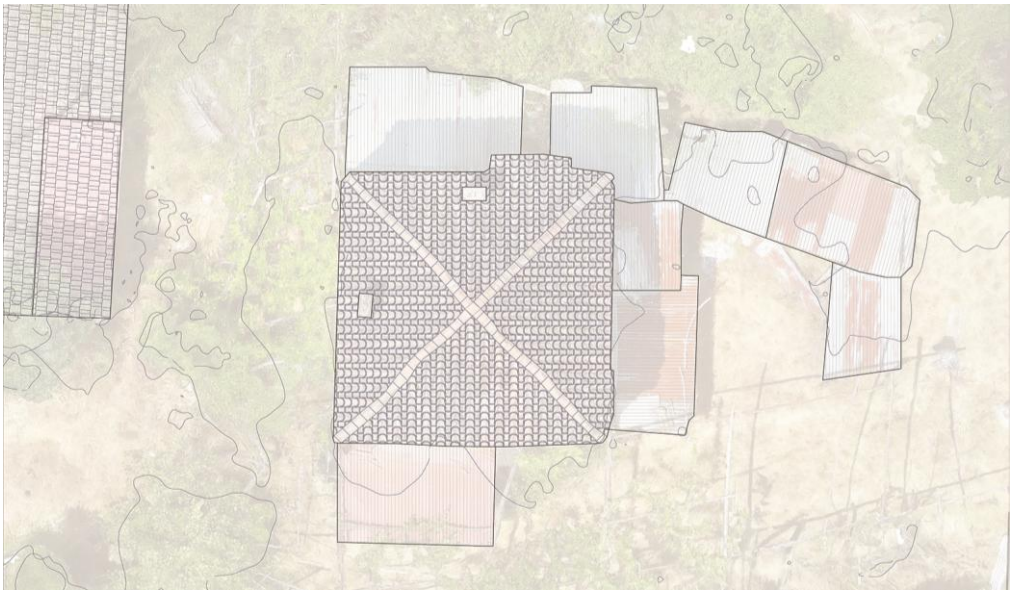


Fig. 8- Plan view of the building (source: the authors)

3. Results

The survey produced a complete digital record of the Perlat kulla's exterior, including a global orthophoto, detailed façade images, a textured 3D mesh model, and 2D drawings of the plan and elevations. These outputs document both the geometry and the material character of the structure, offering a precise basis for further study. The building is structurally intact, with deterioration limited to superficial elements such as windows, wooden frames, and metal fittings, which show clear signs of weathering and abandonment.



Fig. 9- South and North view of the kulla house (source: the authors)

The 3D model and fly-around visualizations also provide new opportunities for virtual inspection, facilitating both expert analysis and public engagement. Figures are presented in sequence to illustrate this process: from the geographical context of the site, through the drone orthophoto and dense mesh reconstruction, to the façade restitutions and scaled drawings. In further steps, the models and datasets generated by this survey will be made available online, ensuring open access to both specialists and the wider public. This approach not only enhances transparency and reproducibility but also promotes the valorization of the kulla by allowing virtual exploration, comparative study, and integration into broader research frameworks on Mediterranean fortified heritage.

The building remains structurally stable, with stone masonry in good condition and only limited decay affecting wooden elements, the roof structure, and metal fixtures. The absence of significant deformation or cracking confirms the resilience of the lime-based mortar and the double-shell wall construction. Nevertheless, biological growth and localized moisture infiltration are visible in the upper parts of the façades, indicating the onset of material deterioration typical of early abandonment phases.

The kulla is built of local stone arranged in irregular courses bonded with lime mortar. Wall thickness varies between 70 and 90 cm, while the corners are reinforced with roughly squared blocks that define the vertical edges. The roof, supported by timber rafters and covered with coppi tiles, shows partial loss of elements and surface displacement due to wind exposure and lack of repair. These features confirm the combination of massiveness, economy of materials, and climatic adaptation typical of late-nineteenth-century northern Albanian kullas.

The survey of the Perlat kulla and its surroundings indicates the first tangible signs of abandonment. Vegetation has spread across the courtyard and has started to penetrate the interior through openings. The timber frame of the vine pergola is partially collapsed, showing clear effects of lacking maintenance. This pergola originally functioned as a passive solar device. During summer, its dense foliage provided natural shading for the courtyard and façades, while in winter, the absence of leaves allowed solar radiation to reach the yard, the walls and interior spaces. Its current deterioration therefore represents the loss of a simple yet efficient environmental control element typical of traditional rural dwellings.

Other characteristic components of the yard have also disappeared or been altered through the use of non-traditional materials. The *koshari* (corn storage), the *pojata* (summer canopy for cooking and daily activities), and other small service shelters have either been removed or repaired with corrugated metal sheets. These changes reflect the progressive abandonment of agricultural functions and the adaptation to new materials and needs that developed during and after the communist period. The disappearance of these structures illustrates a wider transformation

in both use and construction logic, through which the architectural ensemble has lost the integrated domestic system that once sustained rural self-sufficiency.

4. Conclusions

The contribution has aimed to demonstrate the potential of research on fortified vernacular architecture through the case study of a kulla in Perlat, Mirditë. Although the building is abandoned, it remains structurally intact, with decay limited to superficial elements such as windows, wooden frames, and metal fixtures. The survey proved effective both for graphic documentation and for testing UAV-based integration with two- and three-dimensional digital tools. Drone flights, combined with manual measurements and photogrammetric processing, allowed analysis of both the building's exterior form and overall organization. Conducted primarily with photogrammetric techniques and complemented by manual survey, the work has required a critical interpretation of the data, ensuring consistency across the different technologies employed.

This study establishes a solid foundation for future research dedicated to conservation strategies, adaptive reuse, and comparative analysis of fortified domestic heritage. The next steps will focus on constructing a typological matrix of northern Albanian kullas, enabling systematic comparisons across regions and periods, and providing a structured basis for identifying conservation priorities. In parallel, further research will address strategies for safeguarding and reusing these dwellings, balancing their material preservation with their potential reintegration into contemporary cultural and social life.

The digital survey presented here not only safeguards one example but also establishes a methodological approach that can be applied across the region, fostering dialogue on conservation strategies for endangered fortifications within the Mediterranean context.

References

Baçe, A., Meksi, A., Riza, E., Karaiskaj, G., & Thomo, P. (1980). *Historia e arkitekturës shqiptare*. Tiranë, Instituti i Monumenteve të Kulturës.

Campi, M. (2011) *La rappresentazione grafica all'epoca della comunicazione istantanea: real time comunication*. Napoli, Giannini editore.

Dedaj, N. (2010) *Kanuni mes kuptimit dhe keqkuptimit*. Tiranë, Geer.

Gjeçovi, S. (2010) *Kanuni i Lekë Dukagjinit*. Shkodër, Botime Françeskane.

Jerliu, F. & Thaçi, K. (2024) Building typology of Albanian kulla stone houses in the Balkans. *Built Heritage*, 8(1), 5.

Mancuso, A. & Pasquali, A. (2016) Different ways lead to different results? Experiences on modern photogrammetric surveying on cultural heritage subjects. In: Proceedings of the 19th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies 2014, 4-6 November, Wien. Wien, Museen der Stadt Wien – Stadtarchäologie

Muka, A. (2001) *Banesa fshatare dhe familja e madhe*. Tiranë, Republika e Shqipërisë, Akademia e Shkencave, Instituti i Kulturës Populllore.

Muka, A. (2008) Arkitektura fshatare shqiptare - Vështrim etnologu. *Gjurmime Albanologjike - Folklor dhe etnologji*, (38), 65–94.

Remondino, F. & Campana, S. (2014) *3D recording and modelling in archaeology and cultural heritage*. doi:10.30861/9781407312309.

Remondino, F. & El-Hakim, S. (2006) Image-based 3D Modelling: A Review. *The Photogrammetric Record*, 21, 269–291.

Thaçi, K. & Jerliu, F. (2023) Assessing the Socio-Cultural Values of Kulla Stone House in the Cross-Border Region of Kosovo, Albania and Montenegro. *Architecture and Urban Planning*, 19, 121–130.

Thomo, P. (1981). *Banesa fshatare e shqipërisë veriore*. Tiranë, Shtëpia Botuese "8 Nëntori".

Thomo, P., Muka, A., Zarshati, F., & Martini, G. (2004). *Vendbanime dhe banesa populllore shqiptare 1*. Tiranë, Botimet Toena.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21500

Advanced digital modelling of the Torre del Mar (Borriana, Castellón): from digital fabrication to immersive experience through eXtended Reality (XR)

Enrico Pupi[a], Roberta Spallone[a], Teresa Gil-Piqueras[b], Pablo Rodriguez-Navarro[b]
[a] Politecnico di Torino – Department of Architecture and Design, Turin, Italy, enrico.pupi@polito.it, roberta.spallone@polito.it, [b] Universitat Politècnica de València. Centro de Investigación PEGASO. Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Valencia, Spain, tgil@ega.upv.es, rodriguez@upv.es

How to cite: Pupi, E., Spallone, R., Gil-Piqueras, T. & Rodriguez-Navarro, P. (2026). Advanced digital modelling of the Torre del Mar (Borriana, Castellón): from digital fabrication to immersive experience through eXtended Reality (XR). In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21500

Abstract

The sixteenth-century Mediterranean was neither a secure environment nor its coastlines, necessitating substantial defensive measures. To this end, fortifications were erected around urban centres and many towers were constructed to punctuate the coastal perimeter. The littoral of the Kingdom of Valencia was no exception; indeed, it was particularly affected by the presence of the Morisco population. Within this context emerges our case study: the Torre del Mar (Borriana, Castellón), an optimal site for the experimental methodology proposed in this investigation. Constructed between 1553 and 1558 by viceregal mandate, and subsequently documented by the engineer Giovanni Battista Antonelli in 1563, it constitutes a paradigmatic element of the coastal defensive system, whose comprehension may now be mediated through innovative communication forms. The principal objective of this research is the creation of a comprehensive and detailed digital model, which integrates data obtained through unmanned aerial vehicle (UAV) photogrammetry (specifically processed to maximise the level of detail of the external envelope) with a point cloud acquired through high-resolution terrestrial laser scanning (TLS), for the geometric and material characterisation of internal spaces. The resulting digital model fulfils multiple interpretative and communicative functions. Firstly, it constitutes the foundation for realizing a physical scaled replica, produced through digital fabrication techniques. The physical model decomposes the structure into twelve components, assemblable via magnetic connections. This solution enables dynamic exploration of the tower's constructive elements. Secondly, the digital model is propaedeutic to the development of immersive eXtended Reality (XR) experiences: Virtual Reality (VR), accessible remotely; Augmented Reality (AR), for interaction with the physical model; and Mixed Reality (MR), aimed at creating collaborative environments. This research demonstrates how contemporary digital modelling methodologies offer innovative approaches for analyzing, interpreting, and disseminating fortified heritage.

Keywords: digital survey, digital modelling, digital fabrication, extended reality (XR).

BY-NC-SA

1. Introduction

The sixteenth-century Mediterranean was a landscape of constant tension, necessitating a defensive effort along the Kingdom of Valencia's coasts to counter the Barbary corsairs' incursions (Rodríguez-Navarro et al., 2015). Under the impetus of Viceroy Bernardino de Cárdenas, an extensive system of watchtowers was erected, the design of which was partially documented by the engineer Giovanni Battista Antonelli (Melchor Monserrat, 2015). A paradigmatic case study within this system is the Torre del Mar of Borriana (Castellón), constructed between 1553 and 1558 in a strategic location, proximate to a landing place and a source of fresh water (Melchor Monserrat, 2015). The tower has been the subject of several studies that have outlined its historical and architectural profile. Research conducted by the Municipal Archaeological Museum of Borriana has compiled and systematized the known documentary data and sources (Melchor Monserrat, 2013; Melchor Monserrat, 2015). These are complemented by academic analyses (Celda Cerdán, 2012), which have provided a formal and constructive description of the tower within the framework of a comprehensive catalog of coastal fortifications between Borriana and Puig. Concurrently, comprehensive methodologies for the digital documentation of this heritage have been defined (Rodríguez-Navarro et al., 2015), and the Borriana Museum itself has already undertaken virtualization initiatives for educational purposes (Melchor Monserrat et al., 2016).

The present research investigates the application of an additional digital workflow capable of translating survey data into tangible and immersive engagement tools. The primary objective is creating a high-fidelity, multi-source digital model, obtained by fusing aerial photogrammetry data for the exterior shell with a terrestrial laser scanner (TLS) point cloud for the interior spaces. The novelty of this research resides in the twofold purpose of this model. Firstly, it constitutes the matrix for the digital fabrication of a scaled physical replica, which is disassemblable into twelve magnetic parts, enabling a constructive exploration of the tower. Secondly, the model serves as a prerequisite for the development of a comprehensive ecosystem of eXtended Reality (XR) experiences: from Virtual Reality (VR) for remote immersive engagement, to Augmented Reality (AR) for interaction with the physical model, through to Mixed Reality (MR) for the creation of collaborative environments.

2. Integrated approach combining aerial photogrammetry and terrestrial laser scanning (TLS)

The data acquisition phase was conducted utilizing a methodological approach aimed at maximizing the level of detail for both the external envelope and the interior spaces.

For the exterior survey, a DJI Mavic 3E drone, equipped with a 20-megapixel 4/3-inch CMOS sensor, was employed to acquire 148 high-resolution aerial photographs (5280x3956 pixels). Utilizing a remotely piloted system proved particularly effective for comprehensively documenting the uppermost sections of the structure, which were otherwise inaccessible. The capture parameters were optimized to ensure maximum sharpness, utilizing a 24 mm focal length and a fast shutter speed (1/2000 sec.). This configuration was also designed to produce high-quality textures for the subsequent restitution phase. A significant aspect of this survey was the geolocation of each frame via the drone's integrated GPS; during the photogrammetric restitution, this information enabled the automatic orientation and positioning of the digital model, thereby simplifying and enhancing the accuracy of the overall process.

Concurrently, a high-resolution survey was performed using a Time-of-Flight (ToF) Leica RTC360 TLS for the geometric and material characterization of the interior spaces. The acquisition, executed through 26 scans employing a variable resolution strategy (12 mm and 6 mm at 10 m for the interior; 6 mm and 3 mm at 10 m for the exterior) to cover every environment without occlusion zones, yielded a high-density point cloud comprising approximately 156 million points. With a total file size of 2.8 GB, this dataset served to document the surface's geometry and state of conservation. The acquisition of the external masonry, overlapping with the photogrammetry survey, proved essential for the alignment phase, providing a robust foundation of common homologous points for the accurate and coherent fusion of the point cloud with the model generated from photogrammetry (Grussenmeyer et al., 2012).

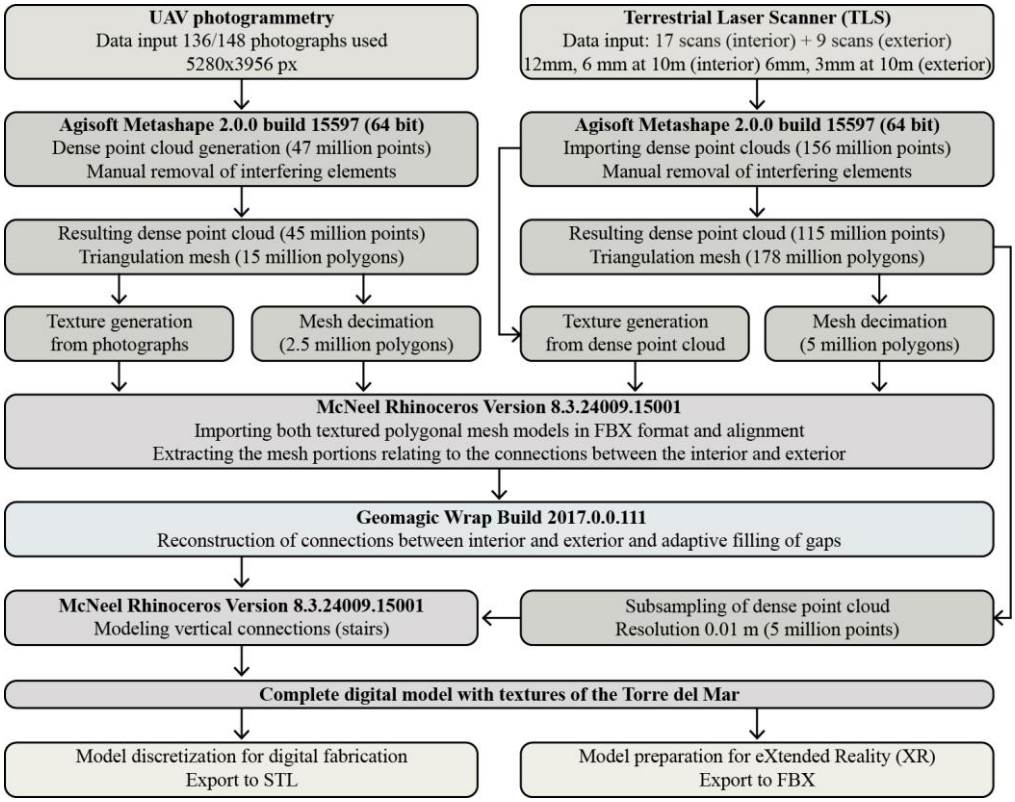


Fig. 1- Workflow diagram for generating the complete, textured digital model, preliminary to the subsequent phases (elaboration by E. Pupi, 2025)

3. From raw data to digital model: processing, optimization, and integration

The transition from the in situ acquired data to a complete digital model followed a structured workflow to coherently manage and integrate the two heterogeneous source datasets. The methodological diagram illustrates the operational process adopted, highlighting the sequential phases and the software ecosystem employed (Fig. 1).

The data processing was initially articulated along two parallel paths, specific to each survey technology. Regarding the photogrammetric restitution, 136 of the 148 photographs were processed. For this purpose, Agisoft Metashape software was selected based on its excellent ratio between processing time and the quality of results (Gil-Piqueras et al., 2019). By leveraging Structure from Motion (SfM) algorithms for image alignment and homologous point reconstruction, and subsequently for densification, a dense point cloud of approximately 47 million points was generated.

This was subjected to a meticulous cleaning phase to eliminate anthropogenic noise extraneous to the artifact's morphology, which would have compromised the topology of the subsequent mesh triangulation. The resulting dense point cloud, comprising approximately 45 million points, was then utilized to generate a polygonal mesh of 15 million polygons.

To ensure computationally sustainable management, the model underwent a decimation process that reduced its complexity to 2.5 million polygons, while preserving geometric detail in the more complex areas. The final phase consisted of generating the photorealistic texture, achieved by projecting the original images onto the mesh surface through a UV mapping process (Fig. 2).

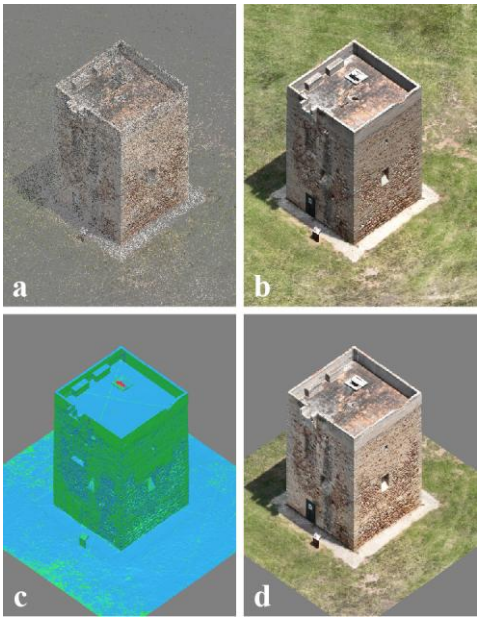


Fig. 2- Stages of the photogrammetric reconstruction process: frames alignment (a); creation of the dense point cloud and elimination of interfering elements (b); triangulation mesh of the point cloud and polygon decimation (c); texture mapping on the digital model (d) (elaboration by E. Pupi, 2025)

Regarding the interior, the dense point cloud of 156 million points, acquired at a resolution of 0.001 m, was imported into Agisoft Metashape. In this case, a phase of filtering and manual removal of extraneous elements was also necessary to isolate the pertinent geometry of the tower.

The resulting dense point cloud, comprising approximately 115 million points, was triangulated to produce an ultra-high-resolution polygonal mesh of 178 million polygons.

The texture mapping was derived directly from the RGB values for each point of the cloud (vertex color). The excessive polygonal density, although accurate, rendered the model difficult to manage; therefore, a decimation was performed, reducing the mesh to 5 million polygons (Fig. 3).

The subsequent phase of the process involved the coherent alignment of the two models. Both meshes were exported in FBX format and imported into the McNeel Rhinoceros modeling environment.

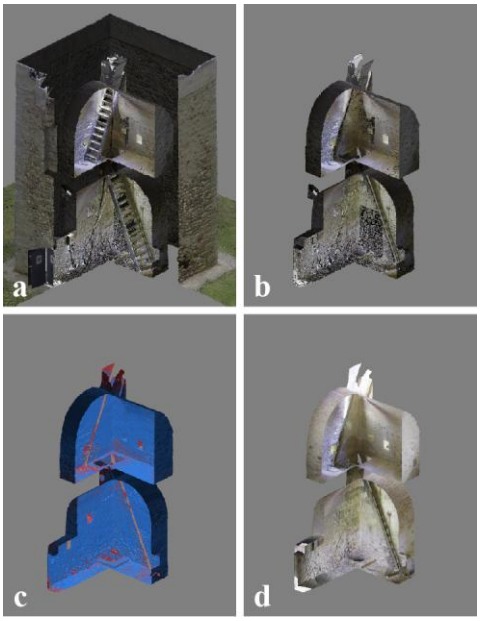


Fig. 3- Stages of the modeling process from the point cloud acquired using TLS: importing the cloud (a); filtering and removing interfering elements (b); point cloud mesh triangulation and polygon decimation (c); texture mapping on the digital model (d) (elaboration by E. Pupi, 2025)

The precise alignment of the two models was facilitated by the overlapping geometric domain constituted by the external masonry surface, present in both surveys, which provided a robust reference.

For the topological stitching of the open edges (at the entrance door, the rooftop hatch, and the arrowslits) and for the adaptive filling of the residual gaps, Geomagic Wrap software was employed, which enabled the generation of a unified mesh.

A final modeling phase was necessary to reconstruct the internal vertical connections, the geometry of which had been removed during the dense point cloud filtering stage. The TLS point cloud was resampled to a resolution of 0.01 m, resulting in an optimized cloud of 5 million points. This was utilized as a metrically accurate reference in Rhinoceros for modeling these elements.

The final result of this process is the complete and textured digital model of the Torre del Mar: a multipurpose digital asset that combines the

photogrammetry of the external envelope with the TLS survey of the interior spaces (Fig. 4).

This model represents the starting point for two distinct applications: the digital fabrication of the physical model and the development of Extended Reality (XR) experiences.

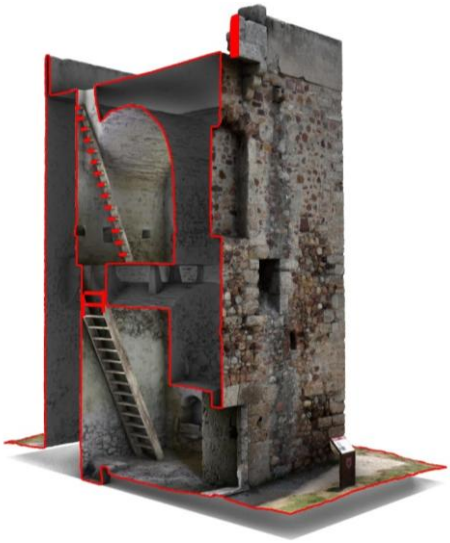


Fig. 4- Result of the digital modeling process, where external photogrammetry and internal laser scanner survey data were integrated (elaboration by E. Pupi, 2025)

4. Translation of the virtual model into a physical model through digital fabrication

One of the objectives of the digital model involves its translation into a physical model, achieved through an additive manufacturing process. This phase required a meticulous reprocessing of the digital asset, no longer oriented toward visual rendering (the textures were removed as they are not pertinent to Fused Deposition Modeling - FDM - 3D printing), but rather toward its engineering for production (Scopigno et al., 2017).

The initial significant decision concerned the selection of the representation scale. A 1:50 scale was considered but given the tower's actual height of approximately 10 meters, the resulting model would have been about 20 cm, a dimension that would have inevitably compromised the high level of morphological detail captured during the data acquisition phase. Consequently, a 1:20 scale was selected, which enabled the creation of a physical model of significant size (approximately 50 cm in height), capable of rendering the masonry texture and constructive details with high fidelity.

Once the model was scaled, it was segmented using sectioning planes. Using two centroidal orthogonal planes was discarded for the vertical subdivision.

This approach, although geometrically simpler, would not have effectively illustrated the complex internal morphology of the arrowslits and openings, which are not aligned with the central axis of the structure.

Therefore, a more sophisticated solution was adopted: the two vertical section planes were positioned asymmetrically, with an offset from the centroid. This choice allowed for the most precise possible exposition of the cross-section of the connections between the interior and exterior of the openings on all four sides of the tower (Fig. 5).

The horizontal subdivision was less complex. Two planes were employed, positioned approximately one meter above the floor level of the ground and first floors, thereby explicating the plans' layout on the tower's different levels. This discretization process yielded twelve distinct parts, designed to be assembled in various configurations, thus permitting a dynamic and customized exploration of the scaled reproduction of the artifact.

Interlocking joints were avoided to make the connections practical and straightforward, as they could have been fragile and complex. Instead, cylindrical housings were modeled within the digital model to accommodate magnetic connectors. This solution ensures easy, intuitive, and robust assembly and disassembly, enhancing the model's interactivity (Fig. 6).

Each component underwent topological validation before the digital fabrication using Autodesk Netfabb software. This step proved essential for identifying and correcting minor mesh imperfections (such as non-manifold edges, tiny holes, stitching issues, and interference shells), thereby ensuring the successful outcome of the digital fabrication process.

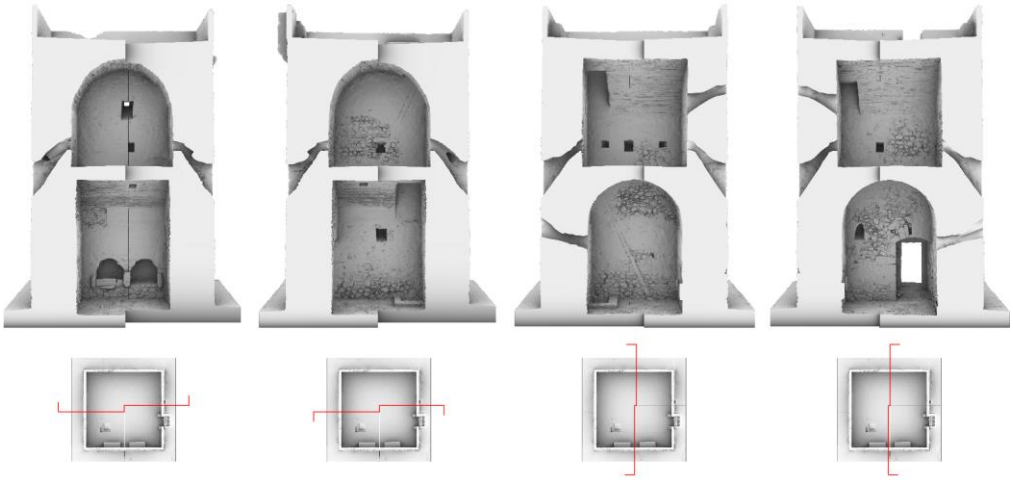


Fig. 5- Perspective views of the vertical sectioning of the physical model. The planes used have been shifted at the center, highlighting the connections between the interior and exterior (elaboration by E. Pupi, 2025)

The possibility of subjecting the model to corrections via digital sculpting with dedicated software (e.g., ZBrush) to further emphasize the materiality of the surfaces was also considered. However, this operation was deemed unnecessary, as the initial digital model already preserved a morphological texture that was extremely faithful to the original and sufficient to guarantee a high-quality result.



Fig. 6- Perspective view of one of the possible breakdowns of the physical model (elaboration by E. Pupi, 2025)

5. Immersive fruition through the development of eXtended Reality (XR) experiences

The research project's second objective focused on transposing the digital model into an asset intended for immersive engagement experiences through Extended Reality (XR).

This approach entails distinct development trajectories: the implementation of an Augmented Reality (AR) application for the informational enrichment of the physical artifact, and the potential creation of collaborative analysis environments in Mixed Reality (MR).

However, the operational focus of the present contribution is dedicated to the rapid prototyping and qualitative validation of a Virtual Reality (VR) experience, considered the most effective modality for a fully immersive simulation.

The process required a specific preparation of the digital asset. The complete model, including the texture mapping and at a 1:1 real-world scale, was exported from Rhinoceros in the FBX format.

This format was selected to preserve the polygonal geometry and the UV mapping coordinates, materials, and object hierarchy.

The preceding optimizations of the mesh density proved to be of fundamental importance at this stage, ensuring the fluid handling of the asset, which is necessary to maintain a stable frame rate during the user experience.

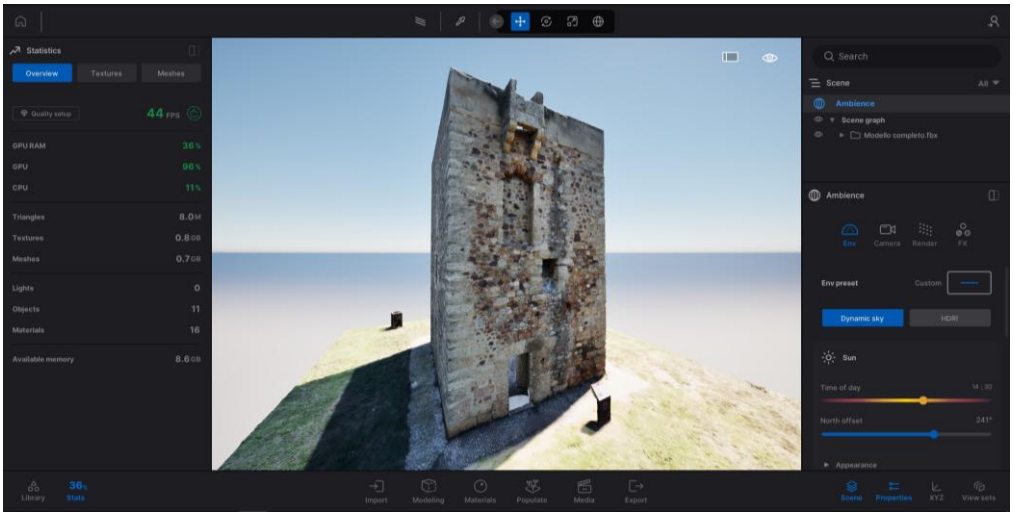


Fig. 7- Importing the model into the Twinmotion workspace and setting the relevant parameters (elaboration by E. Pupi, 2025)

The Twinmotion (version 2025.1.1) work environment was employed for rapid prototyping, testing the application in PCVR (PC-powered Virtual Reality) mode. This choice enabled the host computer to leverage its superior computational capacity and GPU power, thereby overcoming the hardware limitations of a standalone headset and permitting higher-quality rendering without further model optimization.

Once the asset was imported, the global illumination conditions were calibrated to faithfully replicate the ambient light captured during the photogrammetric survey session. This pursuit of photometric coherence between the shadows impressed upon the external texture and the dynamic ones calculated by the rendering engine contributed significantly to increasing perceptual verisimilitude and reinforcing the user's sense of presence within the virtual space (Fig. 7). The experience was validated using a Meta Quest 3 headset, for which a teleportation-based locomotion system was implemented in addition to the 6 DoF navigation. This type of interaction was preferred over continuous movement to mitigate the risk of VIMS (Visually Induced Motion Sickness), a determining factor in designing compelling VR experiences. Maintaining the 1:1 scale of the model is fundamental, particularly in cultural heritage contexts, as it guarantees the user an accurate dimensional perception of the architecture.

User engagement tests yielded positive qualitative feedback. The high resolution of the textures permitted excellent engagement with the digital model, highlighting the state of conservation of the real artifact. Particularly effective was the photorealistic rendering of the interior environments, the texture of which, derived directly from the vertex colors of the point cloud, demonstrated high-quality chromatic and material fidelity (Fig. 8). This result, difficult to obtain with photography alone in confined and poorly illuminated environments, is a direct consequence of the ultra-high density (0.001 m) of the TLS acquisition.

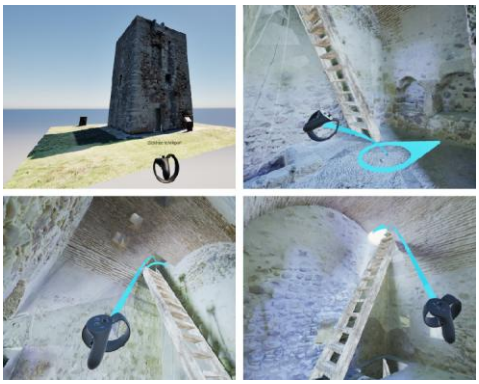


Fig. 8- VR experience test, accessible with 6 DoF navigation or a teleportation system (elaboration by E. Pupi, 2025)

6. Conclusions

The proposed digital workflow can extend beyond the documentation of fortified heritage, transforming metric data into an active instrument for analysis and communication. The principal contribution of this work lies not merely in creating a 3D model, but rather in its conception as a generative matrix model. This paradigm shifts the value of the survey from its archival function to its capacity to generate heterogeneous and functionally distinct outputs: the physical model and an experiential space for immersive engagement.

The project creates a hybrid perception ecosystem. In this system, the understanding afforded by the disassemblable physical model is integrated with immersive experience in VR. This duality offers a more profound and multi-sensory engagement with the cultural asset than a single medium could permit, creating a bridge between digital representation and lived experience. The described workflow qualifies as a replicable and scalable methodological model. Its structure and technologies can be adapted to study other cultural heritage elements, particularly those exhibiting similar geometric complexity characteristics.

This approach also opens further prospects for the comparative analysis of construction techniques and architectural typologies by applying the same methodology to other towers within the Valencian defensive system.

The project contributes to the democratization of access to cultural heritage. The physical and geographical barriers that limit in situ visits are overcome by the virtual experience, making the Torre del Mar accessible even to users with reduced mobility. The physical model constitutes a powerful didactic tool, capable of rendering the tower's architecture comprehensible intuitively.

The research demonstrates how current digital modeling and engagement methodologies offer innovative approaches for analysis and fortified heritage's interactive, inclusive, and multi-sensory dissemination.

Acknowledgement

The research on Valencian towers is directed by Pablo Rodriguez and Teresa Gil, as part of the TOVIVA project. Pablo Rodriguez and Teresa Gil wrote paragraphs 1, 2, and 6, while Enrico Pupi wrote paragraphs 3, 4, and 5. Roberta Spallone proofread and edited the text.

References

Celda Cerdán, V. (2012) *Torres de vigía y defensa del litoral valenciano. De la Torre de Borriana a la Torre del Puig.* [Tesi di Laurea]. Valencia, Universitat Politècnica de València.

Gil Piqueras, T., Pérez-Vila, A. & Rodríguez Navarro, P. (2019) Fotogrametría multi-image mediante SFM. Revisión del software disponible. In: Lloréns Corraliza, S., Rincón Millán, M. D. & Martín Pastor, A. (eds.) *Avances en Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación*. Valencia, Tirant Humanidades, pp. 645-659.

Grussenmeyer, P., Alby, E., Landes, T., Koehl, M., Guillemin, S., Hullo, J. F., Assali, P., & Smigiel, E. (2012) Recording approach of heritage sites based on merging point clouds from high resolution photogrammetry and terrestrial laser scanning. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci*., XXXIX-B5, 553-558.

Melchor Monserrat, J. M., Martínez, J., Bonafe, C. & Cabrera, A. (2016) La virtualización en el Museo Arqueológico de Burriana (Castellón – España). In: *Proceedings of the 8th International Congress on Archaeology, Computer Graphics, Cultural Heritage and Innovation 'ARQUEOLÓGICA 2.0'*. Valencia, Editorial Universitat Politècnica de València, pp. 78-83.

Melchor Monserrat, J. M. (2013) *Diez años del Servicio Arqueológico Municipal de Burriana (2003 - 2013)*. Burriana, Magnífico Ayuntamiento de Burriana.

Melchor Monserrat, J. M. (2015) Datos históricos sobre la Torre del Mar (Burriana - Castellón). In: Rodríguez-Navarro, P. (ed.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII centuries.* Vol I. Valencia, Editorial Universitat Politècnica de Valencia, pp. 113-116.

Rodríguez-Navarro, P., Verdiani, G. & Gil Piqueras, T. (2015) Comprehensive Methodology for Documenting the Defense Towers of the Valencian Coast (Spain). In: Rodríguez-Navarro, P. (ed.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII centuries.* Vol I. Valencia, Editorial Universitat Politècnica de Valencia, pp. 321-328.

Scopigno, R., Cignoni, P., Pietroni, N., Callieri, M. & Dellepiane, M. (2017) Digital Fabrication Techniques for Cultural Heritage: A Survey. *Computer Graphics Forum*, 36 (1), 6-21.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21501

Patterns of Andalusi rural settlements in the Cocentaina region (Alicante)

Santiago Quesada-García[a], María Lozano-Gómez[a]
[a] Universidad de Sevilla, Sevilla, España, sqg@us.es, mlozano@us.es

How to cite: Quesada-García, S. & Lozano-Gómez, M. (2026). Patterns of Andalusi rural settlements in the Cocentaina region(Alicante). In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21501

Abstract

The district or *amelía* of Cocentaina was an Andalusi territory located around the Serpis River, which flows at the foothills of the Benicadell and Mariola mountain ranges in Alicante, Spain. This river valley still preserves a wealth of medieval remains, including rural castles, towers, fortified settlements, and farmsteads. The aim of this study is to conduct a macro-spatial analysis of the area in order to quantitatively assess its main physical and geomorphological features, such as orography, slope, water resources, and proximity to roads. The goal is to identify some of the key variables that influenced settlement patterns, using a methodology that combines landscape archaeology techniques with geographic information system (GIS) tools. This approach enables the creation of interpretative models that are useful for identifying distribution patterns across different locations. The results of this study provide valuable insights into the factors that guided the establishment of rural Andalusi settlements between the 11th and 13th centuries.

Keywords: muslim agricultural colonization, andalusi medieval settlements, landscape archaeology, geographic information systems (GIS).

1. Introducción

Las formas de producción, obtención de recursos y organización del medio rural en al-Ándalus entre los siglos XI y XIII provocaron una intensa colonización interior del territorio que dejó numerosas huellas en el paisaje. El importante número de asentamientos y restos andalusíes que aún se conservan en la Península Ibérica supone una oportunidad para poder revisarlos y analizarlos con tecnologías de análisis espacial que permiten obtener datos inéditos que son nuevas fuentes de información de las que extraer un valioso conocimiento. Existen excelentes estudios que abordan la organización socioeconómica, administrativa y territorial en al-Ándalus (Vallvé, 1986), así como los asentamientos de comunidades tribales islámicas en el medio rural (Guichard, 1988). Además, en las últimas décadas el poblamiento andalusí de determinadas regiones de la Península Ibérica ha sido descrito por diferentes investigadores (Barceló, 1989; Martínez, 2003; Azuar, 2010).

BY-NC-SA

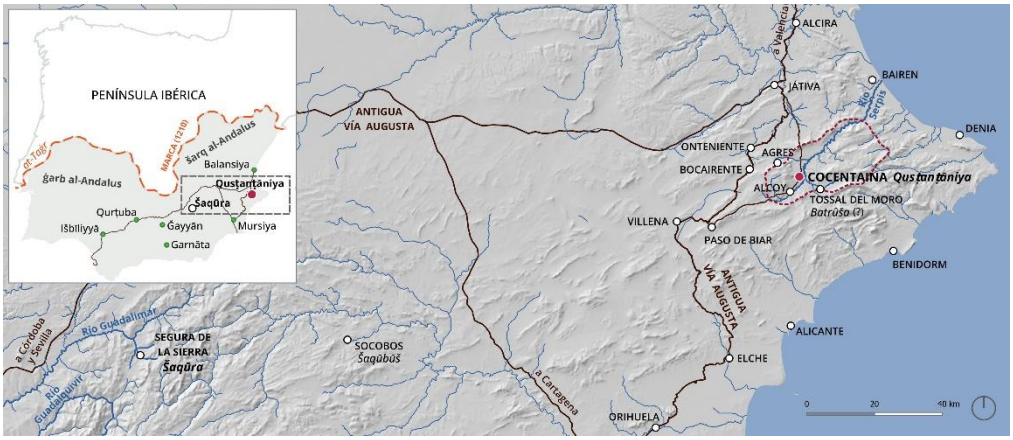


Fig. 1- Situación en al-Ándalus del *ʿamal Qusṭanṭāniya* y su relación con *ʿamal Ṣaqūra*. Ubicación de la amelía de Cocentaina, perteneciente desde el siglo XI a la taifa de Denia (Fuente: Elaboración propia)

Sin embargo, muchas de las descripciones que se realizan del medio físico de esos asentamientos medievales se basan en observaciones organolépticas, no en mediciones cuantitativas de las variables que intervienen en su conformación. Esta circunstancia conlleva que sea difícil saber con exactitud los condicionantes físicos que intervinieron en la elección de un lugar concreto donde implantarse, además ese desconocimiento no permite comparar las características espaciales que confluyen en diferentes sitios y comarcas. Son barreras que lastran el avance del conocimiento de la organización territorial andalusí. Por otro lado, sobre los establecimientos rurales medievales islámicos no hay suficientes fuentes literarias o documentales, faltan intervenciones arqueológicas o hay problemas de carácter metodológico cuando los vestigios son escasos y aportan poca información. Todos estos límites plantean todavía muchos interrogantes sobre los núcleos diseminados andalusíes, siendo complicado caracterizar con precisión estos asentamientos rurales dispersos, conocer su jerarquización o cuáles eran sus relaciones territoriales.

En las investigaciones sobre el territorio, el paisaje y el poblamiento de las comunidades campesinas islámicas de la amelía o *ʿamal Šaqūra*, situada en la Sierra de Segura (Jaén) en al-Ándalus oriental o *šark al-Andalus*, administrada desde el siglo XI por los mismos gobernantes que Cocentaina, hemos abordado esta problemática y comprobado la eficacia de emplear un análisis macroespacial del paisaje para obtener datos que sirvan para comprender mejor la forma en que se implantaron los establecimientos rurales (Quesada-García, 2022).

El objetivo de este trabajo es determinar los patrones de implantación de los asentamientos rurales andalusíes del valle del río Serpis en la comarca alicantina del Comtat, una región de al-Ándalus oriental con características similares al territorio de Segura de la Sierra (Fig. 1).

La forma de afrontar esta tarea será analizar el paisaje contestano determinando, cuantitativamente, cuáles son los principales aspectos físicos y geomorfológicos que definen sus implantaciones. Los datos obtenidos sirven para detectar los grados de afinidad o disparidad entre diversos establecimientos, compararlos con otras zonas de al-Andalus y profundizar así en el conocimiento de la influencia que las condiciones físicas y geográficas tuvieron en la fundación de estos establecimientos rurales. Para ello, se utilizan técnicas de los sistemas de información geográfica (SIG), unas herramientas que permiten arrojar luz sobre las características del territorio, sus conexiones con la topografía, el sistema fluvial, la red de caminos o las relaciones con el medio natural donde se insertan. Los datos obtenidos se combinan con conocimientos arquitectónicos, historiográficos, constructivos o arqueológicos, complementando de forma eficaz las pocas fuentes documentales escritas o las escasas intervenciones arqueológicas.

Tras esta nueva exploración del territorio y con los resultados conseguidos es posible realizar una

cartografía. Un mapa que sirve para orientarse en el palimpsesto del paisaje y entender mejor el proceso de colonización musulmán que tuvo lugar en esta comarca entre los siglos XI y XIII.

2. ʿ*Amal Qusṭanṭāniya* o amelía de Cocentaina

Qusṭanṭāniya, es un término árabe que procede del étimo de origen romance *Contestania* (Franco, 1993). El ʿ*amal* o amelía de Cocentaina fue un distrito andalusí que se estructuró en torno al cauce del río Serpis, también llamando río Blanco o Alcoy. Su jurisdicción abarcaría una amplia zona montañosa que comprendería, total o parcialmente, la superficie actual de 29 términos municipales pertenecientes a la comarca del Comtat en la provincia de Alicante (Fig. 2).

Cocentaina fue durante el periodo del califato (s. X) un *ğuzʾ* o partido dependiente de la cora de Valencia o *kurāt Balansiya* que, según Al-ʿUḏrī, tenía nueve distritos y catorce partidos. (Vallvé, 1986; Epalza, 1988). Durante el primer período de las taifas (s. XI), Cocentaina forma parte de la *ṭāʾifa Dāniya* o taifa de Denia (Franco, 1993).

También el territorio de *Šaqūra*, en Jaén, bajo el gobierno de ʿAlī b. Muğāhid Iqbāl al-Dawla hacia 1075, perteneció a la taifa dianense. Desde 1147, tanto las tierras contestanas como las segureñas, estuvieron gobernadas por el Rey Lobo, Ibn Mardanīš, hasta 1172 cuando los *al-muwaḥḥidun* o unitarios conquistan Valencia (Quesada-García, 2021). A partir de la división administrativa-militar almohade del siglo XII, según Ibn al-Abbār, de la taifa de Denia dependerían tres amelías o distritos: Cocentaina, Bairén y Batrûša, este último núcleo poblacional algunos autores lo sitúan en el Tossal del Moro en el Pla de Pedrosa, entre los términos actuales de Benilloba y Penáguila (Guichard, 1976).

La amelía o ʿ*amal* es un término empleado en fuentes árabes para describir un territorio con capitalidad jurisdiccional y, por extensión, un área de dependencia administrativa y tributaria pero también militar, ya que estaba gobernado por un ámel o ʿ*āmel*. Se trata de un área de características, aparentemente similares, a las de otras unidades territoriales como el *iqlīm*, un distrito de economía agrícola o el *ğuzʾ*, un distrito con vocación pastoril y otro régimen fiscal. En los territorios de estos distritos habría, aparte de un núcleo que actuaría como población principal, varios castillos rurales (*ḥuṣūn*), fortalezas (*qilāʿ*), atalayas (*ṭalāyiʿ*), fortines (*maʿāqil*), peñas fortificadas (*ṣaḫrāt*), junto con pequeños núcleos de población como las alquerías (*qurà*) y aldeas (*al-ḍayʿa*).

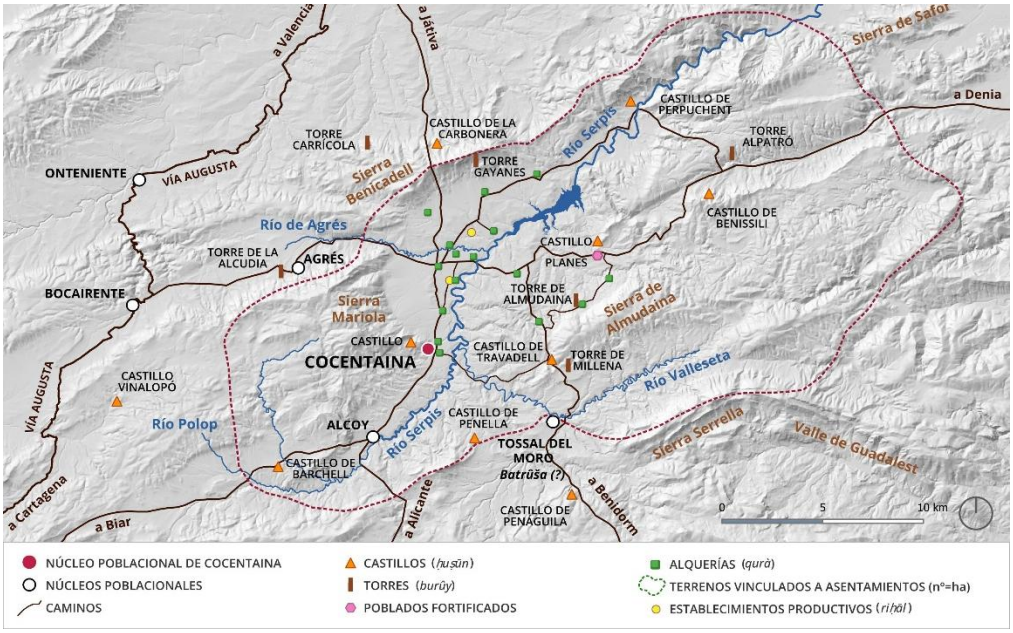


Fig. 2- Hipótesis del territorio bajo jurisdicción de la amelía de Cocentaina, sus asentamientos y la relación con la red fluvial y de caminos (Fuente: Elaboración propia)

También hay otros asentamientos más pequeños dispersos aquí y allá, con formas diferentes, tamaños y funciones, como los rafales (*arḥal/riḥāl*), almunias (*munyāt*), cortijadas (*maǧāšir*), molinos de trigo (*arḥā*), posadas (*manāzil*), graneros (*ahrāʾ*) o cuevas granero (Quesada-García, 2022)

El territorio del *ʿamal Qusṭanṭāniya* abarcaría una amplia comarca montañosa que limitaría al noroeste con la sierra de Benicadell y los distritos de Onteniente, Bocairente y Agres. Por el norte y noreste con el distrito de Alcira que se extendía desde la sierra de Safor hasta el cauce bajo del río Serpis. Los límites occidentales serían con las sierras de Mariola, de la Fontanella, y el paso de Biar; al sur limitaría con los territorios castrales del castillo de Jijona, lindantes con los distritos de Villena, Elche y Alicante. Hacia el sureste sus límites serían el valle de Guadalest y la sierra de la Carrasqueta (Azuar, 2008) (Fig. 2).

Cocentaina fue un importante enclave económico y estratégico, por ser un centro de comercio y distribución desde el que se controlaba la circulación de personas y mercancías, consecuencia de ser un cruce de varios caminos de época islámica. Al oeste de esta comarca transcurría la antigua vía Augusta, un importante eje romano que recorría la costa levantina y que, desde Valencia, se desviaba en dirección suroeste, buscando Alcira, Játiva, Onteniente, Bocairente y Biar hasta llegar al valle del Vinalopó (Franco, 1993).

A partir de Játiva, de la vía Augusta salía un camino por el que se accedía al territorio contestano, atravesando el valle de Albaida y la sierra de Benicadell. A su vez, más al sur, desde Biar, partía otro camino que atravesaba la montaña por Foia de Castalia y Alcoy hasta confluir en Cocentaina. Desde aquí se podía ir hacia Denia a través de Muro de Alcoy y Planes. Con estas comunicaciones se entiende tanto la capitalidad comarcal de Cocentaina como sus privilegiadas relaciones con Játiva y Denia (ver Fig. 1 y Fig. 2).

En el siglo X tuvo lugar la ocupación de la cima del cerro de San Cristóbal de Cocentaina, de la que apenas queda en pie un lienzo de muro. De esa centuria datan algunos hallazgos cerámicos que demuestran la existencia de asentamientos agrarios andalusíes en las terrazas fluviales del río Serpis. Posteriormente, a inicios del siglo XII tras la ocupación cristiana de Benicadell, es probable que se levantara un nuevo recinto fortificado en el castillo de Cocentaina (Torró, 2015). Es posible que la fortaleza se consolidara también en época de Ibn Mardanīš o algo más tarde durante la administración almohade.

El núcleo de población de *Qusṭanṭāniya* parece que se consolidó durante el siglo XI y acabó teniendo unas dimensiones importantes a final del siglo XII. Los abundantes manantiales que había en el núcleo urbano, procedentes de la Sierra de Mariola, permitieron el arraigo y crecimiento de la población, así como el regadío de las huertas cercanas (Torró, 2015).

Cabe destacar que a partir del siglo XI se produce en al-Andalus un importante crecimiento demográfico, junto con una intensificación agraria calificada como 'revolución agrícola andalusí' (Bolens, 1978). Paralelamente, se consolida un proceso paulatino de urbanización que llega a su máxima expresión con el sistema de ciudades almohade. Su organización dio lugar a una intensa estructuración en torno a las urbes como centros territoriales, acompañada con un crecimiento agrícola sostenido por una red de establecimientos defensivos, agrícolas y poblacionales.

Para mantener ese desarrollo urbano, probablemente sería necesario incrementar las rentas productivas agrarias. Una circunstancia que estimularía procesos de colonización interna con el fin de ampliar la explotación de tierras y extraer más rentas. Este proceso es posible que fuera el principal soporte del crecimiento de las ciudades. Sin embargo, se da la paradoja que, para hacer colonizaciones interiores, es necesario contar con pobladores y una de las consecuencias que tiene el auge urbano es la emigración de la población del campo a la ciudad (Quesada-García, 2021).

Ese incremento demográfico fue probablemente debido a diferentes factores. Por un lado, mantienen algunos autores que estuvo motivado por el avance de las conquistas cristianas en Castilla y Aragón, lo que motivó, desde el siglo XI y particularmente durante los siglos XII y XIII, la emigración de musulmanes hacia el sur de al-Andalus (Franco, 1993; Azuar, 2010). Sin embargo, es posible que ese aumento de población también se viera favorecido por migraciones de tribus beréberes que, fomentadas por los diferentes regímenes y administraciones musulmanas, se establecieron en numerosos

puntos de la geografía de al-Andalus en sucesivos periodos. Estos grupos clánicos norteafricanos llegaron integrados en los ejércitos en los primeros tiempos de la conquista, a requerimiento de necesidades militares o políticas, pero cuando hubo una cierta consolidación y estabilidad comenzaron otros desplazamientos y establecimientos de carácter civil que desarrollarían modelos de implantación similares a sus lugares de origen, contribuyendo de manera importante a la 'berberización' de algunas regiones de al-Ándalus como la costa malagueña, las islas baleares o el levante peninsular. Un proceso del que son testigos los numerosos topónimos de origen bereber existentes en esas regiones (Guichard, 1988; Barceló,1989, Martinez, 2003). Estas nuevas poblaciones migrantes estarían centradas en procesos de producción basados en la agricultura intensiva, ocupando los territorios más accesibles y controlando vías de comunicación y cauces de los ríos (Quesada-García, 2021).

El siglo XII fue una época de reorganización de los asentamientos en el territorio del *ʿamal Qusṭanṭāniya* caracterizada también por la densificación de la red de alquerías. La superficie de tierra irrigada abarcó unas dimensiones considerables, debido al abundante suministro hídrico, lo que permitió combinar el cultivo de cereales invierno con los de verano (Torró, 2015).

Esos asentamientos agrarios se situaron a lo largo del río Serpis, articulador del territorio de la amelía de Cocentaina. Un valle fluvial que tiene una extensión aproximada de 11.400 Ha y una altitud media de 424 m.s.n.m. y en el que hay constancia actualmente de casi treinta asentamientos que incluyen poblaciones, castillos rurales, torres, atalayas, alquerías y rafales. La abundancia de estos vestigios en un reducido territorio revela la existencia de una intensa colonización organizada en torno a un sistema de establecimientos agrícolas, poblacionales y defensivos, de diferente escala y naturaleza. Un sistema que da cuenta tanto de la intensa actividad agropecuaria de la comarca, como de la importancia estratégica de este distrito andalusí, que vamos a analizar a continuación.

3. Geolocalizar puntos, obtener patrones, cartografiar un paisaje

La preferencia de un lugar para ser elegido como asentamiento en el territorio –cuando no responde a criterios funcionales de planificación previa, como es el caso de un castillo que surge por motivos defensivos– responde a la combinación de un conjunto de variables que se interrelacionan entre sí. Un establecimiento de carácter residencial o productivo suele estar determinado o condicionado por diversos criterios o variables que son diferentes aspectos de la realidad, que interactúan entre sí y que inciden en las ventajas o desventajas de las alternativas disponibles para resolver el problema de localización de un asentamiento humano. Medir esos parámetros es importante para detectar las zonas que muestran características comunes y conocer los diferentes patrones de los asentamientos de comunidades campesinas o de otro tipo de establecimientos productivos o de infraestructuras.

Partiendo del anterior enfoque, la metodología empleada en esta investigación contempla las siguientes fases: 1.- Estudio de fuentes de información escritas y cartográficas. 2.- Elaboración de un Modelo Digital del Elevaciones. 3.- Geolocalización de los asentamientos. 4.- Análisis macroespacial con determinación de los patrones de implantación obtenidos tras el geoprocesamiento de las capas que contienen las variables asociadas a cada asentamiento. 5.- Cartografía del paisaje, una matriz general de la que se extraen una serie de datos que son interpretados en función de cada contexto. Este procedimiento permite obtener mapas que expresan el grado de aptitud del territorio para sostener asentamientos y, a partir de ahí, extraer conclusiones.

Los mapas resultantes se superponen con la información disponible de otros estudios, alcanzando unos resultados que sirven para interpretar los principales elementos del paisaje en cada una de las treinta implantaciones del valle de Cocentaina, y que han sido estudiadas según las siguientes variables:

- Distancia a caminos y entre asentamientos. Las vías de comunicación terrestres casi nunca atraviesan los diferentes emplazamientos. Las alquerías se encuentran a una distancia media de los caminos que varía entre 115 y 380 m, equivalentes a 184 y 608 *ḫaṭwa* o pasos humanos (0,627 m). Por otro lado, utilizando la matriz de distancias entre establecimientos, se obtiene que el valor de la distancia mediana entre los diferentes núcleos rurales es aproximadamente de 4 km, equivalentes a 2,15 millas *raššāšī* (1857 m)

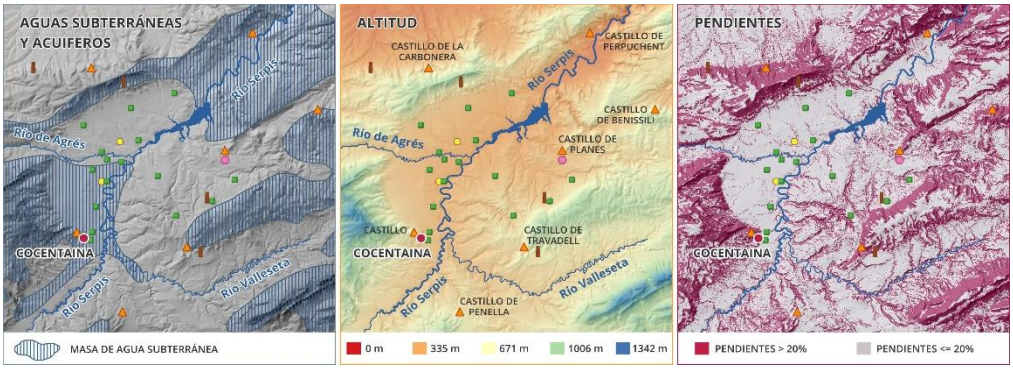


Fig. 3- Geolocalización de las estructuras andalusíes en: a/ Relación con acuíferos y aguas subterráneas b/ Modelo Digital de Elevaciones (MDE) c/ Pendientes terrenos (Fuente: Elaboración propia)

La distancia media entre ellos es de 4,70 km, equivalentes a 2,53 millas *raššāšī*, algo menos de una parasanga (*farāsiḫ*, que corresponde a tres millas o 5572,71 m), es decir, una hora caminando en terreno plano.

- Distancia a cauces fluviales superficiales.

Los asentamientos se sitúan relativamente cerca de los ríos y arroyos, sin embargo, se ubican a una altura y distancia suficientes para evitar inundaciones en caso que se produzca unaarriada. La distancia media entre los cauces de ríos y los asentamientos contestanos es de unos 1344 m, equivalentes a 842 *ḫaṭwa*.

- Distancia a acuíferos y aguas subterráneas.

El suministro de agua potable de los asentamientos está vinculado a la extracción de aguas subterráneas a través de pozos, tanques o cisternas, y no tanto de ríos o corrientes superficiales de agua, por lo que la presencia o proximidad a los acuíferos es un dato muy importante a valorar. La distancia media entre la ubicación de aguas subterráneas y los asentamientos analizados es de 510 m (813 *ḫaṭwa*). En muchos casos los asentamientos están sobre los propios acuíferos (Fig. 3).

- Altitud relativa de los emplazamientos.

Este criterio mide la posición altimétrica relativa de un asentamiento respecto a lugar concreto, por lo que este dato se expresa en forma de porcentaje, lo que permite obtener datos comparables. Los *ḥuṣūn* o castillos se sitúan en las cotas altas de las elevaciones. En este valle alicantino los castillos o fortalezas se sitúan en lugares con altitudes relativas comprendidas entre el 27% y el 44%. Los asentamientos del fondo del valle se sitúan cerca de caminos o redes fluviales, en lugares ligeramente elevados sobre terrenos cultivables, son pequeñas mesetas que tienen una altitud relativa que varía entre el 12% y 18%. Esta ubicación en altozanos permite proteger el patrimonio habitacional y los productos agrícolas en caso de inundaciones, además de liberar espacio para el riego y los cultivos, visualmente controlados desde el asentamiento (Fig. 3).

- Pendiente del terreno.

Esta variable es un rasgo fundamental para entender las características de un asentamiento, ya que la presencia o ausencia de inclinaciones en la superficie de implantación condiciona su forma y desarrollo. La evolución del asentamiento varía en función de la pendiente del terreno sobre el que se asienta. A partir de ciertos porcentajes, los edificios y entornos comunitarios comienzan a ser menos cómodos para habitar o trabajar, además de encarecerse su construcción. Es indudable que las estructuras pensadas desde un punto de vista exclusivamente defensivo aprovechan las pendientes más inaccesibles, mientras que establecimientos destinados a usos residenciales o productivos buscan lugares más accesibles y cómodos (Fig. 4). En el territorio contestano los establecimientos del fondo del valle, es decir la mayoría de las alquerías y rafales, se sitúan en lugares con una pendiente media de 6,5%, inclinación que permite una construcción asequible y económica de edificios, así como una mayor habitabilidad (Fig. 5).

- Terrenos y zonas de cultivo vinculadas.

Se ha comprobado que la ubicación de los asentamientos en el valle está asociada a áreas de significativamente planas, con una pendiente inferior al 15% y poca escorrentía, siendo aptas para ser trabajadas y cultivadas sin dificultad.



Fig. 4- Castillo de Perpuchent (Fuente: Guillem Torres i Perea)

Esta superficie de tierra cultivable, controlada siempre desde el asentamiento asociado, suele arboledas y caminos cercanos. En el valle del río estar limitada por colinas, barrancos, montañas, Serpis, la superficie media de los terrenos vinculados a cada una de las alquerías existentes en la comarca se sitúa en torno a 397 ha, equivalentes a 3573 tahúllas o *taḥwila*.
Con estos datos es posible ordenar y jerarquizar los diferentes asentamientos rurales, caracterizar el territorial, y clasificarlo en las siguientes categorías:

A. Asentamientos poblacionales, que serían: Cocentaina, Alcocer de Planes, Benamer, Benuimazuet, Cela, Muro de Alcoy, Beniarrés, Alcudia, Gayanes, Benimarfull, Fraga (desaparecida), Turballos, Atech (desparecida), Benialfaquir, Benillup, Almudaina, Benifloret (desaparecida), Benitacher (desaparecida).
B. Establecimientos productivos: Rafol Blanch, conocido ahora como Alquería de Aznar, Rahal o Rafolls (desaparecido), Rahal Franch (desaparecido).
C. Enclaves defensivos asociados al valle: castillos de Perpuchent, Planes, Travadell y Cocentaina; además de las torres de Almudaina y Gayanes.

Con esto es posible trazar un mapa interpretativo del paisaje que ayuda a entender mejor esta red de asentamientos andalusíes. Una cartografía para comprender el sentido de estas implantaciones medievales en el paisaje (Fig. 5).

4. Conclusiones

La aplicación de una metodología en entorno SIG ha permitido extraer datos geoespaciales de las diferentes localizaciones de los asentamientos documentados como andalusíes en Cocentaina (Alicante, España), comparar sus características y establecer diferentes categorías territoriales con criterios cuantitativos.

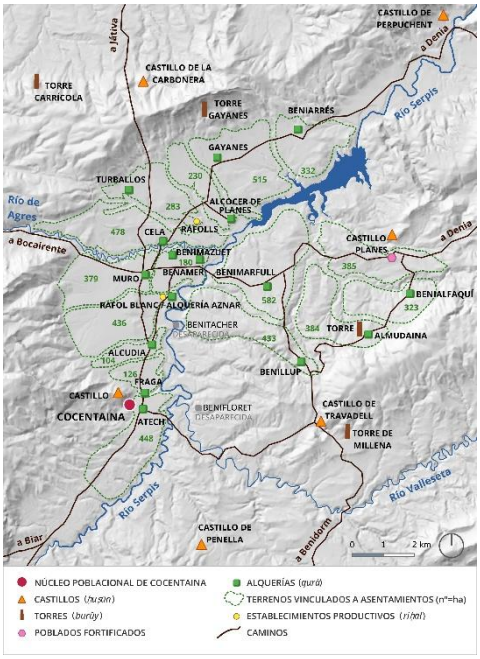


Fig. 5- Cartografía final del valle contestano con poblamientos, asentamientos productivos y enclaves defensivos y su relación con orografía, ríos, caminos, terrenos cultivables (Fuente: Elaboración propia)

Estos datos son fuentes de información inéditas a considerar para avanzar en el conocimiento de la estructura territorial, social y productiva de al-Andalus. El proceso de trabajo ha revelado algunos patrones de comportamiento de estas estructuras rurales añadiendo significado a la organización territorial andalusí.

En los asentamientos del fondo de valle del río Serpis, la principal pauta encontrada es su continua vinculación a un terreno sensiblemente llano, fácilmente cultivable e irrigable y a unas distancias equivalentes entre sí. Este patrón repetitivo permite concluir que la elección de las diferentes implantaciones fue debida a las condiciones orográficas y morfológicas del terreno, así como a la disponibilidad de recursos hídricos y de tierras aptas para el cultivo. Es un modelo de asentamiento muy similar al existente en el *ʿamal Šaqūra*, un territorio que compartió gobernanza con el *ʿamal Qusṭanṭāniya* desde el siglo XI al XIII.

Esta forma de colonización en este valle ratificaría la correspondencia entre terrenos

cultivables y la sociedad rural constituida por pobladores, posiblemente desplazados desde otros lugares de al-Andalus debido al avance de los reinos cristianos, pero también a la presencia de poblaciones procedentes del norte de África, como demuestran los abundantes topónimos de origen bereber existentes en esta zona. Grupos de población que colonizarían este territorio con la agricultura intensiva como principal recurso productivo.

El modelo territorial de Cocentaina corresponde a un sistema articulado en torno a redes fluviales y caminos, vías con diferentes nodos o núcleos poblacionales vinculados a terrenos cultivables. La distribución e implantación en el territorio de las alquerías, las poblaciones o los rafales tiene más en cuenta estas variables que una relación jerárquica, administrativa o política en torno a las ciudades o los castillos. Es una organización en red muy funcional que explica por qué los asentamientos, posiblemente fundados por clanes rurales migrantes en primera instancia, fueron posteriormente utilizados, en los siglos XII y XIII, tanto por la sociedad andalusí (Ibn Mardanīš) como, por el Estado almohade.

A modo de conclusión, siempre provisional, puede decirse que este trabajo ha permitido profundizar en aspectos poco estudiados de los asentamientos rurales andalusíes de Cocentaina, logrando mostrar algunos aspectos de su implantación territorial. Se han medido cuantitativamente las características geomorfológicas de los asentamientos, se han ordenado y permitido entender su funcionamiento como un sistema organizado en forma de red productiva compleja. Los fructíferos resultados obtenidos confirman las posibilidades de un innovador método investigador que permite ampliar el conocimiento existente sobre la organización territorial de al-Andalus.

Referencias

Azuar Ruiz, R. (2000) 'Ciudades y territorio en el Sharq Al-Andalus', en *Ciudad y territorio en al-Andalus*. Granada, Athos-Pérgamos, pp. 471–499.

Azuar Ruiz, R. (2008) Castillos y espacios marginales de las ciudades en el Sarq al-Andalus (siglos XII–XIII), *Castrum*, 8, 89-108.

Azuar Ruiz, R. (2010) Campesinos fortificados frente a los conquistadores feudales en la montaña alicantina (s. XII–XIII), *MARQ. Arqueología y Museos*, 4, 67–88.

Barceló, M. (1989) El diseño de espacios irrigados en al-Andalus: un enunciado de principios generales, en *El agua en zonas áridas: Arqueología e Historia*. Almería, Instituto de Estudios Almerienses, pp. 15–51.

Bolens, L. (1978) La révolution agricole andalouse du XIe siècle, *Studia Islamica*, 47, 121–141.

Epalza Ferrer, M. de (1988) L'ordenació del territori del País Valencia abans de la conquesta, segons Ibn al-Abbār (segle XIII). *Sharq Al-Andalus. Estudios Árabes*, 5, 41–67.

Franco Sánchez, F. (1993) Concentaina en el período islámico: poblamiento y geopolítica. *Anales de la Universidad de Alicante. Historia Medieval*, 9,n69–99.

Guichard, P. (1976) Un toponyme historique de l'ancienne kura de Tudmīr: Benicadell, *Murgetana*, 45, 37–47.

Guichard, P. (1988) Le problème des structures agraires en al-Andalus avant la conquête chrétienne, en Cabrera Muñoz, E. (coord.) *Andalucía entre Oriente y Occidente (1236–1492).* Actas V Coloquio Internacional de Historia Medieval de Andalucía. Córdoba, Diputación de Córdoba, pp. 161–170.

Martínez Enamorado, V. (2003) *Al-Andalus desde la periferia. La formación de una sociedad musulmana en tierras malagueñas (siglos VII–X)*. Málaga, Centro de Ediciones de la Diputación Provincial de Málaga.

Quesada-García, S. (2021) Poblamiento y asentamientos rurales andalusíes: análisis del paisaje y caracterización territorial de un valle del ʿamal Šaqūra (siglos VIII–XII). *Al-Qanṭara*, 42(2), 2.

Quesada-García, S. (2022) A cartography of al-Andalus' landscape: Mapping settlements of Muslim agricultural colonization in Europe applying GIS. *Journal of Historical Geography*, 77, 5–6.

Torró i Abad, J. (2015) Qusṭanṭāniya: Concentaina Andalusina, en Domènech Faus, E. M. & Ferrer Marse, P. (eds.) *Cocentaina. Arqueología y museo. Museos municipales en el MARQ*. Alicante, Museo Arqueológico de Alicante (MARQ), pp. 146–155.

Vallvé Bermejo, J. (1986) *La división territorial en la España musulmana*. Madrid, CSIC.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21502

LiDAR sensors and mobile mapping for the survey of historical architecture: the case study of the Castellare degli Ugurgeri - Siena (Italy)

Gioele Rossi[a], Jacopo Bruttini[b], Fabio Gabbrielli[c], Marco Giamello[a], Enrico Tavarnelli[a]
[a] University of Siena, Department of Physics, Earth and Environmental Sciences. Siena, Italy, gioele.rossi@student.unisi.it, marco.giamello@unisi.it, enrico.tavarnelli@unisi.it, [b] Independent Researcher - Archaeologist, Siena, Italy, jacopo1bruttini@gmail.com, [c] University of Siena, Department of History and Cultural Heritage, Siena, Italy, fabio.gabbrielli@unisi.it

How to cite: Rossi, G., Bruttini, J., Gabbrielli, F., Giamello, M. & Tavarnelli, E. (2026). LiDAR sensors and mobile mapping for the survey of historical architecture: the case study of the Castellare degli Ugurgeri - Siena (Italy). In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21502

Abstract

The Ugurgieri Castle is a fortified structure belonging to one of Siena's oldest and most important lineages. Located in the historical centre, it is characterised by a complex and stratified layout, the result of numerous interventions over the centuries. Despite the transformations, the Castellare is still legible today with architectural evidence dating back to the mid-12th century. The strategic position of the complex, elevated with respect to the surrounding road system and close to the Francigena road, the political-economic centre of the city and the city walls, testifies to its original function in defending the interests of the family and controlling the surrounding territory. The object of the present study is the three-dimensional survey and point cloud analysis with the aim of accurately capturing, representing and interpreting the geometric and material complexity of the fortification. To this end, a mobile mapping system (MMS) based on LiDAR (Light Detection and Ranging) technology and a GNSS RTK (Global Navigation Satellite System Real-Time Kinematic) were used, which allowed the generation of a high-density point cloud. The methodology employed, which integrates LiDAR sensors with positioning and motion tracking systems, enabled rapid, detailed and accurate scanning even in complex or difficult-to-access environments, such as underground. The acquired data were subsequently post-processed to produce navigable three-dimensional models, sections and orthophotos, useful for the documentation, conservation and valorisation of the asset.

Keywords: 3D survey, LiDAR, point cloud, digital heritage.

1. Introduzione

Il Castellare è una struttura fortificata appartenuta ad uno dei lignaggi più antichi e più importanti di Siena, gli Ugurgeri (Grottanelli, 1881; Cammarosano, 1974; Balestracci, 1984). Situato

BY-NC-SA

nel centro storico, tra via Cecco Angiolieri, via San Vigilio e via Sallustio Bandini, oggi è sede di unità abitative e del Museo della Contrada Priora della Civetta (Fig. 1a-b). Esso è caratterizzato da una conformazione planimetrica complessa e stratificata, frutto di numerosi interventi avvenuti nel corso dei secoli. Nonostante le trasformazioni, il Castellare è ancora oggi leggibile con evidenze architettoniche databili a partire dalla metà del XII secolo. La posizione strategica del complesso, sopraelevato rispetto alla viabilità circostante e in prossimità della Francigena, del centro politico-economico della città e delle mura cittadine, testimonia la sua originaria funzione a difesa degli interessi del casato e a controllo del territorio circostante.



Fig. 1a-b- a) ortofoto del palazzo Ugurgeri e del Castellare omonimo (GEOscopio, 2025); b) veduta del Castellare degli Ugurgeri dalla torre del Palazzo del Rettorato (Università di Siena) (elaborazione grafica degli autori, 2025)

Il complesso del Castellare degli Ugurgeri è stato analizzato nel suo insieme, con particolare riferimento agli ambienti interni ed ipogei, al cortile e ai fronti esterni, al fine di ricostruire l'articolazione spaziale. I rilievi effettuati si collocano all'interno di un approccio metodologico che si concentra sull'impiego di Sistemi di Mappatura Mobile (MMS), sull'utilizzo delle tecnologie LiDAR (Light Detection and Ranging), dotate di camere per fotogrammetria, e GNSS RTK (Global Navigation Satellite System Real-Time Kinematic) per la documentazione di ambienti complessi e/o stratificati.

In particolare, il complesso presenta numerosi ambienti ipogei (Fig. 2), ai quali si può accedere dall'interno del Museo della Contrada Priora della Civetta; questi sono collegati da scale in laterizio e si sviluppano in profondità al di sotto del piano di calpestio attuale. Sono visibili due gruppi ipogei distinti: il primo, di dimensioni contenute, è collocato all'interno del perimetro del palazzo Ugurgeri (Fig. 1a) mentre il secondo è di ben maggiori dimensioni e si sviluppa con andamento circolare al di sotto di altre strutture (Bruttini, 2023).

Dal punto di vista geologico, la conformazione del territorio senese è il risultato di un articolato processo tettonico iniziato con la formazione di un bacino marino che, nel Pliocene inferiore (circa cinque milioni di anni fa) (Guasparri, 1993; Lazzarotto, 1993; Lazzarotto & Pascucci, 1998), ha interessato gran parte della Toscana meridionale. In questa fase si sono inizialmente accumulati sedimenti fini, come argille e limi, seguiti da sabbie e ghiaie man mano che il fondale marino veniva sollevato dai movimenti tettonici. Questi depositi, oggi emersi e modellati dall'erosione e dagli agenti atmosferici, costituiscono il substrato su cui si sviluppa la città di Siena. Le litologie esposte negli ambienti ipogei del Castellare degli Ugurgeri, costituite da un'alternanza di sabbie e ghiaie, confermano questa evoluzione e sono coerenti con la stratificazione geologica locale.

La struttura più antica è la torre del Castellare, databile intorno alla metà del XII secolo, collocata in via Cecco Angiolieri all'imbocco del vicolo che conduce al cortile interno. Essa ha un'altezza di circa 21,00 m, una lunghezza di 6,20 m per una larghezza di 5,10 m. L'altezza originale della torre doveva essere di circa 34 m o più, ma fu ridotta di circa 13,30 m in seguito alla partecipazione della famiglia a una sommossa cittadina nel 1280 (Bruttini, 2023).

I fronti esterni e il cortile del Castellare si articolano su tre prospetti principali, affacciati su via Cecco Angiolieri, via San Vigilio e via Sallustio Bandini. Caratterizzati da una tessitura

muraria variabile, realizzata a conci di pietra da torre, laterizio, intonaco e materiale di reimpiego presumibilmente romano, i fronti mostrano elementi originali databili a partire dalla metà del XII secolo e rimaneggiamenti successivi. Sono inoltre presenti due vicoli coperti con volta a botte, uno con accesso da via Cecco Angiolieri e l'altro da via San Vigilio, che conducono a un cortile interno di forma poligonale, collocato al centro del complesso, in cui sono visibili strutture murarie contraddistinte da un palinsesto complesso compreso tra il XIII secolo circa e l'età moderna.



Fig. 2a-b- Ambiente ipogeo collocato al di sotto del Castellare: a) alternanza di sabbie e ghiaie sulla volta b) motivo concentrico (elaborazione grafica degli autori, 2025)

2. Metodo della ricerca

Il Castellare degli Ugurgeri presenta una configurazione architettonica particolarmente articolata, caratterizzata da ambienti distribuiti su più livelli, talvolta sfalsati, e da geometrie complesse; pertanto, per la documentazione dell'involucro esterno dell'edificio è stato adottato un Sistema di Mappatura Mobile basato su tecnologia LiDAR, utilizzato in modalità rover, in combinazione con una stazione base GNSS RTK.

Il rilievo degli spazi interni e degli ambienti ipogei è stato invece effettuato mediante l'acquisizione di una nuvola di punti ad alta densità, ottenuta senza il supporto di sistemi GNSS, a causa dell'assenza di segnale in ambienti sotterranei e chiusi. Infine, le nuvole di punti generate sono state elaborate in processing e rifinite in post-processing con software dedicati. In particolare, il Sistema di Mappatura Mobile (MMS) impiegato in questo studio è rappresentato dal dispositivo Eagle Max prodotto da 3DMakerpro, uno strumento avanzato di acquisizione tridimensionale basato su tecnologia LiDAR, progettata per la realizzazione di gemelli digitali ad alta risoluzione su larga scala. Il sistema integra un sensore LiDAR Livox Mid-360 (Livox Mid-360, 2025), caratterizzato da un'efficace capacità di scansione fino a 70 m per superfici ad alta riflettività (≥80 %). Il sensore presenta un campo visivo di 360° in orizzontale e 59° in verticale, permettendo una copertura spaziale continua, supportata da una frequenza di acquisizione di 200.000 punti al secondo, e include quattro fotocamere RGB da 48 Megapixel ad alta risoluzione (Strauss et al., 2025). Lo strumento è inoltre dotato di un modulo RTK e di un'antenna GNSS esterna, ed è stato impiegato come rover in collegamento ad una stazione base RTK. A questo scopo, per il rilievo dell'esterno è stato impiegato, come stazione base, un ricevitore ProTrack GNSS RTK multi-costellazione, dotato di modulo RTK con supporto a reti NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) e al servizio Italpos (Italian Positioning Service). Tale configurazione consente l'esecuzione di rilievi corretti in tempo reale con precisione centimetrica, anche in condizioni di assente o limitata connettività mobile (Micoli, Malik & Guidi, 2024).

Successivamente, dopo la fase di acquisizione in situ, la nuvola di punti è stata elaborata mediante il software RayStudio, il quale consente l'unione di nuvole di punti, la rimozione del rumore, il filtraggio e altre elaborazioni per generare dati.

Infine, la nuvola di punti così ottenuta è stata rifinita mediante CloudCompare (Girardeau-Montaut, 2025), un software open-source specializzato nell'elaborazione avanzata di dati e nuvole 3D. Essa è stata affinata attraverso una serie di strumenti fondamentali messi a disposizione dal programma, tra cui il ricampionamento, l'analisi statistica, la segmentazione e l'ottimizzazione. Nel contesto della presente ricerca, l'elaborazione è stata

finalizzata in particolare alla ricostruzione e al posizionamento accurato degli ambienti complessi del Castellare.

3. Risultati

Il rilievo effettuato tramite il Sistema di Mappatura Mobile LiDAR ha prodotto una nuvola di punti ad alta densità che, nella fase iniziale, ha incluso non solo il complesso del Castellare degli Ugurgeri ma anche porzioni degli edifici circostanti (Fig. 3) Tale estensione è da attribuirsi alla conformazione compatta del tessuto urbano del centro storico di Siena, che ha facilitato la diffusione del segnale laser oltre i limiti dell'immobile indagato e aiutato a creare una planimetria completa della zona investigata.

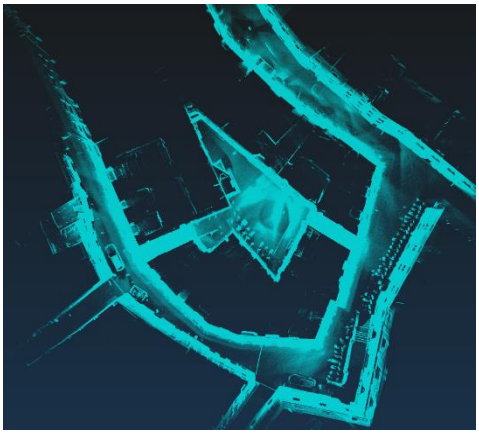


Fig. 3- Nuvola di punti vista dall'alto del Castellare degli Ugurgeri, degli edifici limitrofi e delle vie adiacenti (elaborazione grafica degli autori, 2025)

3.1. I fronti esterni e il cortile interno

Per quanto riguarda l'esterno, sono stati acquisiti in dettaglio i prospetti affacciati sulle vie adiacenti, inclusi gli elementi architettonici come aperture, cornici, aggetti e porzioni murarie di varia tessitura. Tuttavia, l'altezza dell'edificio e la vicinanza degli altri corpi di fabbrica, unita alla ristrettezza delle strade, ha impedito la completa acquisizione delle coperture e di alcuni dettagli architettonici in quota oltre i 15 m (Fig. 4a-b-c). Il cortile (Fig. 5a-b-c) è stato rilevato integralmente, inclusi i fronti, il piano di calpestio e i due vicoli coperti con volta a botte. Come è noto il dispositivo impiegato ha un errore stimato ≤ 2 cm su 10 m di acquisizione (Livox Mid-360, 2025), introducendo una maggiore incertezza nell'acquisizione di punti posti nelle parti elevate delle facciate degli edifici (Fig. 4a). Per ovviare a questo limite, la facciata del palazzo Ugurgeri è stata rilevata in quota dalle finestre, poste ai vari piani, dell'edificio frontale, collocato a pochi metri dal punto di ripresa.

3.2. Ambienti interni

I rilievi condotti all'interno del Museo della Contrada Priora della Civetta hanno consentito l'acquisizione dettagliata degli spazi posti su più livelli, inclusi i vani principali, i collegamenti verticali e orizzontali, aree ipogee, oltre ad arredi. La nuvola di punti risultante documenta la morfologia complessa e stratificata dell'impianto architettonico, caratterizzato da ambienti distribuiti su piani sfalsati e con differente destinazione d'uso.

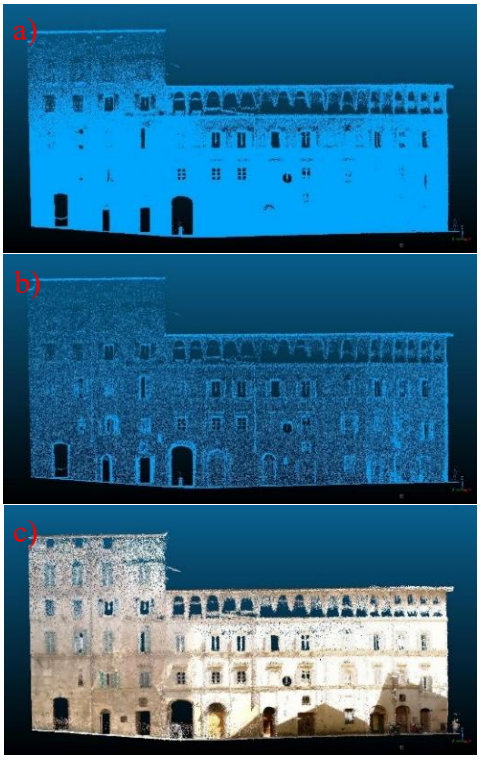


Fig. 4a-b-c- Vista ortocorretta del prospetto su via Cecco Angiolieri: a) nuvola di punti completa; b) nuvola di punti sub-campionata a 0.03 cm; c) nuvola di punti con texture (elaborazione grafica degli autori, 2025)

Gli spazi così rilevati mostrano un'articolazione planimetrica non regolare, con pareti di spessore variabile e numerose discontinuità strutturali riconducibili a interventi edilizi di varie epoche (Fig. 6a-b). I dati evidenziano inoltre la presenza di volte a botte, solai lignei, pozzi di butto e aperture di varie dimensioni, che testimoniano la coesistenza di fasi costruttive diverse. L'acquisizione ha incluso anche ambienti di transito verticale, come scale e soppalchi, che sono state rilevate integralmente permettendo un'analisi completa delle connessioni distributive interne.

3.3. Ambienti ipogei

Il rilievo degli ambienti ipogei ha restituito una modellazione dettagliata delle cavità, articolata su più livelli e in parte collegata da cunicoli e scalinate scavate nella litologia geologica senese. Il LiDAR, oltre a documentare le asperità e la morfologia irregolare degli ambienti, ha permesso di riscontrare gli effettivi volumi e direzioni spaziali di vani secondari come pozzi di butto, 'smiragli' (prese d'aria) e cunicoli di dimensioni ridotte non troppo dissimili da rami di bottino (termine con cui si indica il metodo storico di approvvigionamento idrico senese).

4. Discussione dei risultati

Il rilievo effettuato mediante Sistema di Mappatura Mobile LiDAR ha prodotto una nuvola di punti che costituisce una base solida per l'analisi architettonica, spaziale e morfologica del Castellare degli Ugurgeri. La restituzione digitale ha evidenziato le potenzialità della tecnologia impiegata nel documentare in modo simultaneo ambienti interni ed esterni, anche in un contesto urbano complesso come quello del centro storico di Siena.

Nella fase iniziale, l'estensione del rilievo agli edifici limitrofi, dovuta alla stretta vicinanza e alla natura stratificata e compatta del tessuto edilizio, ha permesso di ottenere un quadro più ampio e coerente dell'area, utile a ricostruire l'insediamento urbano del complesso. Per quanto riguarda l'involucro esterno, i dati raccolti offrono una lettura articolata delle superfici murarie, distinguendo tessiture e fasi costruttive, sebbene la presenza di edifici adiacenti e la ridotta ampiezza delle vie abbia limitato l'acquisizione delle parti superiori, impedendo una documentazione precisa dei dettagli di copertura. Il cortile interno è stato invece rilevato integralmente, offrendo una rappresentazione completa sia dei fronti interni che del piano di calpestio, incluso il sistema voltato dei vicoli adiacenti.

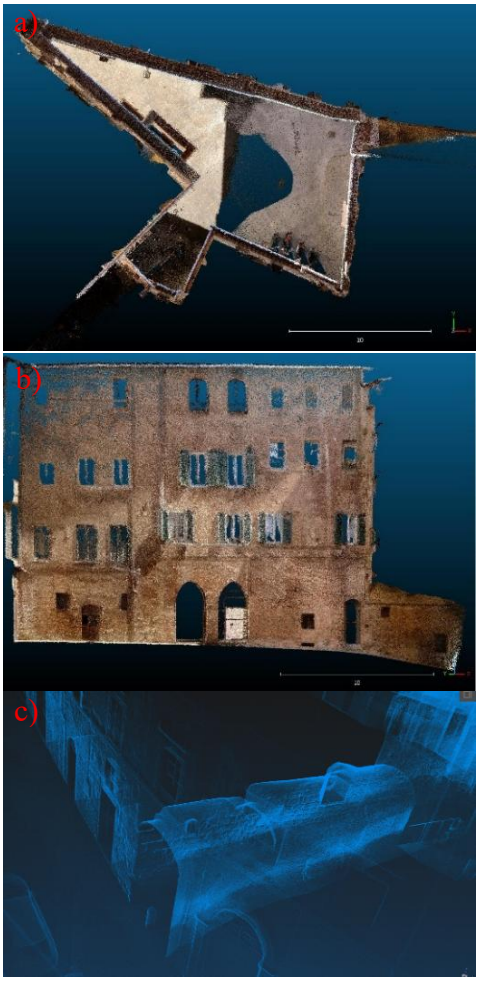


Fig. 5a-b-c- a) nuvola di punti vista dall'alto del cortile interno del Castellare; b) prospetto Nord-Est orto-corretto; c) particolare del vicolo voltato su via Cecco Angiolieri (elaborazione grafica degli autori, 2025)

Gli ambienti interni hanno evidenziato complessità distributiva e strutturale dell'impianto architettonico, caratterizzato da spazi sui livelli sfalsati e da una significativa presenza di elementi storicamente stratificati. Particolarmente significativa risulta l'analisi della torre degli

Ugurgeri e degli spazi ad essa adiacenti, che evidenziano un'articolazione irregolare e numerose discontinuità strutturali, compatibili con le trasformazioni avvenute nel tempo. Il rilievo degli ambienti ipogei (Fig. 7a-b) ha inoltre evidenziato la complessità spaziale delle cavità, articolate su più livelli e collegate da passaggi scavati nella litologia locale, con la presenza di elementi secondari quali pozzi, smiragli e diramazioni, rilevanti per future interpretazioni funzionali e storiche.

5. Conclusioni

L'uso combinato del rilievo LiDAR e dell'elaborazione avanzata delle nuvole di punti ha permesso di ottenere una rappresentazione digitale completa e accurata del Castellare degli Ugurgeri (Fig. 8a-b-c), includendo spazi esterni, interni e ipogei.

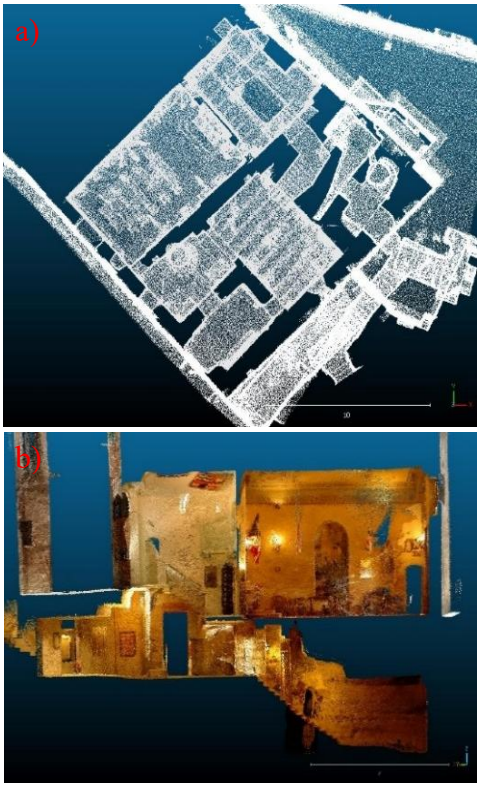


Fig. 6a-b- a) articolazione planimetrica di parte del palazzo Ugurgeri; b) sezione normale dove è possibile riconoscere ambienti di transito verticale, arredi e un ambiente ipogeo (elaborazione grafica degli autori, 2025)

Il livello di dettaglio raggiunto favorisce una programmazione di analisi archeometriche mirate sulle superfici e sui materiali impiegati.

La metodologia adottata ha confermato l'efficacia dei sistemi di Mappatura Mobile per la documentazione di architetture storiche complesse, restituendo una nuvola di punti coerente e di alta precisione, utile ad una migliore comprensione dell'articolazione spaziale, alla conservazione e alla valorizzazione del bene.

Le limitazioni nell'acquisizione delle coperture suggeriscono tuttavia di integrare, in future indagini, metodologie alternative come il rilievo mediante APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto), oppure, ove possibile, realizzare rilievi in quota da edifici limitrofi, al fine di arricchire ulteriormente il patrimonio informativo digitale. In prospettiva, l'integrazione dei dati LiDAR con rilievi fotogrammetrici e sistemi open-source potrà favorire lo sviluppo di modelli digitali del complesso, a supporto di interventi di restauro e gestione.

In conclusione, il caso studio del Castellare degli Ugurgeri dimostra come l'innovazione tecnologica possa rappresentare uno strumento efficace per la conoscenza e la tutela del patrimonio culturale.

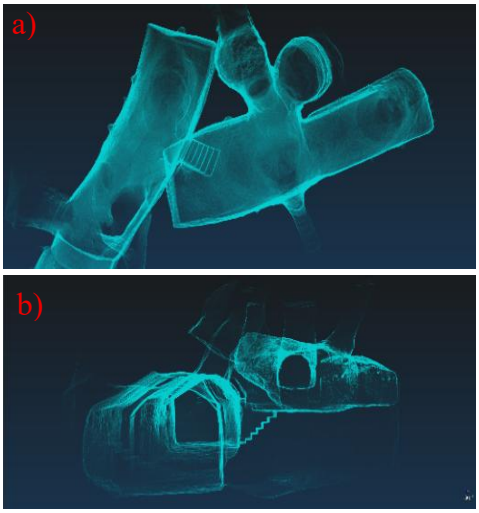


Fig. 7a-b- Modellazione di parte degli ambienti ipogei: a) vista dall'alto; b) articolazione su più livelli e smiragli (elaborazione grafica degli autori, 2025)



Fig. 8a-b-c- a) proiezione ortogonale in pianta degli ambienti interni rilevati e ricostruiti; b) proiezione ortogonale in pianta con inclusione dei muri esterni e del cortile interno; c) proiezione ortografica con vista da Sud-Est

Bibliografia

Balestracci, D. (1984) Il nido dei nobili: il popolo di S. Cristoforo e la famiglia degli Ugurgieri in età comunale. In: *Contrada Priora della Civetta. Le sedi storiche*. Genova, SAGEP, pp. 97–102.

Bruttini, J. (2023) *La costruzione di Siena medievale: note di topografia urbana tra XI e metà XIV secolo*. Sesto Fiorentino, All'Insegna del Giglio.

Cammarosano, P. (1974) *La famiglia dei Berardenghi: contributo alla storia della società senese nei secoli XI–XIII*. Spoleto, Centro italiano di studi sull'alto Medioevo (CISAM). Biblioteca degli "Studi medievali", 6.

Regione Toscana (2025) GEOscopio. Disponibile al link: https://www.regione.toscana.it/-/geoscopio (Ultima consultazione: 16/11/2025)

Girardeau-Montaut, D. (2025) CloudCompare. Disponibile al link: https://www.cloudcompare.org/

Grottanelli, L. (1881) *Genealogia e storia degli Ugurgieri, conti della Berardenga*. Siena, Ignazio Gati, Editore-Libraio.

Guasparri, G. (1993) I lineamenti geomorfologici dei terreni argillosi senesi. In: Giusti, F. (a cura di) *La storia naturale della Toscana meridionale*. Siena/Cinisello Balsamo, Monte dei Paschi di Siena; Amilcare Pizzi Editore, pp. 89–106.

Lazzarotto, A. (1993) Elementi di geologia. In: Giusti, F. (a cura di) *La storia naturale della Toscana meridionale*. Siena/Cinisello Balsamo, Monte dei Paschi di Siena; Amilcare Pizzi Editore, pp. 19–88.

Lazzarotto, A. & Pascucci, V. (1998) Aspetti geologici e geomorfologici del territorio senese. In: Boldrini, M. (a cura di) *Le terre di Siena. La storia, l'arte e la cultura di una provincia unica*. Vol. 1. Siena, Protagon Editori Toscani, pp. 151–187.

Livox (2025) Livox Mid-360. Disponibile al link: https://www.livoxtech.com/mid-360 (Ultima consultazione: 25 maggio 2025).

Micoli, L. L., Malik, U. S. & Guidi, G. (2024) Virtual reconstruction of no longer existing archaeological structures in highly urbanized areas. *Studies in Digital Heritage*, 8 (1), 36–66.

Strauss, M. J. et al. (2025) A handheld multisensory scanner system with real-time mapping and data processing for building survey applications. In: Licciardo, G. D., Carlsohn, M. F. & Schneider, V. J. (eds.) *Real-Time Processing of Image, Depth, and Video Information 2025*. Proceedings of SPIE, 13526, 7-11 April 2025, Prague. Bellingham, WA, SPIE, paper 135260C.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21503

Bastion survey protocol: operational activity framework for multi-scale surveys of fortified walls

Michele Russo[a], Gabriella Caroti[b]
[a] History, Representation and Restoration of Architecture Dept., Sapienza University of Rome, Italy, m.russo@uniroma1.it, [b] Civil and Industrial Engineering Dept., University of Pisa, Italy, e-mail: gabriella.caroti@unipi.it

How to cite: Russo, M. & Caroti, G. (2026). Bastion survey protocol: operational activity framework for multi-scale surveys of fortified walls. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21503

Abstract

The fortified heritage is a complex and layered category of Cultural Heritage in which military engineering, architecture and urban history converge. These structures, often monumental and complex, require integrated digital surveying approaches that account for scale variations, aimed at their documentation and preservation. Due to the complexity of these artefacts, surveys must be conducted in a coordinated manner, with control over the entire process and the final reliability of the results depending on the scale. If the latter is urban, it is possible to frame the whole fortified system at a territorial level in its formal entirety. At the same time, at an architectural scale, the individual geometries of the bastions, curtains, casemates, and other elements are documented, providing a general overview of construction techniques, structural conditions, and historical alterations. At a detailed scale, it is finally possible to concentrate on material and technological transformations, focusing on specific surface areas and related deterioration pathologies. These scales can and must be integrated, offering a multi-level reading system capable of rendering the complexity and information stratification of the artefact. It can occur through planning activities that harmonise information within a coherent cognitive framework and through applying a protocol with guidelines to support both the operators and the body that manages the asset, coordinating its management and maintenance activities. Thus, the latter can have a tool to control the quality of the surveys and the consistency of existing data, providing temporal continuity.
The authors propose a generalisation of the theme of the survey of bastions, defining guidelines to facilitate the operational phases according to the survey objectives and the scale of the activity.

Keywords: activity protocol, multi-scale process, 3D surveys, multi-resolution integration.

1. Introduction

Fortified heritage represents a stratified category of cultural heritage in which military engineering, architecture and urban development converge. Bastions, curtains and casemates are not only defensive structures but also indicators of territorial organisation and urban history. Their monumental nature, together with the complexity of construction techniques and transformations

BY-NC-SA

over time, requires advanced documentation strategies. In this sense, the applied development of active and passive 3D survey methodologies over the last 25 years has enabled massive acquisition campaigns for entire fortifications, providing a new key for reading and interpretation.

Countless research lines developed in the last decade alone, grounded in digital surveying, often highlight the importance of readapting well-established surveying processes to the morphological and material specificities of case studies, as well as to their environmental and territorial conditions.

Such complexity, stratified in time and space, is difficult to address by conducting surveys at a single scale. By contrast, a multi-scale approach enables the integration of different active and passive methodologies, establishing knowledge models that adapt to the complexity of the built environment. Precisely this need for readaptation, as identified in the case study and the available instruments, has over time produced a broad but fragmented framework of experimentation, in which each case study appears as a variant of a process that has been consolidated (the best solution "here and now").

This procedure addresses specificities but is of limited use to public administrations, which instead require general rules that ensure process quality is applicable in different contexts, while preserving continuity over time. The research presented here seeks to respond to this need by generalising the problem. It is achieved by introducing an initial draft of an integrated, multi-scale protocol that ensures the possibility of combining territorial, architectural, and material perspectives within a coherent framework.

Specifically, the study proposes an operational framework for bastion surveys, defining a systematic approach that ensures coherence, comparability, and usability of data across scales, applicable in various contexts.

2. Methodological Framework

The Methodological Bastion Survey Protocol (MBSP) is a reproducible, scale-sensitive methodology for documenting fortified walls. It pursues three methodological aims: (i) coherence between measurement scales and semantics, (ii) comparability between different projects in terms of sites and times, and (iii) practical usability of the results for planning, managing and monitoring the conservation of the artefact. The approach is aligned with well-established procedures for 3D surveying of cultural heritage and with recent multi-sensor integrations adopted in fortified contexts.

2.1. Data consistency

Surveys must be performed with shared georeferencing systems, standardised acquisition parameters and data formats. Defining a coherent ground or wall control and reference system (GCPs and CPs) and uniform metadata structures helps avoid the fragmentation that typically results from heterogeneous campaigns (Apollonio, Gaiani, & Sun, 2012).

It enables the validation of acquisition campaigns over time, reducing distortions arising from instrumental and localisation variables (reference systems), thereby improving scientific reliability and facilitating integration over time.

2.2. Comparability

By applying repeatable methods and documented protocols, the framework ensures that results from different sites or campaigns are directly comparable. Such comparability enables both cross-sectional analyses across different case studies and diachronic analyses (e.g., assessing decay or the effects of restoration in successive campaigns). This principle responds to the growing demand within heritage sciences for protocols that enable a quantitative evaluation of transformations (Stylianidis & Remondino, 2016; Sammartano, 2023).

2.3. Cross-scale usability

Information collected at the territorial level (e.g., the overall geometry of the fortified system) must remain meaningful when linked to architectural surveys (e.g., bastion geometry) and detailed material studies (e.g., decay mapping). Integration mechanisms, including hierarchical data organisation, shared coordinate systems, and interoperable metadata standards, enable seamless navigation between scales (Chiabrando, Lo Turco, & Rinaudo, 2017). This integration supports both scientific research and practical applications, including conservation planning and maintenance scheduling (Pepe, 2024).

In this way, the methodological framework becomes a protocol of continuity. Each new survey contributes to a cumulative knowledge base, not only enhancing the scientific understanding of fortified heritage but also facilitating its sustainable management and preservation. This systemic approach reflects the broader evolution of heritage documentation towards reproducibility, transparency and multi-level integration. (Remondino et al., 2014; Grussenmeyer et al., 2016).

3. Operational Framework for Bastion Surveys

The Operational Bastion Survey Protocol (OBSP) is the protocolled procedure that implements the MBSP. OBSP specifies roles, inputs, methods, outputs and quality controls in a phased workflow, so that investigations on fortified walls are performed consistently, are comparable across survey campaigns/sites and remain usable at different scales (territorial, architectural, material/detail). OBSP links the methodological objectives of the MBSP to concrete procedures in the field/laboratory, expected results and acceptance criteria.

The OBSP has been developed to standardise operational practices relating to fortified walls. The protocol is structured around three main, interconnected scales of investigation. It is because the scale of representation defines the level of analysis with which a given context is explored, consequently fixing the objectives that the survey sets out to achieve.

3.1. Quantifying a complex process

The primary challenge in defining a protocol is quantifying the process, i.e., determining a series of guiding parameters within the work phases for both the operational stage and for verifying the quality of the surveyed data. This difficulty stems from the increasingly articulated and integrated use of different surveying systems, which makes it practically impossible to determine overall quality parameters.

The variables presented by each methodology and its application do not allow for an overall traceability of the process. Conversely, providing guidance parameters for individual surveying methodologies is equally complex, given the differences in instrument performance within each methodology and how they are used (e.g., nadiral or oblique photographs). The presence of heterogeneous data and the apparent impossibility of statistically determining the final result of an integration process between different surveying methods led to discarding precision or measurement uncertainty (RMSE) as a reference value.

A possible solution would be to determine in advance both the methodology and the type of instrument, providing dedicated guidelines for their use. However, this would excessively constrain the plan of the survey process, defining public calls that are overly restrictive in terms of participation.

Therefore, generalisation implies an assumption of responsibility and an awareness that the proposed parameters are consistent with the application scale, while preserving a range that encompasses the variables dictated by the case study's characteristics (geometry, size, materials) as well as the surrounding operational conditions. For these reasons, two reference values were chosen:

1) the digital sampling step, expressed as resolution or GSD depending on the methodology applied. This value is related to the graphic error, a well-known parameter linked to the reference scale and preparatory to the restitution of the survey.

2) the Mean Global Accuracy (MGA), i.e., the value obtained from the average of the deviations of the different surveying techniques used with respect to a system of reference points previously materialised in the field. Quantification of value begins with resolution as the minimum parameter for determining a point in space, and a factor of 3 is applied to broaden its application range. These values are set out in the following paragraphs according to the application scale.

3.2. Territorial/urban scale (S1)

This scale of representation (1:2000 – 1:500) enables the entire fortified system to be framed in relation to the city and the surrounding landscape, highlighting its morphological relationships and how it has evolved over time (Fig, 1). The primary methodologies for cartographic survey/documentation include aerial or UAV photogrammetry, LiDAR (terrestrial, drone-borne, or airborne), and historical cartography.

The principal expected results are the overall metric–morphological representation, urban relationships and territorial footprint through ortho-images, DSM/DTM, overlays of georeferenced historical cartography, and territorial GIS models (Tab. 1).

Scale	Res./GSD	MGA
1:2000	40 cm	40-120 cm
1:1000	20 cm	20-60 cm
1:500	10 cm	10-30 cm

Tab. 1- Table of S1 parameters



Fig. 1- Satellite image of the Alessandria citadel (source: Google Earth)

3.3. Architectural scale (S2)

The objective of this scale of representation (1:200 – 1:50) is to acquire and reproduce the morphology and construction logics of bastions, curtains, casemates, gates and accessory works. (Fig. 2)

This scale enables all architectural analyses and comparisons, while simultaneously building a crucial bridge between the territorial theme (the relationship between bastions and the surrounding area) and construction details and their state of conservation.

The primary methodologies are static or dynamic (SLAM), Terrestrial Laser Scanning (TLS), and terrestrial or UAV photogrammetry (Tab. 2).

The main expected results are plans, elevations, and sections that are metrically consistent with this objective. From this documentation, it is possible to read:

- Priority information for initiating analysis and conservation procedures (authorisations, compliance, document archiving, detailed design);
- Construction techniques and the general framework of cracking, underpinning structural assessments;
- Data for site contractors/scaffolders: access, logistics, bills of quantities, technical schemes;
- Basic information for archaeologists and historians is derived from reading fabric, general mappings, work phases, and comparative studies.

Ultimately, this information can be consolidated into a single HBIM/GIS 3D model for lifecycle planning and maintenance of the architecture.

Scale	GSD/res.	MGA
1:200	4 cm	4-12 cm
1:100	2 cm	2-6 cm
1:50	1 cm	1-3 cm

Tab. 2- Table of S2 parameters



Fig. 2- Point clouds of Lucca external walls (source: authors' data processing)

3.4. Detail/material scale (S3)

These scales (1:20 – 1:10) are dedicated to reading and representing surface conditions, detailed stratigraphy of materials and decay pathologies (Fig. 3) . At this scale, it is possible to identify localised problems within the masonry for specific interventions, deepening aspects visible macroscopically or not visible at the architectural scale. The methodologies are close-range photogrammetry, multispectral imaging and digital microscopy.

Where applicable, invasive techniques for in-situ sampling may complement this phase. The representations produced concern only portions of masonry, through materials characterisation and decay mapping, aimed mainly at restoration and localised conservation plans (Tab. 3).

Scale	GSD/res.	MGA
1:20	4 mm	4-12 mm
1:10	2 mm	2-6 mm

Tab. 3- Table of S3 parameters

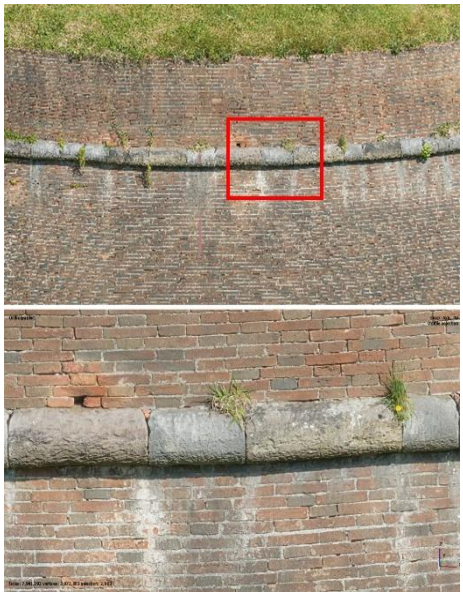


Fig. 3- Photogrammetric model of a detailed part of a bastion with close-up (source: authors' data processing)

Integration between scales is ensured by:

- Shared georeferencing systems that guarantee spatial coherence;
- Standardised metadata structures to facilitate interoperability;
- Protocol guidelines that define the operational steps for each phase (planning, data acquisition, processing, validation, archiving).

4. Process phases

The OBSP is divided into at least seven phases.

4.1. Fase 1 — Governance and risk

Defining roles (client/authority, Principal Investigator), setting objectives and KPIs (Key Performance Indicators — the quantifiable targets set before a survey to determine whether the work meets the required quality), approving methods and data standards (formats), quality control and final deliverables. Defining supervision of acquisition and processing to ensure compliance with KPIs, health and safety and regulations. Managing schedule and budget, establishing contacts with the competent cultural heritage authority. Identifying those in charge of the various processes: terrestrial and UAV photogrammetry, UAV (including access permits, UAV compliance and health-and-safety plan), laser scanning and total station surveys, data processing. If possible, developing a RACI matrix (Responsible, Accountable, Consulted, Informed) (Dell'Amico, 2023; Russo et al., 2024).

4.2. Phase 2 — Planning

Defining, describing and approving survey objectives, logistics, precision targets and expected results, with metadata and semantic requirements. Identifying areas of interest, delimiting them (if necessary), selecting sensors and defining quantitative acceptance criteria (KPIs) set before the survey to verify that methods and results meet the required quality (in the BSP, they are scale-specific, measurable and verifiable) and expected outcomes. For bastion surveys, time and costs can be assessed only as a function of the element's extent, the area/volume relationship and the morphological complexity of the artefact. Possible performance indicators by scale, to be fine-tuned for the specific case, include:

- KPI S1: geodetic control (GNSS) and surveying (TLS/Photogrammetry) of the entire fortification with average

resolution/GSD of 10–20 cm and MGA of 10–120 cm.

- KPI S2: geodetic control (GNSS) and surveying (TLS/Photogrammetry) of a portion of the fortification with average resolution/GSD of 1–4 cm and MGA of 1–12 cm.
- KPI S3: detailed survey of specific wall portions (Photogrammetry/imaging/microscopy) with average resolution/GSD of 2–4 mm and MGA of 2–12 mm.

4.3. Phase 3 — Reference system and survey design

This step is crucial for establishing a system that enables data integration over time. The first step involves verifying the presence of an existing reference system and assessing its accuracy upon adoption. If measurements of existing points do not meet the required quality parameters (KPIs) or no materialised reference system exists, a new one must be established. Homogeneous distribution and/or materialisation of points (GCPs and CPs) with more than 50% outside the bastion must also be provided, to allow controls independent of the fortified system, free of any deformational phenomena.

Both TLS stations and terrestrial and UAV photogrammetric blocks (nadiral + oblique) must be laid out in 2D. For TLS, the average working distance, sampling step, and spacing between stations—ensuring a sufficient (60–80%) overlap between scans—must be planned, as well as baselines and flight altitude based on the GSD calculation for photogrammetry.

4.4. Phase 4 — Acquisition

For the reference system, both GCPs and CPs will be surveyed with a precision GNSS system for the territorial (S1) and architectural (S2) scales, adopting a wall-mounted point scheme measured with a total station for the detail scale (S3). Particular care in surveying these points is essential to reduce starting bias, i.e., the uncertainty in measuring the reference points to which other measurement errors from the different methods will be added. Both active and passive instruments will be used, in accordance with consolidated practice. Keeping a log of methods (weather conditions, lens IDs, acquisition data, scan spacing, and target IDs) and performing on-site quality controls via specific check distances on select points of the reference system are also recommended.

4.5. Phase 5 — Processing & quality control

Processing includes steps that preserve data. Instrumental data must first be stored in duplicate to prevent data loss. Subsequently, processing of the reference system defines error ellipses for each point (providing a reliability measure for the portion of the bastion under examination). Next, align the TLS data (automatically and/or semi-automatically with ICP) and their orientation via GCPs, extracting both survey accuracy data and residuals using the CPs. Finally, orient the photographs using the GCPs and check the orientation residuals against the CPs. System quality verification is determined by the mean of the absolute values of all residuals obtained from the different acquisition systems with respect to the CPs. This value must fall within the relevant KPIs, determining the global reliability of the data. It is also advisable to introduce a localised check at this stage, either via sections (horizontal and vertical) between data from different sensors, or via deviation colour maps that show in elevation the distance between homogeneous blocks of points, verifying correct alignment and/or fusion between systems.

4.6. Phase 5—Integration and Semantic enrichment

Data integration must be assessed carefully at the end of the process, taking into account the specific data type. Integrating active sensors is not problematic; re-applying the same or different 3D scanners can be used to complete a portion. Photogrammetric integration is more challenging due to the impossibility of recreating the same external shooting conditions; often, a new extended campaign is chosen to repeat the entire survey of the missing portion. Information from different sensors composes a single point cloud. It may be helpful at this stage to subdivide different portions of the cloud, assigning a semantic description (classification) to each one. This process, which can be initiated automatically (through Deep/Machine Learning algorithms) (RIFERIMENTI) or manually, aims to return hierarchical meaning to the cloud by identifying the artefact's different parts and context.

Such subdivision can simplify both management (by controlling clouds separately) and interpretation (through Scan-to-BIM). The organised cloud can then serve as the basis for 2D and 3D restitution.

4.7. Phase 6-Archiving & dissemination

The final phase concerns data management and archiving. Here, the focus shifts to information optimisation. Active and passive methodologies can now generate point clouds with billions of points (massive surveys), raising issues of information management, archiving and sharing. To optimise the point cloud, homogeneous subsampling may be applied if the content is coherent (e.g., the fortification alone). In contrast, variable subsampling is advisable when the cloud describes multi-scale content (i.e., the surrounding area, architecture, or details). Semantic subdivision accelerates this process by defining variable optimisation based on content. The optimisation level (i.e., reduction of information content), once verified against the KPI and after extracting the model at full resolution, must be assessed according to the survey's purpose and the capabilities of the management and archiving system. For example, a resolution of 0.5–1 cm is sufficient for an architectural analysis that also includes the study of details; 2 cm is desirable for architectural restitution and a structural check; 5 cm may be enough for global control of the entire fortification. The optimisation level is tightly linked not only to the data's purpose but also to how it can be shared with the client and possible external users. Finally, using generic save/export formats (e.g., *.PTS, *.PTX, *.E57, *.TXT) that can be imported and viewed in common 3D point-cloud platforms is recommended.

5. Conclusions

Through a detailed examination and analysis of the various phases and objectives of surveying a generic fortification, the contribution presents a protocol draft dedicated to the survey of fortifications. The authors aim to generalise a complex problem, such as surveying these intricate fortified systems, by defining guidelines and a workflow (Fig. 4) that enable public administrations to more easily manage and control the preparation of calls for surveying fortified systems. Adopting this system ensures not only the quality of output data, regardless of the instruments used, but also continuity over time, by decoupling instrumental issues from methodological ones. This approach builds an information system that can be implemented and integrated, thanks to the use of the same guidelines.

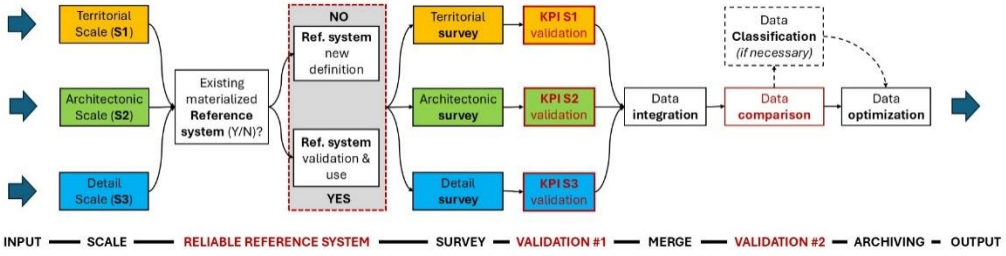


Fig. 4- Workflow of the process (source: author's graphitization)

Acknowledgements

This study received funding from the European Union - Next-GenerationEU - National Recovery and Resilience Plan (NRRP) – MISSION 4 COMPONENT 2, INVESTIMENT N. 1.1, CALL PRIN 2022 D.D. 104 02-02-2022 – (INFORTREAT. Reconstructing the Early Modern bastioned front. INformation models for the fruition of constructive knowledge in FORtified architecture TREATises (16th-18th Century): a new integrated analysis tool for the interpretation, restoration and maintenance of Early Modern fortified heritage T) CUP N. I53D23005420006.

The authors contributed equally to the study, analysis and definition of the protocol. In the writing stage, G.C. wrote Sections 2 and 4, M.R. Sections 1, 3 and 5.

References

Apollonio, F. I., Gaiani, M., & Sun, Z. (2012) 3D modeling and data enrichment in digital reconstruction of architectural heritage. *International Journal of Architectural Computing,* 10(1), 13–32.

Chiabrando, F., Lo Turco, M., & Rinaudo, F. (2017) Modeling the decay in cultural heritage assets: From 3D data to semantic enrichment. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences. IV-2/W2: 26th International CIPA Symposium 2017, 28 August–01 September 2017, Ottawa, Canada, pp. 97–104.

Dell'Amico, A. (2023) The walled city of Verona: integrated survey systems for the enhancement and promotion of Verona's city walls, *ISPRS Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-M-2-2023, Proceedings of the 29th CIPA Symposium *Documenting, Understanding, Preserving Cultural Heritage: Humanities and Digital Technologies for Shaping the Future*, 25–30 June 2023, Florence, Italy, pp. 481–489

Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtle, T., & Ringle, K. (2016) Comparison methods of terrestrial laser scanning, photogrammetry and tacheometry data for recording of cultural heritage buildings. Journal of Cultural Heritage, 14(2), 141–152.

Pepe, M., Palumbo, D., Dewedar, A. K. H., & Spacone, E. (2024) Toward to Combination of GIS-HBIM Models for Multiscale Representation and Management of Historic Center. *Heritage,* 7(12), 6966-6980.

Remondino, F., Rizzi, A., Jiménez Fernández-Palacios, B., & Menna, F. (2014) Low-cost and open-source solutions for automated image orientation – A critical overview. *Lecture Notes in Computer Science*, 7616, 40–54.

Russo, M., Flenghi, G., Buonacina, A., Russo, V. (2024) Virtual reconstruction of destroyed fortifications: the case study of Santa Caterina in Verona. In: Islami, G., Veizaj, D. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Vol. XVII: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 18-20 April 2024, Tirana. Universiteit Politeknik i Tiranës, pp. 603-610.

Sammartano, G., Avena, M., Fillia, E., & Spanò, A. (2023) Integrated HBIM-GIS Models for Multi-Scale Seismic Vulnerability Assessment of Historical Buildings. *Remote Sensing*, 15(3), 833. https://doi.org/10.3390/rs15030833

Stylianidis, E., & Remondino, F. (eds.) (2016) *3D Recording, Documentation and Management of Cultural Heritage*. St Albans, Whittles Publishing.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21507

Stone sentinels: the coastal towers of Forio d'Ischia

Patryk Rynkowski[a], Francesca Romana Stabile[a], Daniele Calisi[a]
[a] Dipartimento di Architettura - Università degli Studi Roma Tre, Roma, Italy, pat.rynkowski@stud.uniroma3.it, francescaromana.stabile@uniroma3.it, daniele.calisi@uniroma3.it

How to cite: Rynkowski, P., Stabile, F. R., & Calisi, D. (2026). Stone sentinels: the coastal towers of Forio d'Ischia. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21507

Abstract

The contribution presents a study of the coastal defensive system of Forio, on the island of Ischia, with particular attention to the towers and their integration into the historic urban fabric. The aim of the research is to create a digital twin of Forio's historic center as a tool for analysis, enhancement, and protection of its architectural heritage. The towers, now deeply embedded within the built environment and often unknown to both residents and tourists, represent the "stone sentinels" of a complex defensive system. The analysis begins with a macroscale reading of the coastal defensive belt of the Mediterranean, which developed between the Middle Ages and the early modern period in response to pirate and Saracen raids. It then focuses on the coastal stretches of Campania and Lazio through a georeferenced survey conducted in a GIS environment. Another important aspect of the research is the documentation of Ischia's defensive system—castles, towers, batteries, and guard posts—which plays a strategic role within the Phlegraean archipelago. Within this framework, Forio stands out as an emblematic case of a fortified village. Using historical sources such as Jakob Philipp Hackert's 1789 view and photogrammetric surveys of the ten identified towers, supplemented by LiDAR data, the system has been precisely mapped and the data processed into 3D models, architectural sections, and elevations. The digital model emerges as an essential tool for understanding, managing, and preserving the territory in a geologically fragile context such as Ischia and serves as valuable support in emergency scenarios and post-earthquake reconstruction efforts.

Keywords: coastal towers, photogrammetric survey, digital twin, Ischia.

1. Introduzione

L'architettura della difesa della costa mediterranea costituisce la prima sistematica frontiera lineare del *Mare Nostrum*, creata come risposta agli attacchi e alle incursioni che hanno attraversato l'Europa tra il XV-XIX sec. Questo paesaggio costiero costituisce, in maniera più o meno evidente, il segno della storia e della cultura dei diversi paesi del Mediterraneo e ne rappresenta anche una comune identità. Infatti, la costruzione strategica di una numerosa serie di fortificazioni ha avuto una forte influenza nella trasformazione del paesaggio mediterraneo. Durante le lotte per l'egemonia del Mediterraneo, il mare ha costituito un bordo fisico dove progettare una linea di difesa militare che ha ridisegnato il

BY-NC-SA

territorio costiero. Questo sistema di architettura militare a livello territoriale, esteso e organico, non solo era funzionale ai sistemi di difesa contro gli attacchi dei corsari, ma permetteva di assicurare le comunicazioni, il commercio e la navigazione. Lungo i 46.000 km che delimitano il perimetro del Mediterraneo la difesa bastionata costiera ha segnato la storia e la geografia del *Mare Nostrum*, attraverso soluzioni differenti derivate dall'ingegneria militare dell'epoca. Un patrimonio unico a livello paesaggistico e architettonico che è stato oggetto di numerose ricerche sugli aspetti tipologici, costruttivi e morfologici dei diversi manufatti.

Lo studio dei caratteri tipologici dei sistemi difensivi e delle fortificazioni lungo la costa ha permesso di comprendere, attraverso la loro evoluzione, il ruolo di ogni fortificazione come parte di un insediamento diffuso che rappresenta un importante patrimonio culturale comune a tutto il Mediterraneo. Tale sistema, infatti, rifletteva una stretta relazione tra le diverse morfologie dei luoghi e la storia dei popoli, sia europei che orientali e nordafricani, i loro scambi, conflitti e disegni politici (Braudel, 1966). Solo a livello di esempio citiamo il Castello di Santa Barbara ad Alicante o il Castello Doria a La Spezia, il forte di Brégançon o l'Estissac nella costa francese, il porto di Ciudadela a Menorca o quello di Alghero in Sardegna, le cinte murarie di Palmanova (Udine) o quelle veneziane di Nicosia (Cipro), etc. Circa 1200 beni[1] distribuiti lungo le coste definiscono attualmente un sistema insediativo diffuso lungo i diversi bacini del Mediterraneo e dei suoi continenti: la penisola balcanica, l'Asia Minore, l'Italia, la Francia, il complesso iberico, l'Africa del Nord.

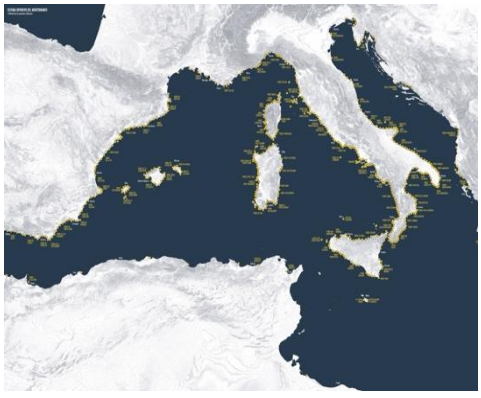


Fig. 1- Sistema Difensivo del Mediterraneo, 30mila km di perimetro difensivo (Patryk Rynkowski, 2024)

2. Le torri: rocce, coste, terra

Oltre ai bastioni, forti difensivi, castelli, porti e città murate, il circuito della difesa del Mediterraneo era formato da torri d'avvistamento la cui funzione era quella di permettere un riferimento visivo fra di loro, funzionale al trasferimento delle comunicazioni.

La messa a sistema delle fortificazioni, insieme alle unità a cavallo e alle flotte navali, garantiva un controllo integrato del territorio, sia della costa che delle aree interne. In questo articolato sistema di controllo e di difesa del territorio, le torri d'avvistamento erano le tipologie più diffuse con oltre mille unità, prevalentemente situate nel Mediterraneo occidentale.

Ad impianto circolare o quadrangolare, le torri erano caratterizzate da solide murature in pietra e con i loro differenti profili si integravano in maniera magistrale alla costa, alla roccia e alla terra dei profili costieri. Materia e colori, pietra e mare si confrontavano in continui rimandi. Tale identità, però, è stata in diversi casi compromessa dalle progressive e indifferenziate trasformazioni urbane che hanno segnato gli ultimi decenni del Novecento.

Il caso delle torri di Forio d'Ischia è rappresentativo di tale trasformazione del paesaggio urbano e costiero. Dalle catene montuose scendendo verso il mare, nel corso dei secoli si era istaurato un rapporto con la natura del territorio dell'isola che ha visto sviluppare i suoi primi insediamenti nella zona più favorevole allo sviluppo agricolo, commerciale ed abitativo.

Attualmente, questo equilibrio tra un contesto geologicamente fragile e lo spazio antropico è profondamente alterato a causa dell'incapacità di tutelare l'integrità del territorio, soprattutto costiero. La mappatura delle torri di Forio si propone, così, di restituire un quadro di riferimento e controllo – digital twin – di un sistema difensivo e insediativo al fine di promuovere progetti di conservazione, gestione e valorizzazione di questo secolare patrimonio costruito.

Attraverso tale analisi multiscalare sarà possibile la programmazione di interventi di restauro e di rifunzionalizzazione delle diverse torri che, oltre a restituire identità al paesaggio dell'isola, potrebbero diventare l'occasione per stabilire rapporti internazionali con le reti culturali dei luoghi di difesa del Mediterraneo e documentare così la ricchezza di territori, culture, religioni e tradizioni del *Mare Nostrum*.

3. Metodologia e strumenti di analisi

L'indagine si è avviata con un censimento georeferenziato delle torri costiere lungo le coste del Lazio e della Campania, con l'obiettivo di costruire un quadro comparativo utile a comprendere le differenze insediative e strategiche tra i sistemi difensivi continentali e quelli insulari. L'analisi è stata realizzata in ambiente GIS, attraverso la raccolta e l'integrazione di dati provenienti da fonti cartografiche storiche, repertori specialistici e rilievi territoriali. Ogni torre è stata catalogata secondo parametri quali tipologia architettonica, epoca di costruzione, stato di conservazione e posizione geografica. Come risultato, è stato prodotto un dataset geospaziale in formato shapefile, utile alla condivisione e classificazione delle informazioni. La struttura interoperabile del file, compatibile con i principali software GIS open-source e proprietari, ha permesso la creazione di mappe tematiche dinamiche, rendendo possibile l'interrogazione di ciascun elemento secondo attributi specifici e la visualizzazione immediata e georeferenziata del sistema difensivo su scala regionale. Questo lo rende un efficace strumento anche per le pubbliche amministrazioni, sia ai fini della pianificazione territoriale e della tutela del patrimonio, sia per l'integrazione nei Sistemi Informativi Territoriali (SIT) comunali o sovracomunali.



Fig. 2- Censimento torri costiere, costa laziale e campana (Patryk Rynkowski, 2024)

A partire da questa lettura su scala territoriale, lo studio si è concentrato sull'isola d'Ischia, considerata una cerniera nel controllo difensivo del Golfo di Napoli data la sua posizione strategica. Già a partire dall'VIII secolo a.C., Ischia fu sede del primo insediamento greco in Occidente, la colonia di Pithekoussai, divenendo un nodo essenziale nei traffici tra mondo egeo e penisola italiana. Nel tempo, l'isola ha mantenuto una posizione centrale nei collegamenti marittimi del Mediterraneo, ma anche una significativa fragilità difensiva legata alla sua esposizione. Nel corso del Medioevo e in particolare durante il dominio aragonese (XV sec.), l'incremento delle incursioni saracene e corsare determinò un'intensa militarizzazione del territorio, culminata nella costruzione del Castello Aragonese, posto a difesa dell'approdo orientale e della comunità di Ischia Ponte.



Fig. 3- Sistema difensivo dell'isola d'Ischia (Patryk Rynkowski, 2024)

È stata quindi costruita una tavola interpretativa del sistema difensivo dell'isola, composto da una rete articolata di castelli, torri, batterie e guardiole, distribuiti lungo il perimetro costiero e in posizioni elevate. Questo assetto rispondeva alla duplice esigenza di controllo visivo a lungo raggio e difesa ravvicinata, integrando elementi civili e militari nel paesaggio costruito. L'analisi ha evidenziato come Ischia, rispetto alla terraferma, presentasse una maggiore densità e complessità di strutture difensive, legata alla sua vulnerabilità geografica e alla funzione di presidio d'ingresso al Golfo di Napoli. Nel complesso sono stati censiti oltre novanta elementi: 63 torri, 17 batterie, 6 guardiole, 4 pietre e un bastione. Le torri, nucleo strutturale del sistema, assolvevano funzioni di avvistamento, interdizione e rifugio, e si distinguevano per forma e periodo di costruzione: cilindriche nel XIII secolo, troncoconiche nel XIV, quadrangolari con base troncopiramidale nel XV, e troncopiramidali con apparati a sporgere e caditoie nel XVI, in linea con i modelli del Viceregno spagnolo.

Tra i presidi più rilevanti si distinguono il Castello Aragonese, la Torre della Cornacchia, la Torre di Montevico, la Torre di Sant'Angelo, la Mezzatorre e la Torre di Mare. Alcuni di questi elementi sono oggi in rovina o integrati in edifici civili, ma nel loro insieme testimoniano un sofisticato sistema di difesa, esemplare nel contesto insulare del Mediterraneo occidentale.

4. Per una conoscenza del tessuto storico

Il focus si è quindi ristretto al centro storico di Forio, scelto come caso studio per l'analisi di dettaglio del tessuto urbano. Sono state individuate dieci torri costiere, oggi in gran parte inglobate nel tessuto edilizio contemporaneo e spesso difficilmente riconoscibili. Per documentare queste emergenze architettoniche è stato eseguito un rilievo fotogrammetrico da drone, finalizzato alla produzione di ortofoto, nuvole di punti e modelli tridimensionali ad alta definizione. L'acquisizione, realizzata con DJI Mini 3 Pro (3) per la sua compattezza e idoneità ad operazioni in contesti urbani complessi, ha interessato non solo le torri ma anche il contesto urbano circostante, ricostruendo una mappa 3D dell'intero borgo fortificato. I dati fotogrammetrici, integrati con rilievi LiDAR, hanno permesso di perfezionare la modellazione architettonica e paesaggistica e di costruire un modello digitale coerente del centro storico. La fase operativa del rilievo ha riguardato un'area estesa ben oltre il solo centro storico di Forio, coprendo una superficie complessiva di 884.000 m² (0,884 km²), utile alla lettura contestuale del paesaggio urbano e costiero. La pianificazione delle missioni di volo è stata organizzata mediante una suddivisione dell'area in sottosettori, con la definizione di parametri specifici: quota media di volo di 50 m, sovrapposizione longitudinale e trasversale rispettivamente del 70% e dell'80%, angolo di inclinazione della camera, rotte automatizzate e gestione dei punti di decollo e ritorno (RTH). Prima dell'esecuzione, sono state consultate le mappe D-Flight per verificare eventuali restrizioni dello spazio aereo e i NOTAM. L'area di Forio è risultata ricadere in uno scenario compatibile con la categoria *Open*, operabile a condizione di non superare i 120 m di altezza dal suolo e di rispettare le distanze minime di sicurezza dagli edifici. Con tali cautele, l'area è stata quindi giudicata idonea alle operazioni di volo.

L'acquisizione si è svolta in più missioni per adattarsi alla complessa morfologia urbana e alla presenza di ostacoli verticali. Sono state raccolte 5.737 immagini, delle quali 5.704 sono risultate correttamente allineate. Il rilievo fotogrammetrico è stato effettuato tramite il sensore FC3582, con risoluzioni di 4032×3024 px e 8064×6048 px, e lunghezza focale di 6.72 mm. Il modello ha raggiunto una densità media di 589 punti/m², con una nuvola di 908.054.363 punti, classificati in diverse categorie tematiche (terreno, vegetazione, edifici, manufatti e superficie stradale).

Il processo di elaborazione è stato realizzato mediante una piattaforma di tipo Structure from Motion (SfM), comprendendo: allineamento delle immagini (errore medio di riproiezione pari a 1.25 pixel), generazione delle mappe di profondità, produzione del modello digitale di elevazione (DEM), creazione di ortomosaici ad alta risoluzione e mesh texturizzate. La precisione stimata delle coordinate è stata di 1.03 cm.

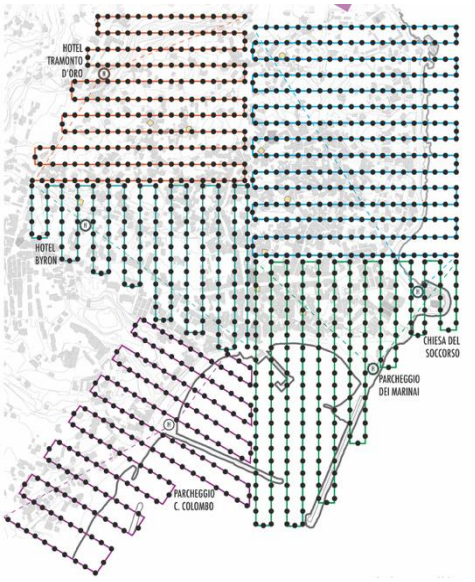


Fig. 4- Piano di volo su Forio d'Ischia (Patryk Rynkowski, 2024)

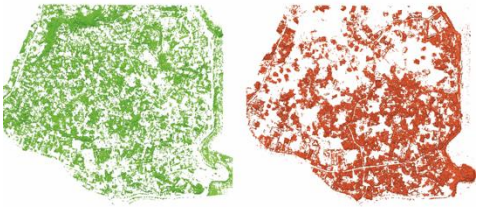


Fig. 5- Classificazione della nuvola di punti densa, vegetazione e edificato (Patryk Rynkowski, 2024)

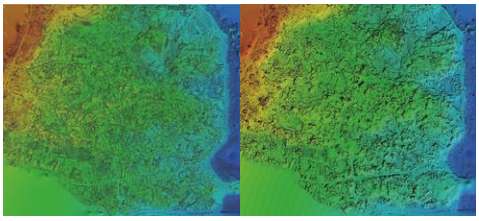


Fig. 6- DSM e DTM (Patryk Rynkowski, 2024)

Il modello generato costituisce una rappresentazione tridimensionale ad alta densità dell'area indagata, composta da una nuvola di oltre 908 milioni di punti classificati secondo criteri tematici. Esso consente l'estrazione di ortofoto, sezioni architettoniche, piante altimetriche, curve di livello e profili urbani, nonché la realizzazione di analisi morfologiche dettagliate del tessuto urbano e del territorio, utili per valutazioni topografiche, studio delle pendenze, assetti idrografici e relazioni tra edificato e orografia. La sua struttura permette un'analisi puntuale e stratificata, con segmentazioni spaziali per aree omogenee e l'isolamento di elementi specifici – come torri, edifici o spazi pubblici – favorendo una lettura integrata delle relazioni morfologiche e storiche del contesto di Forio.

L'uso combinato della nuvola di punti classificata e dei modelli altimetrici ha consentito inoltre di approfondire l'analisi delle relazioni spaziali tra i manufatti storici e la morfologia naturale. Mediante strumenti di *slicing* e segmentazione, è stato possibile estrarre porzioni tematiche del modello, funzionali a studi comparativi, scenari di simulazione e valutazioni di vulnerabilità. Ciò ha permesso di evidenziare non solo la distribuzione planimetrica delle torri, ma anche la loro giacitura rispetto alla pendenza dei versanti, alla viabilità storica e ai percorsi visivi verso il mare. l risultato si configura come un digital twin multistrato e multiscalare, utile ad approcci multidisciplinari, in grado di integrare dati spaziali, architettonici, morfologici e storici in un unico modello coerente e interrogabile. Il modello generato non si limita alla restituzione tridimensionale, ma offre la possibilità di isolare e analizzare porzioni tematiche – come tratti costieri, nuclei fortificati o segmenti del tessuto urbano – restituendole in prospetti, sezioni, piante altimetriche, profili topografici e ortomosaici ad alta definizione.



Fig. 7 - Nuvola Densa – Torre Nacera, sguardo verso il borgo marinaro (Patryk Rynkowski, 2024)

La segmentazione consente di leggere in modo stratificato le relazioni spaziali tra gli elementi dell'edificato storico e il contesto morfologico, evidenziando con precisione le interazioni tra volumetrie edilizie, spazi pubblici, tracciati viari storici e conformazione del terreno.

Ne derivano applicazioni che spaziano dalla ricostruzione degli assetti insediativi allo studio dell'evoluzione urbana, fino alla valutazione delle vulnerabilità strutturali e ambientali. In questa prospettiva, il modello si configura come un dispositivo operativo non solo per la conoscenza e l'analisi del tessuto storico, ma anche per il monitoraggio dello stato di conservazione, la simulazione di scenari di trasformazione urbana e la definizione di strategie di valorizzazione, in linea con le direttive europee sulla gestione integrata del patrimonio culturale.



Fig. 8- Ortomosaico, 52.871 × 6.434 pixel, 2.06 cm/pixel (GSD), scala 1:200 (Patryk Rynkowski, 2024)

5. Lettura tematica e ricostruzione integrata

Dopo la realizzazione del modello dell'intero centro storico, il lavoro si è concentrato su una fase di verifica operativa e approfondimento morfologico su scala puntuale. L'obiettivo non era più quello di documentare l'intero tessuto urbano, ma di testare l'efficacia del modello come strumento attivo di analisi architettonica, capace di restituire le specificità di singole emergenze e, ove possibile, anche le loro componenti interne. In quest'ottica, Torre Costantina è stata individuata come caso pilota per una sperimentazione metodologica che integrasse l'acquisizione delle superfici esterne – già mappate

tramite fotogrammetria da drone – con il rilievo degli ambienti interni, accessibili e relativamente ben conservati.

Per quest'ultima operazione è stato impiegato un dispositivo mobile (iPhone 12 Pro) dotato di sensore LiDAR ToF (Time-of-Flight), capace di acquisire una nuvola di punti a corto raggio (fino a 5 metri), con una precisione sufficiente a restituire geometrie e proporzioni spaziali con errore compreso tra 1 e 3 cm. L'uso di uno strumento leggero, maneggevole e a basso impatto logistico si è rivelato particolarmente utile in un contesto interno stretto, dove sarebbe stato complesso operare con scanner terrestri di tipo statico. L'acquisizione è stata resa possibile grazie a un'apertura straordinaria al pubblico della torre, organizzata come evento di *Open House*, condizione non comune poiché le altre torri analoghe della città sono proprietà privata e difficilmente accessibili per un rilievo interno con tecnologia LiDAR.



Fig. 9- Borgo dei marinai, vista assonometrica e sezione trasversale (Patryk Rynkowski, 2024)

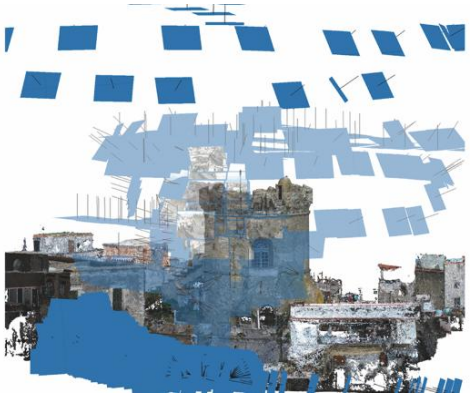


Fig. 10- Torrione, nuvola densa con allineamento foto aeree e terrestri (Patryk Rynkowski, 2024)



Fig. 11- Torri di Forio d'Ischia, nuvola densa, prospetto. Da sx: Torre Quattrocchi, Torone, Torre Nacera, (Patryk Rynkowski, 2024)



Fig. 12- Torri di Forio d'Ischia, nuvola densa. Da sx: Torre Nacera, Torrione, (Patryk Rynkowski, 2024)

Il confronto tra le due tecniche ha restituito risultati complementari: il rilievo fotogrammetrico, molto più denso e dettagliato, ha prodotto una nuvola da 21.707.471 punti mentre il LiDAR mobile ha generato una nuvola più contenuta, di 1.649.560 punti, sufficiente però a documentare in modo coerente i volumi interni.

Le due nuvole sono state allineate e fuse tramite software open source, consentendo la costruzione di un modello unico, metrico, tridimensionale e georeferenziato, in cui le geometrie esterne ed interne risultano finalmente unificate in un'unica rappresentazione continua.

Questa sperimentazione, pur limitata a un solo caso, suggerisce interessanti prospettive per la documentazione integrata del patrimonio costruito. Il rilievo misto, infatti, consente non solo la ricostruzione accurata delle architetture, ma anche la produzione di modelli operativi utili per analisi strutturali, simulazioni di restauro, rilievi pre-intervento o documentazione post-evento.

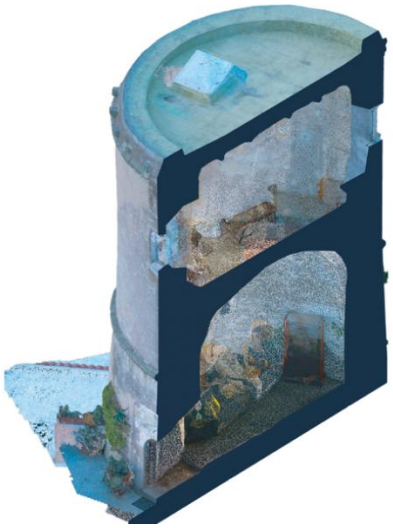


Fig. 13- Torre Costantina, Sezione assonometrica (Patryk Rynkowski, 2024)

In contesti fragili come Forio, soggetti a rischio sismico e dissesto idrogeologico, questi strumenti possono giocare un ruolo cruciale in strategie di prevenzione, gestione del rischio e tutela. Infine, il modello integrato può essere anche letto in chiave comunicativa, come base per lo sviluppo di applicazioni didattiche, museali o turistiche. L'integrazione tra interno ed esterno, tra dati ad alta densità e rilievi accessibili, consente una narrazione architettonica più completa e immersiva, potenzialmente replicabile in altri manufatti difensivi del Mediterraneo.

6. Conclusioni

La ricerca ha indagato in profondità il sistema difensivo di Forio d'Ischia, restituendo centralità a un patrimonio storico-architettonico spesso poco percepito e fortemente integrato nel tessuto urbano. L'approccio multiscala adottato – dall'analisi territoriale mediterranea alla documentazione puntuale – ha dimostrato l'efficacia dell'integrazione tra rilievo fotogrammetrico, acquisizione LiDAR e modellazione digitale, generando un digital twin in grado di supportare strategie di conservazione, pianificazione e valorizzazione. L'indagine ha consentito di censire e documentare le dieci torri costiere attualmente identificabili nel centro storico di Forio: Torrione (circolare), Torone (circolare), Torre Costantina (circolare), Torre Milone (quadrata), Torre Nacera (quadrata), Torre Cierco (circolare), Torre Patalano (quadrata), Torre Quattrocchi (quadrata), Torre Baiola (quadrata) e Torre Sferratore (quadrata). Questo lavoro non si limita a documentare un insieme di architetture storiche, ma propone un modello operativo per la gestione integrata di contesti urbani fragili, ponendo le basi per piattaforme digitali condivise, analisi morfologiche avanzate e strategie di tutela che possano essere replicate su scala mediterranea. La metodologia adottata si colloca nel solco delle più recenti ricerche sulla documentazione digitale integrata del patrimonio culturale (Apollonio et al., 2021; Banfi, 2020; Fregonese et al., 2022; Pepe et al., 2023), che combinano dati provenienti da rilievi fotogrammetrici, laser scanner e sistemi GIS in ambienti tridimensionali interoperabili. Tuttavia, il caso di Forio d'Ischia si distingue per l'estensione territoriale dell'applicazione e per l'approccio multiscala adottato, che supera la dimensione del singolo manufatto per costruire un modello informativo unitario del paesaggio costiero. In tal modo, la ricerca propone una declinazione del concetto di digital twin orientata non solo alla rappresentazione, ma anche alla gestione dinamica e preventiva dei rischi fisici e ambientali che interessano i contesti urbani insulari. L'integrazione di dati morfologici, materici e spaziali all'interno di un modello georeferenziato tridimensionale consente non solo la rappresentazione, ma anche la gestione dinamica delle informazioni, aprendo la strada a futuri sviluppi verso piattaforme digitali interoperabili per la pianificazione, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio costiero. In questa prospettiva, il caso di studio di Forio d'Ischia si configura come un laboratorio sperimentale per la definizione di protocolli operativi replicabili in altri contesti del Mediterraneo, in cui la relazione tra architettura difensiva, territorio e rischio rimane un tema di attualità e di ricerca.



Fig. 14- Vista nord su Forio (Patryk Rynkowski, 2024)

Note

(1) Torre di San Giovanni, Alghero (XIV sec.); Torre della Pelosa, Stintino (XVI sec.); Rete di Torri Vicereali, Golfo di Napoli (XVI sec.); Tour de Constance, Aigues-Mortes, Camargue (XIII sec.); Fort de Brégançon, Costa Azzurra (XVI sec.); Torri Genovesi, Corsica (XVI sec.); Torre del Oro, Siviglia (XIII sec.); Castello di Santa Bárbara, Alicante (IX–XVI sec.); Torres costiere, Minorca, Baleari (XVI–XVIII sec.).

(2) Drone ultraleggero (249 g) dotato di sensore CMOS 1/1.3", risoluzione fotografica fino a 48 MP e possibilità di registrazione video in 4K.

Bibliografia

Apollonio, F. I., Gaiani, M. & Sun, Z. (2021) A digital twin for heritage buildings: integrating HBIM and GIS technologies. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 178, 50-65.

Banfi, F. (2020) HBIM for conservation: heritage building information modelling for digital documentation. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIV-M-1, 55-62.

Belli, V. (2011) Il dispositivo difensivo dell'isola d'Ischia. *La Rassegna d'Ischia*, 1–2–3.

Braudel, F. (1966) *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II.* Paris, Armand Colin.

Buchner, D. & Neola, L. (1981) *L'isola d'Ischia: studio geografico.* Napoli, Liguori Editore.

Capano, F. (2009) Ischia da mito a stazione turistica di massa. In: Buccaro, A. & De Seta, C. (eds.) *I centri storici della provincia di Napoli: struttura, forma, identità urbana.* Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, pp. 163-205.

Capano, F. (2017) Le torri di Forio tra rappresentazione e valorizzazione. In: Aveta, A., Marino, B. G. & Amore, R. (eds.) *La Baia di Napoli: strategie integrate per la conservazione e la fruizione del paesaggio culturale, Vol. II.* Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, pp. 155-160.

Crova, C. (2018) *Torri costiere di Terra di Lavoro: storia e conservazione.* Campobasso, Volturnia Edizioni.

D'Ascia, G. (1867) *Storia dell'isola d'Ischia.* Napoli, Stabilimento Tipografico di Nicola Jovene.

Delizia, I. (1987) *Ischia: l'identità negata.* Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane.

Fregonese, L., Adami, A. & Balletti, C. (2022) Integrated 3D survey methodologies for cultural heritage. *Applied Geomatics*, 14, pp. 121-135.

Gurioli, E. (1992) *Torri costiere del Mediterraneo.* Bologna, Calderini Editore.

Murphy, M., McGovern, E. & Pavia, S. (2013) Historic Building Information Modelling (HBIM): adding intelligence to laser and image-based surveys. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 76, pp. 89-102.

Pane, R. (1949) Taccuino d'Ischia. *Le Vie d'Italia*, maggio, pp. 475-482.

Pepe, M., Costantino, D. & Alfio, V. (2023) Digital twins and 3D GIS for cultural heritage management. *Remote Sensing*, 15(2), 302.

Sardella, F. (1985) *Architetture di Ischia.* Ischia, Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici di Napoli e Provincia – Edizioni del Castello Aragonese.

Sciosia, V., Imer, A. (eds.) & Barbieri, M. (1996) *Ischia, Forio. Le torri saracene in luce.* Napoli, Fiorentino Editore.

Archivio di Stato di Napoli (2024) Available at: http://patrimonio.archiviodistatonapoli.it (Accessed: September 2024).

Fortezze.it (2024) Available at: http://www.fortezze.it (Accessed: September 2024).

IGMI (2024) Available at: http://igmi.org (Accessed: September 2024).

Istituto Italiano Castelli (2024) Available at: http://www.istitutoitalianocastelli.it (Accessed: September 2024).

JSTOR (2024) Available at: https://www.jstor.org (Accessed: September 2024).

La Rassegna d'Ischia (2024) Available at: https://www.larassegnadischia.it (Accessed: September 2024).

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21508

Defensive architecture between land and coast: the tower of Sessa Aurunca and the tower of Lago Patria

Michele Sabatino[a], Maria Prisco[b]
[a] Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", DADI, Aversa, Italia, michele.sabatino1@unicampania.it,
[b] Liceo "Leonardo da Vinci" di Aversa, Italia, mariaprisco.mp@libero.it

How to cite: Sabatino, M. & Prisco, M. (2026). Defensive architecture between land and coast: the tower of Sessa Aurunca and the tower of Lago Patria. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21508

Abstract

This paper analyses two defensive structures of the Kingdom of Naples located in different geographical, functional and historical contexts: the cylindrical tower of the city walls of Sessa Aurunca and the square coastal tower of Lago Patria. The two structures bear witness to defensive strategies developed between the late Middle Ages and the early modern age, reflecting different territorial and political needs. The comparative analysis – conducted using photogrammetric surveying, three-dimensional modelling, historical sources and morphological interpretation – highlights similarities and differences in terms of typology and function, emphasizing the role of digital techniques in understanding and enhancing the value of minor structures belonging to the fortified heritage.

Keywords: fortifications, Kingdom of Naples, towers, survey.

1. Introduzione

Il patrimonio fortificato del Regno di Napoli costituisce una rete complessa di presidi costieri e terrestri sviluppati tra il Medioevo e l'Età moderna. Le continue trasformazioni funzionali e gli adattamenti d'uso hanno compromesso nel tempo gran parte di questo sistema difensivo (Cianci, 2024).

In epoca vicereale, il programma di rafforzamento voluto da don Pedro Afan de Ribera, duca d'Alcalà, rappresentò un momento decisivo per la strutturazione della rete di torri costiere, completando l'impianto iniziato nel 1532 da don Pedro de Toledo (Crova, 2014).

Tra gli esempi più significativi, seppur in parte alterati, si collocano la Torre di Sessa Aurunca, inglobata in un palazzo urbano (Fig. 1a), e la Torre di Lago Patria, situata lungo la costa Domizia e oggi integrata in un'abitazione privata (Fig. 1b).

Il presente contributo propone un'analisi comparativa fra le due architetture, entrambe testimonianza di differenti strategie difensive nel Regno di Napoli. La prima, di impianto cilindrico, è parte della cinta muraria aragonese di Sessa Aurunca; la seconda, a pianta quadrata, si inserisce nel sistema costiero vicereale.

BY-NC-SA



Fig. 1- Le torri oggetto dell'analisi comparativa di questo studio: a) la Torre di Sessa Aurunca; b) la Torre di Lago Patria (foto degli autori, 2025)

Attraverso l'integrazione di rilievo digitale, modellazione 3D e fonti documentarie, lo studio intende proporre una lettura coerente e aggiornata del patrimonio fortificato minore, evidenziandone il valore culturale e la potenzialità interpretativa.

2. Analisi storica e tipologica

2.1. La Torre di Sessa Aurunca

Collocata presso la porta meridionale della cinta muraria urbana, la torre cilindrica di Sessa Aurunca costituisce un raffinato esempio di architettura difensiva aragonese del XV secolo. Fu costruita durante il ducato di Giovanni Antonio Marzano (1416–1453), periodo in cui furono inglobati i borghi di San Biagio e dei Cappuccini nelle nuove mura cittadine (Di Marco, 2000). Nella veduta del Pacichelli, risalente al 1703, è possibile leggere la forma complessiva dell'impianto urbano fortificato (Fig. 2).

La torre presenta pianta circolare con base scarpata e coronamento a beccatelli in pietra, sorretti da archetti trilobati, funzionali sia alla difesa piombante sia alla protezione dei soldati. Le aperture ai livelli inferiori testimoniano una difesa fiancheggiante, mentre la curvatura dell'alzato e la scarpatura di base riducono l'esposizione ai colpi d'artiglieria (AA.VV., 1994).

L'integrazione della torre nel sistema murario urbano evidenzia un ruolo difensivo interno alla struttura cittadina, coerente con la logica aragonese di controllo e rappresentanza del potere.

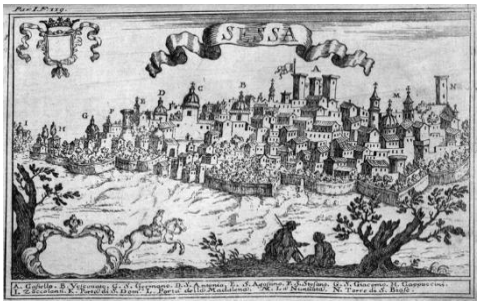


Fig. 2- Sessa Aurunca, nel Regno di Napoli in Prospettiva (Giovanni Battista Pacichelli, 1703)

2.2. La Torre di Lago Patria

La torre di Lago Patria, a pianta quadrata e volumetria compatta, risale al XVI secolo e appartiene al sistema difensivo vicereale voluto dal viceré don Pedro de Toledo. Già documentata nel 1577 e in un disegno del 1581 (Fig. 3), la torre era affiancata da una taverna per i viandanti (D'Alterio, 2021).

Secondo la tradizione, sarebbe stata edificata con materiali provenienti dalla villa di Scipione l'Africano, sui resti del suo sepolcro. La struttura, a volume tronco-piramidale su base scarpata, presenta tre caditoie per lato e una tipica organizzazione interna su tre livelli: deposito e cisterna al piano terra, alloggio del torriere con camino al primo piano, e batteria al secondo piano (Isgrò & Turco, 2018).

La torre rientrava nella rete di avvistamento costiero già operativa nel 1563, comprendente le torri di Sant'Anastasia, Capovento, Sant'Agostino, Viola, Gaveta, Monte Orlando, Scauli, Argento, Garigliano, Sant'Emaro, Patria,

Castellammare di Volturno e quelle delle isole di Procida e Ischia (Crova, 2014).

Nei secoli successivi ha subito diverse trasformazioni, tra cui la modifica della scala di accesso e la ristrutturazione del coronamento, come documentato in una veduta (Fig. 4) di Giacinto Gigante del 1837 conservata al Museo di San Martino di Napoli.

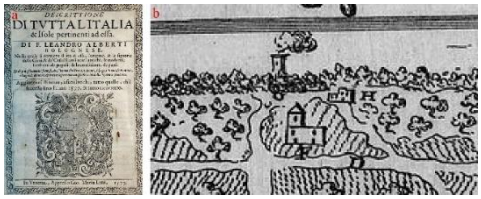


Fig. 3- La Torre di Lago Patria e una taverna in sua prossimità tra il XVI e il XVIII secolo: a) copertina del testo di Leandro Alberti contenente la sua descrizione; b) Una torre costiera in un'incisione locale del XVIII secolo (Alberti, 1577; D'Alterio, 2021)

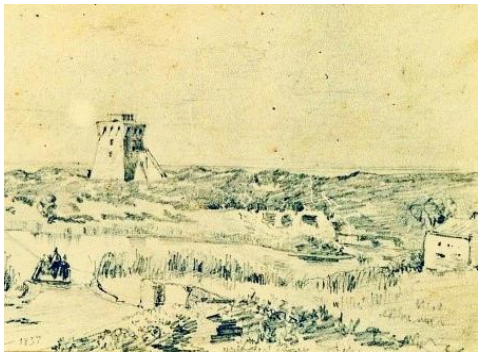


Fig. 4- La Torre di Lago Patria in una veduta del 1837, eseguita da Giacinto Gigante (disegno conservato presso il Museo di San Martino, Napoli)

3. Tecnologie per la conoscenza: rilievo e rappresentazione digitale

L'analisi delle due torri è stata condotta attraverso un approccio integrato, fondato su rilievi diretti, fotogrammetrici e modellazione tridimensionale, allo scopo di restituire una lettura conoscitiva delle architetture in esame.

La documentazione fotografica ha rappresentato il punto di partenza per entrambe le strutture sia nel caso della torre di Sessa Aurunca (Fig. 5) che per quella di Lago Patria (Fig. 6).



Fig. 5- Viste della Torre aragonese di Sessa Aurunca (CE) (a,b,c fotografie degli autori, c,d,e Bencivenga, RadioWebAurunca & Rozera, 2021)

Il rilievo digitale non è stato concepito come un rilievo metrico di precisione, bensì come un processo esplorativo e conoscitivo, orientato alla comprensione morfologica e alla rappresentazione visuale (Apollonio & Gaiani, 2019; Fassi, 2017).



Fig. 6- Torre Vicereale di Lago Patria (CE) (foto degli autori, 2025)

L'impiego della fotogrammetria digitale, tecnica non invasiva che consente la generazione di modelli tridimensionali a partire da immagini fotografiche, ha permesso di acquisire un elevato numero di informazioni geometriche e materiche, elaborabili attraverso software specialistici.

La digitalizzazione, intesa come strumento di conoscenza, consente oggi di integrare le fasi di rilievo, analisi e comunicazione del bene architettonico, favorendo la costruzione di archivi digitali e modelli interattivi utili alla ricerca e alla valorizzazione (Tucci & Bonora, 2021; Bianchini, 2020).

3.1. Rilievo fotogrammetrico – Torre di Sessa Aurunca

Per la torre aragonese è stato eseguito un rilievo fotogrammetrico terrestre con la fotocamera digitale di uno smartphone, integrato da immagini aeree acquisite da un video amatoriale con drone.

Le fotografie sono state elaborate con il software 3D Zephyr, ottenendo una nuvola di punti densa, successivamente convertita in mesh e quindi in modello tridimensionale (1) texturizzato (Fig. 7).

Sebbene si tratti di un rilievo a bassa definizione, i risultati permettono di restituire la geometria complessiva dell'edificio e di analizzarne la morfologia e lo stato di conservazione delle superfici.



Fig. 7- Viste del modello tridimensionale digitale della Torre di Sessa Aurunca: alcune immagini sono state rettificate usando un processo con intelligenza artificiale (elaborazione grafica di Michele Sabatino, 2025)

L'accuratezza del modello non è stata valutata in termini metrici assoluti ma in funzione della sua coerenza morfologica, come suggerito dalla letteratura scientifica recente (Apollonio & Gaiani, 2019; Remondino & Campana, 2014).

L'analisi ha previsto anche un confronto diretto tra il rilievo digitale e una serie di elaborati analogici realizzati negli anni Novanta da uno degli autori nell'ambito del corso di "Tecniche della rappresentazione dell'architettura" (2).

Tali disegni – comprendenti planimetrie, sezioni e prospetti – rappresentano una documentazione preziosa dello stato di conservazione dell'edificio (Fig. 8).

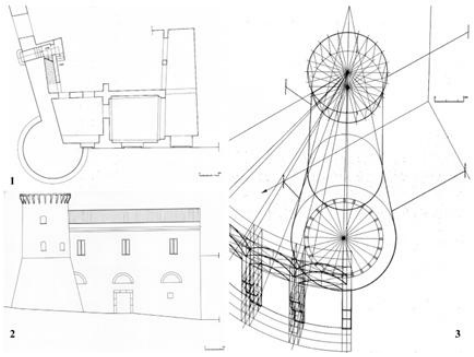


Fig. 8. Disegni analogici della torre di Sessa Aurunca (CE): 1) pianta, 2) prospetto, 3) assonometria (elaborazione grafica di Michele Sabatino)

Questa integrazione tra rilievi analogici e digitali dimostra il valore della rappresentazione come strumento di conoscenza stratificata e di confronto temporale, utile alla lettura evolutiva ai manufatti storici (Remondino e Campana, 2014).

3.2 Modellazione concettuale – Torre di Lago Patria

Nel caso della torre di Lago Patria, la proprietà privata e l'inaccessibilità del sito hanno reso impossibile un rilievo diretto. Si è pertanto optato per una modellazione concettuale tridimensionale, sviluppata a partire da materiale grafico e fotografico disponibile: rilievi analogici provenienti dall'archivio privato del prof. Raffaele Giamminelli, immagini fotografiche esterne e un video aereo reperito in rete.

La ricostruzione digitale è stata condotta discretizzando piante e alzati (Fig. 9), integrandoli con lo studio tipologico delle torri coeve del sistema vicereale (Cisternino & Faglia, 1977).

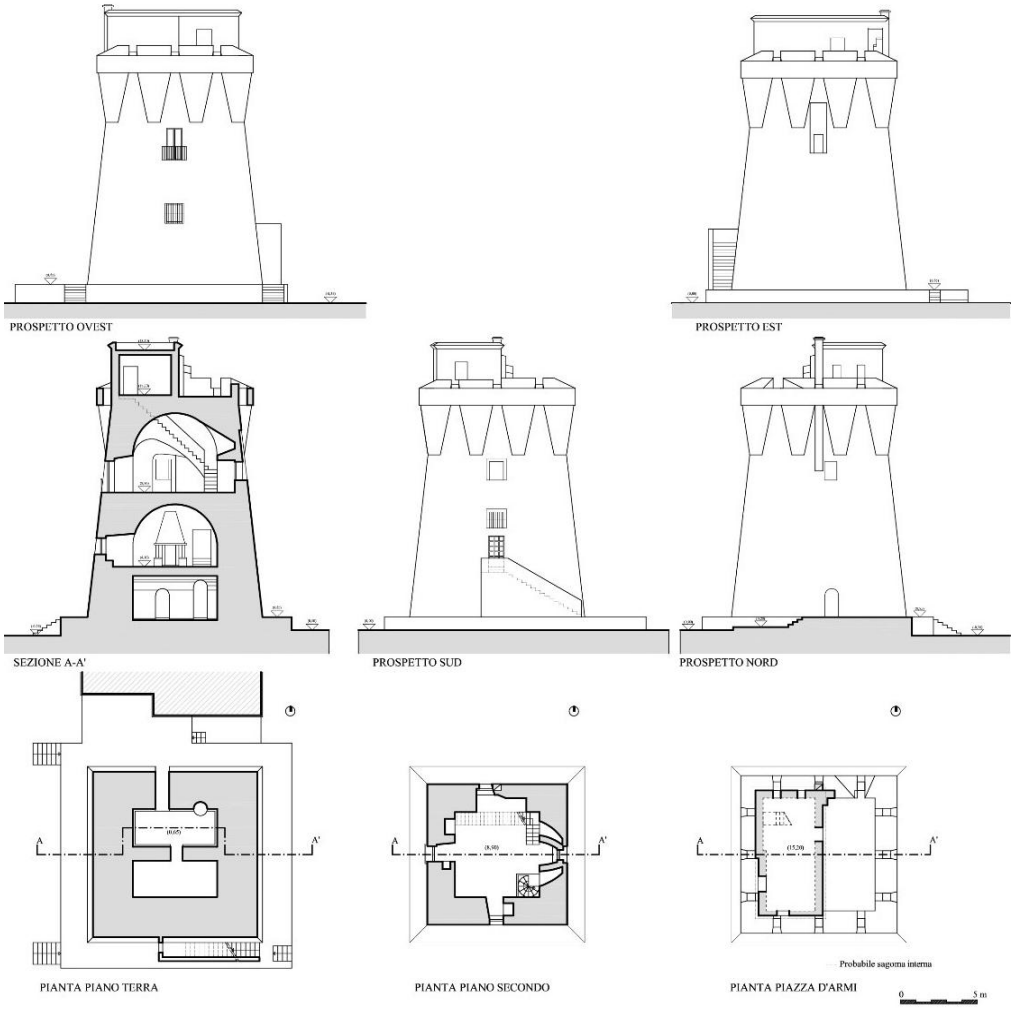


Fig. 9- Ricostruzione digitale bidimensionale della torre Vicereale di Lago Patria (CE) (elaborazione grafica di Michele Sabatino, 2025)

Il modello ottenuto (Fig. 10) non ha valore metrico, ma costituisce un modello concettuale di tipo interpretativo, utile alla comprensione volumetrica, all'analisi comparativa e alla comunicazione visiva.

In termini metodologici, la modellazione concettuale rappresenta un processo di traduzione e sintesi delle informazioni disponibili, volto a restituire la morfologia complessiva e la logica costruttiva dell'architettura in assenza di dati metrici completi (Bianchini, 2020).

Essa costituisce dunque un modello conoscitivo e comunicativo, finalizzato alla valorizzazione e alla divulgazione dei beni non accessibili o solo parzialmente documentati.

4. Confronto tra le due architetture

Il confronto tra la torre di Sessa Aurunca e quella di Lago Patria mette in evidenza due differenti concezioni difensive, legate a contesti geografici, cronologici e funzionali distinti. La torre aragonese di Sessa Aurunca si configura come un elemento fortificato urbano, integrato nella cinta muraria e direttamente connesso al tessuto costruito. La sua forma cilindrica con base scarpata e coronamento a beccatelli è tipica delle

architetture difensive del Quattrocento meridionale, rispondendo a esigenze di difesa ravvicinata e di protezione dell'abitato (Russo, 2009).

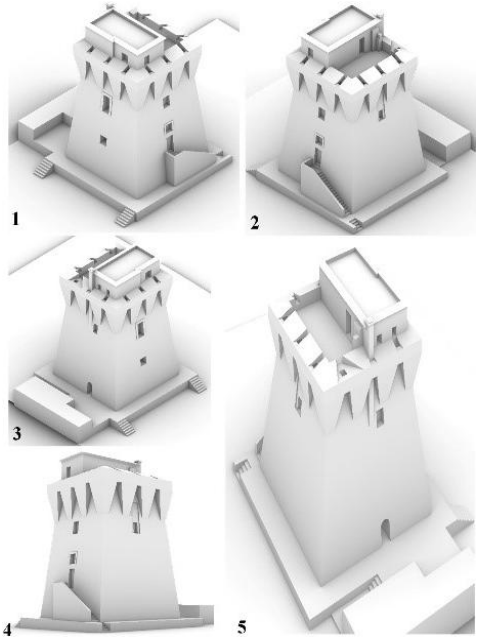


Fig. 10- Modello digitale della torre Vicereale di Lago Patria (CE). Viste tridimensionali: 1) sud-ovest; 2) sud-est; 3) nord-ovest; 4) sud-est; 5) nord-est (elaborazione grafica di Michele Sabatino, 2025)

La sua funzione, tuttavia, non era soltanto militare: essa rappresentava un segno di potere e di controllo simbolico sul territorio, incarnando la visione di una città fortificata e autosufficiente. La torre di Lago Patria, invece, appartiene a un diverso sistema di difesa territoriale.

La sua massa compatta e la collocazione isolata lungo la costa rispondono a una logica di controllo visivo e di comunicazione strategica con le torri limitrofe. In questo caso, la torre diviene un nodo della rete di segnalazione costiera voluta dai viceré spagnoli, concepita per garantire la sicurezza del Regno di Napoli contro le incursioni corsare (Cisternino & Faglia, 1977; Giove, 2024).

Dal punto di vista morfologico, le due torri rappresentano soluzioni antitetiche: la struttura cilindrica di Sessa Aurunca riflette una difesa "introversa", centrata sulla città e sulle mura, mentre quella quadrangolare di Lago Patria esprime una difesa "estroversa", rivolta al mare e alla percezione del pericolo esterno.

La lettura comparativa dei rilievi digitale per la torre aragonese, concettuale per quella vicereale dimostra come le differenti tecniche di rappresentazione, pur non garantendo la stessa precisione metrica, offrano una conoscenza complementare delle architetture: nel primo caso attraverso la misura e la documentazione, nel secondo attraverso l'interpretazione e la ricostruzione logica.

Il modello fotogrammetrico e quello concettuale dialogano per analogia tipologica e per funzione. Le due torri, pur distanti nel tempo e nello spazio, condividono infatti una medesima finalità: il controllo dei flussi e la difesa dei confini, secondo una strategia visiva e territoriale che lega città e costa, interno e orizzonte.

5. Conclusioni

L'indagine condotta ha messo in luce il potenziale delle metodologie digitali nel campo della documentazione e valorizzazione del patrimonio architettonico minore.

L'integrazione tra rilievo fotogrammetrico, modellazione 3D e rappresentazione concettuale consente una conoscenza più ampia delle architetture difensive, restituendo non solo dati geometrici, ma anche relazioni spaziali, morfologiche e simboliche.

La ricerca dimostra come anche rilievi a bassa densità possano assumere valore conoscitivo e didattico se correttamente interpretati nel contesto storico e metodologico.

Le tecniche digitali, lungi dal sostituire il rilievo diretto, ne estendono le possibilità, consentendo di costruire archivi visuali e modelli navigabili, utili alla fruizione e alla conservazione del patrimonio.

Nel caso specifico, il confronto tra la torre di Sessa Aurunca e quella di Lago Patria offre una chiave di lettura del sistema difensivo tirrenico in età moderna, rivelando l'articolazione di strategie militari e territoriali complementari.

La digitalizzazione diventa quindi strumento di conoscenza e mediazione, capace di restituire significato e leggibilità a manufatti spesso marginali o inaccessibili.

Ringraziamenti

Sebbene il contributo sia il risultato del lavoro congiunto degli autori, Michele Sabatino è autore dei paragrafi 1, 3, 3.1, 3.2, 4 e 5; Maria Prisco dei paragrafi 2.1 e 2.2.

Si ringraziano il dott. Luigi Maglio dell'Istituto Italiano dei Castelli, sezione Campania, per i preziosi suggerimenti e l'arch. Gianfranco Russo per il materiale documentario sulla torre di Lago Patria.

Note

(1) Alcune immagini del modello tridimensionale texturizzato sono state rettificate con un procedimento con intelligenza artificiale al solo scopo di migliorarne la lettura, senza alterarne la morfologia e le proporzioni.

(2) Gli elaborati grafici analogici in questione furono realizzati nell'ambito del corso di *Tecniche di Rappresentazione dell'Architettura* (prof.ssa Ornella Zerlenga), presso la Seconda Università degli Studi di Napoli (oggi Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"). Alcuni di questi elaborati confluirono nella monografia: Ornella Zerlenga (1996) *Note sulla rappresentazione geometrica dello spazio architettonico*, Napoli, Cuen Editore.

Bibliografia

AA.VV. (1994). *Castelli d'Italia: Campania*. Roma, Laterza / Istituto Italiano dei Castelli.

Alberti, L. (1577) *Descrittione di tutta l'Italia di f. Leandro Alberti bolognese, nella quale si contiene il sito di essa, l'origine et le Signorie delle Città et delle Castella*. Altobello Salicato, Libraria della Fortezza.

Apollonio, F. I. & Gaiani, M. (2019). *Rilievo e modellazione 3D per la conservazione del patrimonio architettonico*. Bologna, Bononia University Press.

Bencivenga, G., RadioWebAurunca & Rozera, C. (2021) *RadioWebAurunca. Le torri di Sessa Aurunca - Dai luoghi della memoria*, disponibile al link: https://www.youtube.com/watch?v=KM908yiymi4 (Ultimo accesso: 1° settembre 2025).

Bianchini, C. (2020). *Modelli digitali per la documentazione e la valorizzazione dei beni culturali*. Firenze, Edifir.

Cisternino, R., & Faglia, V. (1977). *Torri costiere e torrieri del Regno di Napoli (1521-1806)*. Roma, Istituto Italiano dei Castelli.

Cianci, M. G., Calisi, D., Colaceci, S., Botta, S. & Schiaroli, M. (2024). Il Circeo e il sistema di fortificazione di torri sul mare. In: Zerlenga, O., Cirillo, V. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XX: Proceedings of FORTMED – International Conference on Modern Age Fortifications of the Mediterranean coast, 10-12 Aprile 2025, Caserta. Caserta-Valencia, Dadipress / edUPV, pp. 989-996.

Crova, C. (2014). *La difesa costiera in età vicereale nel Regno di Napoli*. Marina di Minturno, Armando Caramanica Editore.

D'Alterio, A. (2021) *Centro Studi Normanni: ricerche storiche e artistiche. Torre e taverna di Lago Patria*, disponibile al link: https://www.centrostudinormanni.it/2021/02/02/torre-e-taverna-di-lago-patria/ (Ultimo accesso: 1° settembre 2025).

Di Marco, G. (2000) *Frati e fabbriche. I conventi maschili di Sessa. Storia e architettura*. Marina di Minturno, Caramanica Editore.

Fassi, F. (2017) *Metodi di rilievo e modellazione per il patrimonio culturale*. Milano, Politecnico di Milano.

Giove, G. (2024) *Le torri costiere a occidente di Taranto nella storia e nelle finanze del Regno di Napoli*. Roma, EBS Print.

Isgrò, S. & Turco, M. G. (2018) Le torri del litorale laziale: dalla storia alla valorizzazione. In: Marotta, A. & Spallone, R. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. VIII: Proceedings of FORTMED – International Conference on Modern Age Fortifications of the Mediterranean coast, 18-20 October 2018, Turin. Turin, Politecnico di Torino, pp. 683-690.

Remondino, F. & Campana, S. (2014) *Rilievo e modellazione 3D in archeologia e beni culturali*. Oxford, Archaeopress.

Pacichelli, G. B. (1703) *Il Regno di Napoli in prospettiva: diviso in dodeci provincie, in cui si descrivono la sua Metropoli Fidelissima città di Napoli.* Parte prima. Napoli, Stamperia di Michele Luigi Mutio.
Russo, F. (2009) *Le torri costiere del Regno di Napoli. La frontiera marittima e le incursioni corsare tra il XVI e il XIX secolo*. Roma, Scienze e Lettere.
Sirago, M. (2024) *I Campi Flegrei e la città di Pozzuoli in età moderna: dalla pesca al turismo di massa*. Palermo, Istituto Euroarabo.
Tucci, G., & Bonora, V. (2021) *Il rilievo digitale per la conoscenza e la conservazione dei beni architettonici*. Firenze, Edifir.
Zerlenga, O. (1996). *Note sulla rappresentazione geometrica dello spazio architettonico*. Napoli, Cuen Editore.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21509

The Alcamo Stronghold: Multi-Scalar Survey and Hybrid Representation of the Sardinian Defensive Front (1942–1943)

Giancarlo Sanna[a], Andrea Pirinu[a], Andrés Martínez Medina[b], Nicola Paba[a]
[a] University of Cagliari, Italy, giancarlo.sanna@unica.it, apirinu@unica.it & nicola.paba@gmail.com, [b] University of Alicante, Spain, andresm.medina@ua.es

How to cite: Sanna, G., Pirinu, A., Martínez-Medina, A. & Paba, N. (2026). The Alcamo Stronghold: Multi-Scalar Survey and Hybrid Representation of the Sardinian Defensive Front (1942–1943). In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21509

Abstract
During the Second World War, the south-eastern coastline of Sardinia was equipped with a multilayered defensive system. The first coastal line was intended to repel amphibious landings, while anti-ship and anti-aircraft batteries, positioned in strategic locations, secured maritime and aerial spaces in defence of major infrastructures. A second, more structured line developed along the inland hills, designed to counter and neutralize advancing ground forces. In Quartu Sant'Elena, this line materialized in a containment arc, consisting of 19 strongholds, among which stronghold no. 2, code-named Alcamo, occupied a commanding position over the Gulf of Angels. The complex comprises six reinforced-concrete multi-weapon bunkers with distinct planimetric configurations. Its elevated position also enhances its panoramic value, offering today a privileged vantage point for interpreting the surrounding landscape, at the intersection between military memory and environmental perception. Through an integrated and multiscalar methodological approach—combining historical sources, architectural survey, and landscape representation—it is possible to more accurately reconstruct construction features, settlement logics, and environmental integration. The results, framed within a broader investigation encompassing both the Sardinian coastline and the Mediterranean coasts of Spain, contribute to a deeper understanding of the defensive system and provide operative bases for future actions of preservation and valorisation of the military landscape.

Keywords: bunkers, concrete defences, military architecture of the 20th century, World War II.

1. Introduzione

La Sardegna conserva un patrimonio architettonico e paesaggistico legato alla difesa del territorio, che trova nel sistema fortificato della Seconda guerra mondiale il più recente tassello di una lunga tradizione militare. A partire dai primi anni Quaranta, il Genio e la Marina militare italiana avviarono la costruzione di oltre 1.500 opere difensive in calcestruzzo armato distribuite lungo l'intero perimetro costiero dell'isola per presidiare spiagge, approdi, infrastrutture strategiche e accessi urbani. Progettate secondo modelli grafici standardizzati,

BY-NC-SA

tali architetture furono tuttavia adattate al contesto attraverso soluzioni morfologiche e mimetiche che ne condizionano ancora oggi la percezione nel paesaggio.

Il presente articolo si inserisce all'interno di un progetto di ricerca che coinvolge il DICAAR dell'Università di Cagliari, il DeGraf di Alicante (Spagna) e il Dip. SDRA della Sapienza (Roma). Obiettivo prioritario è documentare e valorizzare questo patrimonio attraverso un approccio integrato e multiscalare, capace di coniugare fonti storiche e archivistiche, analisi territoriale e rilievo architettonico-paesaggistico, fino a una riflessione critica sul rapporto tra architettura militare e paesaggio contemporaneo. Tale metodologia costituisce la base per l'elaborazione di strategie di narrazione visiva, orientate a restituire un senso ad un patrimonio scomodo e spesso disperso nel paesaggio.

2. Inquadramento teorico: verso un repertorio del paesaggio bellico del '900

Gli studi sulle architetture difensive del '900 hanno avuto origine nei contributi pionieristici dedicati all'Atlantic Wall. Paul Virilio ne ha messo in evidenza per primo la dimensione estetica e simbolica (Virilio, 1994), mentre successivamente Rudi Rolf ha sviluppato un ampio lavoro di catalogazione tipologica che rimane tutt'oggi un riferimento imprescindibile (Rolf, 1988). Nei primi anni Duemila, Bassanelli e Postiglione hanno ulteriormente ampliato il campo di indagine, teorizzando per questo patrimonio la configurazione di un paesaggio culturale specifico (Bassanelli e Postiglione, 2011). Sulla base di questi studi fondativi, l'interesse scientifico si è progressivamente esteso al cosiddetto Muro Mediterraneo (Martínez-Medina e Sanjust, 2013), che consente di interpretare come fenomeno unitario le fortificazioni realizzate lungo le coste mediterranee nel corso della Seconda guerra mondiale. In questo più ampio ambito di ricerca, che coinvolge tutti i paesi costieri del Mediterraneo, si inseriscono anche le prime indagini dedicate alle fortificazioni della Seconda guerra mondiale in Sardegna (Carro e Grioni, 2001).

La ricerca si è progressivamente orientata verso l'impiego di strumenti digitali e metodologie di rilievo integrato, con l'obiettivo di restituire la complessità del paesaggio militare del XX secolo. Da un lato, sono stati sperimentati modelli interpretativi che uniscono analisi morfologica, lettura territoriale e rappresentazioni grafiche (Pirinu et al., 2020); dall'altro, è stato avviato lo sviluppo di un database multiscalare per la gestione delle informazioni, lo studio tipologico e la valorizzazione del patrimonio militare (Sanna et al., 2025). Pur differenti per obiettivi e metodi, questi contributi convergono nel sottolineare la necessità di superare una logica puramente inventariale a favore di un approccio interpretativo multidisciplinare.

3. Contesto storico e architettonico: l'arco di contenimento di Quartu Sant'Elena

I litorali dell'isola costituiscono un vero e proprio palinsesto di architetture difensive, sedimentatesi nel corso dei secoli attraverso dispositivi di controllo del territorio: dalle strutture nuragiche alle torri d'avvistamento costiere (XVI–XVIII secolo), fino alle architetture belliche realizzate tra il 1940 e il 1943 dal Genio e dalla Marina militare italiani. Queste strutture - bunker, rifugi, caserme e piazzole - furono progettate per contrastare un temuto sbarco delle forze alleate e rappresentano oggi la componente più recente di una stratificazione militare del paesaggio costiero, spesso mimetizzata o dimenticata.

Nel quadro delle strategie difensive approntate lungo le coste italiane, la fascia orientale del Golfo di Cagliari assunse un ruolo di rilievo per il Genio del XIII Corpo d'Armata del Regio Esercito. A partire dal dicembre 1941, fu avviata una vasta campagna di fortificazione che portò alla realizzazione di un articolato sistema difensivo tra la Torre di Is Mortorius e il Margine Rosso di Quartu Sant'Elena Nel gennaio 1942, partì un programma sistematico di costruzioni in calcestruzzo armato e il 24 febbraio 1943, il Comando Genio della Quinta Armata censiva nell'area di Quartu 70 opere poliarma, due sbarramenti stradali e 18 fortini lungo il fronte costiero del Settore Cagliari che si sono aggiunte alle già preesistenti opere come nuclei fissi (Fig. 1a), appostamenti campali e sbarramenti stradali.

Dal punto di vista tipologico, il settore difensivo di Quartu Sant'Elena si caratterizza per la presenza di due categorie principali di opere: i fortini monoarma (o *pillbox*) (Fig. 1b) e le postazioni poliarma (Fig. 1c). I primi, di forma circolare e di dimensioni ridotte, ospitavano un solo vano per l'arma e si distinguevano per semplicità costruttiva e facilità di impiego, qualità che ne favorirono la diffusione alla vigilia

del conflitto. Le seconde, invece, di maggiori dimensioni, erano articolate in più casematte, ciascuna con il proprio armamento orientato su settori differenziati; prive di copertura a 360°, richiedevano la presenza coordinata di più unità per garantire la completa sorveglianza del territorio.



Fig. 1- Tre configurazioni principali: nucleo fisso (1a), monoarma (1b) e poliarma (1c) (foto di G. Sanna)

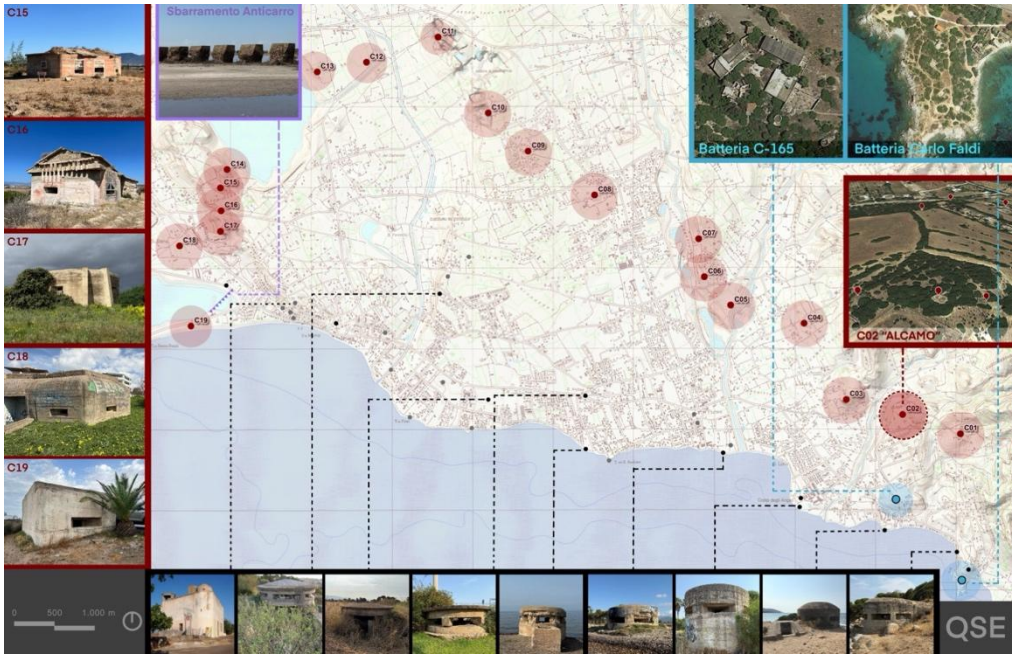


Fig. 2- Componenti dell'articolato sistema difensivo di Quartu Sant'Elena (elaborazione GIS di G. Sanna)

La prima linea costiera comprendeva postazioni di avvistamento e fortini circolari; ad essa si affiancava un sistema di batterie antinave e antiaeree; infine, una seconda linea arretrata, più strutturata, si sviluppava lungo le alture retrostanti e configurava l'arco di contenimento, dispositivo militare costituito prevalentemente da postazioni poliarma destinato a bloccare eventuali avanzate nemiche attraverso la connessione di capisaldi fortificati, (Fig. 2) come il caposaldo numero 2, oggetto di questo studio, chiamato in codice Alcamo. Esso rappresenta un caso emblematico per analizzare la distribuzione e il funzionamento delle architetture militari in relazione al paesaggio.

3. Il caposaldo Alcamo (QSE_CS02)

Il caposaldo difensivo Alcamo (denominato nel database QSE_CS02) è costituito da sei postazioni (Fig. 3) situate a Quartu Sant'Elena, nell'area di Is Meris, lungo il versante occidentale della collina che domina l'attuale quartiere di Flumini.



Fig. 3- Collage fotografico UAV: le 6 architetture del caposaldo Alcamo (ricognizione di N. Paba)

La posizione sopraelevata garantiva un controllo visivo sulla linea costiera e sulle direttrici interne, confermando la funzione strategica del sito. Le sei opere, presentano schemi planimetrici che derivano dalla combinazione di forme elementari —pentagonali, quadrate o rettangolari — con accessi costituiti da rampe o scale che scendono nel terreno per raggiungere le casematte

Le architetture, orientate diversamente tra loro, si caratterizzano per dimensioni comprese tra circa 5 e 9 metri e uno stato di conservazione eterogeneo: alcune strutture si mantengono integre e accessibili, mentre altre, inglobate in proprietà private, risultano coperte da vegetazione o modificate da interventi recenti. La postazione principale (BKC_01), edificata sui resti del Nuraghe Is Meris, rappresenta un nodo di particolare valore storico-simbolico, attestando la continuità d'uso militare del luogo dal periodo protostorico al secondo conflitto mondiale. Si trattava della struttura più elevata, in collegamento visivo con i capisaldi II e III e con la batteria Carlo Faldi. Il bunker, oltre ad essere parzialmente interrato e celato dalla vegetazione, fu rivestito con grosse pietre ricavate dallo stesso nuraghe smantellato, simulando l'aspetto di una torre antica.

Le postazioni BKC_02 e BKC_05 adottarono soluzioni di integrazione con la morfologia naturale, mediante interramenti parziali e avvalendosi di pitture mimetiche sulle pareti con feritoie. La BKC_02 conserva visibili tracce di ancoraggi che testimoniano l'impiego di un telo mimetico, previsto per occultarne la sagoma geometrica alle ricognizioni aeree. Le postazioni BKC_04 e BKC_06 adottarono invece una strategia mimetica differente, venendo dissimulate — probabilmente a cura delle Compagnie Mascheratori del Genio Militare — come capanne rurali con tetto a falde e, probabilmente, con dettagli decorativi destinati a occultare le feritoie.

4. Metodologia Integrata

L'impianto metodologico si fonda su fasi preliminari di analisi cartografica e ricerca archivistica. Queste operazioni hanno consentito di leggere il sito come un palinsesto in continua evoluzione, in cui si intrecciano dimensioni tangibili — architettura, morfologia, ambiente — e aspetti immateriali legati alla memoria. La prima fase operativa, condotta a scala territoriale, ha preso avvio dall'analisi delle fonti cartografiche storiche (IGM 1:25000) (Genio Militare, 1943) utilizzate come base per l'individuazione preliminare delle aree su base Google Earth, che ha consentito una verifica tridimensionale e dinamica delle posizioni. Tale riscontro ha permesso di passare all'analisi in ambiente GIS (Colaceci et al., 2022), dove si è strutturato un database informativo, nel quale di ogni manufatto e di ogni area studiata e rilevata sono riportati i dati metrici, tipologici e funzionali, arricchiti da una schedatura in continua espansione. La modellazione dei campi di tiro ha chiarito il funzionamento del sistema: per i capisaldi sono stati rappresentati cerchi di copertura continua di 800 metri a 360° delle mitragliatrici leggere, mentre per le casematte di artiglieria controcarro sono stati ricostruiti coni grigi orientati verso il litorale con gittata massima di oltre 5000 metri, evidenziando la capacità di controllo completo della linea di costa. In questo modo, la stratificazione conoscitiva —

dall'archivio al dato georeferenziato — ha reso leggibile la logica progettuale e la coerenza strategica della rete difensiva (Fig. 4). Questa fase è stata affiancata da un sopralluogo sul campo, essenziale non solo per pianificare la campagna di rilievo, ma soprattutto per acquisire una conoscenza diretta, sensoriale e percettiva dei luoghi.



Fig. 4- Comparazioni cartografiche su base IGM, Google Earth e GIS/DTM (elaborazione di G. Sanna)

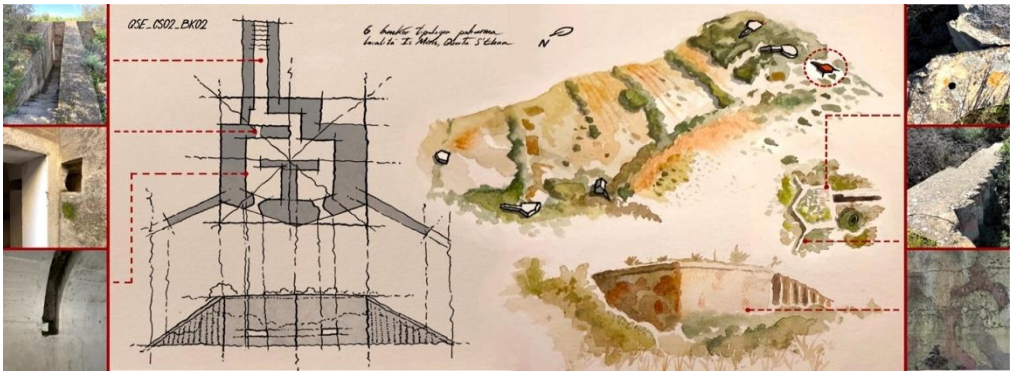


Fig. 5- Lavoro sul campo: collage di disegni analogici e fotografie (Elaborazione grafica di G. Sanna

Disegni, integrati da fotografie di dettaglio, hanno documentato le proporzioni, gli aspetti materici, offrendo un supporto alla comprensione del rapporto tra architettura e paesaggio (Fig. 5). La campagna aerofotogrammetrica (Villanueva e Blanco, 2019) è stata condotta mediante un sistema UAS (*Unmanned Aircraft System*) DJI Mavic 3 Enterprise, equipaggiato con modulo RTK per la georeferenziazione diretta ad alta precisione. Per l'acquisizione è stata implementata una pianificazione di volo *Smart Oblique* che, sfruttando i rapidi movimenti del gimbal, ha permesso di catturare fotogrammi nadirali e obliqui in un'unica traiettoria (Fig. 6). Questa metodologia ha ottimizzato significativamente i tempi, consentendo di documentare l'intera superficie di interesse — comprensiva di tutti e sei i bunker — in una singola sessione operativa, ottenendo una GSD (*Ground Sample Distance*) di 1.70 cm/pixel costante, grazie all'impostazione del piano di volo su quota AGL (*above ground level*) calcolata in base al modello altimetrico Aster GDEM v3 (2019) accessibile tramite il software DJI Pilot 2.

La nuvola di punti ha permesso la ricostruzione tridimensionale dell'assetto topografico-morfologico con un dettaglio che si è rivelato cruciale per evidenziare relazioni spaziali non percepibili dal suolo e documentare con un dettaglio inedito manufatti in aree inaccessibili, come i bunker BK05 e BK06, parzialmente inglobati in proprietà private e occultati dalla vegetazione.



Fig. 6- Piano di volo UAS e punti di presa degli scatti (elaborazioni grafiche di N. Paba)

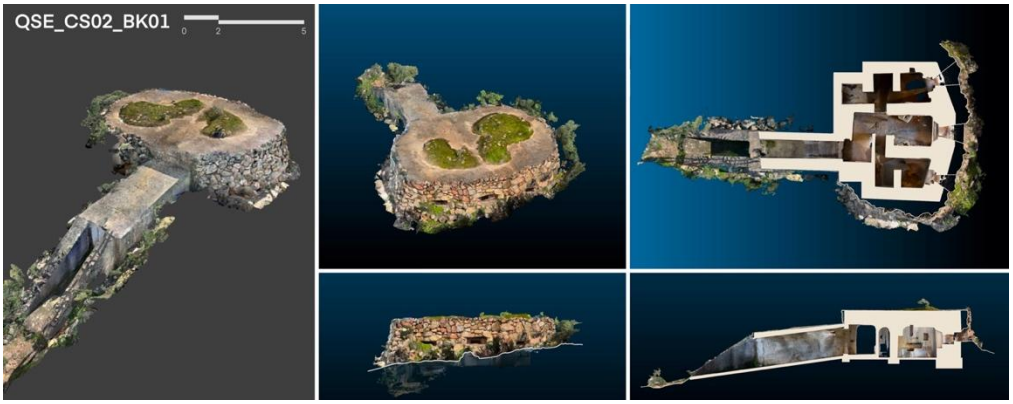


Fig. 7- Rilievo LiDAR: dal modello alla restituzione del BK01(Restituzione grafica: G. Sanna

Il rilievo architettonico è stato eseguito mediante tecnologia LiDAR con l'applicazione Scaniverse su iPhone 16 Pro Max (Fig. 7), soluzione idonea a manufatti di medie dimensioni e in condizioni di accessibilità complessa. L'acquisizione ravvicinata (0–5 m) ha consentito di documentare sia gli interni sia le superfici esterne parzialmente occultate dalla vegetazione, generando modelli tridimensionali completi. La modalità *Mesh-based reconstruction* è stata preferita al *Gaussian Splatting* per la maggiore compatibilità con i software di post-processing e la robustezza geometrica richiesta dal rilievo, con tempi di scansione ridotti grazie alla modalità *large object/area* del dispositivo.

La natura speditiva della procedura comporta tuttavia alcune criticità, come possibili errori dovuti a movimenti bruschi, mitigabili attraverso una pianificazione accurata delle traiettorie di scansione. Per verificare la coerenza metrica, le nuvole generate dal LiDAR sono state confrontate con quelle acquisite da drone (dotato di sistema RTK), impiegando nel software CloudCompare l'analisi delle distanze punto-a-punto.

L'errore medio rilevato, pari a circa 5 cm, risulta coerente con le condizioni operative e con la presenza di vegetazione diffusa, rappresentando un buon equilibrio tra precisione, rapidità e sostenibilità logistica, in particolare se si tiene in conto la scala dell'area di studio. I modelli risultanti sono stati infine elaborati in CloudCompare e in ambiente CAD, integrandoli con le nuvole da drone per la produzione delle elaborazioni grafiche finali.

6. Risultati: un protocollo integrato e multiscalare per la tutela e valorizzazione

Il percorso metodologico si concretizza con una fase interpretativa, dove la restituzione grafica assume il ruolo di dispositivo di conoscenza e di comunicazione. L'elaborato conclusivo (Fig. 8) non si limita a condensare i dati raccolti, ma li trasforma in una narrazione visiva che integra fonti storiche, rilievi digitali e rappresentazioni analogiche. L'immagine presenta un esploso assonometrico multilayer (Basso, 2023), in cui ciascun livello corrisponde a una componente del paesaggio e a un momento del processo di ricerca. Alla base, sia come fondamento visivo che, come

ancoraggio metrico, è collocata la nuvola di punti da UAS, che restituisce la morfologia del sito con elevata precisione. Da essa è derivata la griglia reticolare, che depura il paesaggio dalla vegetazione per evidenziare l'andamento del suolo in relazione alle postazioni. Un ulteriore layer rappresenta la copertura arborea e gli edifici estranei alle fortificazioni, restituendo la configurazione paesaggistica attuale. Lo strato superiore, con valenza diacronica e progettuale, ricostruisce l'assetto del caposaldo del 1943. In questa sintesi, la morfologia è posta in relazione con le logiche difensive: curve di livello ridisegnate a partire dalla nuvola di punti, bunker semplificati in volumetrie essenziali e campi di tiro tracciati graficamente. Qui la precisione del rilievo si intreccia con la sintesi concettuale del disegno, dando forma a una rappresentazione ibrida (Amoroso, 2016) che unisce rigore metrico e chiarezza interpretativa. L'esploso è affiancato da un elaborato che integra la lettura a scala paesaggistica; si tratta di un'ortofoto che inquadra dall'alto il sito e mette in relazione le piante schematiche dei singoli bunker con il profilo del terreno. In quest'ultimo modello grafico, la vegetazione più alta è stata rimossa per liberare la visione e rendere leggibili i manufatti, mimetizzati e integrati nella morfologia, chiarendo l'articolazione altimetrica e la collocazione delle postazioni.

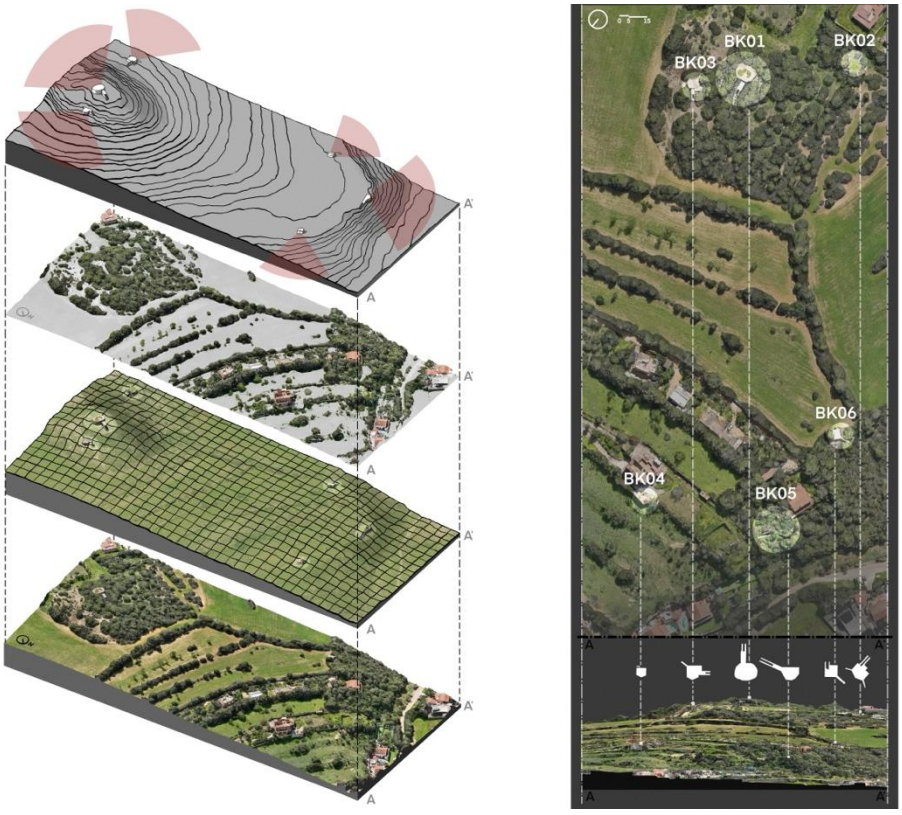


Fig. 8- Protocollo di rappresentazione e comunicazione (elaborazione grafica di G. Sanna e N. Paba)

7. Conclusioni e sviluppi futuri

Il protocollo grafico si configura come un sistema ibrido, adattabile e replicabile, orientato alla lettura e valorizzazione di paesaggi militari complessi. La rappresentazione non si limita alla registrazione oggettiva, ma diventa strumento ermeneutico e comunicativo, capace di restituire le dimensioni materiali e simboliche del paesaggio fortificato, interpretato come matrice di memoria e identità collettiva.

In questo quadro, il disegno assume un ruolo centrale come dispositivo critico in grado di integrare dati multidisciplinari e multi-scalari,

andando oltre la funzione illustrativa. L'esperienza sul caposaldo Alcamo mostra come un approccio integrato consenta di coniugare fonti storiche, acquisizioni digitali e modelli grafici, rivelando relazioni che travalicano la singola architettura e si estendono alle logiche insediative e di controllo del territorio. In questo senso, il rilievo si configura come un tassello di approfondimento all'interno di una rete più ampia di indagini, funzionale alla validazione e al confronto delle strategie difensive delineate a scala territoriale e alla progressiva costruzione di un repertorio comparativo dei capisaldi costieri. L'integrazione metodi e tecniche integrate alimenta una restituzione ibrida, dove precisione metrica e sperimentazione grafica convergono in una narrazione capace di valorizzare un patrimonio disperso e finora marginalizzato. Così inteso, il paesaggio bellico emerge come infrastruttura culturale, la cui lettura integrata orienta strategie di conservazione e processi di ri-significazione collettiva. La scalabilità del protocollo apre infine alla costruzione di un repertorio completo e gerarchizzato del paesaggio militare della Seconda Guerra Mondiale in Sardegna, in dialogo con altri contesti mediterranei, e contribuisce alla definizione di strumenti condivisi per la sua gestione e valorizzazione.

Bibliografia

Amoroso, N. (Ed.) (2016) Representing Landscapes: Hybrid (1st ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315618197.

Bassanelli, M.& Postiglioni, G. (Eds.) (2011) *The Atlantikwall as Military Archeological Landscape.* Siracusa, Lettera Ventidue.

Basso, A (2023) La scelta del digitale nella nuova riconfigurazione territoriale. Interpretazioni attraverso i modelli informativi multilivello. In: Cianci, M.G.& Rabazo Martin, M. (Eds.) *Tracce: Segni e Rappresentazioni del Paesaggio che Cambia*. Padova: Il Poligrafo, 129–137.

Carro, G. & Grioni, D. (2001) *L'arco di Contenimento di Quartu Sant'Elena. Fortificazioni della Seconda Guerra Mondiale in Sardegna*. Quartu Sant'Elena, Press Color.

Colaceci S., Chiavoni E. & Cianci M.G. (2022) UAVs and GIS models for landscape representation. DISEGNARECON, v. 15 (29), 10.1-10.14; https://doi.org/10.20365/disegnarecon.29.2022.10.

Genio Militare (1943) Opere de Fortificazione e Stradi Militari del Settore Militare di Cagliari-Selargius-Elmas. Roma, Archivio dell'Ufficio Storico dello Stato Maggiore dell'Esercito.

Martínez-Medina, A. & Sanjust, P. (2013) Muro Mediterraneo *versus* movimiento moderno. *i2 Investigación e Innovación en Arquitectura y Territorio(1)*, 1–20. https://doi.org/10.14198/i2.2013.1

Pirinu, A., Argiolas, R. & Paba, N. (2020) UAVs and photogrammetry for landscape analysis of Sardinia's "modern wars architectures". In: Barba, S., Parrinello, S., Limongiello, M. & Dell'Amico, A. (Eds.) *D-SITE. Drones – Systems of Information on culTural hEritage. For a spatial and social investigation. Prospettive Multiple. Studi di Ingegneria, Architettura e Arte.* Pavia, Pavia University Press, pp. 306–315.

Rolf, R. (1988) *Atlantic Wall Typologys*. London, Prak Publishings.

Sanna, G., Martínez-Medina & A., Pirinu, A. (2025) A Database for Second World War Military Landscapes in Sardinia: Toward an Integrative Strategy of Knowledge, Representation, and Adaptive Reuse. *Architecture* (5) 60, https://doi.org/10.3390/architecture5030060.

Villanueva, J.K.S. & Blanco, A.C. (2019) Optimization of Ground Control Point (GCP) configuration for Unmanned Aerial Vehicle Survey using Structure from Motion. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* (*XLII-4/W12)*, 167–174 ; https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W12-167-2019.

Virilio, P. (1994) *Bunker Archeology.* New York, Princeton Architectural Press.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21510

New perspectives on the Theodosian Land Walls of Istanbul through digital photogrammetry

Mustafa Sayan[a], Zeynep Eres[a]
[a] Istanbul Technical University, Istanbul, Türkiye, sayanm@itu.edu.tr, eresze@itu.edu.tr

How to cite: Sayan, M. & Eres, Z. (2026). New perspectives on the Theodosian Land Walls of Istanbul through digital photogrammetry. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21510

Abstract

Extending over six kilometres, the Theodosian Land Walls of Istanbul represent one of the most significant fortification systems of Late Antiquity. After almost sixteen centuries of earthquakes, disasters, sieges, and human interventions, the original masonry has been replaced or repaired in many locations, sustaining the walls' function and material existence to the present day. The monument known as the "Theodosian Walls" is, in fact, a complex conglomerate of construction techniques and materials, gradually formed by successive users across different historical periods. Despite their historical and architectural importance, the walls' intricate stratification remains insufficiently investigated and poorly understood within both historical and conservation frameworks. Beyond ongoing debates on historical topography and constructive chronology, the absence of a systematic survey continues to hinder well-informed restoration and management practices. This paper presents a digital documentation methodology developed within an ongoing doctoral research project, aiming to reassess the walls' stratification through archival research and large-scale architectural surveying using digital photogrammetry (Structure from Motion (SfM)). Producing high-resolution 3D models, orthophotos, and digital elevation maps, the project establishes a systematic classification of masonry types, repair phases, construction details, and historic traces, integrated into a comprehensive catalog that links visual, metric, and archival data for a diachronic reading of the monument's fabric. The paper introduces this methodological framework and discusses its implications for understanding the historical and material evolution of the Land Walls through the Byzantine and Ottoman eras, as well as its potential to inform future strategies for their conservation, monitoring, and interdisciplinary research.

Keywords: theodosian land walls, stratification, digital photogrammetry, structure from motion.

1. Introduction

Erected in the 5th century CE (404-413) during the reign of Emperor Theodosius II, the Land Walls of Constantinople stand today as a masterpiece of Byzantine architecture and known as one of the foremost defensive enclosure systems of the era. After almost sixteen centuries of destruction caused by earthquakes, disasters, military sieges and various human-caused alterations, the original masonry was repaired or replaced in many locations sustaining the walls'

BY-NC-SA

function and material existence until present day (Fig. 1). Therefore, the city walls often called the "Theodosian Walls" today are in fact a conglomerate of various building materials that have been gradually formed by the intervention of many users who lived in different periods of the city (Fig. 2). This transformation through damage/repair cycles is not only reflected on the material environment, but also shaped by constant dialogue with the surrounding society due to the walls' strong relation with the city as they constituted the borders and connections in an ever-changing urban landscape. In that sense, the walls are the witness of two great empires, namely the Byzantine and Ottoman empires, and single-handedly constitute a uniquely rich material archive for the urban history of Istanbul, extending nearly six kilometres across the landscape..

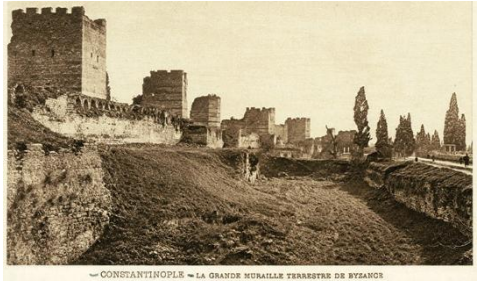


Fig. 1- A historic postcard depicting the state of all three layers of defence of the Land Walls; the main walls, outer walls and the ditch (source: İBB Kütüphane ve Müzeler Müdürlüğü Koleksiyonu, Inventory no: Krt_077997_01)

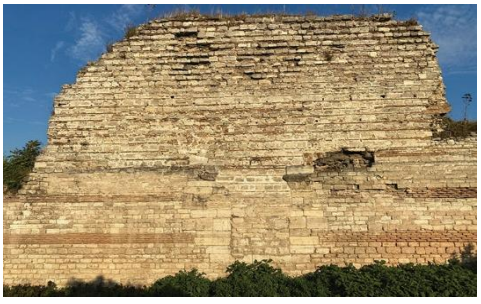


Fig. 2- An example of the historical stratification of the walls, displaying different construction periods and a closed postern (3rd secondary gate), at the main wall MW_42-43 (1)

Accordingly, they capture sixteen centuries of knowledge reflecting not only architectural practice and history but also political, economic, and social transformation of the society.

1.1. Existing literature and some limitations

Although the architectural stratification of the Land Walls has long been the subject of academic interest since the 19th century, the actual variety of masonry types and their minor structural details have never been approached with a systematic study. Although several monographs have comprehensively analysed the walls' history and architecture, none provide a systematic masonry-level survey (Millingen, 1899; Meyer-Plath & Schneider, 1943; Foss & Clive, 1986), while even the most recent ones still indicate the need for further investigations and identify persistent controversies about the historical topography, names of gates, and in many parts, the overall chronology of construction periods etc. (Asutay-Effenberger, 2007). The immense footprint of the walls and the lack of systematic analyses still leave many valuable layers overlooked and understudied as they require much closer investigation and a dedicated evaluation.

1.2. Conservation efforts on the Land Walls

On the other hand, lack of such an evaluation is one of the underlying reasons for unsuccessful attempts of restoration and conservation on the walls during the 20th century.

As a consequence, the modern restorations were always elaborated separately, generally focusing on one particular section of the walls. These implementations were thus never informed by an understanding of the full extent of the walls, which resulted eventually in many different conservation approaches and practice (Ahunbay, 2021). Moreover, the invaluable -perhaps the most crucial- knowledge gained during these implementations is rarely shared with the necessary scientific meticulousness (2), and in most cases, some historic layers disappear without leaving a trace.

Another issue arises when it comes to specific implementations such as strengthening or reintegration with new materials, where the decision about which masonry to imitate can never be determined with confidence. The question of "*which layer is more important*" is always on the table and inconveniently but quite

often has a simple answer; the Theodosian (5th century) masonry. Thus, after almost two centuries of experience, the urge for *unity of style* is vividly alive and still pushes the limits of modern theory of conservation towards the reconstruction of past "achievements" in the case of the Land Walls (Fig. 3).

The above-mentioned struggles can only be overcome by an interdisciplinary approach, that is hard to put into practice since it requires first and foremost a considerable capacity of managing economic and human resources. In fact, the lack of such an organization is one of the main reasons for conservation problems of the Land Walls, due to the direct executive roles of local municipalities, which are only guaranteed to be in power for 5-year periods and could not yet implement a long-term policy for the walls. Under these circumstances, as a UNESCO World Heritage Site since 1985, the Land Walls still lack a properly functioning management plan.

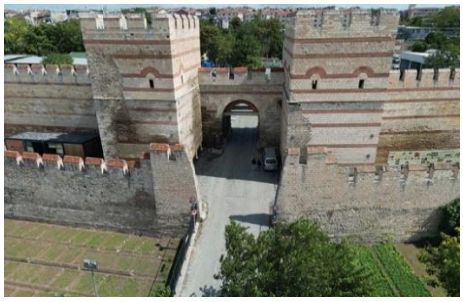


Fig. 3- Belgradkapı after restoration in 1990s

2. A methodological framework for a renewed interpretation of the Land Walls

Considering all these limitations in the existing literature and conservation practice, a PhD dissertation was proposed by the authors in May 2022 (please refer to the acknowledgement). Aiming to create and partially apply a holistic methodology for the scientific investigation, conservation and monitoring of the Land Walls in the future, it offers a clear architectural description of historic stratification by highlighting their *documentary value.* Benefiting from comprehensive archival research on several institutional/personal photographic collections, technical documentation of modern restorations, and historic Ottoman Registersits main framework consists of an extensive architectural survey.

With this perspective, fieldwork has been conducted between May 2023 and September 2025, to document the whole six-kilometre extent of the Theodosian Walls. Using new surveying technologies based on digital photogrammetry - *Structure from Motion (SfM)*-, the data collected are now being evaluated within a systematic catalog/glossary, demonstrating the material character of the historical layers, traces, both historical and modern repairs, and current conservation problems on the walls. This paper introduces the methodological framework of this digital documentation and discusses its implications here below.

2.1. Deciding on the survey method

Considering the immense footprint of the walls, traditional survey methods were obviously not efficient in many ways, requiring tremendous time, labour and logistics on the field for data acquisition. Considering also the expected visual quality and the natural landscape of the walls with many narrow spaces, highly elevated towers and bushy/forested environment, digital technologies like 3D laser scanning or LIDAR were -although ensuring good accuracy- have their own shortcomings due to their operational requirements. Furthermore, they were not feasible by nature with the limited financial and human resources of the doctoral research that is to be conducted by the first author alone.

Therefore, a simple but efficient method was needed and the digital photogrammetry appeared to be the optimum survey method, as it can offer great resolution and accuracy if adequate data acquisition is provided (Kovanič et al., 2023). Such a large-scale documentation work was therefore possible with the use of a single drone (DJI Mini 3 Pro) that can reach almost every corner of the fortification system, simple traditional surveying tools, and software for digital photogrammetry processing (Agisoft Metashape), as described below.

2.2. Photogrammetric Acquisition

In order to meet the research questions of the project, the photogrammetric acquisition has been realised in two different scales. A larger scale aerial acquisition was conducted to produce a 3D environment of the entire fortification line, while a close-range acquisition was realised on every accessible wall surface of the fortification system

to allow detailed assessments of the current condition and architectural stratification (Fig. 4). Both acquisitions were made with fully manual drone flights to avoid any incident that would result from an automated flight across the urban fabric and forested areas of the landscape. Considering also the high data load and computational requirements, all acquisitions were conducted as separate 3D-modelling scenarios. Another research consideration concerned the scope of the documentation, and it was limited to the 5th century span of the whole Land Walls line, namely *Theodosian Walls*, leaving the northern extension of the walls -*Blachernae Walls*- out of scope, since they require a different research perspective which necessitates the involvement of the urban fabric and historic topography of the settled area (Fig. 4). Furthermore, while the close-range acquisition included both the main and outer line of walls, the walls of the ditches were excluded since they are poorly preserved and highly altered by modern additions.

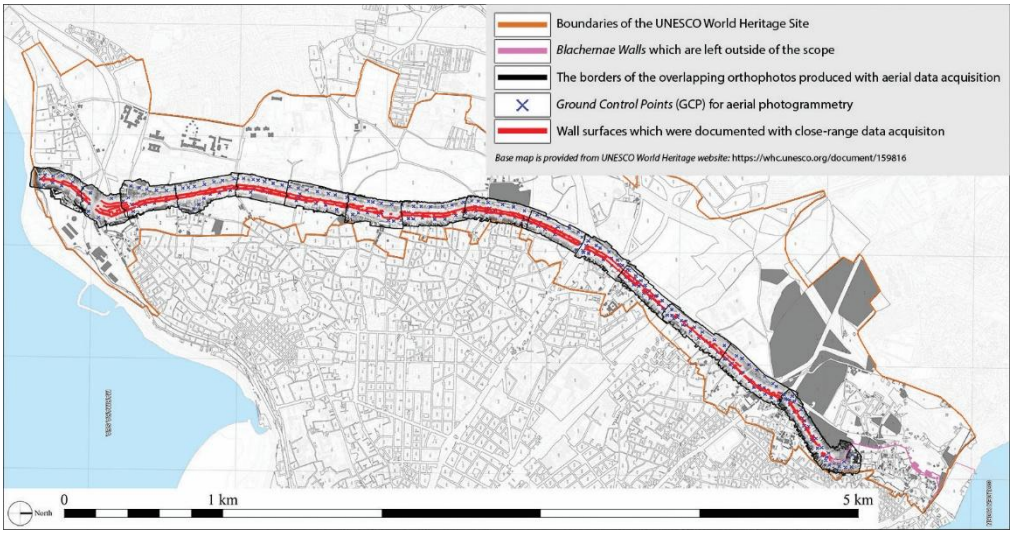


Fig. 4- The scope of aerial and close-range photogrammetric acquisition and the distribution of GCPs

2.3. Aerial Acquisition

The aerial acquisition had its focus on the line of the walls along the modern topography and aimed to document the changes in planar direction, elevation and some structural deformations that could not be assessed accurately with the close-range methodology like vertical inclination etc.

With this perspective, all three layers of the fortified zone (main wall, outer wall and the ditch) together with an appropriate amount of buffer area have been captured with a specific setup of flight lines for nadir (perpendicular to ground) and oblique photographs (Fig. 5).

Starting with nadir shots at an average altitude of 50-55 meters above the ground level, the camera altitude was gradually lowered in altitude and pitch was adjusted to 30°, 60° and then 70° for oblique shots, to ensure a real 3D acquisition.

In parallel, the overlapping ratio of photographs was kept high (80-85% in average) to ensure a better alignment, internal consistency and overall accuracy of the 3D models.

To provide georeferencing, kinematic GNSS measurements have been acquired as *Ground Control Points* (GCP) all along the area of study. These measurements have been realised roughly in the inner and outer borders of the modelled area, together with a third line of measurements taken on top of walls -on relatively higher altitudes- inside the fortified zone to ensure the altitude adjustments of the models. Special attention was paid to the overlapping zones of subsequent models, providing that at least 3 or 4 GCPs lie within these zones (Fig. 4). Composing from 15 separate models (1200 photographs in average for each model) with very high accuracy (mean GCP error ≈ 13 mm and RMS reprojection error ≈ 1.15 px (3)), this documentation

methodology captured the entire line of the Theodosian Walls in a georeferenced 3D environment, allowing the production of scaled *digital elevation models* (DEM) and *orthophotos* for a continuous architectural or conceptual reading of the monument (Fig. 6).



Fig. 5- Typical flight pattern for aerial acquisition (model view from the software)



Fig. 6- A continuous panorama section between Tower-61 (Millet Caddesi) and Tower-89 (Edirnekapı)

2.4. Close-Range Acquisition

The more labour-intensive but crucial phase of the architectural documentation was carried out with a close-range photogrammetric acquisition of the accessible wall and tower surfaces.

Similar to the aerial acquisition, the models were elaborated again separately for each tower and body of wall, in order to reduce the initial computational requirements and allow a better processability in further steps of the documentation (Fig. 7). The surfaces on western and eastern sides of the same bodies of wall were also processed separately, due to the fact that such a close acquisition necessitated a fully manual control of the drone, always with an uninterrupted visual contact to avoid any incident in many vegetated and forested areas inside around the fortified zone.

Furthermore, one needs to be as quickly as possible to keep the light conditions more or less similar during the whole image acquisition process to ensure a better alignment of photographs and overall consistency of the 3D model to be produced. With such accessibility issues, this choice therefore can be considered rather a necessity from a practical perspective.

Within this frame, photogrammetric acquisitions were realised in the morning hours for eastern and in the afternoon for the western facades.

The overlapping ratio was again kept high (80-85% in average) and special attention was paid for corners of the object of interest in each model. The capture distance to the wall surfaces was highly variable due to again the manual drone flight and everchanging topology of surroundings. However, they were generally 6-10 meters away from the surfaces, ensuring high-resolution of the final products (Fig. 8).

Georeferencing in this acquisition method could only be achieved with the limited GNSS accuracy of the drone, therefore for the scaling of the models, a practical and more importantly easily man-portable solution was needed to be fashioned. To meet this need, at least two (in some occasions three) telescopic measuring rods (5 meters long) have been placed within every modelling scenario and each model has been scaled separately with the introduction of markers in software environment (Fig. 7).

By September 2025, data acquisition for at least 400 close-range scenarios has been completed and 1/3 of these scenarios have already been processed and modelled. During the modelling phase, some control markers were also placed in a carefully planned distribution onto the modelling spaces and their projections were manually edited in each appearing photo frame, which contributed to internal consistency and model accuracy (Fig. 8). As a result, a very

acceptable error ratio (mean relative scale bar error ≈ 0.001 and RMS reprojection error ≈ 1.17 px) has been acquired on average for the introduced scale bars, which would allow for the evaluations to be done on the original fabric and masonry types of the fortification system, as discussed below.

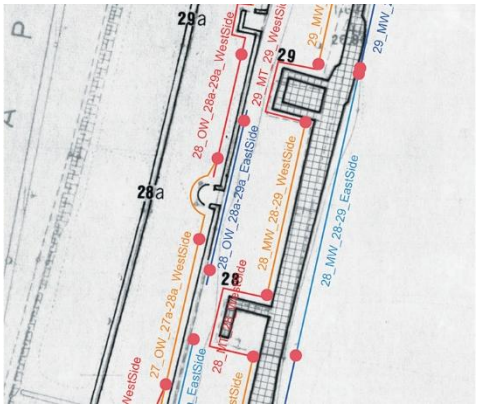


Fig. 7- A layout of close-range acquisition scenarios and distribution of telescopic measuring rods as scale bars

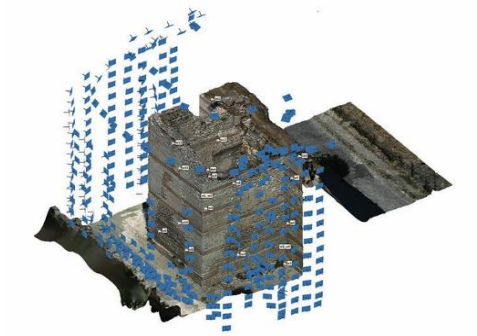


Fig. 8- Typical data acquisition and marker introduction for close-range photogrammetry: model of Tower-27 with 414 photographs (model view from the software)

3. The outputs and the evaluation of architectural documentation

These high-resolution models constitute the basis to address the research questions of the dissertation project mentioned above, assuring a holistic investigation on the historic repairs and interrelation of existing masonries. A new architectural description of the fortification walls is now prepared through scaled orthophotos and DEMs produced from the models, in order to assess the prominent conservation problems and *documentary value* of the Theodosian Walls for future preservation efforts. As an ongoing evaluation, this catalog seeks to cover all 6-km line of the Theodosian Walls, but inevitably will have some limitations and function only partially on some aspects of the research. Nevertheless, some initial outputs can be discussed here to represent the methodology of the workflow.

3.1. General scope of the 'Catalog'

Thanks to the wide extent of the documentation, many architectural aspects would find their place in the catalog. Within a georeferenced and scaled environment, it is expected to be an important contribution for future research on Byzantine architecture and fortifications in general and for the preservation of the monument itself. As a well-known practice, the brick size measurements constitute very valuable information for dating Byzantine structures (Kâhya, 1993). Thanks to high resolution and accuracy level of the documentation, the catalog will include such measurements taken from representative locations within the fortification system, together with architectural description of the masonry types, which will constitute the main frame of the catalog (Fig. 10). At this point, there are also a considerable number of historic references scattered in and around the fortification structures, that might inform some existing or lost buildings of the city, historic use of space around the walls as well as some chronological assumptions regarding the repair activities on the walls (Fig. 9).



Fig. 9- Some historic references within and around fortified zone; a capital used as spolia, engraving of cross, capital scattered around the walls and a traditional well from the vegetable gardens (*bostan*).



Fig. 10- An example of masonry measurements taken from the west façade of MW_56-57

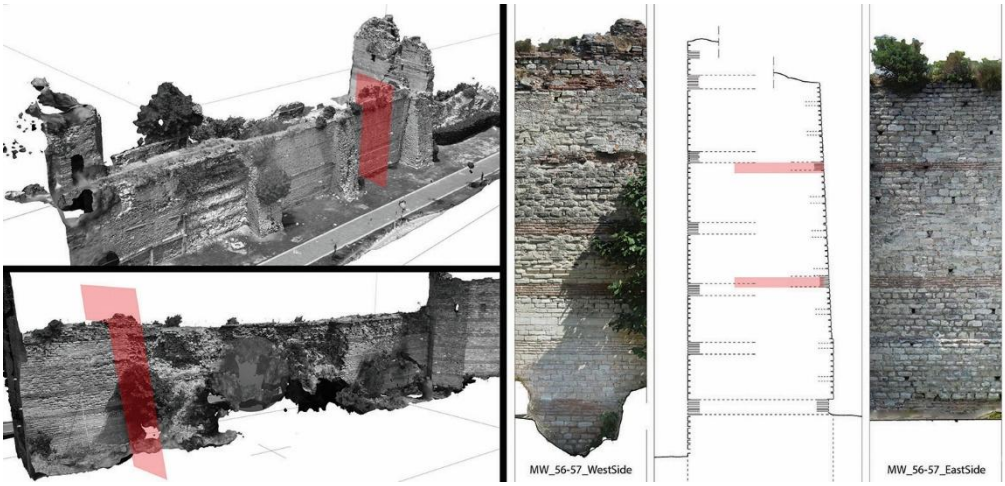


Fig. 11- An example for the focused architectural investigations of the fortification walls; MW_56-57

3.2. Focused analytical investigations

Aside from this general scope of the catalog, the digital documentation will form the basis for more detailed investigations of the walls. The aim here is to represent the relationship of the different structural components of the fortification system, the interrelation of different masonries and historic repairs, and prominent conservation problems (Fig. 11). These investigations will be limited to some representative section of the fortification line, wherever applicable.

4. Conclusions

After all, one should regard such an evaluation for the Theodosian Land Walls mandatory, also because of the rapid changes along their immediate surroundings in recent years, posing a constant risk of degradation for the historical and documentary value.

Moreover, the survey methodology already provided substantial visual documentation of the walls and its final results would be invaluable for further preservation efforts, considering the severe damages that will possibly result from the imminent earthquake expected to hit the entire Marmara Region in near future.

From a different perspective, this work represents very well the power of today's digital surveying tools, which are capable of achieving such goals that were not possible in the very recent past. In that sense, this work has its inspiration from very important past endeavours for the Land Walls (4), contributing with the introduction of current technologies and new perspectives that they offer.

Although it is currently an individual attempt, this holistic frame hopes to be the beginning of a wider initiative for the conservation, monitoring and research on the Land Walls.

In fact, such an initiative was recommended in 2003 after the reunion of Europa Nostra in Cahors, drawing attention to the need for a dedicated research centre and a glossary of the walls to guide future works (Europa Nostra, 2004).

Within this perspective, the authors aspire to publish the results of their documentation in the near future, through various publications, including a book, and create a digitally accessible database with the use of a GIS environment and 3D heritage representation tools.

Acknowledgement

The presented work is conducted by Mustafa Sayan within the frame of an ongoing PhD dissertation at the Restoration Program of Istanbul Technical University, with the supervision of Assoc. Prof. Dr. Zeynep Eres and co-advised by Prof. Dr. Engin Akyürek from Koç University. The research is realised with the permission granted by the responsible offices of Metropolitan Municipality of Istanbul (IBB) since 29.09.2022. The project has been funded by various dissertation grants, administrated by; ITU Scientific Research Projects Unit (BAP); American Research Institute in Turkey (ARIT); and Mary Jaharis Center for Byzantine Art & Culture. Within the frame of the same dissertation project, the first author is now conducting research as a visiting researcher at "Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura" of Sapienza University at Rome, and funded by "Ilse Böhlund Hanfmann Fellowship" of American Research Institute in Turkey (ARIT).

Notes

(1) The naming of wall sections is made according to the last inventory project realised by Koç University GABAM Research Center: https://istanbulsurlari.ku.edu.tr/en/. The site offers a GIS-based presentation of city walls of Istanbul, supported with related literature and a digital inventory of historic documents, inscriptions and recent photographs of the walls.

(2) For some examples of meticulous works, please refer; Ahunbay & Ahunbay, 2000; Acun Özgünler & Güleç, 2005; Ersen, 1995.

(3) *Root Mean Square* (RMS) error, which is calculated by Agisoft Metashape to show the general accuracy of the photograph alignment.

(4) The masonry and spolia catalog of Asutay-Effenberger (2007) is the last attempt in that sense.

References

Acun Özgünler, S. & Güleç, A. (2005) A characterization method for the 5th- Century traditional mortars in the land walls of Constantinople, Yedikule. *Studies in Conservation*, 50 (4), 295-306.

Ahunbay, M. & Ahunbay, Z. (2000) Recent work on the Land Walls of Istanbul: Tower 2 to Tower 5. *Dumbarton Oaks Papers*, 54, 227-239.

Ahunbay, Z. (2021) Conservation of Istanbul's City Walls as a World Heritage Site, available at: https://istanbulsurlari.ku.edu.tr/en/essay/59/conservation-of-istanbul-s-city-walls-as-a-world-heritage-site (Accessed: 13 November 2025).

Asutay-Effenberger, N. (2007) *Die Landmauer von Konstantinopel-Istanbul: Histroisch-Topographische und Baugeschichtliche Untersuchungen.* Berlin, W. De Gruyter.

Ersen, A. (1995) Scientific research prior to the repair of the Land Walls of Constantinople, the case of the Porta Pempton. *Architectural Science Review*, 38 (4), 163-170.

Europa Nostra. (2004) Resolution: The Conservation of the City Walls of Istanbul. *Europa Nostra Bulletin*, 58, 7-8.

Foss, W. & Clive, D. (1986) *Byzantine Fortifications: An Introduction*. Pretoria, Uni. of South Africa.

Kâhya, Y. (1993) Physikalische und mechanische Eigenschaften der Mauerziegel byzantinischer Bauten in Istanbul. *Werkstoffwissenschaften und Bausanierung*, *Materials Science and Restoration*, 3, 1878.

Kovanič, Ľ., Topitzer, B., Peťovský, P., Blišťan, P., Gergeľová, M. B., & Blišťanová, M. (2023) Review of Photogrammetric and LiDAR Applications of UAV. *Applied Sciences*, 13(11), 6732.

Meyer-Plath, B. & Schneider, A. M. (1943) *Die Landmauer von Konstantinopel. Zweiter Teil. Aufnahme, Beschreibung und Geschichte.* Berlin, W. De Gruyter.

Millingen, A. van. (1899) *Byzantine Constantinople, the Walls of the City and Adjoining Historical Sites.* London, J. Murray.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21511

The Pietrenere Coastal Battery in Taureana di Palmi (RC)

Francesco Stilo[a], Lorella Pizzonia[a]
[a] Mediterranea University of Reggio Calabria, Reggio Calabria, Italy, francesco.stilo@unirc.it, lorella.pizzonia@unirc.it

How to cite: Stilo, F. & Pizzonia, L. (2025). The Pietrenere Coastal Battery in Taureana di Palmi (RC). In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21511

Abstract

The Pietrenere coastal battery, built near Taureana di Palmi (RC), is an example of coastal military architecture. Left unfinished, it was built at the beginning of the 19th century, as part of the struggle between the French and the English for control of the territory. The battery has an irregular six-sided plan and occupies an area of approximately 538 square meters. Its construction, interrupted at a height that is currently between 3 and 5 meters, is juxtaposed with a large rock that rises approximately 50 meters from the current shoreline. During the development of the research presented here, it was possible to trace the original unpublished project of the fortress in the Manuscripts and Rare Items section of the Central Library of Naples. Even before the precious archive document was identified, the production of an integrated digital survey of the structure had begun, performed using UAVs and terrestrial photogrammetry. The results of the survey are then presented and reflections are proposed based on the comparison between the actual state and the project state. Its unfinished form, and its location on the border between the town and the beach, relegate it to a state of apathetic coexistence with its surroundings.

Keywords: digital survey, coastal fortifications, 3D reconstructions, knowledge and valorisation through drawing.

1. Introduzione

Il progetto di una architettura, inteso come ‘carta di identità’, e la sua documentazione diacronica, rappresentano parte della natura materiale, formale, storica e culturale del bene nel tempo. In assenza di fonti, l’attività di analisi, catalogazione e restituzione grafica, permette di preservare la memoria dei luoghi, consentendo una stratificazione di informazioni altrimenti destinata a venir meno. Il caso di studio qui esposto si presenta come una architettura militare incompiuta, di forte impatto sul paesaggio costiero ma allo stesso tempo silenziosa, ai margini del tessuto urbano odierno, sfrangiato sul fronte mare (Fig. 1). La batteria di Pietrenere non è collocata all’interno di una rete di fruizione aperta, e a differenza delle altre architetture difensive presenti nel territorio di Palmi (RC), quali la vicina torre cinquecentesca e la cittadella fortificata di Carlopoli, non è stata oggetto di studi approfonditi. La ricerca pone come obiettivo la restituzione di una identità collettiva di questa architettura, partendo da una conoscenza diretta del bene, attraverso le operazioni di rilievo, la ricostruzione di una memoria storica, la ricerca d’archivio e l’analisi critica delle informazioni.

BY-NC-SA



Fig. 1- Ripresa aerea dell'area di indagine. Si evidenzia l'attuale rapporto con la linea di costa (Foto aerea L. Pizzonia)

2. Inquadramento storico-topografico

L'area presso cui sorge il fortino di Pietrenere, particolarmente interessante da molteplici punti di vista – storico, topografico, paesaggistico, turistico – è caratterizzata da una lunga continuità d'uso. Dal punto di vista archeologico questa zona vede oggi come centrale la presenza del parco archeologico dei Tauriani "Antonio De Salvo", ubicato dove anticamente sorgeva la città italica magnogreca di Ταυρανία, poi *Taurianum* per i romani, e sede vescovile tra il IV e l'XI secolo.

Nell'ambito dello stesso parco, dal punto di vista militare, è rilevante la presenza della torre cinquecentesca detta delle *Pietre Negre*, parte del sistema difensivo costiero del Regno di Napoli (1). Le prime ricerche storiche presso il territorio dell'antica Tauriana si devono ad Antonio De Salvo (1851-1924), storico palmese che nel 1886 diede alle stampe il volume *Notizie storiche e topografiche intorno a Metauria e Tauriana*, opera che ha avuto il pregio di fornire e raggruppare importanti notizie sul territorio. Particolarmente interessante per la nostra ricerca è la presenza della *Pianta dei ruderi esistenti di Tauriana,* accompagnata dalle relative spiegazioni.

L'elaborato (Fig. 2), rilevato alla scala 1:4000, è parte integrante del capitolo IV, che contiene le descrizioni dei ruderi e delle altre emergenze segnalate dal De Salvo. In merito alla struttura da noi considerata, identificata con il numero 21, definita come forte a mare, il De Salvo scrive: "Piccola fortezza anch'essa incompleta e abbandonata, la quale si eleva su di uno scoglio presso al mare; e si vuole che sia stata iniziata negli ultimi tempi del dominio di Gioacchino Murat" (De Salvo 1886, p. 133). La struttura doveva essere connessa ad un fortino presente poco a nord-est, individuato nella carta con il numero 20, oggi non più visibile in elevato, e ridotto allo stato di rudere già all'epoca del De Salvo.

Le notizie di tipo storico riferiscono dei fatti d'arme avvenuti lungo il litorale (2). Presso tali fonti viene spesso fatto riferimento alla località di Pietrenere, senza però citare direttamente la struttura di nostro interesse. Presa per buona la notizia fornita dal De Salvo, e cioè che il fortino non sarebbe mai stato completato, e considerando che la fine del decennio francese (1806-1815) avrebbe comportato una sua effettiva inutilità, la struttura avrebbe continuato a vivere in uno stato di pressoché totale abbandono fino ai giorni nostri, suscitando forse soltanto quell'interesse di tipo artistico e paesaggistico proprio delle rovine del passato.

L'assenza di rilievi, sia di tipo analogico che digitale, insieme alla mancanza di fonti grafiche di tipo architettonico, hanno motivato la presente ricerca, che con esisti inediti e in parte inaspettati, vuole fornire, nel campo della rappresentazione, nuovi strumenti di comprensione e di narrazione grafica.

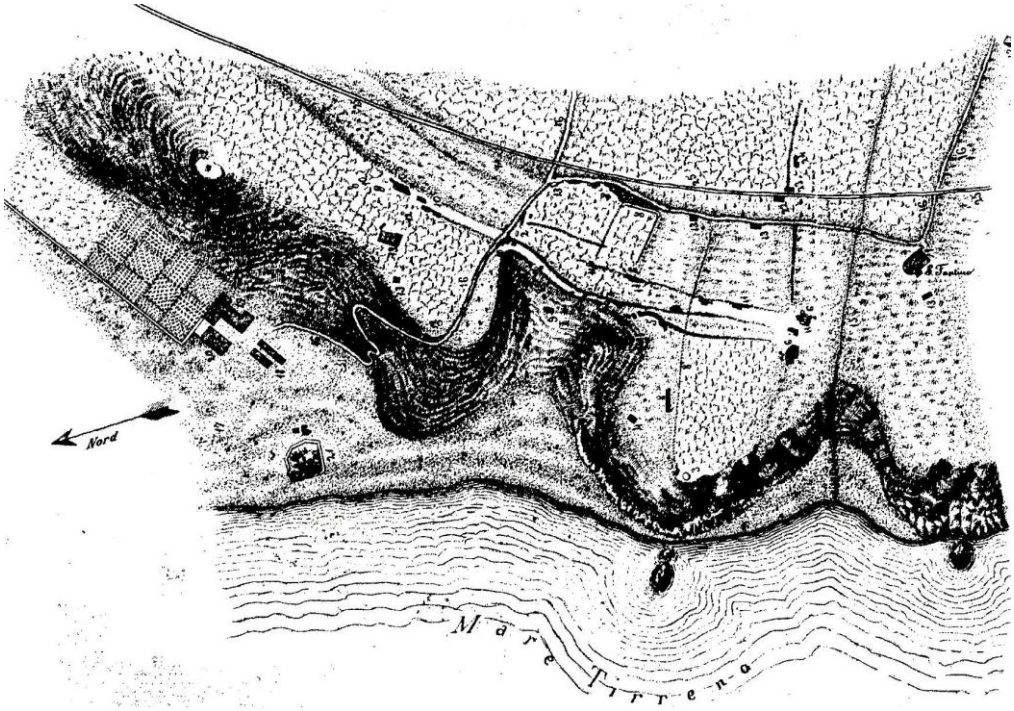


Fig. 2- Pianta dei ruderi esistenti di Tauriana, (Antonio De Salvo, 1886) (source: De Salvo 1886, p. 120)

3. La ricerca d'archivio e il ritrovamento dell'elaborato di progetto

Al fine di comprendere la funzione e la configurazione originaria del monumento, è stata avviata una ricerca d'archivio finalizzata a verificare l'esistenza di elaborati grafici originali relativi al fortino. Le ricerche, basate sulla consultazione di fonti coeve già note al pubblico, relative ad altri contesti, hanno portato all'individuazione di un fondo custodito alla Biblioteca Centrale di Napoli. Presso la sezione Manoscritti e Rari è stata individuata la carta con collocazione: CG b 25 b 64 (Fig. 3), per la quale si propone qui l'identificazione quale elaborato di progetto della struttura di nostro interesse.

La carta manoscritta è titolata *Pianta e profili della batteria che si progetta sullo scoglio delle Pietre Nere*, e ha dimensioni di cm 34 x 58. L'elaborato consta di una pianta e di quattro sezioni. È presente una leggenda che fa riferimento alla pianta; vengono indicati: LL = Linea delle acque del mare; L (corsivo) = Gheritta; R = Fornello a riverbero; X = Corpo di guardia; Y (corsivo) = Magazzino a polvere; Z = Scogliera o siano sassi che risultano dal taglio dello scoglio ammontati avanti il rivestimento esterno. Sulla carta non appaiono firme, riferimenti a luoghi – ad eccezione del toponimo Pietre Nere – o altri dati identificativi, se non un timbro posto all'angolo superiore sinistro in cui appare il nome del colonnello Montemajor, direttore delle fortificazioni.

Il colonnello è da identificarsi con Lorenzo Montemajor (1768-1841), addetto allo Stato Maggiore del genio dell'Armata attiva Risulta che lo stesso sia stato citato dal Minasi nel romanzo storico *L'assedio di Amantea*, come colui che avrebbe diretto i lavori di assedio della cittadina (Minasi, 1893). Egli sarebbe rimasto ferito durante gli scontri tra l'esercito francese ed i resistenti borboniani sostenuti dal Regno Unito, la notte dell'8 dicembre 1806 (Ilari, 2017).

La scala di rappresentazione è espressa in canne napoletane, da considerarsi come quelle fissate secondo l'editto del 6 aprile 1480, corrispondenti a 1 canna = 2,10936 metri. La superficie occupata dalla struttura, al netto della rampa di accesso, risulta pari a 473,25 mq, mentre l'altezza delle opere in muratura raggiunge la quota massima di 9 m circa sul piano di campagna.

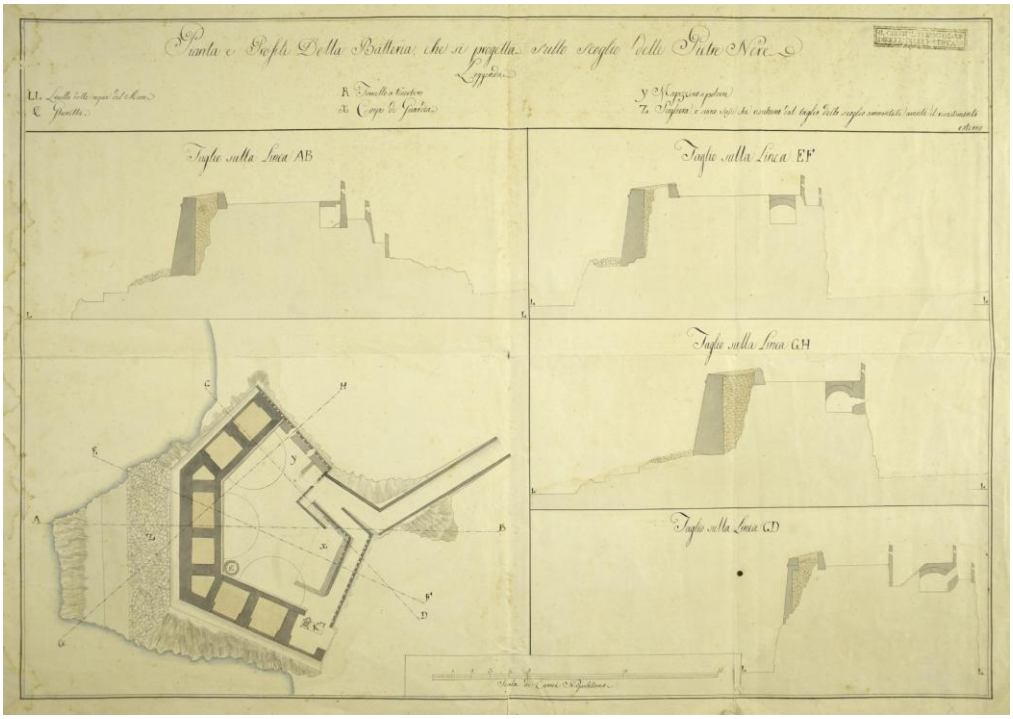


Fig. 3- Pianta e profili della batteria che si progetta sullo scoglio delle Pietre Nere (Colon. Montemajor, 1806-1815) (source: Biblioteca Nazionale di Napoli, sez. Manoscritti e rari, coll. CG b 25 b 64*)*

È interessante notare come all'epoca della redazione del progetto, la linea di costa risultava arretrata di circa 50 metri rispetto alla posizione attuale, tanto che lo scoglio appariva proteso verso, ed in parte cinto, dal mare. Si può rilevare come già nella rappresentazione planimetrica del De Salvo del 1886, la linea di costa risultava essere già parzialmente avanzata; in effetti, le attività di disboscamento, particolarmente attive tra la fine del '700 e l'800, nel contesto della rivoluzione industriale, con il conseguente dilavamento causato dalle piogge, hanno prodotto il medesimo fenomeno in diversi contesti del territorio regionale. Per fornire un esempio concreto si potrebbe far riferimento a una condizione simile riscontrata durante l'analisi del caso della Torre-Isola Talao a Scalea (CS), contesto in cui un piccolo isolotto alla cui sommità è presente una torre cinquecentesca, oggi totalmente inglobato nella costa, risultava già penisola nel 1812 (Fatta, Pizzonia, Stilo, 2024). Facendo riferimento alle testimonianze iconografiche successive, si segnala la presenza di un dipinto custodito presso la gipsoteca della Casa della Cultura di Palmi. Lo spazio espositivo, dedicato all'opera dell'insigne artista calabrese Michele Guerrisi (1893-1963), custodisce un dipinto realizzato dal maestro intorno al 1910 (Fig. 4). L'opera ritrae uno scorcio di paesaggio marino relativo alla zona di Pietrenere. Se in primo piano la scena è dedicata alla spiaggia ed alla presenza di due piccole imbarcazioni da pesca, in secondo piano risulta visibile lo scoglio di Pietrenere. Il fortino, visto da sud-ovest, mostra i due prospetti visibili da quella posizione. Il prospetto esposto a sud è rappresentato con un colore scuro tendente al marrone, e presenta un'altezza minore (coerentemente a quanto riscontrabile oggi), il prospetto esposto a ovest è bianco, come se fosse intonacato e fortemente esposto al sole (in effetti dalla direzione delle ombre si evince che la scena si riferisce ad un orario pomeridiano). La massa dello scoglio emerge quasi interamente dal muraglione che lo circonda, ma alcune sue propaggini tendono verso il mare. L'impressione è che la linea di costa fosse più prossima al monumento rispetto ad oggi, ma la vista prospettica non permette di sciogliere questo nodo.



Fig. 4- Paesaggio di Pietrenere (M. Guerrisi, 1910 ca.) (Foto G. A. Stilo)

4. Il rilievo e la restituzione

Le operazioni di rilievo sono state condotte mediante l'integrazione tra acquisizioni fotografiche aeree, eseguite con drone, e acquisizioni fotografiche terrestri, eseguite con fotocamera *mirrorles*. Le fotografie aeree hanno consentito una copertura complessiva del manufatto, che si presenta non accessibile a quota zero. È stato utilizzato un APR Xiaomi FIMI X8 SE 2020, dotato di camera stabilizzata su tre assi e sensore 1/2.6" CMOS, FOV 80° e apertura f/2.0. Per le acquisizioni terrestri è stata utilizzata una fotocamera mirrorless Fujifilm X-E1, dotata di sensore APSC, e ottica Fujinon 18-55 utilizzata sempre alla lunghezza focale di 18 mm.

Sono state acquisite 75 fotografie aeree aventi una risoluzione di 3840x2160 px, utilizzate soprattutto per definire l'oggetto nella sua interezza e per risolvere la copertura del dato in riferimento a quelle superfici scarsamente visibili dal punto di vista umano. Le 220 immagini terrestri, acquisite ad una risoluzione di 3456x 2304 px, sono state integrate per approfondire il dettaglio cromatico e materico del manufatto, esplorato fino alla sommità grazie all'accessibilità garantita dalla pendenza degradante che lo scoglio presenta in direzione del mare. Le immagini sono state elaborate all'interno del software Agisoft Metashape, seguendo un workflow strutturato secondo il flusso: allineamento fotogrammetrico, generazione della nuvola di punti densa, costruzione del modello tridimensionale di tipo TIN (Triangulated Irregular Network), elaborazione della texture, successiva creazione dell'ortofoto georiferita. Si è riusciti ad ottenere un allineamento automatico tra immagini aeree e terrestri. L'elaborazione ha permesso di ottenere una rappresentazione metrica e spaziale accurata dell'area oggetto di indagine, utile per la produzione della documentazione grafica progettata, comprendente modello 3D, planimetrie e sezioni derivate. La figura 5 mostra le restituzioni relative alla pianta e ai prospetti principali e a una vista assonometrica. La pianta ha la geometria di un poligono irregolare a sei lati. Lo spessore murario appare variabile, oscillando tra 1,5 m alla sommità delle sezioni meno esposte, fino ai 2,5 m circa alla base, per le facce esposte. Le facce, le cui altezze sono comprese tra i 3 e i 5 metri fuori dal piano di calpestio attuale, procedendo dalla parete sud in senso orario hanno lunghezza di metri: 22,5; 14,5; 16,0; 13,0; 13,7; 10,0. La superficie coperta è pari a 538 mq ca. mentre l'area interna è pari a 370 mq.

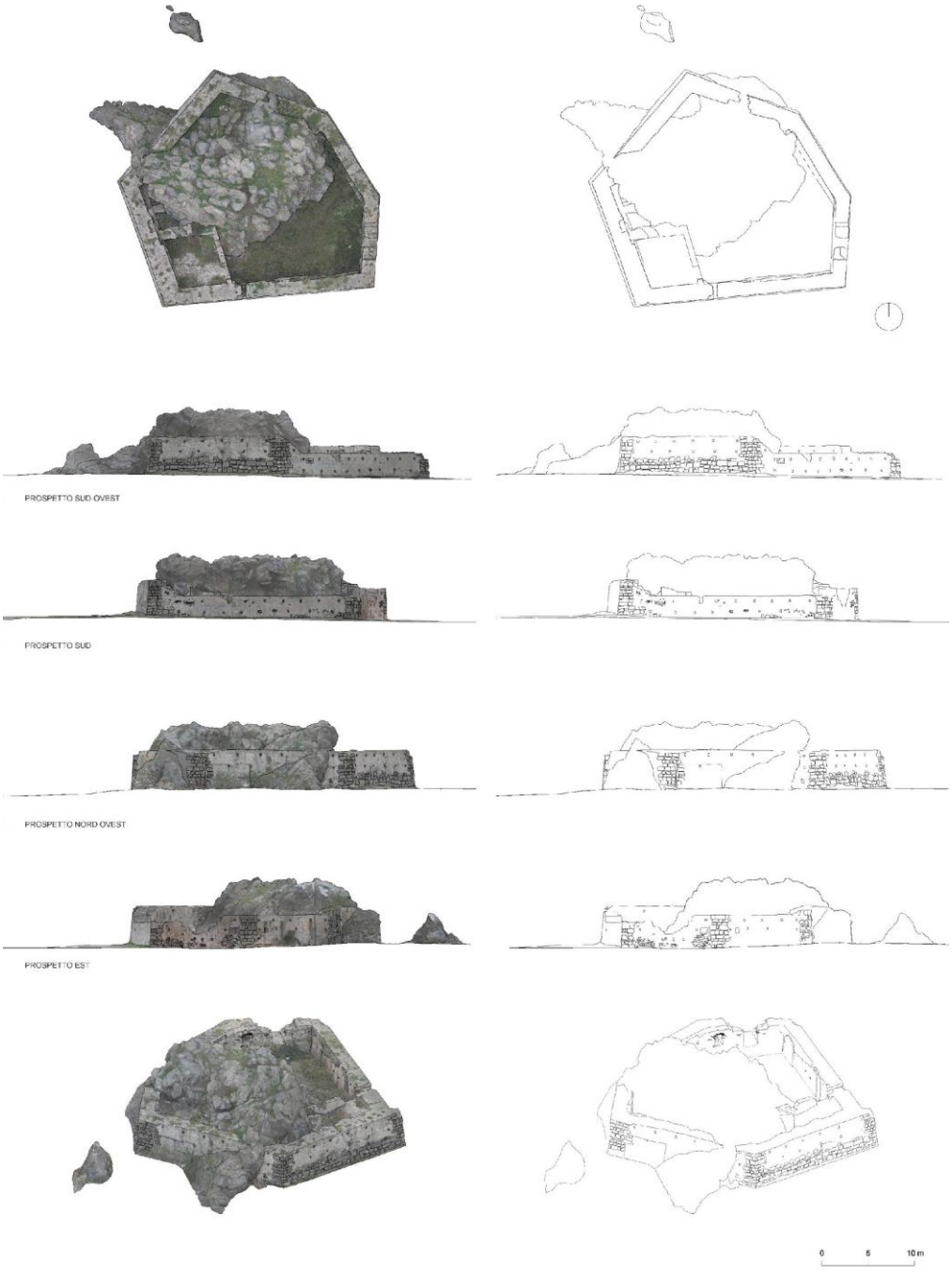


Fig. 5- Estratto degli elaborati di rilievo, pianta, prospetti e vista assonometrica (Acquisizione e restituzione L. Pizzonia)

5. Il confronto tra l'elaborato di progetto e lo stato di fatto

Confrontare l'elaborato di progetto con le restituzioni di rilievo è un'operazione che non può prescindere dalla valutazione del fatto che l'architettura che noi oggi possiamo osservare appare incompleta e/o in parte alterata rispetto all'epoca di edificazione. Una ulteriore questione preliminare da tenere in considerazione è costituita dall'allontanamento della linea di costa – con conseguente apporto di sabbia – elemento che ha alterato le quote dei piani di calpestio, nascondendo alcune porzioni di muratura e parte dello scoglio. La figura 6 mostra il confronto grafico tra lo stato di fatto e lo stato di progetto, evidenziando visivamente somiglianze e differenze tra le due condizioni.

Le due piante sono state ricondotte alla medesima scala metrica convertendo le canne napoletane utilizzate in fase di progetto in metri. Per orientare il disegno dello stato di progetto, ritenuto approssimativamente eseguito con il nord verso l'alto del foglio, si è tenuto conto dell'andamento dello scoglio e della linea di costa. Occorre comunque considerare un certo grado di incertezza causato sia dalla mancanza di un riferimento accurato relativo alla direzione del nord nell'elaborato di progetto, sia dalla modificata morfologia causata dall'avanzamento della linea di costa. In generale si può osservare come, sebbene lo stato di fatto rispetti le dimensioni del manufatto di progetto, siano state apportate in fase di realizzazione numerose modifiche, quali la riduzione da tre a due fronti di fuoco o la modifica del perimetro con un poligono che passa da cinque a sei lati. Rispetto al sistema di rinforzo delle facce esposte al mare – costituito dalla costruzione di una doppia parete rinforzata da cordoli trasversali e riempita con pietrame, come si può evincere dall'elaborato di progetto – esso non appare neppure accennato alla fase di realizzazione riscontrabile oggi. Soltanto il muro perimetrale esterno ed un ambiente voltato addossato all'angolo sud-ovest, appaiono come elementi concretamente compiuti o in fase di compimento. Altri elementi, evidenziati in fase di sopralluogo e di restituzione, hanno mostrato come siano presenti segni di crollo di parti di muratura e di elementi di copertura. È probabile, che oltre ai crolli determinati dall'abbandono siano state effettuate operazioni di spoglio per il recupero di materiale edilizio.

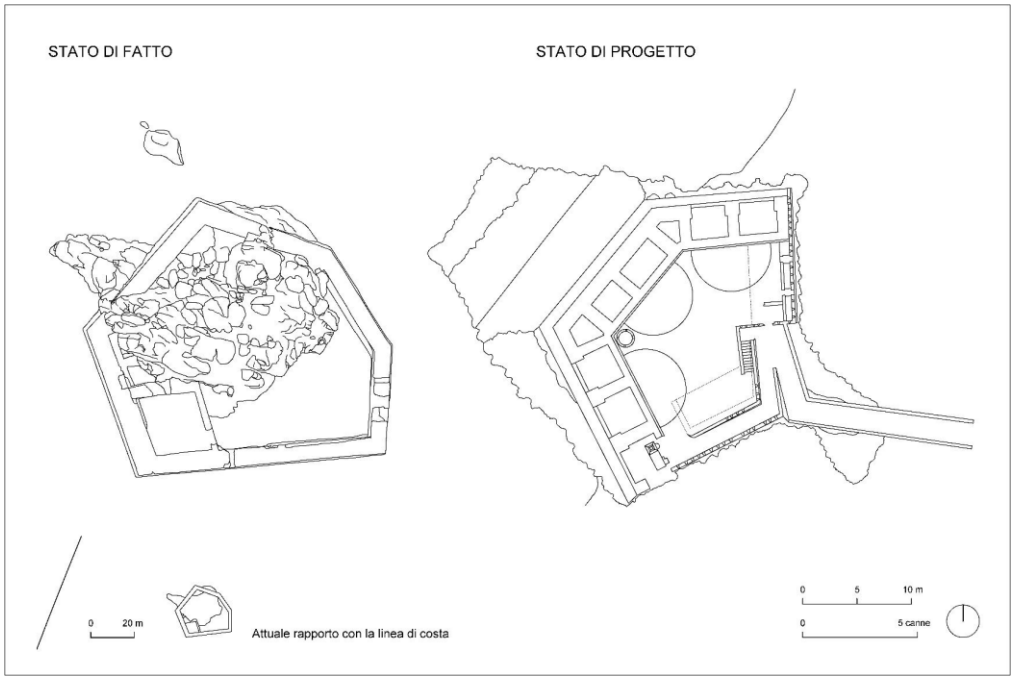


Fig. 6- Confronto tra lo stato di progetto e lo stato di fatto (Elaborazione F. Stilo)

6. Conclusioni

Lo studio, supportato da indagini d'archivio e dal rilievo digitale, consente una comprensione maggiore dell'opera, e diviene punto di partenza per ulteriori indagini e per la formulazione di progetti di tutela, riuso e promozione culturale. Restituire questa architettura alla storia della contemporaneità, rivelandone la genesi, può rafforzare la sua presenza nel paesaggio e nella pianificazione turistico-culturale della zona. L'approccio integrato tra rilievo aereo e terrestre ha consentito la realizzazione di una documentazione grafica aggiornata e scientificamente affidabile, valida per supportare eventuali azioni di tutela e consolidamento.

Il rilievo, inteso non solo come esercizio tecnico ma come strumento di conoscenza critica, permette di restituire le proporzioni, le geometrie e le relazioni spaziali che definiscono l'identità del manufatto. Allo stesso modo, la ricerca d'archivio integra e arricchisce questa lettura, fornendo un quadro documentario che collega il progetto originario alle sue successive interpretazioni e modifiche. Insieme, queste operazioni delineano una metodologia che pone le basi per interventi di conservazione e valorizzazione. Il risultato di maggiore rilievo corrisponde ad aver individuato l'elaborato progettuale originale, custodito presso la Biblioteca Centrale di Napoli, e sconosciuto – non essendo stato ricondotto prima al territorio di Palmi ed alla batteria di Pietrenere. La raccolta e la diffusione di tali materiali non hanno solo un valore tecnico, ma anche culturale e civile. Documentare significa anche rendere accessibile: aprire la conoscenza a nuove letture, stimolare l'interesse verso opere dimenticate, creare le condizioni per una fruizione più ampia e partecipata del patrimonio costruito. La documentazione diventa un mezzo per orientare le scelte di tutela e trasformazione.

Riconoscimenti

Il contributo è frutto di una ricerca comune condivisa tra gli autori. Lorella Pizzonia ha redatto i paragrafi 1, 4 e 6; Francesco Stilo ha redatto i paragrafi 2 e 3; il paragrafo 5 è condiviso.

Si ringrazia la Biblioteca Centrale di Napoli per la cortese collaborazione e per aver fornito la copia digitale della carta manoscritta, autorizzandone l'uso nell'ambito della presente ricerca.

Note

(1) Sull'argomento, dal punto di vista storico, si veda Valente 1972.

(2) Per una sintesi relativa all'area di nostro interesse si vedano Avati 2014 e 2016.

Bibliografia

Avati, R. (2014) L'alba della Piana. Cronache di Palmi nel decennio francese (Prima parte), availabe at: https://www.lalbadellapiana.it/files/2014_avati.pdf (accessed:7/01/2026).

Avati, R. (2016) L'alba della Piana. Cronache di Palmi nel decennio francese (Seconda parte), availabe at: https://www.lalbadellapiana.it/files/2016_avati_bhcxi9eh.pdf (accessed:7/01/2026).

De Salvo, A. (1886) *Notizie storiche e topografiche intorno a Metauria e Tauriana*. Napoli, De Angelis.

Fatta, F., Marraffa, A. & Patanè, C. (2020). Geometrie dello sguardo nel paesaggio calabrese. In: Navarro Palazón, J. & Garcia-Pulido, L. J. (eds.) *Defensive Architecture of the mediterranean*. Granada, Valencia, Universitat Politècnica de València, Patronato de la Alhambra y Generalife, pp. 899-906.

Fatta, F., Pizzonia L. & Stilo, F. (2025) Torri costiere della Calabria Citra. Il caso della Torre-Isola Talao a Scalea (CS). In: Zerlenga O. & Cirillo V. (eds.), *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Caserta, València, DADI Press, edUPV, pp. 1037-1044.

Ilari, V. (2017) La gendarmeria reale napoletana. *Rassegna dell'Arma dei Carabinieri*, gennaio/marzo 2017, 2011-274.

Minasi, N. (1893) *L'assedio di Amantea*. Napoli, Gabriele Regina libraio editore.

Stilo, F. & Pizzonia, L. (2023). Elementi fortificati dal territorio di Palmi e Seminara: la Cittadella di Carlopoli. In: Bevilacqua M. G. & Uliveri, D. (eds.). *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Pisa, University Press, pp. 1163-1170.

Valente, G. (1972). *Le torri costiere della Calabria*. Chiaravalle, Frama's.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21512

Semantic representation of historical architectural heritage with digital modeling methods: The Aragonese Tower in Bitonto (Bari)

Riccardo Tavolare[a], Giovanni Mongiello[a]
[a] Politecnico di Bari, DICATECh, Bari, Italy, riccardo.tavolare@poliba.it, giovanni.mongiello@poliba.it

How to cite: Tavolare, R. & Mongiello, G. (2026). Semantic representation of historical architectural heritage with digital modeling methods: The Aragonese Tower in Bitonto (Bari). In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21512

Abstract

The ScanToBIM approach represents an established methodology for the digitization and integrated management of historic building heritage. However, the reconstruction process of building and architectural elements, especially in HBIM, is still a significant challenge, both because of the inherent geometric complexity and the need to preserve the detail and semantic coherence of the produced digital models. This paper specifically addresses the problem of semi-automated three-dimensional generation of historic architectural elements through a parametric three-dimensional genesis process. The study was applied to the Aragonese Tower of Bitonto (Bari), an imposing structure along the city's medieval wall perimeter. The tower, with a circular plan and three vaulted levels connected by fortified corridors includes late 15th-century casemates and fortifications inspired by the designs of Francesco di Giorgio Martini. Described in 1503 as one of the strongest fortresses in the Kingdom of Naples, it was later used as a prison. The proposed approach integrates artificial intelligence-based algorithms for semantic segmentation of elements and their subsequent optimization. Particular attention is paid to the relationship between surface visual information and its narrative, stylistic, and technological functions, with the classification of elements aligned with the Industry Foundation Classes (IFC) standard. The consistent assignment of geometric and semantic data enhances the interoperability of digital models, supporting their application in the restoration and heritage management of historic buildings. The results obtained from the applied process show the possibility of integrating advanced automation and validation technologies into a complete BIM process, guaranteeing geometric correctness and the preservation of fundamental stylistic details of the historical architectural heritage in the realization of the 3D digital model.

Keywords: computational geometry, points reconstruction, semantic modeling, Scan-to-BIM.

1. Introduction

In the context of historical architecture surveying, the use of advanced technologies such as digital photogrammetry and laser scanning has radically transformed spatial documentation practices (Haddad, 2011). However, despite the high metric accuracy and information density that can

BY-NC-SA

potentially be obtained from these techniques, the product of such recordings is often affected by significant incompleteness, caused by occlusions, inaccessibility of sites, subsequent alterations or even the disappearance of parts of the original work (Pásztor & Oltványi, 2020). Where the point cloud presents rarefactions or discontinuities, a gap in understanding emerges between the physical artefact and its digital representation. Such discontinuities are not simply a technical limitation, but constitute critical junctures in the morphological interpretation of architecture, directly influencing the possibility of grasping its geometric order, constructive logic and spatial semantics. In particular, the absence of even minimal portions can compromise the recognition of symmetries, modularity, proportions or spatial articulations that often represent the generative core of historical architectural form. Reconstruction from incomplete data, as widely discussed in the literature, requires the assumption of a priori knowledge of a geometric, typological, or semantic nature in order to produce coherent and formally plausible models (Gai et al., 2019). In this sense, digital modelling is not a simple restorative act, but becomes a critical operation that incorporates interpretative judgements, typological hypotheses, and stylistic comparisons.

The integration of computational approach (Zbirovský, 2025) and fitting through "primitive fitting" techniques, parametric symmetry, or interpolation guided by existing morphological patterns is an increasingly adopted methodology to compensate for the incompleteness of surveys (Zhao et al., 2023), but inevitably implies a loss of objectivity and an increase in reconstructive subjectivity. In recent years, artificial intelligence approaches have also been integrated, requiring considerable effort in the training and configuration phase (Queruel et al., 2024).

2. Case study: The Aragonese Tower in Bitonto

From the time of its construction, the complex was an important element in the town's defence, but over time it took on a clear symbolic value, so much so that it has been handed down and preserved to this day. Among the iconographic sources depicting the Angevin keep is the view of the city of Bitonto by Giovan Battista Pacichelli (Pacichelli, 1703), (Fig. 1) made in 1703.

In this view, the keep assumes an exuberant proportion compared to the surrounding buildings and its actual size, appearing unmistakable, with its characteristic elements, as well as the other defensive structures visible in the view and no longer existing today. Observing Pacichelli's view, we learn that the tower is equipped with a large annular ravelin, which envelops the entire structure and its spurs.



Fig. 1- Historical view of Bitonto (Pacichelli, 1703)

The construction of the Angevin Tower of Bitonto, the subject of this paper, dates back to the Angevin domination of the Kingdom of Naples, administered by Robert D'Angiò (1309 - 1343) (Mongiello, 1970). It represents the testimony of an articulated defence system that included, along the wall circuit, twenty-seven other towers, connected by a complex system of underground passages. Passing through Baresana gate, one enters what is now Piazza Cavour, one of the few wide spaces in the historic centre. To the left of Baresana gate, stands the Tower built under Angevin rule in the 15th century to defend Baresana gate. In later periods, it was the seat of the castellan and the militia guarding the gateway. The structure was also used as a prison and was for a long time the fulcrum of Bitonto's defence (Castellano, 1993). It has been ascertained that its construction morphology was determined by distinct design phases, due to the different construction ideas of expert military engineers who intervened over time to improve its functional characteristics (Mongiello, 2018). The architecture is circular in shape, with a base diameter of 16.32 m and an upper part of 16.02 m, and a height from street level of 24.05 m. (VV.AA., 1980). The outer face originally consisted of large rectangular tuff elements, which are no longer present in the lower part of

the tower. The bastion is surrounded by a large moat, which is 6.10 m lower than the first practicable level of the tower and the current street level. In the moat, the buttresses reinforcing the base of the tower were found, as well as part of the ancient walls of the connection with the Baresana gate nearby. Internally, the tower is divided into three levels. The lowest practicable level corresponds more or less to today's street level and we can define it as a safety filter for access to the upper levels (Mongiello L., 1970); it is accessed through a door on the south-west side, which was probably the only entrance. The walls of this level are 5.10 m thick, and due to the narrowness of the entrance chamber, those entering the tower must pass through this tunnel that forces one to lower one's head. The room that opens after the entrance tunnel is circular in shape and covered by a hemispherical stone vault. This room only took light from a large slit, which is now closed off by the new constructions leaning against the tower. The room had a wooden intermediate floor, as visible in the perimeter wall, at a height of 4 m from the floor, are the seats for beams that supported the deck. There is a rectangular trapdoor in the vault that allows a connection to the upper level. The intermediate floor, located at an altitude of 8.86 m, is octagonal in shape, with walls 4.70 m thick and a stone cross vault; it is believed to have originally been accessed from the room below by means of a wooden staircase. This is the most comfortable room, due to the presence of a fireplace in the shape of a truncated pyramid, supported by small pillars and sculpted capitals. This room evidently housed the guardhouse. Light in this room comes from two single-lancet windows and two slits. On one wall of this room is the door to the stone staircase leading to the upper floor. The helicoidal staircase runs inside the tower walls and its access is 3.15 m from the floor level and is reached by a wooden ladder that was removed in case the tower was under attack. The highest floor is at an altitude of 15.80 m, with a circular plan and stone walls 4.35 m thick, 4.60 m high, covered by a hemispherical tuff vault. Three slits, with an almost horizontal plane, open in the impost of the vault to control the main access routes to the city, oriented towards Bari, Palo del Colle and Terlizzi. The lookouts accessed the loopholes through a raised wooden floor fixed to the perimeter walls. In this room, the door opens to access the helicoidal stone staircase leading to the roof level; this access is located 2 m from the floor and is reached by a wooden ladder; the stone staircase is built into the thickness of the perimeter wall. In the shaft of this staircase a loophole opens, from which there is a clear view of Palo del Colle. The roof surface at an elevation of 23.70 m was made of rammed earth. After restoration (Fig. 2), the floor was made of rubble and a concrete floor to protect the rooms below from rainwater infiltration. On the perimeter of the tower floor, there is a battlement of 62 stone elements with a height of 60 cm. From the description of this military architecture, it is possible to find all the elements that characterise military architecture of that time:

- The building has a fairly deep moat surrounding it. In the moat we find numerous spurs to protect the bastion at the base.
- The bastion at the base of the tower and surrounding it was intended to house cannons to defend against attackers (Mongiello, 1961).
- The tower has a large cistern located in its basement, for a water reserve to be used during periods of siege. Another cistern is located in the attic of the roof floor and is accessible from it (Mongiello, 1961).
- The access to the tower consists of a small door and a long corridor that forces those walking along it to bow in a line.
- Access from the 1st to the 2nd level is through a trapdoor, reached by a wooden ladder that was retracted to the highest floor in the event of an attack.
- The access to the spiral staircase leading from the 2nd to the 3rd level is at a higher height than the floor, closed by a massive door and reached by a wooden ladder that was retracted in the event of an attack.
- On the lookout level we find loopholes to observe the main communication routes with the neighbouring villages.

3. Methodology

A survey of the sole exterior was carried out using a FARO Focus3D 120 LiDAR instrument, generating a colour point cloud (Fig. 3). Subsequently, cropping was performed to isolate the representative portion in front of the tower. The point cloud generated gaps relating to the area behind the tower, which was inaccessible.



Fig. 2- View of the restored tower (photo by the authors, 2025)



Fig. 3- Point cloud of the whole complex (graphic elaboration by the authors, 2025)

This missing spot in the acquired data (Fig. 4) raises fundamental questions about the nature of surveying as a cognitive tool. Drawing, understood as an analytical-critical process, must be able to dialogue with the fragmentary nature of the data, formulating reconstructive hypotheses that are both rigorous and aware of their own limitations (Barazzetti et al., 2024).

The gaps are not mere "voids" to be filled technically, but areas of critical reflection in which the legitimacy of the reconstructive model and its effectiveness as a vehicle of knowledge are at stake. The completion process is not a simple technical operation, but an interpretative act guided, although computationally, by principles of geometric analogy, structural symmetry and typological awareness.

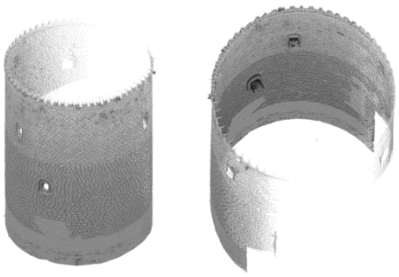


Fig. 4- Point cloud showing missing parts (graphic elaboration by the authors, 2025)

The methodology applied in this research starts from the recognition of the principle generating the shape, in this case a cylindrical base, through fitting using the RANdom SAmple Consensus (RANSAC) algorithm (Schnabel et al., 2007). This algorithm has proven particularly effective in identifying primitive geometric structures in the presence of noise and outliers, characteristics typical of point clouds acquired from historical architectural surveys. Subsequently, the process of detecting missing sectors, carried out through angular discretisation that transforms the point cloud into a structure ordered according to polar coordinates, activates, through the analysis of portions of points represented by adjacent sectors, an analogue process based on radial symmetry and morphological invariance (Mitra et al., 2013), taking on the characteristics of Pattern-Based Modelling, starting from regularity, which is now widely discussed in scientific literature on the representation of buildings (Ilgaz et al., 2025). This procedure also expresses an operational variation of the concept of type recognition, in which the "geometric type" (in this case, the radial module) guides the completion of the missing information, with a design approach inspired by the logic of interpretative design. The replication is never mechanical: the system introduces controlled variability through random rotations and perturbations, consistent with the need to avoid rigid repetition that does not reflect the natural imperfection of the historical building. The approach is based on the principle that many historical architectures, particularly defensive structures such as towers, have an intrinsic radial symmetry due to both functional and aesthetic considerations. This symmetry is not perfect but varies due to construction processes, wear and tear over time, elements that our algorithm seeks to preserve through the introduction of controlled variability.

From a representational point of view, the completion of the point cloud thus becomes an act of morphometric interpretation, transforming discontinuous geometric data into readable and modellable graphic structures, consistent with the cognitive intention that the design implies (Zhuang et al., 2023). The resulting model, although generated by automatic algorithms, is configured as a representative artefact that can be used in geometric analysis and as a support for further three-dimensional genesis. The validation of the reconstruction process is based on criteria of geometric consistency, typological consistency, and historical-architectural plausibility. The system implements automatic quality controls that verify the geometric continuity of the reconstructed surfaces and their compatibility with the morphological patterns identified in the original part of the structure (Zhao et al., 2023).

4. Application

The algorithm begins with an optimised acquisition phase that manages point clouds of varying sizes through adaptive loading strategies. Memory management is optimised through a dynamic chunking system that processes data in blocks of 250,000 points, allowing for the processing of large datasets without compromising computational performance.

The system also implements data integrity validation and automatic conversion mechanisms between different formats, ensuring compatibility with the main three-dimensional representation standards. Pre-processing includes a subsampling strategy which, for datasets larger than 20,000 points, performs a controlled reduction of the sample while maintaining the statistical representativeness of the original spatial distribution. This operation is essential for optimising computation times in subsequent phases without compromising the accuracy of geometric detection. The underlying circular geometry is recognised through an optimised implementation of the RANSAC algorithm, specifically adapted for detecting circumferences in two-dimensional projection. The methodology operates on a small sample of points projected onto the XY plane, implementing an iterative process of 300 iterations that randomly selects triplets of points for the calculation of circumference parameters.

The originality of the implementation lies in the robust fallback strategy which, in the event of failure of the primary RANSAC, resorts to an estimate based on the median of the distances from the geometric centroid. This dual strategy ensures the robustness of the system even in the presence of highly noisy data or irregular spatial distributions. The output parameters include the centre coordinates, the structure radius and complete altimetric statistics, providing a complete geometric characterisation of the analysed structure.

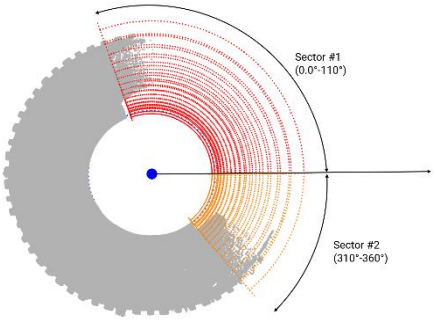


Fig. 5- Computation of missing sectors. Top view (graphic elaboration by the authors, 2025)

The angular segmentation of the structure is a crucial phase of the algorithm, implemented by dividing the entire circular perimeter into 36 sectors of uniform angular width. This discretisation allows for the quantitative analysis of the distribution of points and the systematic identification of areas characterised by insufficient density. The criterion for classifying gaps is based on an adaptive threshold calculated as 30% of the average density of populated sectors, ensuring a balance between detection sensitivity and robustness with respect to natural variations in density. The algorithm also implements an aggregation strategy that unifies adjacent deficient sectors, optimising the efficiency of subsequent reconstruction operations. The integration of an interactive selection phase that involves the operator in choosing the optimal source sectors represents a compromise between computational automation and human expertise, where the system identifies and proposes the most promising candidates based on quantitative quality metrics, while the operator makes the final selection based on qualitative and contextual considerations. When searching for candidate sectors for the

reconstruction of the missing part, the algorithm excludes sectors that are too close to the void (<45°) a priori, in order to avoid self-referencing. The selection process then takes into account a scoring index that combines local density factors (considering sectors with at least 70% of the average cloud density as an index) and angular distance.

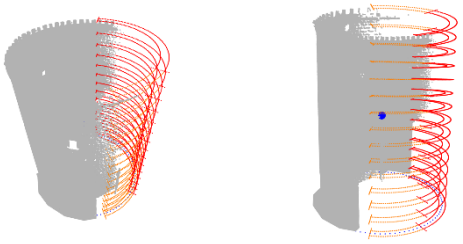


Fig. 6- Missing sectors on points cloud. Lateral views (graphic elaboration by the authors, 2025)

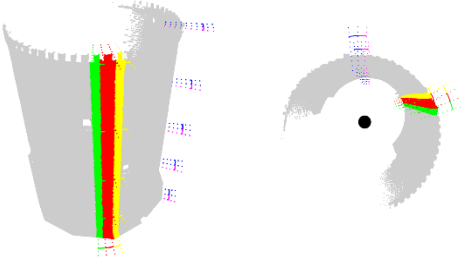


Fig. 7- Highlighting of sectors eligible for reconstruction (graphic elaboration by the authors, 2025)

In particular, when calculating the distance, the shortest angular distance between the empty sector and the candidate sector is considered, taking into account the minimum value between the direct distance and the circular distance:

$$Min(Direct\ distance;\ Circular\ distance)$$

$$Direct\ distance = empty\ sector\text{-}candidate\ sector$$

$$Distance_{score} = Min(1.0;\ \frac{angle}{\frac{\pi}{2}})$$

$$Total_{score} = Density_{score} \cdot 0.7 + Distance_{score} \cdot 0.3$$

The replication phase implements a comprehensive coverage strategy that automatically calculates the number of copies needed to ensure uniform angular coverage of the target sector. The algorithm determines this parameter through the ratio between the angular width of the sector to be reconstructed and that of the source sector, implementing a spatial distribution system that guarantees geometric continuity.

Sectors eligible for #1 filling			
Number	*Center Sector*	*Points density*	*Score*
#1	182.5°	117934	1.00
#2	177.5°	116237	0.99
#3	252.5°	116114	0.989
#4	257.5°	114744	0.981
#5	187.5°	113724	0.975
Sectors eligible for #2 filling			
Number	*Center Sector*	*Points density*	*Score*
#1	182.5°	117934	1.00
#2	177.5°	116237	0.99
#3	252.5°	116114	0.981
#4	187.5°	113724	0.975
#5	247.5°	112736	0.969

The geometric transformation of the points is carried out through rigid rotations around the centre of the structure, preserving the internal spatial relationships of the original pattern. To ensure the naturalness of the result, the system introduces controlled stochastic variations that simulate the irregularities typical of real structures, avoiding the mechanical repetition effect that characterises many automatic replication approaches.

The introduction of controlled variations is a fundamental aspect for obtaining naturalistic results. The system implements four types of variation: spatial, radial, vertical and progressive. Spatial variations consist of adding Gaussian noise to the coordinates, with standard deviations calibrated to maintain geometric consistency. Radial variations introduce small perturbations in the distance from the centre, simulating the surface irregularities typical of stone structures. Vertical variations operate through local interpolations of heights, ensuring the continuity of the altimetric profile, while progressive variations introduce a systematic increase in noise for multiple copies of the same pattern, visually differentiating the different replicated instances.

The final phase of the algorithm involves an optimisation process that identifies and fills in any remaining gaps using advanced spatial interpolation techniques. The system analyses the angular distribution of the reconstructed points and identifies gaps greater than a minimum threshold of 6°, filling them by generating interpolated points. Height interpolation is performed by considering the surrounding points in a defined spatial neighbourhood, ensuring the continuity of the vertical profile.

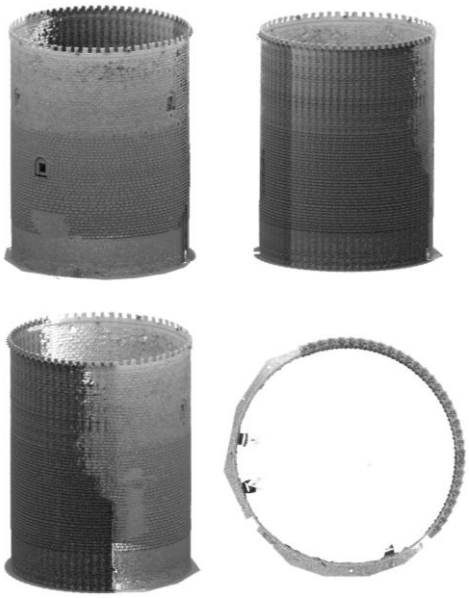


Fig. 8- Result of replication and optimisation phase (graphic elaboration by the authors, 2025)

The generated points are perturbed through stochastic variations to maintain consistency with the irregular nature of the real structure. The process concludes with the integration of all generated points into a unified cloud, implementing a differential colouring system that visually distinguishes the original points from the reconstructed and fill points. This visualisation strategy facilitates qualitative validation of the result and allows immediate control of the spatial distribution of the different types of points. The algorithm automatically generates comprehensive quantitative statistics that include point counts by category, percentage increases, density analysis, and coverage metrics. This information is compiled into a structured report that fully documents the reconstruction process, providing the traceability necessary for rigorous scientific applications.

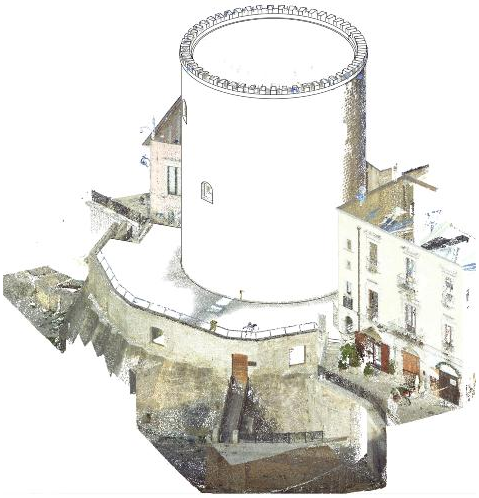


Fig. 9- Scan-to-BIM integration phase (graphic elaboration by the authors, 2025)

5. Conclusion

The case study demonstrates how computational geometry models applied to point clouds can support the study and representation of heritage objects, including informative Scan-to-HBIM. The method presented goes beyond simple geometric restoration, integrating semantic, typological and interpretative levels that reflect the intrinsic complexity of heritage objects. The reconstruction of missing data is not treated as a mere technical problem, but as a cognitive opportunity to explore the generative principles, morphological consistencies and construction logic of the historical structure.

Through the use of parametric adaptation, symmetry-based inference and controlled stochastic variation, the methodology ensures both formal plausibility and geometric consistency. The integration of automated processes with human supervision allows for a balanced workflow that respects the interpretative nature of heritage modelling while maintaining high computational efficiency. This confirms that Scan-to-BIM, integrated with computational algorithms, can become a powerful tool not only for documentation and conservation, but also for deepening knowledge and understanding of architectural heritage.

References

Barazzetti, L., Banfi, F., Brumana, R., Oreni, D., Previtali, M. & Roncoroni, F. (2015) HBIM and augmented information: towards a wider user community of image and range-based reconstructions. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5/W7, 35-42.

Bernich, E. (1901) L'arte in Puglia: Bitonto. *Napoli Nobilissima*, 1901(X), 56-61.

Castellano, A. (1993) *Il Castello di Bitonto*. Bari, Edipuglia.

Gai, S., Da, F., Zeng, L. & Huang, Y. (2019) Research on a hole filling algorithm of a point cloud based on structure from motion. *Journal of the Optical Society of America A*, 36(2), A39-A46.

Haddad, N. A. (2011) From ground surveying to 3D laser scanner: A review of techniques used for spatial documentation of historic sites. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 2011(23), 109-118.

Mongiello, G. (1961) *La torre baresana*. Bitonto, La nostra Bitonto.

Mongiello, G. (1970) *Bitonto nella Storia dell'Arte*. Bari, Favia.

Mongiello, G. (2018) *Indagini sul nucleo antico di Bitonto*. Bari, Edipuglia.

Mongiello, L. (1975) Per una rilettura delle opere di Luigi Castellucci. *Continuità– Rassegna Tecnica Pugliese*, Anno IX – n.8 aprile-giugno. Bari, Grandolfo.

Pacichelli, G. B. (1703) *Il regno di Napoli in prospettiva*. Roma, Mutio.

Pásztor, L. & Oltványi, Z. (2020) Color and Laser Data as a Complementary Approach for Heritage Documentation: Completeness Issues in Terrestrial Laser Scanning. *Remote Sensing*, 12(20), article 3465.

Queruel, M., Bornhofen, S., Histace, A. & Ducoulombier, L. (2024) Scan-to-BIM: Unlocking current limitations through Artificial Intelligence. In: Gonzalez, V. A., Zhang, J., de Soto, B. G. & Brilakis, I. (eds.) Proceedings of the 41st International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC), 3-5 June 2024, Lille. Lille, IAARC, pp. 1040-1047.

Schnabel, R., Wahl, R. & Klein, R. (2007) Efficient RANSAC for Point-Cloud Shape Detection. *Computer Graphics Forum*, 26(2), 214-226.

VV.AA. (1980) *Cultura e Società a Bitonto nel sec. XVII*. Atti del seminario di studi, dicembre 1978-maggio 1979, Bitonto. Bitonto, Centro ricerche di storia e arte bitontina.

Zbirovský, S. & Nežerka, V. (2025) Open-source automatic pipeline for efficient conversion of large-scale point clouds to IFC format. *Automation in Construction*, 2025(177), article 106303.

Zhao, B., Chen, X., Hua, X., Xuan, W. & Lichti, D. D. (2023) Completing point clouds using structural constraints for large-scale points absence in 3D building reconstruction. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2023(204), 163-183.

Zhuang, Z., Zhi, Z., Han, T., Chen, Y., Chen, J., Wang, C., Cheng, M., Zhang, X., Qin, N. & Ma, L. (2024) A Survey of Point Cloud Completion. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2024(17), 5691-5711.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21513

Fortification, transformations, disasters, a complex vicissitude for the Krujë Fortress in Albania

Giorgio Verdiani[a], Stéphane Giraudeau[a], Elisa Miho[b]
[a] Dipartimento di Architettura, Firenze, Italia, giorgio.verdiani@unifi.it, stephane.giraudeau@unifi.it, [b] Architecture, Catholic University Our Lady of Good Counsel, Tirana, Albania, elisa.miho@gmail.com

How to cite: Verdiani, G., Giraudeau, S. & Miho, E. (2026). Fortification, transformations, disasters, a complex vicissitude for the Krujë Fortress in Albania. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21513

Abstract

The Fortress of Krujë has its first settlements about the VI century AD, it was then reconstructed and expanded in time until the contemporary age. It was the strategic base during the Gjergj Kastrioti Skanderbeg (1405-1468) rebellion against the Ottoman Empire (1443-1478), resisting three main sieges in 1450, 1466 and 1467. For being strategically involved in these intense historical events it stands in time as a symbol of the Albanian nation, gaining a specific importance during the Communist Regime (1944-1991) which brought to a series of restoration and integrations in the Eighties and to the construction of the Gjergj Kastrioti Skenderbeu museum and of the Ethnographic Museums. The earthquake in 2019 caused some severe damages to the structure of the fortress opening large cracks on the main watchtower, in the cliff on which it stands and in the vault of the Bektashi Tekke (a religious building realized during the Ottoman period). Immediately after the disastrous event, a unit from the Department of Architecture, University of Florence conducted a specific terrestrial and aerial/UAV photogrammetric intervention to support the emergency operations on the monument. Exploiting a previous survey made by members of the same unit in 2017, it was possible to check the state of the vault of the Tekke with extreme accuracy discovering some surprising phenomena that brought to some rethinking about the impact of the shakes on the building itself. The present contribution will present the methods and procedures adopted for the intervention and the results obtained thanks to the matching with previous surveys, underlining once more the importance of appropriate digital documentation and how digital heritage may act as a safeguard for the real built heritage.

Keywords: digital survey, Skanderbeg, photogrammetry, earthquake.

1. Introduction

Every tower has a double value, controlling the landscape, offering an extended high eyepoint, and being seen, establishing a significant demonstration about who dominates and defends a territory. Thus, a tower is always a military architectural work, it has some concession to

BY-NC-SA

architectural styles, but it is mostly a practical and efficient system thought for extending its view at the maximal horizon extension and on all the main and risky roads and paths which may bring enemies in the protected zone. While a tower is a sign in the landscape it soon became a landmark, a signal in the territory, seen from the distance, becoming a presence well recognized by humans. The existence in time of such a building is soon linked to a variety of factors: invasions, wars, changes in warfare technologies, may cause the transformation, partial or total destruction. So, in the span of some centuries, it is not uncommon to have towers reduced in height, totally destroyed or reduced to some ruin, or seeing them transformed or even well preserved by reuse or restorations. In the case of the castle of Krujë in Albania, the watch tower is still standing despite battles and earthquakes, simply changing its function from military observatory to clock tower and then into meaningful landmark, establishing a relationship with the complex urban evolution of the town external to the stronghold and with articulated changes in the urban tissue inside the fortress (Xhexhi, 2025).



Fig. 1- Gjergj Kastrioti in a portrait from 1508 (Marin Barleti, 1508) and in the statue in Skanderbeg square, Tirana

2. The Skanderbeg's castle

Gjergj Kastrioti (c. 1405-1468) named Skënderbeu (in Albanian language) and Skanderbeg (around Europe) was born from an Albanian noble family (Fig. 1), he became well known for his sustained resistance against the Ottoman Empire, and as a celebrated national hero in modern times (Biagini, 2021). When young, he was taken as a hostage by the Ottomans, converting to Islam and becoming a military commander. In 1443, he defected and returned to Albania, re-embracing Christianity and leading a revolt against the Ottoman government (Clarke Moore, 1850). Skënderbeu's military strategy relied on guerilla warfare and his mastery of the rugged Albanian terrain (Frashëri, 2002). His primary stronghold was the Krujë castle, a fortress he successfully defended against three main Ottoman sieges, including those led by Sultan Murad II and Sultan Mehmed II. He united Albanian principalities into the League of Lezhë in 1444 and secured a series of key victories, such as the battle of Albulena in 1457 (Pisko, 2023). His resistance delayed the Ottoman advance into Western Europe, a well praised task, earning him the title Champion of Christ from the European christian countries. Skënderbeu's decades-long struggle against the Ottomans concluded for an illness.

He died of malaria on January 17, 1468, in Lezhë, Albania (Papadopulo-Vretò, 1820). After his death, the League of Lezhë crumbled, and the Ottoman Empire finally conquered Krujë in 1478, a decade after his passing. Skënderbeu's legacy became strong in his country; raising his figure as the main national hero, the black double-headed eagle on the Albanian flag replicates his crest and banner. The history of the Skanderbeg castle in Krujë is a long and storied one, stretching from the early Middle Ages to the present day.

The fortress's origins are estimated with a date back to the V or VI century, built by the Byzantine Empire on a strategic hill overlooking the city and controlling the landscape. The toponym Krujë (Croia) was firstly identified in the IX century, it is derived from the Albanian word *kroje* (water spring). Evidence of the existence of a fortified settlement dates to the XII century. Between the XIII and the XV century, the fortress underwent several interventions which transformed it into one of the most important fortifications of the region.

A certain amount of construction remains in the castle belong to the mid-XV century during the rule of Skanderbeg. It served as a key stronghold and was passed between various local rulers until it was conquered by the Ottomans around 1395. During the Albanian revolt of 1432-1436, an unsuccessful siege was led by Andrea Thopia to reclaim the castle. The XV century marks the most famous period for the castle, as it became the centre of the Albanian resistance. In 1443, Gjergj Kastrioti Skënderbeu, having defected from Ottoman service, seized control of the fortress. He reportedly used a forged letter from the Sultan to gain entry. It was here that he raised the red and

black flag with the double-headed eagle, a symbol that would become a national emblem. For over two decades, Skanderbeg used the castle as his base to launch guerrilla attacks and repel massive Ottoman armies. The resistance of the castle was remarkable, placed on a cliff at about 556 metres on the sea level, it is surrounded by steep rocky terrain which made the access to the walls difficult, with only two entrances that lead inside the castle. The scenes from that siege are depicted in a variety of representations from the following centuries, those from the first siege of Krujë in 1578 (Fig. 2) and from the second siege of Krujë in 1587 (Fig. 3) show bold walls with towers and even taking a generous poetic license, represent the massive presence of troops and the dramatic balance between attackers around the walls and besieged in the inside. The presence of a water spring inside the walled area was an extremely important resource, giving plenty of fresh water even during the sieges (Karaiskaj, 2016).

The castle's fortifications (Fig. 4), combined with Skanderbeg's tactical genius, allowed it to withstand three major sieges. The fortress, with its small but determined garrison, proved to be an impenetrable symbol of resistance.

3. The watchtower

The watchtower of the castle is still today a significant landmark (Fig. 5). The tower was officially recognized for its cultural value in 1948, it was later designated as a protected site by the State University of Tirana (1963) and the Ministry of Education and Culture (1973). It was originally perched on a rocky ridge overlooking the town, part of the fortress serving as a strategic stronghold. Its highest point included a fortified redoubt. Within its inner wall stood two quadrangular towers, one of which eventually became the present watchtower. Initially built between the XI and XII centuries, this structure is among the oldest observation towers in Albania.

The tower evolved over centuries, losing its original defensive function and gaining civic importance (Fig. 6). By the XVII century, it was adapted into a clock tower serving the local bazaar. Artists and travellers like Edward Lear (1848), Edith Durham, and Theodor Anton Ippen recorded its image and significance in their works. Architecturally, the tower is a type II clock tower (attached to another building) with two floors. It stands 15.75 to 17.2 metres tall, depending on terrain elevation. Its base is pyramidal, transitioning to a square-plan prismatic shape at the top, this upper part is probably a later reconstruction using the pyramidal basement, with the upper room delimited by eight stone pillars bearing a wooden roof.



Fig. 2- The first siege of Krujë in a print by Jost Amman (1578), original and AI interpretations



Fig. 3- The first siege of Krujë in a print by Jost Amman (1587), original and AI interpretations



Fig. 4- map of the Kruja castle: 1. The watchtower. 2. The museum. 3. The Tekke. 4. The town historical market area. 5. The access road which was enlarged in the '80s. 6. Main perimeter of the walls. (Base from Google Earth©, 2025)

Built primarily of limestone with brick insertions, the walls have a variable thickness up to two meters. Two entrances (an unusual feature for towers) face southwest and northeast, probably realized in different times. The structure showcases three main construction phases. The earliest, evident on the northern side, features a mix of limestone and bricks from the XI century. A second phase, using the cloisonné/castone technique (Canali & Galati, 2022), dates to the XIII–XIV centuries.



Fig. 5- The watchtower in the context

The third is connected to the conversion into a clock tower. The clockwork for the clock in the tower of Krujë castle was crafted by artisans from the Old Bazaar of Krujë, it was used to manage city time, such as the opening and closing of shops and the times for prayer. One or more bells were used to signal the time passing.

Several historic bells are associated with the tower, used for alert signals and later for civil uses. One bronze bell from 1462, possibly used during Skanderbeg's campaigns, is now preserved at the Albanian National Museum.

4. The Ottoman centuries

After Skanderbeg's death in 1468, the League of Lezhë weakened, and the castle finally fell to the Ottomans the fifth September 1478 after the fourth siege. A quite bloodish ending according to the following chronicles, with very few survivors who paid for their safety and probably then escaped abroad. Turkish settlers took possession of the empty town, and the toponym was changed to Ak Hisar or Akçahisar (the white castle). From this date the castle started more than four centuries of Ottoman government. Until the XIX century Christians would have been forbidden, under penalty of death, to enter the town at night (Jireček, 1914).

The fortified area served as an Ottoman garrison for centuries. Some religious buildings still show their remains, like the Sultan Mehmed Fatih mosque, built before 1481, which can still be seen on the castle grounds and left parts of the original minaret. The site also contains the Dollma Tekke, a more recent building erected in the second half of the XVIII century as a Bektashi place of worship, which highlights the multi-layered history of the fortress.



Fig. 6- The castle and the watchtower seen from the Krujë town centre (Rainchill & Commonswiki, 2004)

The restructuring of the fortress into civil building was progressive in this period, for example, when a major earthquake in1617 probably caused the fall of a part of the tower, this was rebuilt and modified for being used as a civic clock, completed with a first bell chamber supported by eight wooden columns and topped with a dome (Çoku, 2021).

This solution was later replaced by the present set of stone pillars and wooden roof. On the front of civil architectures from this period, the castle still hosts a well preserved XVIII century Ottoman-era house that belonged to the affluent Toptani family, offering a glimpse into the lifestyle and traditions of the region in that period, it was restored to become the National Ethnographic Museum in 1989.

5. The Hoxha's regime period

In the XX century, the castle became a symbol of Albanian national identity. The dictatorship, in search of supporting Nationalist ideas, promoted the cultural attention towards historical and traditional aspects, in this the figure of Skanderbeg played a key role (Hoxha, 1975). A role in need of being supported by proper and specific architectures adopting a common habit from the Communist regime of creating monumental elements using a language connected to traditional Albanian architectures and graphics (Islami et al., 2017).

A new museum, aimed to valorise the remains of the fortifications and to celebrate the figure of the national hero. The idea of the new museum came out first in 1967, but its design dates to 1978-1979 while the construction took four years to complete till November 1982 (Hoxha, 2012). In 1982, the National Skanderbeg Museum was standing within the remaining walls of the castle. The eclectic appearance simulates an historical building and recalls similar architectural behaviours of the Communist regime in those years (Islami, 2008). The new museum was designed by the architects Pranvera Hoxha, daughter of the dictator Enver Hoxha (Fagu & Nepravishta, 2022) and Pirro Vaso in a style reminiscent of medieval Albanian stone towers (Dedaj, 2013), and probably influenced by historical representations and by the Ottoman name in itself. The museum showcases artifacts and exhibits detailing his life and the battles fought to protect Albanian independence (Jaupaj, 2014). The identity of the new museum creates a specific effect, a sort of 'castle in the castle' as well defined by previous accurate interpretation of this architecture (Islami & Veizaj, 2018). While the courtyard of the museum was ongoing, it was noticed that the narrow streets bringing up to the fortress were not suitable for contemporary vehicles, so it was decided to carve a part of the peaks and cliffs and tracing a new road with direct access to the upper part of the fortification. This intervention caused some structural damages to the rocks supporting the main

tower. The choice of creating a new road was probably made to help the access to the inauguration to Enver Hoxha himself, at the time already troubled by physical difficulties. The damages to the cliff soon became very concerning, so in the years after the opening of the museum a series of consolidation works were done to contain the cracks and the movement of the stones. During the XX century there were several restoration activities operating also on the main tower and on the cliff. Albanian country suffers from periodic earthquakes and after the old one in 1617 and before the 2019, those in the XX century, in 1947, 1956, 1968 and 1979 all brought damages to the built heritage of the castle. The wooden roof and the colonnade of the tower were reconstructed during two major restoration campaigns, the first in 1967 and the second between 1979 and 1980. The 1967 intervention focused on the partial restoration of the timber roof and its pillars. At the same time, repairs were carried out on the internal wooden floors. The later restoration addressed also on the reconstruction of the upper section of the pillars. This was done largely for aesthetic consistency. The columns were rebuilt with a wider cross-section, expanded by 30 cm, and externally faced with rough conglomerate stone, locally known as *grac* (Tafa, 2022).

To improve the tower's stability a reinforced concrete framework was installed at the upper floor. This modern support system was concealed behind stone blocks to maintain the original appearance. Additionally, reinforced concrete was cast at the base of the pillars, forming a structural beam also hidden by masonry. These careful interventions combined traditional materials with modern techniques with the belief of preserving the tower's historical character while reinforcing its stability, thus the main shake in 2019 was coming to demonstrate how these interventions were not a healthy cure for the tower.

6. Earthquake 2019

On 26 November 2019, an earthquake struck the Albanian coast, with a seismic centre nearby Durres at 41.38° North and 19.45° East, with a main seismic hit at eighth Mercalli's scale. It was one of the strongest earthquakes that occurred in recent years in Albania (Freddi, 2021). The event caused 51 deaths in population and produced heavy damage. 111 cultural monuments and heritage sites were assessed in the affected regions. Out of these, 53 were deemed unsafe or temporarily closed due to serious risk.

Major landmarks such as the castles of Durrës, Krujë, and Prezë sustained considerable structural damage. The seismic event exerted a pronounced impact on the built environment of Durrës and adjacent settlements, while considerable structural damage was also observed extending into the Tirana region. In the aftermath of the earthquake a long series of small and sometimes intense shakes keep on manifesting for weeks after the main event. The impact on the Skanderbeg's castle in Krujë was well evident, some cracks in the main walls and in the nearby building appeared immediately, but most of all, part of masonry from the top part of the tower fell down, large cracks opened in the tower and in the vault of the Dollma Tekke. In the case of the tower, the previous intervention using concrete caused a hammer effect on masonry, intensifying the damage and the fall of blocks, leaving large holes from which the concrete work emerged. To help the built heritage recovery, the Albanian Ministry of Culture asked for help from the digital survey expert operating at the Catholic University in Tirana, which has a teaching agreement with the Dipartimento di Architettura at the University of Florence. This brought to the organization of a quick expedition to Krujë on 19 December 2019, with the intention of documenting the state of the castle after the seismic event and creating a proper base for supporting further interventions.

7. Digital Survey intervention

The digital survey operation was completely conducted by SfM/IM photogrammetry, mixing terrestrial and aerial shooting into a detailed and complete digital model. Before arriving in place, the operating unit was informed about the situation of the buildings and had a detailed view of the scenario from a video taken using a drone by the emergency units operating in the area. The situation was not looking good, the top part of the tower was heavily damaged, the main shake, very intense, caused the rapid horizontal movement of the concrete slab applied in the old restoration, it acted like a rigid element on the top of a more elastic structure, causing heavy stress on the old masonry and producing the opening of old and new cracks. The stones on which the tower stands were appearing even more concerning, with large cracks and the old bolts in the consolidation work showing their poor conditions and a visible lack in their function. The survey planning was made starting from the top of the tower, where one of

the first limits was the impossibility to access the inside because of fallen parts and effective risks for the operators. The seismic event indeed had a long series of assessment shakes, one with Mercalli's intensity 4.2 just on the day of survey, making even more concerning the operative conditions. Then the photogrammetric survey was operated from a certain distance, with a generous round turn of terrestrial shooting and a consistent campaign of drone shooting. The terrestrial shots were taken using a Nikon D850 with a 47.3 megapixel full-frame sensor and mounting a Nikkor 24-120mm F4 lens set at 35mm focal length, producing 637 pictures all around the tower and along the masonry works from the base and up to the top. The aerial photogrammetry was operated using an UAV Anafi with a 21Mp Sony 1/2.4'' CMOS sensor and with a wide-angle f/2.4 ASPH lens, 35mm equivalent focal length: 23-69 mm (sensor set in photo shooting mode), 26-78mm (sensor set in video shooting mode) from the French manufacturing company Parrot, producing 808 pictures.

The photogrammetric survey was divided in three groups of operations, the first dedicated to the Tower and the second to the Tekke, the third was focused on the surrounding terrain in order to carefully document the entire rock ridge on which the tower stands, highlighting the cracks and detachments that are actually present. In this way, during the data calculation phase, it was possible to develop large environmental sections that documented the entire site. Due to strong geomagnetic interference at the site, which made it difficult to fly the drone, it was not possible to operate with planned flights in sequence. Instead, it was necessary to operate exclusively with a long series of manual flights. This resulted in a longer survey time, but also made it possible to get very close to the top of the tower in order to document in greater detail all the information needed for a comprehensive assessment of the state of the tower's damage. In fact, to partially compensate for the impossibility to access inside, the UAV unit was operated with specific attention on the top part of the tower, capturing even inner details and surfaces (Fig. 7).

The sequence of drone pictures counted at the end 809 shots. The two photogrammetric series were planned to obtain a generous overlapping between the last shots taken by the terrestrial session and the first shots takenusing the drone, so as to simplify the connection and continuity between the two series in the photogrammetric elaboration. A secondary, but very important sequence of shots was dedicated to the cliff, with a specific series of 160 pictures taken by the drone on the cliff, to document the general shape and the condition of the cracks.



Fig. 7- The top floor ot the watchtower in the photogrammetry model taken by the drone

The further processing work was aimed at the creation of a full 3D model, operating all the classical steps in the Structure from Motion Image Matching procedures.

The work was done using Epic Games Reality Capture 1.0, feed with the whole set of 1606 pictures and producing a 744 million triangles polygonal surfaces, then simplified to 241,3 million triangles and to 15 million triangles and 1.5 million triangles for multimedia uses, the reduced versions were textured and exported in OBJ format, while the textured full model was used to produce high resolution ortho-pictures (each at about 475 megapixel overall resolution) of all the fronts and top view of the tower in two different versions, one with the tower and another with tower, near area and front of the cliff.

8. The tower towards a full recovery

The entire set of materials produced during the survey campaign, along with the post-processed products, was then packaged into a well-organized folder and delivered to the Albanian Ministry of Culture. The set of bases were perfectly usable for restoration planning and interventions. In the following months, the recovery of the area started, with a variety of difficulties, mostly caused by the situation of the tower, where the bad conditions of the cliff were threatening the stability of the tower which was in its damaged state and a risk of a possible worsening.



Fig. 8- Fronts of the watchtower and QR codes for accessing the full survey report in Zenodo.org (up) and the 3D model in Sketchfab.com (down), the graphic boards of the survey are available on zenodo.org at: https://doi.org/10.5281/zenodo.17273478, the 3D model of the watchtower is available on sketchfab.com at: https://skfb.ly/pBPtr

In other words, an intervention on the cliff was a potential risk on the tower while an intervention on the tower was risky because of the condition of the cliff.

The conservation works undertaken on the Tower within the project Safety Measures for the Clock Tower, Krujë were primarily aimed at structural stabilization and risk mitigation. Initially, hazardous elements with imminent risk of detachment were secured. The upper section of the tower, which presented a high probability of stone fall, was enclosed with a protective metallic mesh. The facades were subsequently reinforced through perimeter banding: wooden planks and rails were positioned along all four sides and corners, tied with high-resistance polyester straps with a load-bearing capacity of 10,000 kg. In areas where masonry collapse had occurred, the stitch-and-unpick/indenting techniques were used, allowing for selective dismantling and reassembly of deteriorated portions, thereby reducing vulnerability to further instability.

Additional safety measures included the erection of scaffolding and the installation of steel bracing systems. Steel plates and Ø16mm tension cables were mounted and progressively stressed to values of 10kN, 9kN, and 8kN from the base upwards. A digital structural monitoring system was integrated, consisting of sensors and electrical connections to record and assess the tower's ongoing performance. Internally, the masonry was consolidated with timber beams, struts, and buttresses.

Finally, restoration of the flooring was achieved through the replacement of fractured tiles and the integration of missing elements. These interventions combined emergency stabilization with preventive conservation, ensuring both the structural integrity and the safeguarding of the monument (Tafa, 2022). At the moment of the writing the courtyard of the tower is still ongoing.

9. Conclusions

Nowadays, the site of the castle is still a tourist destination, with a consistent presence of visitors from Albania and a certain number of foreign tourists. The fortified complex stands as an attractive and fascinating reminder of a specific moment from Albania's heroic past, evoking the robust grip of Skanderbeg's memory. In a country quickly moving in a fast urban renewal (Santus, 2024) the castle is also an extremely layered architecture and a remembering about the need of restoration and heritage care. For this, a clear digital documentation of this built patrimony is an important base for any kind of intervention, but once more it should be clear how fundamental is creating sharable, versatile and high-quality contents, available for professional uses, research, studies.

In the case of the watchtower in Krujë all the materials were delivered to the Ministry of Culture in Albania, to support any intervention and give an efficient report about the state of the building and its surrounding just three weeks after the damage.

The same materials have been shared online in case of request and now the main graphic boards are available on Zenodo.org with an associated specific DOI, while the simplified 3D model is available in the Sketchfab.com platform (Fig. 8). The development of a Master thesis dedicated to the study of the consolidation and preservation of the tower was an evident confirmation of the versatility of the produced materials and how a correct digitalization, even if not complete (the interiors were not accessible for safety reasons) can properly work in multidisciplinary activities contributing to the preservation and giving a proper base for studying and better understanding the specific value of the monument.

Acknowledgement

The documentation and digital survey about the Krujë watchtower are a personal research work by the authors. The authors would like to thank Elva Margariti, former Albanian Ministry of Culture for the original invitation in operating the survey operations in December 2019. A special thank you to the Direction of the Catholic University Our Lady of the Good Council in Tirana for hosting and supporting the operators during the survey operations; to prof. Saverio Mecca, former Director of the Architecture Department, University of Florence.

Italy, for activating the collaboration needed for operating the survey; to Giacomo Tempesta, expert professor and researcher in construction science for the participation at the inspection in December 2019 and for his precious indication about the structural phenomena.

Specific thanks to Orgest Tafa, who used the digital survey references for developing his master thesis in 2022.

References

Biagini, A.F. (2021) *Storia dell'Albania contemporanea*. Milano, Bompiani.

Canali, F. & Galati, V. C. (2023) Cloisonné/Castone: una tecnica costruttiva dell'architettura medio-bizantina tra struttura, accorgimenti antisismici e decorazioni (IX–XV secolo). In: Canali, F. (a cura di) *Memorabilia tra natura e geometria. Il culto del passato dalla Inventio alla Reinterpretazione (Bollettino della Società di Studi Storici Fiorentini*, 30-31 [2021-2022]). Firenze, Altralinea Edizioni, pp. 10-77.

Clarke Moore, C. (1850) *George Castriot, Surnamed Scanderbeg, King of Albania*. New York, D. Appleton & Company.

Çoku, D. (2021) *Kullat e Sahatit në Shqipëri*. Tiranë, Fondacioni ALSAR.

Dedaj, V. (2013) Robert Kote: "Muzeu i Krujës, 'vepër' e Enver Hoxhës për të bijën". Shekulli, 7 September. available at: https://www.hoteleriturizemalbania.al/2013/09/muzeu-i-krujes-veper-e-enver-hoxhes-per.html

Fagu, E. & Nepravishta, F. (2022) 20th Century Modernisation Process and Application of Modernist Architecture in Albania. *Journal of Comparative Cultural Studies in Architecture*, 14, 15-28.

Frashëri, K. (2002) *Gjergj Kastrioti Skënderbeu: jeta dhe vepra (1405–1468)*. Tirana, Botimet Toena.

Hoxha, E. (1987) Ngritja e muzeut të Skënderbeut është ndërmarrje delikate dhe komplekse. In: *Vepra*, vol. 56. Tiranë, 8 Nëntori, 145-150.

Hoxha, H. (2012) Muzeu i Krujës, vlerat e një vepre monumentale. *Telegraf*, 01, 11.

Islami, G. & Veizaj, D. (2018) Castle within a castle. Modeling the national identity through architecture in the fortress of Kruja. In: Marotta, A. & Spallone, R. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Vol. VIII: Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 18–20 October 2018, Torino. Torino, Politecnico di Torino, pp. 691-696.

Islami, G., Veizaj, D., Thomai, G. & Fontanari, E. (2018) *Under Pressure: Facts of Socialist Architecture in Albania.* Venice, Università Iuav di Venezia.

Islami, S. (2008) Qyteti ilir në Zgërdhesh. In: *Historia e Ilirëve: përmbledhje punimesh*. Tiranë, Albanian Heritage, pp. 337-352.

Jaupaj, A. (2014) Flasin realizuesi i vërtetë i projektit dhe gurëgdhendësi i muzeut: Muzeu i Krujës s'u projektua nga Pranvera Hoxha, dhuratë nga Enveri për diplomë. *Panorama*, 22 September.

Jireček, K. (1914) Albanien in der Vergangenheit. *Österreichische Monatsschrift für den Orient*, 40 (1-2)

Karaiskaj, G. (2016) Fortifikimet nga viti 600 deri në 1400. In: *5000 vjet fortifikime në Shqipëri*. Tiranë, Pegi, pp. 113-152.

Papadopulo-Vretò, A. (1820) *Compendio dell'istoria di Giorgio Castriotto soprannominato Scanderbeg principe dell'Albania*. Napoli, Agnello Nobile.
Pisko, J. (2023) *Skanderbeg: Historische Studie*. Norderstedt (Germany), Hansebooks.
Santus, K. (2024) *Le incredibili architetture dell'Albania comunista e la loro seconda vita. Domus*, 9 febbraio. Editoriale Domus, Rozzano, Italia.
Tafa, O. (2022) *Analisi Critica del Dissesto e delle Vulnerabilità con Ipotesi di Miglioramento Sismico di Strutture esistenti in Muratura a Vista, Torre del Castello di Kruja in Albania*. [Tesi di Master] Ferrara, Università degli Studi di Ferrara.
Xhexhi, K. (2025) The Historical Evolution of Design in Architecture and the Medieval City of Kruja, Albania: A Comparative Study of Byzantine, Ottoman, and Local Architectural Trends. In: Proceedings of the 6th International Conference on Innovative Academic Studies, March 12-13, Konya. Konya, All Sciences Academy, pp. 74-85.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21514

Consistence of memories and lightness of the present: the Rigena Tower in Larnaca, Cyprus

Giorgio Verdiani[a], Alexia Charalambous[a]
[a] University of Florence, Dipartimento di Architettura, Italy, giorgio.verdiani@unifi.it, alexia.charalambous@unifi.it

How to cite: Verdiani, G. & Charalambous, A. (2026). Consistence of memories and lightness of the present: the Rigena Tower in Larnaca, Cyprus. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21514

Abstract

The contemporary tall fence around Rigena Tower in Larnaca (also known as Kiti or Perivolia Tower) isolates and protects the landmark from visitors, damage, or overexposure. Though not exceptionally tall, the tower commands attention from its position atop a prominent cliff, with a solid base and a restored top, standing out in an otherwise secluded landscape. This physical and symbolic separation, coupled with its various names, creates a surreal quality in which the tower's identity becomes elusive. Conflicting online information and fragmented stories further obscure its real presence, despite its material solidity. Historically, the tower dates back to the Lusignan period (1092–1474), likely constructed by the Venetians to defend the Pervolia area. After centuries of neglect, it underwent significant restoration in the early XXth century, which largely shaped its current appearance. This contribution views the tower's isolation as an operational challenge, using it as a case study in research-oriented architectural survey. Building on prior investigations, the focus is on distinguishing restored components from original remains through a combination of graphical analysis and virtual reconstruction of lost elements. A photogrammetric survey was conducted, employing both new photography and crowdsourced images and videos found online. This comparative approach yielded two models - one from a direct survey, the other from online data - demonstrating how internet-sourced material can support documentation in challenging contexts. The results form a foundation for further reflection on the architectural proportions and possible reconstructions of similar towers in the historical defence network of the region. The combination of physical isolation, historical ambiguity, and digital methodologies opens a discussion on how such structures can be understood, documented, and virtually reconstructed to preserve their architectural and cultural significance.

Keywords: kiti Tower, pervolia tower, lusignans and venetians, photogrammetry.

1. Introduction

The Kiti Tower (also known as the Rigena Tower or Pervolia Tower) is one of the few surviving Cypriot coastal watchtowers from the Venetian period (1489–1570) a part of a system in the complex strategies of control and expansion in those years in the Mediterranean (Molin, 1995;

BY-NC-SA

Edbury, 1999). It stands on a low hill approximately twenty metres above sea level, less than two kilometres North of Cape Kiti, overlooking the southern coast and the Larnaca Salt Lake (Fig. 1). The site is accessible via an unpaved road from the village of Pervolia, connecting to the coastal track leading to the lighthouse at Cape Kiti. The oral tradition recounts that Queen Rigena, wife of King Peter I of Cyprus, frequently visited this Tower, which was later named after her (Rigena Tower). Then, the popular tales liked to imagine Rigena spending her time there while the king was away on naval campaigns against enemies and pirates. The idea of the presence of such a historical figure grew into legend in local folklore. One of the popular tales recounts an underground tunnel that Rigena used during raids or to access the Tersefanou Baths. She is said to have travelled in a golden carriage with her guards, and some say that carriage lies buried beneath the passage. A traditional issue, the one of "underground tunnels", is quite recursive in human imagination, especially when rediscovering old buildings, which here meets a curious connection to an imaginative treasure. In its historical concreteness, the tower is known for being constructed between 1562 and 1563. It formed part of a chain of coastal observation posts designed to monitor maritime activity and secure the island against Ottoman incursions and piracy in the Eastern Mediterranean (Coureas, 2021). According to a Venetian document, the overall cost for the construction of the tower was 400 ducats (Castronovo, 2021).



Fig. 1- View of the Tower in the landscape

This defensive chain included the towers of Xylofagou, Pyla, Alaminos, and, according to Camille Enlart a now-lost tower at Amathus (Enlart, 1899) (Fig. 2). About the Kiti tower, Enlart describes it as constructed no earlier than the late XVth century. For this period, it is Enlart once again to suggest how military architecture in Cyprus -as well as ecclesiastical architecture- shows a predominantly French (Lusignan) character, he defines three main types: the first is represented by mountain castles with irregular layouts shaped by the terrain, as at St. Hilarion, Kantara, and Buffavento; (Enlart, 1889) the second sees lowland castles built on a regular rectangular plan with four corner towers, the commonest standard plan in France, seen at Semur-en-Auxois, the Bastille, and Dourdan, whose design descends from the Roman or Byzantine castrum and was adopted mostly at Kyrenia (Camiz et al., 2016) and Famagusta (Cosmescu, 2019); and third, the simple towers, either isolated or with minor outworks, as in the system underlined by Enlart of Cape Akama, Kolossi, Kiti and Pyla. He considered the four towers together with a fifth, at his time still traceable on the beach at Amathus, served as a coastal watch post. Probably, this system also included the tower at Alaminos, about 13 km West of the Kiti tower. More than one century later, the reading of the towers' network is not simpler because of the incremented decay, thus, recent studies have shown a more extended defensive system (Petre, 2010; Doukanari, 2024). Nowadays, it is possible to suppose that in the time of its use the view from the covering of the Kiti tower could sweep West toward Mazotos and Alaminos, East to the monastery of Stavrovouni, and -on clear days- across the Kokkinokhoria to Cape Pyla, where the Xylofagou tower stands (Alexandrou, 2017). In this landscape, the towers of Xylofagou, Kiti, and Alaminos likely worked as a linear watch–signal chain: lookouts identified sails, then relayed warnings by beacon fires (and probably smoke by day), with messengers on horseback or by foot carrying alarms inland. The good visibility over the horizon and the extended sight on the landscape made the tower both an efficient sentinel and a significant landmark, functioning as a part of an early-warning network and as a means of asserting Venetian control over the southern littoral of Cyprus.

2. Architecture of the tower

The Rigena tower may appear as a simple building, not that monumental, thus rich of fascinating elements and with a series of specific stories worth being studied. Its importance as a key watchtower and a territorial signal brought the need of quality in the construction and some symbols underlying the significance of this architecture. The architectural structure of the

tower has a square plan layout, with three different spaces at different levels. The main use of sandstone made it well balanced in texture and colour with the natural landscape. The base is well defined by a bold masonry with a slope wall, which has a length of about eight metres per side. The blocks have a height ranging from 25.5 to 32 centimetres in the base and from 25 to 34 in the straight elevation of the upper level.

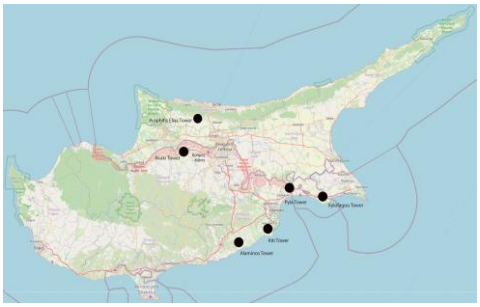


Fig. 2- Map of the towers' network remains

The ground floor has no openings, enhancing defensibility. In the interior it was realized a water cistern, capturing rainwater from the terrace, for sustaining a small garrison during extended periods of surveillance, its internal access is still preserved. The masonry becomes vertical at the upper level. The sole entrance is located on the West façade, four metres above the ground, according to the most classic solution for this type of building, allowing access only via a rope or wooden ladder. The opening gives access to a vaulted chamber with a square layout, where the body of the tower is measuring approximately six metres on the outside, while the inner space is of about 3.85 metres. The original timber floor has not survived but was replaced during restorations. Internally, a narrow built-in staircase ascends from the entrance to the terrace.

This wide observation point is delimited by continuous decorative cornice probably with machicolations beyond the wall face, supported by carved stone corbels. This feature, found on similar XVth and XVIth century coastal towers in the Kingdom of Naples, allowed defenders to protect the base of the tower. The rooftop probably encircled by machicolations (Fig. 3) extended the top terrace and probably supported a wooden parapet. Two sculpted waterspouts were installed on both the East and West ends of the coverage. The terrace has also a significant modern integration: a point of the Cyprus Topographical National Network, signalled by a truncated pyramid built on a concrete base and with the writing *Cape Kiti Trig Point* in English, Greek and Turkish.



Fig. 3- Detail of the top part

3. A strong symbol over the landscape

Above the west-facing entrance there is a single marble panel bearing three Venetian coats of arms. The relief presents a marching (*andante*) Marcian Lion, described in the source as an ensiferous lion -bearing a sword- turned to the left and of the "standing" subtype (Rizzi, 2012). It is carved in limestone (panel 35×60 cm; with frame 35×90 cm), with a toroidal mould. The lion shows parallel wings, a streaming tail touching the forepart, and -at the far left- a rise with a tower (Fig. 4). The modelling is shallow, and the piece survives in poor condition due to erosion. Flanking compartments hold two shaped shields: the shield to the left, displaying three roses within an inverted chevron, belongs to Zuan Mattio Bembo, *Provveditore Generale* of Cyprus, who oversaw and financed the completion of the tower in 1563 (Saminet, 2011). The shield to the right, bearing a simple diagonal band, represents the Gradenigo family, likely acknowledging the contribution of Marino Gradenigo, Lieutenant of Cyprus (Patapiou, 2017). This heraldic decoration provides a valuable insight into the Venetian administration of the island. The presence of the Bembo and Gradenigo family coats of arms, alongside the Lion of San Marco, suggests a construction or restoration phase between 1561 and 1564 (Patapiou, 2006; Castronovo, 2021). The Venetians used to place official symbols of the state, as well as the coats of arms of noble families financially contributing to these constructions. The representation of the Lion may be the subject of some reasoning about its symbolic value. The

sword appears clear in the right hand/paw, but there is no trace of the classic book/gospel. In the current state of the relief, the area beneath the lion's front paw is worn and lacks clear details. No conclusive evidence confirms whether a gospel was originally present near the left paw, as in some configurations of this symbol of Venice, thus, the rare, but not inconsistent, habit in presenting the Marcian Lion with the sword only may validate this originality in a military context where the presence of the sword is a common subject compliant with known variants of the Lion used in defensive settings of the Venetian architecture.



Fig. 4- The marble panel in 2016, 2020, 2025 (Lygeros, N., Merseburg, G., the authors)

Most of all, the conditions of the stone, exposed to sun, wind and weathering, appears quite concerning with the evident need of a restoration interventions before the sculpted elements may suffer further decay.

4. The tower in the present

By the late XIXth century, the tower had suffered extensive deterioration, largely due to the removal of stone by local villagers. During the period of abandonment, it is possible to imagine a variety of accesses with the typical behaviours of occasional visitors. It probably belongs to this phase the presence, in the entrance door, on the threshold, of some scratched inscriptions. However, due to significant surface erosion and weathering, the text is heavily degraded and poorly readable. Multiple photographic enhancements have been attempted on the pictures taken with the UAV on these writes, but without producing a readable transcription. The tower was declared an Ancient Monument in 1905 (Fig. 5), it gained conservation attention probably between 1911 and 1912. This happened after a photograph documenting its deteriorated state was published by the Society for the Protection of Ancient Buildings (SPAB). The image revealed damages at the base, caused by stone removal. Thus, stone removals, using the tower like a quarry, were documented since 1878 (Jeffery, 1918). British architect George H. Everett Jeffery, then Curator of Ancient Monuments in Cyprus and SPAB member, led stabilisation works. Both traditional stonework and concrete, were used to ensure structural stability, an approach criticised by SPAB purists for departing from conservative restoration methods. The tower underwent further restoration in 1977, (Polignosi, 2025) the concrete previously used to substitute missing stones in the lower part was removed, and all damaged sections were reconstructed using stonework.



Fig. 5- The tower in the early XXth century (Author unknown)

The entity of the replacement work was already well analysed in previous studies (Konstantinidou, 2022) and shows a relevant integration of the basement, the sketch from Enlart (Fig. 6), realized more than 20 years before the first restoration shows large missing parts which probably were even more compromised in 1911. The use of concrete can obviously be criticized in choice of the material, but it probably saved a situation close to irreversible breakdown.

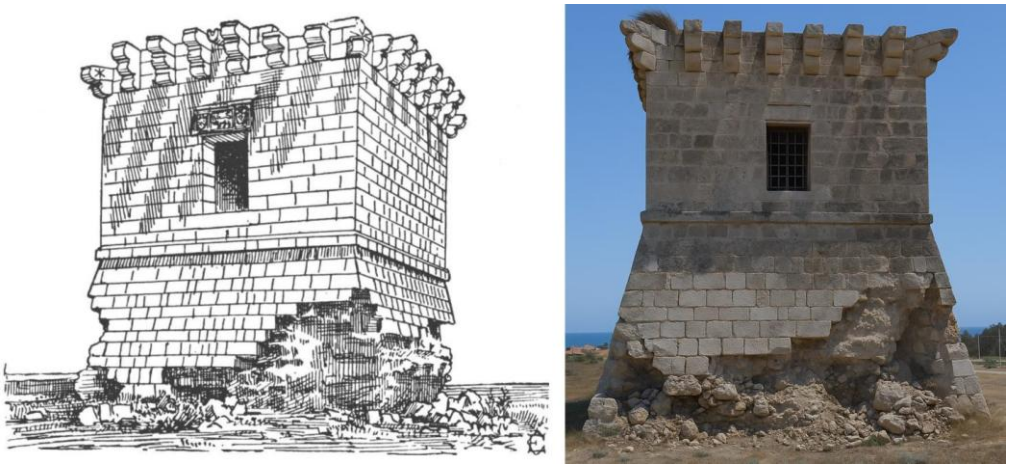


Fig. 6- AI reconstruction of the state of the tower before restorations (from a sketch by C. Enlart, 1889)

5. The present and a matter of horizon

Today, the Kiti Tower stands enclosed by a modern protective fence, visually and physically isolating it from its surroundings. While this preserves the monument from damage and overexposure, it also lends the site a sense of separation from the landscape it once commanded as part of a dynamic coastal defence system. The presence of some recent solar panel and plants does not help in making more contextualized this architecture. The horizon line is the apparent boundary where the earth's surface and the sky meet, thus the amount of houses between the hill of the tower and the seaside alter in a significant way the aspect of the landscape at the time when the tower was built.

Geometrically, it is the set of points of contact with the curved surface of the earth as seen by the observer's eye, so that its distance - and the slight inclination below eye level - depends on the observer's altitude and atmospheric refraction (Proctor & Ranyard, 1892). The visible sea horizon is not depressed by several degrees as popular estimates frequently imply; rather, it falls quite little below the true horizontal, rises with the square of the distance, and is naturally mitigated by atmospheric refraction. There are two comparable methods for estimating the sea horizon in practice (Sweer, 1938). According to the unit-depression rule, the angular dip at n miles is $D=n^2*d$, where d is geometrically equal to eight inches per mile (or ≈six inches per mile when ordinary refraction is considered). The distance increases in proportion to the square root of the eye height, as shown by the geometric formula s [km] $\approx 3.57*\sqrt{h}$ [m] (geometric) or the refractive formula s_opt [km]$=3.86*\sqrt{h}$ [m] (with refraction). If the goal is also elevated, the roots have to be added: $s \approx 3.57*(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2})$ (or 3.86 with refraction); where, s is the distance to first visibility, and h, h_1, and h_2 are heights in metres. The Kiti tower stands approximately eight meters on a hill; at parapet level, it rises almost 28 meters above sea level. The appropriate horizon is then about 18.9 kilometres, using conventional refraction yields an approximate distance of 21.8 kilometres, confirming with some minor *performance* the visual range defined in other studies (Arcgis, 2025). The same metric rule still applies when a vessel is sighted reciprocally: for a 10 metres masthead, the first contact of visibility occurs at ≈30.2 kilometres (geometric) or ≈34.9 kilometres (with refraction); for a 20 metres masthead, the ranges are ≈34.9 kilometres and ≈40.2 kilometres, respectively. The practical limits of the watch from the tower toward the open sea can be fixed using these values, which are derived immediately from the straightforward square root dependence. The use of an online calculators (Borchia, 2024) has confirmed the computation. The positioning of the tower then, well exploits the height just to reach a proper efficiency in controlling the seascape, while keeping compact the architectural structure, well working in terms of self-defence with robust walls and with a lowered height that make it capable of gaining time between sighting and starting the alerts and countermeasures without the need of stepping down a long staircase.



Fig. 7- Orthophotos and sections of the tower with QR code for accessing the full graphic board

6. Digital survey of the tower step one

The forced condition of isolation of the tower was taken as an operative challenge in a survey aimed to support productive research. Also moving from previous studies, the forbidden access was considered as an opportunity in testing a complex situation, more than a limit to gathering proper data. Previous surveys of the tower are already published and even available online (DigiArc, 2024), thus a certain weakness in the level of details and the intention of bringing on the survey as a challenge brought to two productive tentatives. The first step was testing the option for operating the survey on the base of available pictures gathered from the Internet. The main "crowdsourcing" dataset was collected from publicly accessible imagery (photographs published on the web and frames ripped from YouTube drone videos) and then processed in EG RealityScan 2.0. The image data lack of controlled overlap, present random variation in focal lengths, is often missing EXIF data, and suffers from excessive destructive image compression. The presence of sparse vegetation further lowering tie-point density without helping the reconstructive process. To this series of issues, the North and East fronts suffer from poor attention from the visitors. As a result, the polygonal surface and texturing is noticeably softer, noisier, and metrically untrustworthy. Therefore, this crowdsourced model should not be considered as a proper base for accurate measurement or deformation analysis nor for a pleasant view, but rather as some sort of simple enrichment for neogeography content. The result can be checked in Sketchfab.com at the link: https://kutt.it/ydc5K9

7. Digital survey of the tower step two

After the modest result based on crowd sourcing, the following phase was planning a direct photogrammetric survey in place. Other studies have already experienced the issues of taking pictures from behind the fence (Konstantinidou, 2022), but some integrative solutions (use of a UAV, use of a slightly telephoto lens, small evolutions in SfM/IM software) may help in reaching some enhancement in the final results. The aerial photographs were taken with the DJI Air 2S drone. This is a compact yet very effective solution for aerial surveying. It is equipped with a one-inch CMOS sensor delivering 20MP still pictures. It also supports 10-bit D-log and HLG colour profiles, which allow better post-processing flexibility in workflows for Built Heritage visualisation. The integrated obstacle avoidance system enhances flight stability and operational safety in complex environments. For the terrestrial SfM/IM photogrammetry it was used the Canon EOS M50 Mark II that is a lightweight and versatile mirrorless camera. It features a 24.1 megapixels APS-C CMOS sensor.

With ISO sensitivity ranging from 100 to 25,600, the camera may accommodate a variety of lighting conditions keeping a reasonable level of sensor noise. The terrestrial photogrammetry shooting was operated all around the fence, taking two round turns at two different focal lengths (full wide angle at 15mm and tele-lens at 45mm equivalent to 24 and 72mm in full frame format) to have a larger set of options in reconstruction. The UAV operated from the perimeter of the fence and moved around the tower in manual mode. In total, 129 aerial shots with GPS positioning and 785 terrestrial shots were used to post-process in EG Reality Capture 2.0 and obtain a textured 3d model. In order to verify the scale of the model, a measurement from a large element on the perimeter of the fence was taken.

8. Digital Content Production

The following post processing was aimed at producing a 3D detailed model of the tower, well describing the situation of the building in all its fronts and on the coverage and a set of orthophotos at the highest possible resolution. The classic SfM/IM photogrammetry process allowed the production of a full mesh of about 124 million triangles with texturing in high resolution, once scaled it allowed taking measurements for morphologic aspects (like the size of height of the stones) and producing an architectural graphic board with all the main fronts and view of the coverage extracted as orthoimages at a resolution of about 36 thousands by 32 thousands pixels. A vertical section was produced using existing graphic materials and adapting them to the new survey. The result was then shared using the Zenodo.org platform, assigning a specific DOI and including here the QR code for direct access (Fig.7). A simplified version of the 3D model was then produced with a reduction of the triangles to four millions. This lighter 3D model was then exported in OBJ format keeping a reasonable quality in the texturing (one 16x16 thousand-pixels texture atlas) and in the end uploaded into Sketchfab.com platform allowing a public share of the model in high resolution. The 3D model is accessible using the second QR code in this paper (Fig. 7).

9. Conclusions

The Kiti, Regena, Pervolia, Tower is a classic example of landmark collecting stories, built for seeing and being seen, it keeps on capturing attention and focalizing curiosity. The variety of names it got in time is an evident consequence of its relevant presence. In the present, the use of digital tools seems just to disclose the fascinating set of research opportunities it contains, from the issues connected to the preservation, to its symbols and complex features.

The creation of quality digital contents, as done in this research work may allow a better support in studies and fix a state of knowledge for future multidisciplinary approaches in studies and interventions on this building.

With the hope in seeing, sooner or later, restored a free access and the entrance panel protected from a progressive natural *lionoclasm*, with a reestablished opportunity of visiting the interior and the terrace, completing and making popular and without risks the view from the tower to its extended landscape.

Acknowledgement

The Digital Survey and Post-processing for the Kiti Tower are a personal research work by G. Verdiani and A. Charalambous. The Authors would like to thank the local authorities for their authorisation and collaboration. The Department of Antiquities, Marinos Ioannides from Cyprus University of Technology. The Cyprus American Archaeological Research Institute. Maria Philokyprou and the Department of Architecture at the University of Cyprus A special thanks to Costas Chrysanthou, C&C Filmmakers Productions, for the support during the terrestrial and aerial Photogrammetry operations.

References

Agarwal, S., Snavely, N., Simon, I., Seitz, S. M., Szeliski, R. (2009). Building Rome in a day. In: Matsuyama, T. (ed) 2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision, 29 September - 2 October 2009, Kyoto, Japan. Ieee, Piscataway, New Jersey, pp. 72-79, doi: 10.1109/ICCV.2009.5459148.

Alexandrou, I. (2017). City of Larnaca: Πύργος-περβολιών-ή-Πύργος-κιτίου, available at: https://tinyurl.com/m6zn2zvc (Accessed: 11 08 2025).

Arcgis Map based on visibility of landscape along the Cyprus island, available at: https://tinyurl.com/5eaj44ja (Accessed: 11 08 2025)

Borchia, D. (2024). Distance to horizon calculator, Omni Calculator, available at: https://www.omnicalculator.com/physics/distance-to-horizon (Accessed: 31 08 2025).

Camiz, A., Khalil, S., Cansu Demir, S. & Nafa, H. (2016). The Venetian defence of the Mediterranean: the Kyrenia Castle, Cyprus (1540-1544). In: Verdiani G. (Ed.). *Defensive architecture of the Mediterranean. XV to XVIII Centuries.* vol. 3, 10-12 November 2016, Firenze. Firenze, DIDApress. pp. 371-378.

Cosmescu, D. (2019) Sea Defenses in the Renaissance: Famagusta in Comparative Venetian Perspective, In: Walsh, M. J. K., *Famagusta Maritima, Mariners, Merchants, Pilgrims and Mercenaries, Brill's Studies in Maritime Histor*y, Volume: 7, Brill, pp. 184–199.

Castronovo, S. (2021) Gli Stemmi della Torre Veneziana di Pervolia. *Bollettino di Studi Mediterranei,* Limassol, Cyprus, available at: https://tinyurl.com/yc5tz32t (Accessed: 11 08 2025)

Coureas, N. (2021) Settlement on Lusignan Cyprus after the Latin Conquest: The Accounts of Cypriot and other Chronicles and the Wider Context. *Perspektywy Kultury*, 33(2), 175–190 DOI: 10.35765/pk.2021.3302.12.

Department of lands and surveys. Digital Arch of Greek-Cyprus Culture: Preservation and promotion of medieval cultural heritage in the Aegean and Cyprus island region, DigiArc, ebook, available at: https://ebook.interreg-digiarc.eu/ (Accessed: 11 08 2025).

Doukanari, M., Mettas, C. & Hadjimitsis, D. (2024). Strategic sentinels: investigating the role and distribution of medieval towers in Cyprus through geospatial analysis, In: Christofe, A., Michaelides, S. C., Hadjimitsis, D. G., Danezis, C., Themistocleous, K., Kyriakides & N. SchreierTenth G. (ed(s)) International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2024), 132121C 13 September 2024, Paphos, Cyprus, pp. 1-13 https://doi.org/10.1117/12.3037322.

Edbury, P. (1999) *Kingdoms of Crusaders, from Jerusalem to Cyprus*. Aldershot, Ashgate Publishing Limited.

Enlart, C. (1987) *Gothic Art and the Renaissance in Cyprus*. London, Trigraph Limited

Jeffery, G H.E. (1918) *A Description of the Historic Monuments of Cyprus. Studies in the archaeology and architecture of the island.* Nicosia, W. J. Archer.

Konstantinidou, D. (2022) When archives don't suffice: the use of photogrammetry on Kiti Tower, Cyprus. In: *Laboratory Archeometry*, 7th Symposium Archaeological Research & New Technologies (ARCH_RNT), 6-8 October 2022, Kalamata, Greece. pp. 115–116.

Molin, B. K. (1995) *The role of castles in the political and military history of the Crusader States and the Levant, 1187 to 1380.* [PhD Thesis]. Leeds, the University of Leeds, School of History.

Patapiou, N. (2006) Νέες ειδήσεις για τον Πύργο Κιτίου, Ἐπετηρὶς τοῦ Κέντρου Ἐπιστημονικῶν Ἐρευνῶν, vol. 32, pp. 151-179.

Patapiou, N. (2017) Νέα στοιχεία για τον πύργο Κιτίου και τα οικόσημα του. In: Athanasoulis, D., Kalopissi-Verti, S. Mamaloukos, S., Pallis G. Panayotidi- Kesisoglou M., Polyviou M. (ed(s).) Τριακοστό Έβδομο Συμπόσιο Βυζαντινής και Μεταβυζαντινής Αρχαιολογίας και Τέχνης – Αφιέρωμα στον Χαράλαμπο Μπούρα, 12–14 May 2017, Athens. Athens, EKT ePublishing, pp. 106–108.

Petre, J.S. (2010). *Crusader castles of Cyprus: The fortifications of Cyprus under the Lusignans. 1191-1489.* [PhD Thesis]. Cardiff University (United Kingdom).

Polignosi: Tower of Kiti, available at: https://www.polignosi.com/cgibin/hweb?-A=5695&-V=limmata (Accessed: 11 08 2025).

Saminet, (2011). The Venetian Tower of Kition and its coats of arms. https://tinyurl.com/fnzwz6rh (Accessed: 08 09 2025)

Sweer, J. (1938) The Path of a Ray of Light Tangent to the Surface of the Earth. *Journal of the Optical Society of America*, vol. 28, issue 9, pp. 327-329.

Proctor, R. A. & Ranyard, A. C. (1892) *Old and New Astronomy*. Longmans, Green and Company. pp.70-97

Rizzi, A. (2012). *I leoni di San Marco: il simbolo della Repubblica Veneta nella scultura e nella pittura*. Caselle di Sommacampagna, Cierre Editori.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21515

Digitally Reframing Coastal Fortifications: Enhancing Visibility and Meaning in the Mediterranean Landscape

Giorgio Verdiani[a], Ylenia Ricci[a], Andrea Pasquali[a]
[a] Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italia, giorgio.verdiani@unifi.it, yleni.ricci@unifi.it, andrea.pasquali@unifi.it

How to cite: Verdiani, G., Ricci, Y. & Pasquali, A. (2026). Digitally Reframing Coastal Fortifications: Enhancing Visibility and Meaning in the Mediterranean Landscape. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21515

Abstract

The defensive system of the Mediterranean today appears as a scattering of sites of great historical value and natural beauty. The sight of a tower, and the view from a tower, evoke contexts with a specific charm connected to breath-taking panoramas. The identity value of defensive architectural works forms a strong design of the landscape and defines the image of places. The contemporary observer or visitor can easily overlook the reasons that led to the construction of observation and coastal defense structures—certainly not intended to offer a picturesque view, but rather to support a gaze often filled with concern about what might appear on the horizon, and consequently, how to respond to it. Moreover, recognizing individual elements as part of more complex and structured systems is, in most cases, impractical, due to the fragmentation caused by the disappearance of components or the difficulty in reading visual alignments, now polluted by later construction. The proposed contribution will try a shift in interpretation that will require alternative methods for reading the built landscape and understanding the relationships within coastal defense systems, posing a challenge to the representation of the existing and encouraging the use of digital techniques capable of simplifying the description of contexts and enhancing their readability. The use of rapid digitalization methods, such as terrestrial and aerial/UAV photogrammetry, and the construction of scenarios with varying degrees of virtual immersion connected to neogeography tools, now make it possible to facilitate the dissemination of knowledge and, above all, to strengthen the identity dignity of coastal fortification systems—moving them away from the role of mere landscape ornamentation and highlighting their true intrinsic historical and cultural function.

Keywords: coastal towers, neogeography, mixed reality, landscape representation.

1. Introduzione

Le osservazioni, lo studio e la lettura del contesto fortificato mediterraneo, evidenziata fortemente da più di una decade nei convegni Fortmed, dimostra l'importante ruolo strategico dei sistemi architettonici che definiscono i luoghi storico-geografici che li ospitano. Le collocazioni territoriali, le componenti formali architettoniche e scelte funzionali ingegneristiche trovano

BY-NC-SA

importanti similitudini tra i molti casi affrontati negli anni. Ciò evidenzia che i sistemi difensivi costieri rappresentano un patrimonio di straordinaria rilevanza storica, architettonica e paesaggistica ma se studiati nel loro assetto originale possono costituire una risorsa strategica per il tessuto socio-economico contemporaneo. I beni che descrivono il patrimonio architettonico costiero, come largamente documentato, oggi mostrano una dispersione lungo i litorali frastagliati e le aree insulari. Torri, fortificazioni e bastioni, vestigia visibili di un'intensa attività strategico-militare, oggi si mostrano e vengono presentati come singole emergenze identitarie, trascurando i loro rapporti geografici e poco evidenziando le similitudini architettoniche, aspetti che hanno modellato il territorio nei secoli passati e che hanno definito il funzionamento e giustificato la presenza, in risposta alle minacce provenienti dal mare. Costituendo quindi una struttura alle dinamiche sociali ed evolutive dei propri ambiti che ne ha contribuito alla definizione storico-evolutiva dei luoghi.

Il paper sottolinea quindi la necessità di andare oltre l'attuale funzionalizzazione dei singoli beni, manufatti oggi raccontati solo evidenziando semplici caratteristiche, come la rovina romantica o il punto panoramico, puntando ad evidenziare in prima istanza la rete storica originale. La distorsione della funzione originaria produce un impoverimento narrativo e quindi culturale. L'accesso all'informazione e alla tecnologia digitale è sempre più diffuso, esempi e studi passati risultano oggi potenzialmente evolvibili in prodotti per la comunicazione di facile consumo ed utilizzo, rivalutando i beni costieri da ruolo di elementi isolati di decoro ambientale allo stato di componenti strategici di sistemi integrati e progettati evidenziando le logiche avanzate di osservazione e controllo. Facilitando quindi la valorizzazione di aree geografiche ampie ed una funzionalizzazione strategica dell'architettura storica. Il presente contributo intende proporre una lettura estesa a vari casi studio, sistemi costieri che inizialmente sono studiati con il rilievo architettonico e restituiti con sue tecniche di rappresentazione, possono integrarsi con ampi apparati documentativi ottenendo un prodotto completo per la comunicazione e la valorizzazione culturale (Fig. 1). Partendo dall'analisi dello "sguardo difensivo" e della dimensione sistemica di tali manufatti, si evidenzia le potenzialità che le tecnologie digitali (dal rilievo fotogrammetrico fino a scenari immersivi, attraverso la modellazione 3D) forniscono alla nostra contemporaneità per una lettura integrata del territorio.



Fig. 1- Possibilità di utilizzo nella disseminazione e nell'istruzione (autori con ChatGPT)

2. Il sistema difensivo costiero: funzione, percezione e frammentazione

Il radicamento dei sistemi difensivi costieri sulle coste, fino ai territori dell'entroterra del Mediterraneo si è sviluppato fin dalle prime ere storiche della storia dell'uomo. Questo processo è inoltre già percepibile nella fase precedente, con una definizione scientifica sempre più certa, data da recenti ritrovamenti archeologici. Il Mar Mediterraneo, culla della civiltà, è quindi da sempre crocevia di popoli e scenario di conflitti culturali e militari. La lunga, complessa e solo in parte documentata e certa storia evolutiva del bacino mediterraneo, inteso come luogo di sviluppo della contemporaneità, mostra un costante sviluppo di reti difensive costiere articolate e interconnesse. Un processo che, anche con l'avvento della contemporaneità e la smaterializzazione dei limiti fisici della comunicazione, trova ancora spunti di interesse, un'attività edificatoria ingegneristico-architettonica che ha superato il solo campo militare. L'interesse primario di questo studio, come di tutto il percorso di ricerca generato dal progetto Toviva e amplificato dai convegni Fortmed, è però lo studio del profilo storico. Un importante impegno utile a sottolineare le potenzialità del patrimonio difensivo costiero e a rafforzare il concetto di unitarietà identitaria del Mar Mediterraneo. Le reti militari costiere si presentano quindi con tratti fondativi e progettuali comuni, definiti su principi geometrici

e ottici utili a garantire la copertura visiva e la comunicazione (attraverso segnali visivi o acustici, e tratte di percorrenza definite) tra postazioni distanti ma distribuite in funzione di analisi orografiche dei singoli territori, un sistema progettuale perso nella nostra contemporaneità ma sempre presente tra le molte culture e popolazioni protagoniste della storia del Mediterraneo. La percezione dei beni architettonici militari costieri, torri d'avvistamento, fortificazioni, castelli e forti, è quasi unicamente autoreferenziale. Il racconto che punta alla valorizzazione e alla disseminazione culturale pone più fortemente in evidenza le caratteristiche del sistema degli elementi edilizi, interpretando l'oggetto come dispositivo spaziale pensato per osservare e presidiare il paesaggio. Le componenti formali, dal coronamento alla scala d'accesso e compreso l'orientamento, rispondono a logiche funzionali precise guidate dalla posizione geografica e altimetrica. Questi aspetti assumono, nell'attuale narrazione dei singoli beni, la componente descrittiva soggettiva. In realtà, la loro analisi porta alla più complessa sintesi che definisce il ruolo del singolo all'interno della rete del sistema difensivo. Un'interessante definizione tipologica che, per portare un esempio, già dalla seconda metà del XVI secolo è definita e censita da Tiburzio Spannocchi (1543 - 1606) per il sistema siculo, con implementazioni e definizioni successive. Questa emergenza, considerabile problematica se perpetrata nel sistema gestionale dei beni costieri, è da considerare sviluppata senza malizia dagli enti di gestione del patrimonio architettonico. Il profilo di gestione del recente passato ha attuato scelte progettuali su scenari frammentati, con gravi difficoltà nel creare relazioni, utili alla comunicazione culturale, tra le componenti delle reti difensive. Di fatto, buona parte dei sistemi risulta disgregata, presentando componenti scomparsi o circondati da costruzioni più recenti e superfetazioni che ne ostacolano la visibilità, oppure altri casi in cui l'abbandono o interventi di restauro improprio ne hanno causato la perdita della riconoscibilità. Quindi, la frammentazione della percezione del sistema ha portato all'uniformazione di azioni di conservazione e rivalutazioni rivolte ai singoli casi, impedendo la comprensione della logica sistemica originaria. Arrivando a dissolvere il ruolo identitario fino a termini minimi, componenti di arredo del paesaggio, contenitori di funzioni con una sregolata polivalenza o, al peggio, sculture vuote di funzione. Questa osservazione, che a casi di grave malagestione affianca casi di salvataggio, deve evolvere con lo sviluppo di programmazioni e progettualità a scala più ampia. Indicando e favorendo azioni che attivino la comunicazione culturale del sistema a più scale e che implementino l'offerta di esperienze connesse al bene. La riconnessione visiva, anche con strategie e mezzi digitali, permette quindi l'amplificazione della disseminazione culturale. Una gestione sviluppata a vari livelli di scala, capace di passare dal dettaglio architettonico al disegno del territorio, e viceversa. Dando forza allo spazio percettivo tra architettura e paesaggio, affiancando alla descrizione della forma la spiegazione della funzione.

Applicando tecniche di rappresentazione digitale, mezzi di interazione e piattaforme virtuali come strumenti fondamentali ed integrati per la definizione contemporanea dei sistemi difensivi del passato (Fig. 2).

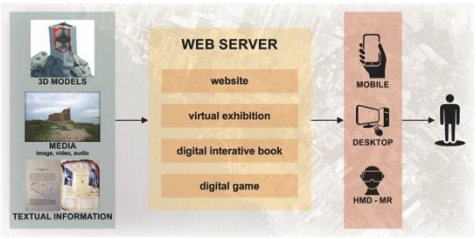


Fig. 2- Baseline del progetto

3. Dallo *sguardo difensivo* alla lettura critica del paesaggio

Le architetture difensive mediterranee si configurano come dispositivi visivi e territoriali, concepiti per rispondere a minacce esterne e per garantire il controllo di risorse e rotte. Lo sguardo difensivo che esse incarnano non era contemplativo, ma proiettato verso l'orizzonte in una costante tensione di attesa e allerta. La rete di torri costiere del Regno di Valencia, ad esempio, era organizzata per garantire la comunicazione visiva e acustica attraverso segnali di fuoco, fumo, corni e bandiere, con distanze calcolate per mantenere sempre l'interconnessione tra le strutture. All'Isola d'Elba, già in età etrusca e poi nelle fasi rinascimentali, il sistema di fortificazioni combinava presidi costieri e interni per il controllo delle miniere e dei traffici marittimi,

costituendo una rete difensiva di ampio respiro. Con il venir meno delle minacce corsare e il mutare delle strategie belliche, queste strutture hanno progressivamente perso la loro funzione, trasformandosi in rovine pittoresche o venendo inglobate in contesti urbani contemporanei.

La Torre di Torrenostra in Spagna, oggi circondata da edifici residenziali sul lungomare, rappresenta un caso emblematico: da presidio isolato sulla costa si è ridotta a frammento inglobato, la cui lettura sistemica non è più percepibile senza un processo di ricostruzione critica.

Analogamente, l'Isola d'Elba conserva numerose emergenze fortificate. Il Volterraio, la Fortezza del Giove e Torre San Giovanni, ad esempio, mostrano un interessante panorama di stato evolutivo. Il primo conservato ma privo di relazioni con altre componenti significative, la seconda in stato di abbandono con un grave decadimento ed inghiottita dalla vegetazione, mentre l'ultima alienata dal suo essere e trasformata in rovina a decoro del paesaggio. Condizioni che mostrano come la comprensione del bene dipenda dalla ricostruzione delle logiche di rete e dalle relazioni visuali tra torri e territorio. In questo quadro, la digitalizzazione si propone come strumento fondamentale per operare una lettura critica del paesaggio (Fig. 3).

Le campagne di rilievo con laser scanner 3D e fotogrammetria, come nel caso di Torrenostra e della Fortezza di Giove, hanno permesso di documentare in modo accurato le superfici, i materiali e le trasformazioni stratificate nel tempo, producendo nuvole di punti, ortofoto e modelli tridimensionali capaci di integrare dati metrici e informativi.

Nei casi più estremi, come la Torre Flavia nel Lazio, ridotta a rudere a seguito di erosioni costiere e bombardamenti della Seconda guerra mondiale, il digitale diventa un mezzo per proporre ricostruzioni virtuali ipotetiche, ottenute interpolando dati storici e rilievi attuali, restituendo così significato a frammenti apparentemente muti.

Questa transizione – dallo sguardo difensivo alla visione critica digitale – non coincide con un semplice atto di conservazione, ma con un processo interpretativo. Le tecnologie digitali non solo registrano lo stato attuale, ma permettono di restituire visibilità a relazioni perdute, di confrontare lo stato originario con quello attuale, di simulare linee di vista e connessioni sistemiche oggi compromesse dall'abbandono o dall'urbanizzazione. In questo modo, il paesaggio mediterraneo viene riletto nella sua dimensione complessa e dinamica, superando la percezione frammentaria delle singole emergenze.

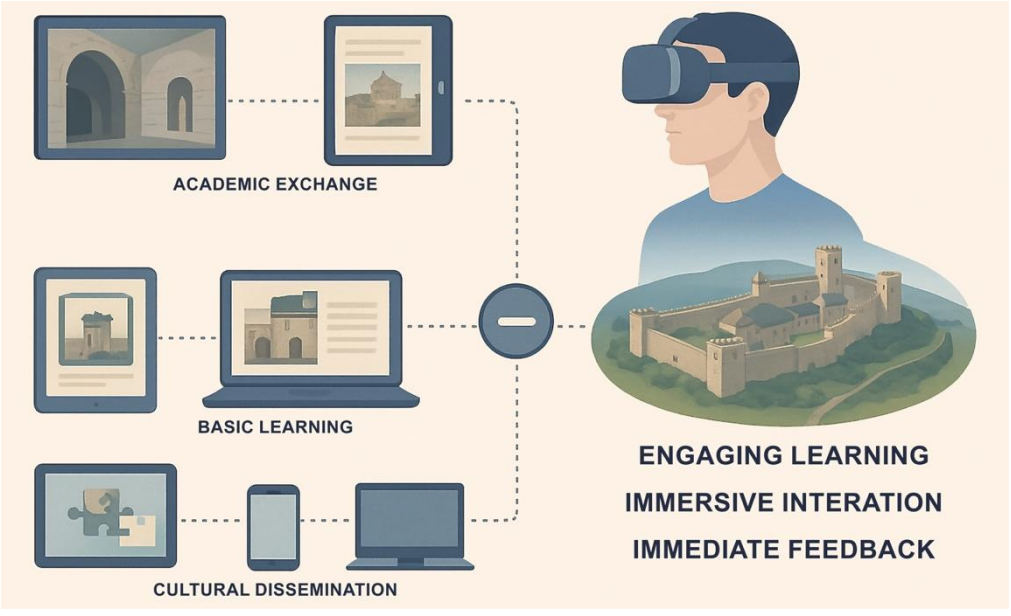


Fig. 3- Scenari di applicazione della realtà virtuale immersiva (autori con ChatGPT e post-produzione)

La lettura critica del paesaggio resa possibile dal digitale è quindi un atto culturale e politico: non restituisce soltanto la memoria delle architetture difensive, ma le reinserisce in una narrazione territoriale e identitaria condivisa.

Le fortificazioni, architetture definite per difendere e controllare, diventano oggi dispositivi di conoscenza, valorizzazione e mediazione culturale, capaci di trasmettere un patrimonio materiale e immateriale che continua a plasmare l'immagine del Mediterraneo. La recente esperienza e i consecutivi prodotti scientifici, che nei convegni Fortmed trovano un insieme di raccolta, mettono in evidenza come la sensibilità all'osservazione territoriale dei sistemi difensivi è oggi in un importante posizione, soprattutto nel mondo accademico.

4. Tecniche di rappresentazione e rilievo: dal disegno al digitale

La rappresentazione costituisce da sempre un elemento centrale nella disciplina architettonica, non solo come mezzo espressivo ma soprattutto come strumento conoscitivo e interpretativo.

Nel caso delle architetture difensive costiere, il disegno tradizionale – piante, prospetti e sezioni – continua a essere fondamentale per l'analisi geometrica e strutturale, ma oggi esso si integra con strumenti digitali in grado di ampliare le possibilità di indagine, documentazione e comunicazione del patrimonio (Fig. 4).

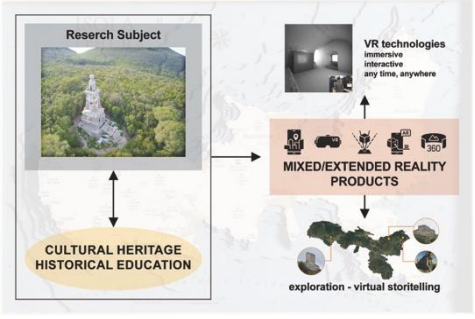


Fig. 4- Strutturazione di piattaforma immersiva basata sui dati Fortmed

Le esperienze recenti dimostrano come la fotogrammetria terrestre e aerea, spesso condotta mediante UAV, permetta rilievi rapidi e dettagliati anche in condizioni di difficile accessibilità. Nel caso della Torre di Torrenostra, in Spagna, l'impiego combinato di rilievi da drone e da terra ha consentito di acquisire immagini altrimenti non ottenibili, generando ortofoto e sezioni indispensabili alla ricostruzione critica del manufatto e del suo contesto originario (Giannotti, Leonardi & Pasquali, 2017). Parallelamente, l'impiego di laser scanner 3D si è rivelato uno strumento essenziale per ottenere dati metrici ad alta precisione e documentare geometrie complesse. Un esempio significativo proviene dalla Fortezza di Giove all'Isola d'Elba, dove la scansione ha garantito la copertura completa delle strutture, registrando non solo la morfologia ma anche le tessiture murarie e gli stati di degrado (Mancuso, Pasquali & Verdiani, 2017). Queste metodologie si accompagnano alla ricostruzione mesh e alla modellazione parametrica, che consentono di realizzare modelli virtuali ad alta fedeltà e ricostruzioni ipotetiche degli stati originari. Un caso esemplare è quello della Torre Flavia (Charalambous, Verdiani & Pasquali, 2025), lungo la costa laziale, ridotta a rudere a seguito dell'erosione costiera e a bombardamenti bellici: qui la fotogrammetria terrestre ha permesso di generare modelli tridimensionali interpolati con fonti storiche, offrendo così una ricostruzione virtuale capace di restituire leggibilità critica a resti altrimenti muti. Un ulteriore contributo proviene dallo studio della Torre Vecchia della Gorgona, nel cuore dell'Arcipelago Toscano.

In questo caso, le condizioni di isolamento dell'isola e la presenza di un penitenziario hanno preservato un paesaggio "fuori dal tempo", ma hanno reso logisticamente complesso il rilievo. La campagna di documentazione ha quindi combinato il laser scanning terrestre con la fotogrammetria aerea e terrestre, integrando immagini HDR, dataset ad altissima risoluzione e un tour immersivo a 360° per restituire non solo la morfologia della torre, ma anche il rapporto suggestivo con il contesto naturale e marittimo (Verdiani, Ricci & Giraudeau, 2025). In questo modo, la digitalizzazione ha prodotto un archivio condivisibile e scientificamente solido, utile tanto alla conservazione quanto alla divulgazione, superando la frammentarietà di fonti fotografiche turistiche o descrittive. Accanto alle tecniche di rilievo, un ulteriore livello di sperimentazione riguarda le rappresentazioni immersive in realtà virtuale e aumentata, che aprono scenari di visualizzazione interattiva e di simulazione della percezione originaria. Le indagini condotte sul sistema fortificato elbano hanno mostrato come i

modelli digitali possano servire non solo alla divulgazione, ma anche alla ricerca, permettendo di analizzare le relazioni visive e territoriali tra le torri e ricostruire la logica sistemica che ne regolava il funzionamento (Baldi, Mancuso, Pasquali & Pucci, 2018). In questo senso, l'ibridazione tra rilievo digitale e fonti storiche – come cartografie, disegni d'archivio o descrizioni testuali – permette di produrre ricostruzioni filologiche accurate, capaci di confrontare stati di conservazione attuali e passati e di evidenziare le trasformazioni morfologiche avvenute nei secoli. Permette un'evoluzione a partire dalle già pregevoli operazioni di mappatura digitale dei complessi costieri avvenuti nell'arco degli ultimi due decenni (Deidda, 2015) e che spesso ben si sono potute legare ad indagini specifiche (Giannattasio, 2016), legate alle tematiche proprie dell'architettura o portando la propria attenzione agli aspetti naturali e del paesaggio antropizzato (Fragkopoulou, 2024). Il rilievo architettonico digitale non si limita dunque a registrare la forma, ma diventa uno strumento interpretativo che consente di comprendere materiali, tecniche costruttive e dinamiche del degrado, aprendo inoltre nuove prospettive nella didattica e nella valorizzazione del patrimonio. In questa prospettiva, le fortificazioni mediterranee, documentate e reinterpretate attraverso modelli interattivi e narrazioni immersive, si configurano come oggetti non solo di studio, ma anche di interpretazione critica e creativa, restituendo al paesaggio costiero la complessità e la stratificazione dei suoi sistemi difensivi.

5. Campi di applicazione e progettualità culturale

L'analisi dei casi studio già sviluppati attraverso simulazioni digitali, e la loro possibile evoluzione grazie all'attualizzazione tecnologica, offre oggi un quadro significativo delle potenzialità applicative della rappresentazione digitale integrata. Le esperienze condotte negli ultimi anni, inizialmente circoscritte a contesti sperimentali e di ricerca, sono ormai praticabili in maniera più diffusa grazie al rapido sviluppo tecnologico e alla maggiore accessibilità degli strumenti. La disponibilità di piattaforme software avanzate consente di integrare rilievo digitale, dati GIS, fonti documentali e sistemi di visualizzazione a diversi gradi di immersività, generando prodotti capaci di veicolare conoscenza in modo chiaro e immediato anche verso pubblici non specialistici.

Attraverso questi strumenti, il patrimonio difensivo costiero può essere restituito e interpretato con linguaggi contemporanei che ne facilitano la comprensione e la fruizione. Le visualizzazioni immersive permettono, ad esempio, di comprendere quali traguardi visivi fossero garantiti da una determinata postazione, quali assi direzionali fossero esclusi dal controllo e come funzionassero i sistemi di comunicazione tra torri e fortificazioni. In questo modo, la lettura critica dei manufatti si estende oltre la dimensione statica della rovina, restituendo la logica originaria dei sistemi di sorveglianza e difesa. Il potenziale delle tecnologie digitali applicate all'architettura difensiva va ben oltre la semplice documentazione scientifica, aprendo nuovi orizzonti di conoscenza e valorizzazione. Strumenti come la realtà virtuale, la modellazione 3D e la realtà aumentata permettono oggi di ricostruire ambienti scomparsi o compromessi, offrendo al pubblico la possibilità di esplorarli in modo immersivo e interattivo. I tour virtuali consentono di attraversare spazi non più accessibili, trasformando l'esperienza del visitatore in un percorso conoscitivo, sensoriale ed emotivo, fruibile tanto in loco quanto a distanza, tramite visori, schermi o piattaforme web (Fig. 5). Nei musei e nei centri culturali, installazioni temporanee basate su modelli digitali, video a 360° e proiezioni immersive contribuiscono a riattivare la memoria dei luoghi e a restituire la percezione originaria delle architetture difensive, integrando la dimensione didattica con quella esperienziale. Queste tecnologie diventano così strumenti di mediazione culturale capaci di rendere accessibile un patrimonio altrimenti invisibile o frammentario. Parallelamente, nei siti costieri ancora segnati da rovine o fenomeni di degrado, eventi culturali e percorsi multimediali possono favorire una riattivazione partecipata degli spazi, coinvolgendo comunità locali, studiosi e visitatori in pratiche condivise di riscoperta e valorizzazione. Le tecnologie digitali assumono quindi un ruolo sociale e culturale, promuovendo un dialogo tra passato e presente e stimolando una riflessione critica sul rapporto tra paesaggio, memoria e identità. Queste prospettive progettuali richiedono una collaborazione interdisciplinare tra architetti, storici, tecnologi, amministrazioni pubbliche e comunità locali. In tale visione, il digitale non rappresenta un fine in sé, ma diviene un ponte tra conoscenza e progetto, tra passato e futuro, capace di restituire significato a manufatti difensivi spesso marginalizzati e di reinserirli in un processo culturale e sociale condiviso.

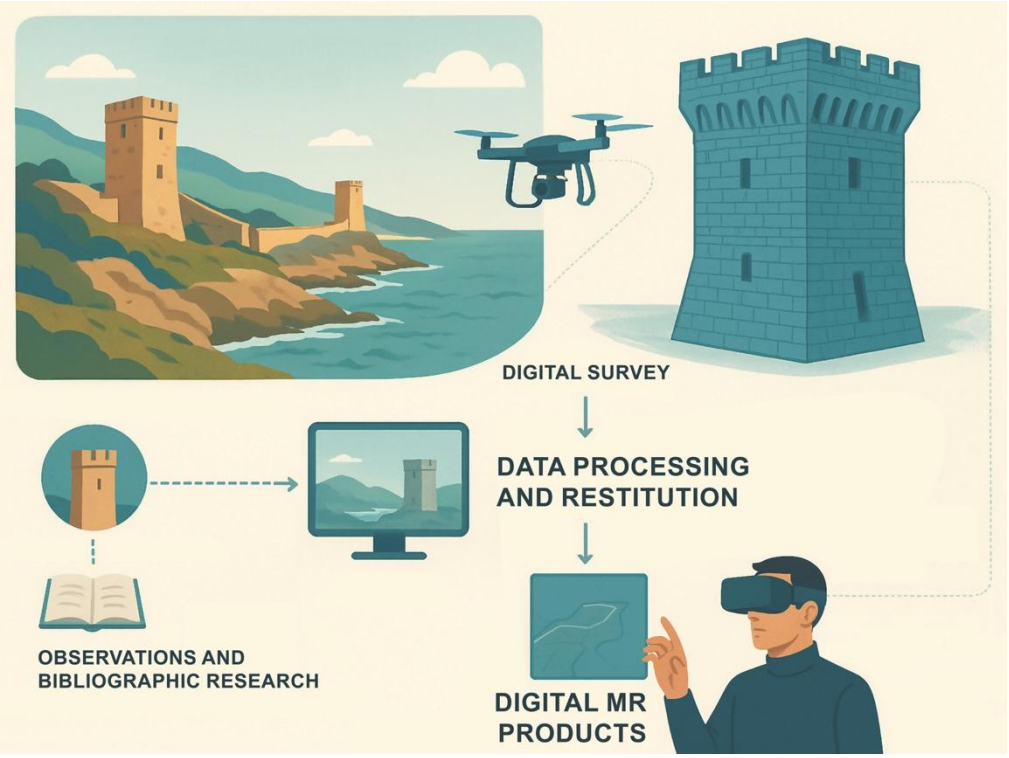


Fig. 5- Prodotti di mixed reality per il patrimonio culturale (autori con ChatGPT, post-prodotti)

6. Conclusioni

Il patrimonio difensivo costiero rappresenta una delle forme più complesse e affascinanti dell'architettura mediterranea.

La sua comprensione, valorizzazione e comunicazione richiedono oggi un approccio multidisciplinare, che unisca la profondità della ricerca storica alla precisione del rilievo, la sensibilità del disegno alla potenza delle tecnologie digitali.

L'introduzione di strumenti come la fotogrammetria, la realtà immersiva e le possibili realtà estese, le piattaforme di neogeography / neogeografia e la creazione di installazioni interattive aprono nuove possibilità progettuali e narrative, che vanno oltre la conservazione e toccano la sfera dell'identità, della partecipazione, della didattica mirata alla comprensione dei contesti e della memoria collettiva. Restituire il senso originario di questi sistemi (quello dello sguardo attivo, vigile, strategico) significa anche restituire senso all'architettura come disciplina capace di leggere, interpretare e raccontare il territorio. L'utilizzo di soluzioni digitali, aprendo il fronte della virtualità, permette la ricostituzione, se non altro in forma simulata, degli aspetti e degli ambienti originali, recuperando, potenzialmente, anche condizioni di forte compromissione degli edifici stessi o delle loro contestualizzazioni.

Una memoria sovrapposta al presente in una forma accessibile e comunicativa, che può trovare nella connessione a mappe online e nella strutturazione di strumenti sensibili al contesto, quella necessaria capacità di trasmettere a visitatori mirati o occasionali, il senso del luogo nella sua vicenda storica, definendolo nel suo tempo ed attuando, per quel che è possibile, la conversione di un dispositivo personale in una sorta di macchina del tempo.

Il Mediterraneo, oggi come in passato, è uno spazio di confronto, di scambio e di sfida.

Le sue torri e le sue fortificazioni non sono soltanto segni del passato, ma dispositivi attivi per progettare una nuova visione del paesaggio culturale costiero.

References

Baldi, G., Mancuso, A., Pasquali, A., Pucci, M. (2018). *The fortification system on the Elba Island: analysis of the strategic evolution and of the military technologies*. In: Marotta, A., Spallone, R. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Vol. IX: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 18-20 ottobre 2018, Torino. Torino, Politecnico di Torino, pp. 1141–1149.

Charalambous, A., Verdiani, G. & Pasquali, A. (2025). *Traces of the fortification past from poor ruins: the extreme case of Torre Flavia*. In: In O. Zerlenga & V. Cirillo (Eds.), *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Vol. XIX: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 10-12 aprile 2025, Caserta. Caserta - Valencia, DADI_PRESS, edUPV (Universitat Politècnica de València), pp. 973–977.

Deidda, M., Musa, C. & Vacca, G. (2015). A Gis of Sardinia's Coastal Defense System (XVI – XVIII Century*). Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XL-4/W7, 17–22.

Fragkopoulou, E., Legrand, T., González-Trujillo J.D. & Assis, J. (2024). *The global biogeography of coastal oceanographic connectivity*, Preprint, Researchsquare. DOI:10.21203/rs.3.rs-4319669/v1

Giannattasio, C., Grillo, S.M. & Murru, S. (2016). The Sardinian coastal towers in the Mediterranean (16th–17th century): An archaeometrical approach for the study of masonry. *Journal of Cultural Heritage*, 22, 1072-1078.

Giannotti, F., Leonardi, A. & Pasquali, A. (2017). *The Tower of Torrenostra in Torreblanca, Spain: Studies and Documentation for a Landscape Archaeology Reconstruction*. In: Börner, W. & Uhlirz, S. (eds.) *Studies in Digital Heritage*, 1(2), 735–749.

Mancuso, A., Pasquali & A., Verdiani, G. (2017). *The Fortress of Giove (or Giogo) on the Elba Island: 3D survey for knowledge and dissemination*. In: González, Á. & Avilés, B. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, Vol. VI: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 26-28 ottobre 2017,Alicante. Alicante, Publicacions Universitat d'Alacant, pp. 361–369.

Verdiani, G., Ricci, Y., Giraudeau, S. (2025). *Out of time but in the right place: a first report about the "old tower" on the Gorgona's island*. In O. Zerlenga & V. Cirillo (Eds.), *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Vol. XIX: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast 10-12 aprile 2025, Caserta. Caserta - Valencia, DADI_PRESS, edUPV (Universitat Politècnica de València), pp. 1229–1236.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21516

The Montalbano Fortress in La Spezia, third session and last notes

Giorgio Verdiani [a], Ludovica Marinaro [b]
[a] University of Florence, Firenze, Italia, giorgio.verdiani@unifi.it, [b] University of Naples Federico II, ludovica.marinaro@unina.it

How to cite: Verdiani, G. & Marinaro, L. (2025). The Montalbano Fortress in La Spezia, third session and last notes. In Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21516

Abstract

The essay completes the presentation of the extensive digital survey of the Montalbano Fortress in La Spezia, Italy, previously presented in the editions 2024 and 2025 of the Fortmed conference. The documentation operations were brought on in 2024-2025 by a team of the Department of Architecture, University of Florence in collaboration with La Spezia Municipality, and were aimed to create the most accurate and complete documentation about the complex and huge fortress placed on the top of the hills closing to the North the city structure. In the present paper the research arrives to its conclusion with the need of giving an ending to a very complex subject where extended construction and old terraforming, destructive interventions, long decay, and the tentative of colonization by the local plants has created a changeling subject complete of very dangerous sectors were the progressive alteration of the structures has left fascinating, but also disquieting, damaged ruins. With the use of 3D Laser Scanner, terrestrial photogrammetry and Virtual Reality cameras it was possible to create a detailed digital replica of this huge complex, documenting all the accessible spaces and entering, after decades, in the areas isolated by the German Army's mines which destroyed large sectors of the fortress at the end of the World War Two. After almost one century since being abandoned the area may have an extremely robust potential giving a new possible eyesight on the Gulf of La Spezia, and becoming a landscape regeneration challenge, both in terms of quality and of administration. In this scenario, a proper use of digital tools for documentation and dissemination is more than ever a strategic ally for a next recovery.

Keywords: Liguria, military landscape, Built Heritage, landscape project, digital survey.

1. Introduzione

Perno della linea difensiva di terra, il Forte Montalbano è fra i primi e i più grandi forti militari moderni del sistema difensivo del Golfo della Spezia (Marmori, 1976; Faggioni, 2008). A questa imponente architettura realizzata a fine del XIX secolo sul crinale del Monte Albano sono stati dedicati due contributi che precedono questo saggio (Marinaro, Verdiani, 2024 e 2025) e che con esso compongono un unico racconto dell'articolata genealogia dell'intero complesso monumentale e del processo odierno di riscoperta, documentazione e progetto che ha impegnato gli autori a far data dall'autunno 2023. Questa narrazione, pertanto, riprende là dove era stata interrotta nel 2025: una condizione in cui l'architettura principale del forte era ancora in

BY-NC-SA

larga parte avvolta dall'abbraccio di edere, rovi e vitalbe e le visioni sulle future vocazioni di questa preziosa tessera del mosaico paesaggistico storico del golfo avevano contorni ancora incerti.



Fig. 1- Fronte principale della Fortezza dopo la pulizia dalla vegetazione (Marzo 2025)

Il tempo intercorso ha ospitato un nuovo ciclo di attività e attese: altri rilievi digitali, sia in forma di nuove campagne con unità laser scanner 3D che fotogrammetriche, riprese VR e campagne fotografiche sia aeree che terrestri, indagini strutturali, incursioni botaniche e digressioni, dialoghi con vari attori, amministratori locali e interlocutori speciali che, anche lontano dalle fronde ombrose del Forte, non hanno mai abbandonato il luogo, abitandolo del desiderio di trasformare una volta per tutte questa macchina da guerra in una "foresta civile" (Olivetti, 2024).

2. Il rilievo

In questa sessione di intervento, con la fortezza finalmente libera dalla generosa vegetazione infestante, è stato possibile accedere agli spazi severamente danneggiati dall'esplosione e operare nell'area del fossato. In questa condizione, con le murature in buona parte sgombre da piante e rampicanti (Fig.1), è stato possibile affiancare utilmente il rilievo fotogrammetrico dei fronti esterni, anche per le aree già precedentemente rilevate con laser scanner 3D. Le operazioni con laser scanner 3D terrestre (TLS) sono state avviate a partire da un'area esterna al settore già precedentemente rilevato e sono state estese a tutto il settore "liberato" sia in esterni che in interni e alle aree circostanti, arrivando a coprire la via di accesso voltata e lo spiazzo murato di primo accesso al perimetro della fortezza.



Fig. 2- Vista di uno degli interni con gravi lesioni strutturali nella volta (Marzo 2025)

Una serie specifica di scansioni è stata condotta sul terrapieno che si sviluppa sul lato est dell'Androne, fino a raggiungere la parte superiore della volta a botte del secondo portale. Questa sequenza ha permesso, nonostante le consistenti difficoltà dovute alla consistente presenza di alberi e rampicanti, di documentare vari manufatti molto compromessi e comunque parte integrante del sistema difensivo. Elementi pregevoli, dal punto di vista paesaggistico e storico, in quanto primo fronte sul perimetro effettivo del complesso e unici ad avere un effettivo affaccio sul territorio. Il passaggio voltato, infatti, nella sua parte superiore, dà accesso ad una improvvisa e sorprendente vista sul mare e sul Golfo della Spezia. Le operazioni TLS sono state condotte con una unità Leica Geosystem RTC360 (Figg.3,4), con accuratezza di due millimetri a 10 metri di distanza su materiali normalmente riflettenti e una portata fino a 150 metri. Una strumentazione caratterizzata anche da una estrema velocità

operativa, dovuta al sistema di auto-livellamento che riduce notevolmente, se non azzerandoli, i tempi di "messa in bolla" dello strumento e un tempo di scansione a "bassa risoluzione" (ovvero con un punto battuto ogni centimetro a 10 metri di distanza) di soli 26 secondi. Questa significativa capacità performativa è risultata molto apprezzabile in tutti gli spazi soggetti a pesanti danneggiamenti, offrendo una tempistica molto ridotta in aree potenzialmente rischiose in quanto affette da ampie crepe strutturali e materiali in fase di distacco e pericolanti (Fig. 2).





Figg. 3 e 4- L'unità laser scanner 3D Leica RTC360 nelle operazioni negli esterni e negli interni della fortezza (Marzo 2025)

Al fine di ridurre al minimo il rischio nei vani maggiormente lesionati, si è preferito adottare una strategia di ripresa più "perimetrale", scegliendo postazioni lungo le imposte delle volte e dalle aperture principali, evitando postazioni centrali o posizionate al di sotto di lesioni preoccupanti.

La nuova area è stata comunque coperta in un tempo molto ristretto, specie in virtù della mancanza di spazi sotterranei accessibili, infatti tutte le scale di discesa e il condotto stesso, invece rilevato nel settore precedente, sono risultate completamente ingombre di detriti e terreno. L'intervento è stato condotto con una sequenza continuativa negli interni, di 145 scansioni (Fig.5), tutte effettuate a "bassa" risoluzione, fatta eccezione per alcune, che essendo soggette al necessario allineamento con la sessione precedente sono state condotte a risoluzione "media" (un punto ogni sei millimetri a 10 metri di distanza). Per la sequenza di scansioni nel bosco e in esterni, la risoluzione dello Scanner è stata lasciata su risoluzione "media" per una sequenza complessiva di 50 scansioni.

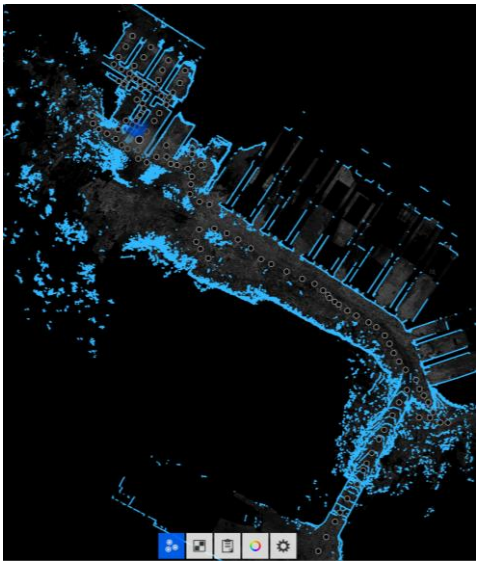


Fig. 5- Sequenza delle scansioni eseguite per il principale corpo costruito della fortezza nel marzo 2025

La sequenza delle scansioni nel fossato è stata condotta a "media" risoluzione per una sequenza di 80 scansioni. Il gruppo complessivo di 275 scansioni relative alla sequenza dell'area boscata e nuovi interni e quello delle riprese nel fossato sono stati successivamente convertiti in formato di scambio E57 a partire dal dato originale RTC e importati e allineati in Autodesk Recap Pro. Per meglio gestire l'intero processo, il gruppo complessivo della nuova sessione è stato diviso in due gruppi, quello appunto dei nuovi interni ed esterni frontali e di accesso più l'area boscata e il gruppo del fossato.



Fig. 6- Fronte principale del forte prospiciente il cortile alto, murature del piano terra, ortofoto da fotogrammetria

Questi due gruppi una volta completati in tutto il processo di allineamento, sono stati complessivamente allineati con la precedente sequenza e quindi salvati nuovamente in un unico progetto comprensivo di tutte le passate e più recenti parti per un totale di 506 scansioni.



Fig. 7- Dettaglio dell'ortofoto che mostra il livello di qualità permesso dalla fotogrammetria

La sequenza fotogrammetrica è stata condotta secondo due gruppi di riprese principali, una dedicata al fronte principale, orientato verso il passaggio di accesso e una seconda lungo il fossato, sviluppata secondo i due fronti principali e il corpo centrale della caponiera. Le riprese fotogrammetriche sono state concentrate sui fronti che hanno mantenuto una ragionevole consistenza muraria e non attuate per i fronti completamente alterati o privi del paramento esterno e quindi in condizioni già validamente documentate dall'unità TLS. In questo modo, sono stati eseguiti 6400 scatti complessivi utilizzando una fotocamera Fujifilm GFX-50s con sensore medio formato digitale da 50 megapixel ed equipaggiata con ottica Fujinon 32-64mm f4 (equivalente ad un 25-50mm su formato full frame). Le riprese sono state successivamente elaborate in EG Reality Scan 2.01 con l'applicazione del classico processo fotogrammetrico SfM/IM (Structure from Motion, Image Matching) e la conseguente produzione di un modello 3D texturizzato da cui sono stati ricavati fotopiani ad alta risoluzione (Figg.6,7). Le immagini corrispondenti alle ortofoto sono quindi state esportate e referenziate sulla nuvola di punti complessiva, in modo da corredare gli elaborati derivati dalla nuvola di punti di opportuni approfondimenti cromatici, morfologici e sulla qualità e degrado delle strutture in forma appropriata. Tutte le elaborazioni successive, condotte in Autodesk AutoCAD, sono state mirate alla produzione di una base conoscitiva completa e dettagliata del complesso, atta a permettere la pianificazione di operazioni di intervento, restauro, riuso e tutela, nella prospettiva di sviluppo di un modello HBIM versatile (Biagini & Arslan, 2018; Camiz & Capparelli, 2019) ed atto ad agevolare la gestione di questo particolare patrimonio costruito.

3. Dal Forte al Parco

Come anticipato, la straordinarietà di questa architettura militare sta nel suo essere un'opera complessa dove la fortezza ottocentesca è parte di un più ampio ed eterogeneo sistema fatto di spazi aperti e altre architetture (la batteria, il corpo di guardia, la casa del casermiere) strategicamente coese e perfettamente integrate nel paesaggio collinare. Tali unità e armonia tra 'architettura e natura' costituiscono il *genius loci* a Montalbano così come a Valdilocchi (Reitano, 2020) assurgendo a cifra distintiva dell'architettura militare moderna spezzina che, in quanto tale, deve essere compresa e valorizzata dal progetto di recupero e riconversione. A questa comprensione si è arrivati attraverso un processo ricorsivo di descrizione e documentazione che ha implicato indagini multidisciplinari integrate per restituire tanto i caratteri attuali quanto soprattutto le trasformazioni sia delle architetture che degli spazi vegetati. Tra gli studi compiuti, oltre alle indagini storiche sulla natura e sulla costruzione del Forte già ampiamente trattate nei contributi precedenti, vi sono la ricognizione botanica dell'intero complesso.

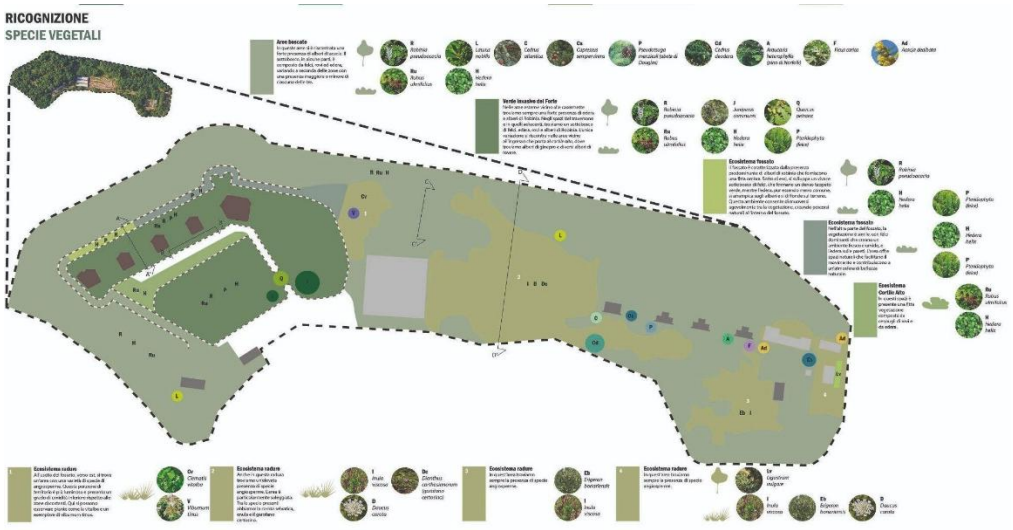


Fig. 8- Ricognizione botanica del Complesso Monumentale di Montalbano (A.Marongiu, 2023)

Questa ultima è svolta per comprendere la qualità oggi espressa dal sito in termini naturalistici e le sue dinamiche di evoluzione, e un inventario di tutte le superfetazioni che nel tempo si sono sommate alle architetture originarie e che oggi versano in una condizione di evidente degrado.

L'esito di questi due studi (fig. 8), completa il quadro delle presenze nell'intero complesso e offre spunti interessanti per comprendere il carattere attuale dei luoghi. A fianco alla potenza dei ruderi emerge così il potenziale inespresso della vivacità botanica del sito che, ad esempio, nel corso di pochi anni ha visto crescere due boschetti pionieri uno monospecifico di robinie pseudoacacie (Spianata isola Bassa) e uno misto di specie piantate e spontanee (Spianata Isola Alta) che oggi possono assumere un ruolo di pronto effetto paesaggistico allorché si pensi a fare, o meglio, a rivelare che questo complesso monumentale sia un parco pubblico per tutta la città.

4. Il Parco Monumentale di Montalbano

Il progetto del Forte Montalbano muove dunque dalla valorizzazione di ciò che è già presente nel luogo e assume la dimensione di un processo condiviso e graduale di trasformazione per garantire una reale sostenibilità tanto sul piano economico quanto su quello ecologico e sociale. La vastità dell'area, la sua indivisibilità, lo stato di conservazione attuale sono fattori che implicano ampi investimenti, ingenti se si considerasse un impegno in una unica soluzione che l'amministrazione pubblica difficilmente potrebbe sostenere. Per questo si immagina un processo in due fasi principali che consentano compartecipazioni e partnership private, pur mantenendo il bene pubblico, e che rispondano efficacemente tanto alle esigenze più urgenti dell'amministrazione (e del bene stesso) quanto a quelle di più lungo respiro di tutta la città. Nel breve periodo infatti è necessario intervenire per arrestare i processi di degrado attivi e scongiurare ulteriori crolli e danneggiamenti al Forte. Molti sono i detriti accumulati e le strutture fatiscenti e anche sul piano della gestione sociale gli usi attuali non si confanno al rango del luogo né sono adeguati a garantirne la cura necessaria.

È altresì necessario immettere nuovamente il luogo nel circuito degli spazi pubblici vissuti dai cittadini per risvegliare l'attenzione, rivelare usi, necessità ed esigenze non manifeste e stimolare la cura da parte della cittadinanza. In prospettiva invece è necessario predisporre un grande progetto di trasformazione capace di attrarre investimenti e riqualificare integralmente tutti i manufatti, per tutelare e conservare il patrimonio architettonico e identitario storico e offrire alla città una nuova attrazione culturale prima ancora che turistica. Le due fasi di trasformazione sono complementari e sono pensate affinché la prima sia propedeutica alla seconda, realizzando ovvero un complesso di azioni e interventi coerenti e integrati nello scenario di implementazione successiva.

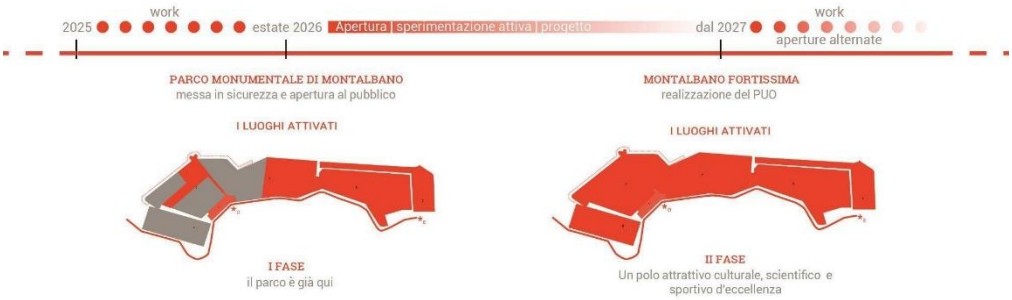


Fig. 9- Il progetto come processo. Due fasi per rigenerare il Forte Montalbano (Marinaro, 2024)

La prima fase di intervento, inoltre, pur garantendo la piena coerenza e consequenzialità con lo scenario finale, è caratterizzata da una grande flessibilità e consente lo sviluppo di scenari anche alternativi senza compromettere e anzi valorizzando tutte le risorse materiali e immateriali che il luogo esprime.

La proposta muove infatti dalla consapevolezza che il parco monumentale già c'è, e che esso va soltanto rivelato. Gli anni di abbandono da un lato hanno acuito le criticità strutturali e i degradi che interessano le architetture, dall'altro però hanno accolto l'effervescenza delle comunità vegetali e le aspirazioni sportive e ludiche di varie cittadine e cittadini. Dal connubio di queste due spinte emerge una giovane foresta che si presta a nuovi e più ambiziosi usi. Un percorso ad anello che integra il Fossato diamante, il cortile basso e il Fronte di gola consente una piena e completa fruizione del parco il cui fulcro sono la Spianata alta e bassa.

Le architetture visitabili in questa prima fase saranno limitate alle porzioni del Forte e della Batteria che non presentano gravi criticità strutturali, che sono sicure o possono essere messe in sicurezza con un limitato numero di interventi di consolidamento.

Gli spazi del parco, ognuno con la specificità dei suoi caratteri, verranno valorizzate con una infrastrutturazione ecologica e funzionale minima per stimolare lo svolgersi di un vasto numero di attività all'aperto pensate per integrare i servizi sportivi, didattici educativi, sociali, culturali ed ambientali della città.

Le riservette della batteria previa pulizia e indagini diagnostiche che comprovino la sicurezza e la stabilità delle strutture, potranno essere date in gestione alle associazioni locali che manifesteranno il loro interesse a svolgere attività e servizi dentro il Parco monumentale e fungere da piccole sale riunioni, laboratori didattici, spogliatoi, sale proiezioni, spazi mostra e installazioni, ricovero attrezzature sportive, e tutta una serie di funzioni che è possibile svolgere con interventi reversibili e di semplice di arredo degli spazi.

Infine, l'area boscata alle spalle della Batteria e delle spianate potrà ospitare un Orto Botanico, che ad oggi è assente alla Spezia e che potrà completare l'offerta culturale e didattica rivolta a vari target. Una formula che integra spazi di produzione vivaistica di specie ad elevata resistenza urbana, e segregazione di Co2 potrà costituire un elemento di innovazione e di integrazione produttiva dell'orto botanico che di fatto diverrà vivaio di alberi per la forestazione urbana e per la sostituzione delle alberature senescenti o malate del centro città. Questa formula, che affianca giardini fissi a spazi produttivi accessibili in evoluzione, crea un giardino dinamico e mutevole che cambia a seconda delle esigenze della città, che si addensa e si dirada e diventa un vero e proprio attore delle politiche di adattamento climatico e di forestazione urbana. L'unità e l'integrazione di queste varie anime del parco viene garantita da una solida ossatura di percorsi pedonali che si innestano sul grande anello panoramico di ronda.

La seconda fase di interventi sul complesso monumentale prevede il pieno recupero e riqualificazione di tutte le architetture presenti e l'ulteriore implementazione degli spazi aperti. Questo scenario di trasformazione, complessa e unitaria, presuppone l'attuazione di un Piano Urbanistico Operativo (PUO) così come consentito e disposto dallo strumento di pianificazione locale attualmente vigente per i complessi monumentali. Cinque punti articolano la strategia progettuale coniugando altresì gli 11

obiettivi minimi di tutela e valorizzazione che sostanziano la prima fase di interventi.

La creazione di un Parco Monumentale unitario dall'identità forte e riconoscibile. Il progetto mette a sistema e valorizza l'intera superficie del parco senza frammentare il patrimonio nel rispetto del senso originario del luogo e del suo essere stato un unicum sul piano difensivo militare che oggi vede una nuova vocazione capace di rispettare questa dimensione vasta, metterla a frutto e risignificarla senza cancellare la memoria del passato. Pur integrando molti usi e funzioni, così come il contributo attivo di tanti attori, il progetto propone una vocazione precisa quella di Parco Culturale Monumentale per la formazione e l'intrattenimento dei Giovani ai valori peculiari e unici del patrimonio storico e paesaggistico del Golfo della Spezia. Nel fare ciò il parco integra in maniera importante la dimensione dello sport, del *loisir* e dell'intrattenimento assicurando forme d'uso plurali e integrate con particolare attenzione anche a target di età differenti.

Il rispetto della morfologia originaria del complesso, epurato da superfetazioni e criticità ambientali e innovato nelle sue forme architettoniche. Gli interventi mirano nel loro complesso a garantire la leggibilità dell'assetto originario della fortificazione moderna in quanto esse rappresentano il primo soggetto del Parco Monumentale.

Ciò implica anche evitare la saturazione degli spazi aperti con ulteriori edificati e il consumo di suolo vergine, a cui si prediligono invece operazioni di recupero, reintegrazione e ricostruzione (secondo un approccio al restauro che contempla anche linguaggi e soluzioni compositive innovative) delle architetture esistenti.

La creazione di uno spazio pubblico per la città non mercificato. Il complesso di funzioni che sono state pensate limita e pone in secondo piano la commercializzazione del sito.

Usi turistici, ricettivi e di ristoro sono contemplati e funzionali alla buona riuscita dell'offerta ma secondari rispetto ai valori della cultura, dello sport, del patrimonio storico e della ricerca.

Un modello innovativo di parco pubblico integrato. Si intende promuovere una nuova estetica di parco urbano, selvatico, spontaneo, corale, e produttivo, capace di evolvere nel tempo, di offrire esperienze didattiche e sportive secondo una elevata flessibilità e una bassa specializzazione formale, capace altresì di farsi laboratorio e cantiere per l'adattamento climatico della città densa ospitando parti di vivaio per una nuova giardineria comunale. Questa sperimentazione potrebbe diventare un modello su scala nazionale, altro motivo di attrattiva del Parco. L'integrazione del Parco avventura mette in gioco anche alcuni settori delle aree boscate e caratterizzate da una maggiore pendenza del sito che altresì hanno necessità di interventi per la sistemazione del suolo, la regimazione delle acque ed in generale quegli interventi necessari ad arginare il dissesto idrogeologico. Questi spazi, stando a quanto presente sui progetti originari e quanto è stato possibile osservare dai sopralluoghi, un tempo erano privi di vegetazione ed erano stati modellati tramite un sistema mirabile di terrazzamenti e muri di contenimento. Individuare delle funzioni che possano popolarli è un'occasione importante anche per definire una strategia di messa in sicurezza e articolare un prima definizione di un piano di gestione idrogeologica e forestale.

L'integrazione di funzioni di elevato pregio e connotate da un appropriato livello culturale. Per realizzare un processo di tutela e valorizzazione è necessario innanzitutto avere cura dei valori intangibili che rendono quel patrimonio unico e straordinario e lavorare affinché essi possano essere corroborati da nuovi interessi, nuova vita, nuovi input creativi. La memoria per essere tramandata deve essere viva e produttiva, deve generare prospettive che una musealizzazione da sola non può fare. Funzioni di eccellenza aumentano il valore del luogo, captano l'interesse dei giovani in cerca di lavoro e prospettive di formazione di qualità, innescano fenomeni di "topofilia" e cura da parte della città, oltre che interesse e investimenti economici esterni.

Ringraziamenti

La ricerca sul Forte di Montalbano è il risultato di un Contratto di Ricerca Conto Terzi tra il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze e il Comune di La Spezia dal titolo "Rilievo e Restituzione Digitale del Complesso della Fortezza Montalbano, sita in Via di Montalbano, La Spezia" e programmata nel periodo 2024-2025, la ricerca, ancora in corso di sviluppo al momento della scrittura del presente contributo, è coordinata dal prof. Giorgio

Verdiani, collaborano al gruppo di ricerca la prof. Ludovica Marinaro, Alexia Charalambous, Andrea Marongiu, Andrea Guazzoni, Aleksandra Mlynarczyk.

Le attività di rilievo e restituzione sono state supportate dal Sistema DIDALABS del Dipartimento di Architettura, nello specifico il Laboratorio Extended Realities (DIDALXR), il Laboratorio Fotografico e Video per l'Architettura (LFVA) e il Laboratorio di Rilievo dell'Architettura (LRA). Gli autori vogliono ringraziare sentitamente l'Amministrazione ed il personale tecnico e amministrativo del Comune di La Spezia per l'attiva collaborazione e il supporto operativo.

Bibliografia

Biagini, C. & Arslan, P. (2018) Industrial Heritage in the historical neighbourhood: BIM strategies for urban regeneration, in Giordano, A. & Huffman, K. (eds.), in *Disegnarecon*, Vol. 11, N. 21, Advanced Technologies for Historical Cities Visualization, University of L'Aquila.

Camiz, A. & Capparelli, F. (2019) BIM documentation for architecture and archeology: the Shipwreck Museum in the Kyrenia Castle, Cyprus, in Conte, A. & Guida, A. (eds.), *Re Uso Matera Patrimonio in Divenire conoscere valorizzare abitare*, Proceedings of Reuso VII Convegno Internazionale sulla Documentazione, Conservazione e Recupero del Patrimonio Architettonico e sulla Tutela Paesaggistica, Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo Università degli Studi della Basilicata, Matera, Gangemi, pp. 1215-1226.

Faggioni, G. (2008) *Fortificazioni in provincia della Spezia: 2000 anni di architettura militare*. Milano, Ritter.

Marinaro, L. & Di Grazia, S. (2017). Paesaggi Forti. Leggere le forme per riconfigurare i ruoli del sistema di fortificazioni dell'Arsenale Militare del Golfo della Spezia. Il caso di Marola. In: Gonzáles Avilés, Á. (ed.), *Fortmed 2017. Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII Centuries*. Editorial Publicacion Universitat d'Alacant, Alacant, pp. 435-440.

Marmori, F. (1976). *Fortificazioni nel Golfo della Spezia: "architettura militare spezzina"*.Venezia, Stringa Editore.

Marinaro, L. & Verdiani, G. (2024). The Montalbano Fortress, an early report about a lost fortification in the Gulf of La Spezia. In: Islami, G., Veizaj, D., *Defensive Architecture of the Mediterranean*. Tirana, Universiteti Politeknik i Tiranës, pp. 177-184.

Marinaro, L.& Verdiani, G. (2025). The Montalbano Fortress, an updated report about a lost fortification in the Gulf of La Spezia, in Zerlenga, O. & Cirillo, V., *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Caserta, Valencia, DADI_PRESS, edUPV, pp. 1119-1126.

Olivetti, M.L. (2024) La Foresta civile. Un breviario per boschi urbani contemporanei. Melfi, Librìa.

Reitano, D., Verdiani, G. & Marinaro, L. (2020) La batteria Valdilocchi alla Spezia, rilievo digitale e documentazione di un'architettura alla fine di un'epoca. In: Navarro Palazón, J. & Garcia-Pulido, L. J. (eds.) *Defensive Architecture of the mediterranean*. Granada, Valencia, Universitat Politècnica de València, Patronato de la Alhambra y Generalife, pp. 495–502.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21517

The Castelluccio of Gela: from documentation to digital rediscovery

Antonella Versaci[a], Alessio Cardaci[b], Paola Cammilleri[a]
[a] Kore University of Enna, Enna, Italy, antonella.versaci@unikore.it, paola.cammilleri@unikorestudent.it
[b] University of Bergamo, Dalmine, Italy, alessio.cardaci@unibg.it

How to cite: Versaci, A., Cardaci, A. & Cammilleri, P. (2026). The Castelluccio of Gela: from documentation to digital rediscovery. In Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21517

Abstract

This paper focuses on the investigations carried out at the Castelluccio di Gela: a 13th-century fortified complex set within the landscape of southern Sicily. Strategically positioned on a gypsum outcrop, the structure is today almost neglected, despite the conservation treatment *a rudere* undertaken between the late 1980s and the early 1990s. The research presented here seeks to advance knowledge of the site by integrating state-of-the-art digital techniques into processes of survey, interpretation, and representation. The methodological framework combines historical-architectural enquiry with the potential of digital recording and modelling technologies. A high-precision architectural and geometric survey was conducted using a combination of terrestrial laser scanning and both aerial and ground-based photogrammetry. The resulting dataset was processed to generate a comprehensive 3D model of the complex, supporting both the analysis of decay and the planning of interventions for conservation and architectural requalification. The approach adopted is non-invasive and respectful of the site's historical fabric. The design proposal envisions a coherent strategy that incorporates new contemporary architectural devices, such as suspended walkways and lightweight shelters, alongside digital reconstructions and interactive conceptual models for virtual reality applications. The outcome is an enhanced mode of heritage engagement: accessible, immersive, and narrative, capable of conveying not only the architectural configuration but also the historical, symbolic, and landscape values embedded in the monument. The contribution intends to demonstrate how a multidisciplinary, innovation-oriented methodology can transform a deserted heritage asset into a dynamic cultural experience, aligning survey, visualisation, and interpretation within a unified and scientifically grounded design vision.

Keywords: digital heritage, 3D survey, heritage enhancement, augmented reality.

1. Introduzione

La città di Gela, fondata da coloni rodio-cretesi nel 689-688 a.C. e così chiamata dal nome indigeno del fiume, rivestì sin dall'età arcaica un ruolo cruciale nel controllo della costa meridionale della Sicilia. Dopo secoli di crisi e assedi, fu distrutta nel 405 a.C. dai Cartaginesi. Ricostruita nel IV sec. a.C. estendendone il territorio sino alle alture di Capo Soprano, fu

BY-NC-SA

cinta da un imponente muro di fortificazione, ancora oggi prodigioso esempio di struttura realizzata in tecnica mista: blocchi di calcare perfettamente squadrati nella parte inferiore e mattoni quadrati d'argilla cruda seccata all'aria nella parte superiore. Sotto il dominio normanno, la città – nel frattempo più comunemente nota come Eraclea, giacché eretta nel luogo detto 'Colonnario' per le numerose colonne ivi custodite e rimandanti al mito di Ercole (Nigrelli, 1953) – conobbe una nuova fase di sviluppo confermata dalla sempre più ampia presenza di ordini religiosi e cavallereschi, segno della fertilità e della centralità politica del territorio. Tra XII e XIII secolo, infatti, il territorio gelese era intensamente frequentato da comunità monastiche: i Benedettini, con l'abbazia di Terrana e le sue dipendenze, i Templari e gli Ospitalieri, attivi lungo le principali direttrici viarie, i Teutonici, titolari della chiesa di Maria SS. dell'Alemanna e proprietari di beni nella vicina Butera (Bonacasa & Panvini, 2002).

In questo contesto si inserisce l'intervento di Federico II di Svevia, che nel 1233 rifonda la città su possedimenti della Corona, assegnandole il nome di Terranova per distinguerla dal vecchio sito ubicato nella parte occidentale del promontorio, facile preda delle incursioni saracene. (Dufour & Nigrelli, 1997). L'iniziativa rispondeva alla duplice esigenza di proteggere la popolazione locale e di rafforzare il controllo della fascia costiera di una delle regioni più ricche e produttive del regno meridionale, essenziale per lo sviluppo dell'azione politica e militare dell'imperatore (Cadei, 1995; Maurici, 2020). La città sorse *apud viam publicam*, lungo l'antico percorso costiero che collegava Gela al fiume Dirillo (Fiorilla, 1996). L'assetto urbanistico, probabilmente frutto di una pianificazione regolare, si estendeva dall'attuale area del Calvario fino all'estremità della collina. Secondo le ricostruzioni storiche, era organizzato in due grandi quartieri quadrati ripartiti ortogonalmente in isolati regolari, con al centro la chiesa madre dedicata a Santa Maria *de Platea* – della cui torre campanaria, forse angioina, sono state ritrovate tracce nel basamento del campanile dell'attuale duomo – e il palazzo civico, probabilmente coincidente con l'area successivamente occupata dalla Secrezia ed oggi da edifici privati, dove sono stati rinvenuti ambienti con arcate ogivali.

La rifondazione di Terranova rappresenta un momento di cesura nella storia di Gela: dalla crisi medievale emerge una città nuova, pianificata, fortificata e strettamente connessa al sistema politico e difensivo imperiale. La vitalità della fondazione è testimoniata dalle oltre venti chiese erette nel corso del XIII secolo, distribuite entro e fuori le mura che evidenziano la stretta interazione tra autorità imperiale e poteri religiosi, funzionale alla gestione politica e militare del territorio. La città federiciana si presentava come un organismo urbano articolato in più nuclei: uno centrale e fortificato, corrispondente al centro murato; uno extraurbano, sviluppato sulla collina attorno a San Giacomo; uno costiero, connesso al caricatore marittimo. Questi nuclei, tra XIII e XIV secolo, furono progressivamente assorbiti dal centro urbano, anche per ragioni di sicurezza legate alle incursioni costiere.

Del sistema di fortificazione faceva parte il Castelluccio, edificio monolitico posto a ponente del fiume Gela, concepito come presidio strategico e simbolico (Fig. 1). La sua funzione era duplice: difensiva, poiché garantiva il controllo delle vie di accesso interne e della vallata, e rappresentativa, in quanto segno tangibile dell'autorità imperiale. Non un castello ma una residenza come dimostrato dalle sue 'forme' (Cadei, 1995): una pianta rettangolare articolata in tre quadrati scanditi da cinque archi trasversali che sorreggevano la copertura in travi lignee, incannicciature in gesso e laterizi, accompagnata agli estremi da due torri avanzate sul lato meridionale e concepite come cubi sovrapposti. Realizzata in una zona economicamente scoperta, tale *domus*, integrandosi nell'ampio disegno politico, economico e militare di Federico II di Svevia susseguente alle costituzioni melfitane, avrebbe permesso di innalzare gli abitanti della nuova



Fig. 1- Il Castelluccio di Gela, oggi (autori)

città allo statuto di Università, assegnandole un vasto territorio allo scopo di sviluppare una zona agricola privilegiata e controllata proprio dal Castelluccio (Dejoas, 2016). Un luogo collocato su uno sperone di roccia gessosa che continua a dominare la piana di Gela e che, in prospettiva, appare maestoso, seppur in realtà 'vesta bene' la sua denominazione: "uno stanzone o poco più" (Scuto & Fiorilla, 2000). Un testimone, non certo 'minore', ma ora quasi silente, di uno straordinario passato medievale, da rileggere, salvaguardare e valorizzare.

2. Il Castelluccio: architettura e stratificazioni

Il Castelluccio sorge a circa sette chilometri da Gela, alla confluenza delle antiche trazzere per Piazza, Butera e Mazzarino. La tradizione popolare attribuisce la sua costruzione ai 'Giganti', custodi del bestiame e delle produzioni agricole, mentre un'altra leggenda lo vuole residenza del re Pipino durante le guerre contro i Saraceni. Tuttavia, le prime attestazioni della presenza del Castelluccio risalgono a uno dei diplomi greci di Cusa: un atto di donazione del 1143, con il quale il conte Simone di Butera offre al monastero di S. Nicola all'Arena di Catania alcune terre situate nella zona a sud della contea affinché vengano coltivate. Il documento cita il Castelluccio come elemento di confine posto all'estremità orientale dei beni assegnati, pur non essendone compreso. Tale circostanza è riportata in un diploma del 1334, con cui Eleonora, moglie di Federico III d'Aragona, conferma l'attribuzione dei beni ceduti dal conte Simone, escludendo di fatto il maniero – qui definito *castellucium* – che verrà mantenuto di proprietà del demanio regio, forse per la valenza strategica dell'area (Fiorilla, 1989).

In seguito, il feudo di Castelluccio sembra essere stato concesso ad Anselmo di Moach e ai suoi eredi, quindi, insieme alla città, al cavaliere catalano Lluis Rajadell che ne riceverà nel 1423 il *mero e misto impero*, passando poi per via ereditaria a Giovanna, moglie di Arnaldo Villademani, funzionario del re di Spagna. Nel 1432, la terra di *Heraclea* e il Castelluccio vengono venduti a Beatrice de Fanlo, sposa di Carlo d'Aragona, barone di Avola, entrando dunque nei domini di una delle casate più influenti dell'isola. La documentazione storica tace per la seconda metà del secolo, forse a causa di un incendio, prima della ristrutturazione promossa dagli Aragona Tagliavia nel XVI secolo ma interrotta dal terremoto del 1542 (Scuto & Fiorilla, 2001; Dejoas, 2016). Passata ai Pignatelli Aragona, la fabbrica rimarrà a lungo contraddistinta da un oblio interrotto solo da usi sporadici, con tracce di attività pastorali e militari risalenti alla Seconda guerra mondiale, quando nei dintorni saranno costruite quelle numerose casematte che tuttora sono parte distintiva del paesaggio. Nel 1986, diverrà, infine, di proprietà della Regione Siciliana.

Subito dopo, l'allora Soprintendenza per i Beni Culturali ed Ambientali di Agrigento con competenza per le province di Agrigento, Caltanissetta ed Enna, organo periferico dell'Assessorato Regionale dei Beni Culturali ed Ambientali e della Pubblica Istruzione, nel contesto di una rinnovata attenzione per il medioevo gelese, avvia degli interventi di restauro finalizzati alla conservazione e alla valorizzazione del manufatto. Un'operazione essenzialmente volta alla riscoperta e alla messa in sicurezza di quello che, dopo secoli di dimenticanza, era ormai a tutti gli effetti un rudere a rischio, tradizionalmente (e impropriamente) etichettato 'chiaramontano'. Riscoperta non soltanto in senso figurato, perché l'intera struttura risultava al suo interno omogeneamente sepolta da uno strato di terra di circa 2 metri e i suoi fronti erano interessati da vasti squarci nella compagine muraria realizzata in pietra calcarea locale, integrata con blocchi squadrati di calcarenite gialla e calcare bianco, forse provenienti dalle mura greche di Capo Soprano (Vullo, 2001). Sulla parete nord, rimanevano solo pochi elementi della struttura originaria; un'importante lesione allo spigolo occidentale si estendeva per tutta la parte superiore della parete. L'ampia finestra situata al centro della parete meridionale – unico elemento decorativo, con incisioni geometriche riconducibili alle maestranze sveve di tradizione cistercense – era aperta fino al pavimento mentre un enorme squarcio presente all'estremità orientale interrompeva drammaticamente la continuità muraria del fronte. La torre occidentale recava segni di gravi danneggiamenti e crolli mentre quella orientale presentava un'estesa lacuna a forma di 'V' sulla parete est.

Le campagne di indagini archeologiche, i rilievi e le letture stratigrafiche che hanno accompagnato il restauro e che sono state eseguite tra il 1989 e il 1991, hanno consentito di identificare la quota dell'originario piano di calpestio e di distinguere

le principali fasi costruttive: un impianto castellano (prima metà del XIII secolo) con cinta merlata lungo tutto il perimetro, vasto salone voltato e archi ogivali coerente con la rete di presidi costieri voluta da Federico II, un adattamento a residenza civile nei primi decenni del 1400 e poi, dopo un parziale abbandono, una trasformazione post-medievale in palazzo a due elevazioni, testimoniata dal rialzo delle cortine murarie, dalla centinatura di un arco già dissestato e dal rinvenimento di alcune suppellettili.

Rimossi i diversi depositi di crolli, sono stati ritrovati i resti di pavimentazioni in cocciopesto, stipi, incavi per travature lignee, un camino trecentesco con colonnine in calcare bianco agli spigoli e tracce di ghiere in calcarenite riferibili a più aperture, oggi perdute. La struttura conservava numerose monofore strombate, una delle quali ogivale nella torre orientale, il portale della torre occidentale con chiave di volta 'spaccata', e i segni lapidei sugli stipiti della finestra meridionale, costruiti su esagono regolare. In più punti apparivano riconoscibili elementi peculiari quali la cosiddetta *traditora*, incavo per un arciere posto in posizione sacrificata, latrine ricavate nelle torri, anditi e finestrelle di controllo.

Il restauro – pur muovendo dal principio di minimizzare l'eccessivo irrigidimento della struttura con materiali estranei in un'area oggi classificata sismica – ha, secondo gli autori, inteso coniugare stabilità strutturale, leggibilità storica e distinguibilità tra antico e nuovo. Gli interventi hanno previsto il consolidamento e il ripristino della continuità muraria delle elevazioni adottando metodologie differenziate in funzione della gravità delle lacune: reintegrazioni con pietre di recupero della stessa fabbrica per le piccole mancanze segnalando il 'rammendo' con l'inserimento di piccole scaglie di pietra, mattoni pieni e malta cementizia, arretrata di 35 cm dal filo esterno, poi ricoperta con pietrame per le lacune più estese. La grande breccia sul prospetto meridionale è stata ricucita in mattoni rossi e gialli seguendo quell'idea di "astrazione formale nel trattamento della lacuna, teorizzata da Baldini" (Scuto & Fiorilla, 2001, p. 19).

L'opera si è conclusa con il tiraggio di una serie di catene in acciaio inox disposte a coppie, nella prima elevazione, in corrispondenza dei setti trasversali e alla base delle merlature, ribadite in sommità da un'altra catena posta in asse alle due sottostanti. Al fine di facilitare la fruizione e la corretta lettura del manufatto sono state collocate una scala a chiocciola all'interno della torre orientale, una terrazza panoramica posta al suo arrivo, una passerella lungo il lato nord destinata a consentire l'accesso ai livelli superiori. Sono stati, inoltre, realizzati: un piccolo fabbricato d'accoglienza, un percorso perimetrale in terra battuta, la sistemazione dell'accesso carrabile al piazzale (con cippo commemorativo dedicato ai caduti del 10 luglio 1943, durante la Battaglia di Gela), il recupero di manufatti bellici (bunker di ponente, postazione di levante), nonché la ricostruzione, al massimo livello distinguibile, della garitta d'ingresso in calcestruzzo colorato. Riaperto al pubblico il 4 agosto 1997, ma successivamente richiuso per problemi gestionali e di sicurezza, il Castelluccio emerge ancora oggi come nodo interpretativo primario del sistema difensivo federiciano. Malgrado la sua importanza culturale, rimane in uno stato di sospensione, scarsamente accessibile e visitabile. Per tale ragione sono stati avviati dei nuovi studi volti ad illuminare di nuova luce la conoscenza del sito attraverso l'integrazione di metodologie digitali avanzate nei processi di rilievo, analisi e rappresentazione, combinando l'approccio storico-architettonico con le potenzialità delle tecnologie di ricognizione e riproduzione digitale.

3. Una nuova conoscenza per la valorizzazione

La comprensione delle condizioni attuali del monumento ha richiesto un approccio integrato, basato su analisi stratigrafiche dirette, rilievi metrico-materici (condotti mediante tecniche di scansione laser e fotogrammetria digitale, anche aerea) nonché indagini diagnostiche non invasive. È stato, in effetti, indispensabile accertare il reale stato dei luoghi e analizzarne il grado di compromissione e/o alterazione al fine di rileggere gli importanti interventi di restauro condotti alla fine del secolo scorso, anche alla luce del successivo disuso del sito e della mancanza di manutenzione. Appare, infatti, evidente che i quasi tre decenni di pressoché impraticabilità abbiano prodotto nuovi processi di degrado sia strutturale sia materico, aggravati dal perpetrarsi di numerosi atti vandalici, complice la 'paradossale' trascuratezza del sito. È in tale ottica di investigazione e comprensione critica che è stato indirizzato il rilievo. Un rilievo inteso non come semplice misurazione delle geometrie e delle dimensioni dell'opera architettonica, ma

che si estende a una visione più complessa finalizzata a restituirne graficamente e a comunicarne la conoscenza (Cardaci, 2023). Il rilievo, oggi necessariamente 'integrato', persegue un'idea di completamento, sia per quanto concerne le metodologie di acquisizione e cattura della realtà, sia per quanto riguarda le tecniche di indagine e diagnostica (privilegiando prassi non invasive). Il c.d. approccio 'diretto', in questo contesto, assume un ruolo centrale perché l'unico avvicinamento concreto e percettivo al monumento che ne permette di cogliere gli aspetti legati alla sua materialità: odori, *texture*, qualità tattili delle superfici (Versaci *et al.*, 2024). La creazione del modello digitale non si configura, dunque, come un processo puramente astratto ma come un tentativo di restituire, in forma digitale, la complessità sensibile dell'architettura.

Su tali principi si è fondata l'analisi qui illustrata, volta a ricostruire modelli virtuali capaci di tenere in considerazione tutte le dimensioni del bene architettonico (Fig. 2). La digitalizzazione è stata realizzata sulla base di campagne di misura condotte con sistemi a sensori attivi (laser scanning per garantire precisione e accuratezza) e passivi (fotogrammetria digitale per assicurare fedeltà cromatica e resa fotorealistica), sia in ambito terrestre sia aereo con sistemi *Unmanned Aircraft System* (UAS). Il *workflow* di elaborazione ha seguito una procedura rigorosa e sperimentale, che è stata avviata per mezzo dell'elaborazione dei dati acquisiti con laser scanner per la determinazione delle coordinate spaziali dei *Ground Control Point* (GCP); le singole scansioni sono state registrate in un unico sistema di riferimento, filtrate per ridurre il rumore e ricampionate in un *Project Point Cloud* (PPC), caratterizzato da una struttura regolare e da una densità uniforme di un punto ogni 5 mm. Il processamento delle immagini ha previsto un ampio utilizzo iniziale di piattaforme di intelligenza artificiale (IA), finalizzate a migliorare la resa delle immagini senza alterarne i contenuti, ma uniformandone esposizione e tonalità; tale operazione ha consentito di superare i limiti del tradizionale s*viluppo digitale*, poco efficace nella gestione di *dataset* molto estesi.

L'impiego di sistemi di *artificial intelligence* ha, inoltre, permesso di eliminare scatti ridondanti, ripetuti o di bassa definizione, affetti da sfocature, controluce o da eccessivi contrasti, con una riduzione dei tempi di processamento e un incremento del livello finale degli elaborati. Il

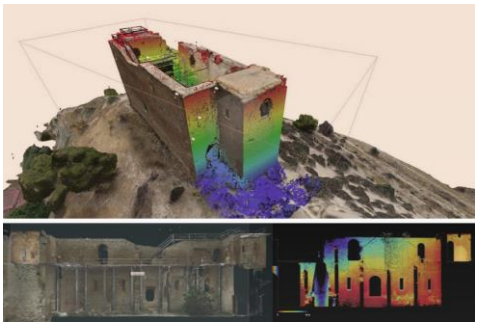


Fig. 2- Il modello 3D integrato (autori)

processo fotogrammetrico è stato condotto mediante la piattaforma Agisoft® Metashape. Il software ha generato una nuvola preliminare (*Sparse Cloud*), descrittiva della struttura della scena, attraverso la determinazione della posizione e dell'orientamento delle camere fotografiche. Questo è stato possibile grazie all'individuazione di *feature*, ovvero di punti caratteristici invarianti a scala e rotazione identificabili in più fotogrammi, e riconoscendone le corrispondenze attraverso verifiche geometriche epipolari. Sono state ricostruite più *Sparse Cloud* variando il rapporto tra *Key-Point* e *Tie-Point* e scegliendo quella con il massimo numero di punti e il minor indice RMS (*Root Mean Square*), segnalatore della 'robustezza' dell'allineamento.

La migliore nuvola preliminare è stata poi ottimizzata mediante procedure di *bundle adjustment* (per stimare i parametri intrinseci ed estrinseci delle camere e ridurre gli errori di riproiezione) e successivamente sottoposta a un filtraggio *Gradual Selection* per ridurre ulteriormente il valore RMS attraverso la correzione di parametri quali il *Reprojection Error*, il *Reconstruction Uncertainty* e la *Projection Accuracy*; sono state, quindi, associate le coordinate spaziali dei *Ground Control Point* (GCP), determinati grazie al rilievo laser scanning, così da conferire alla ricostruzione digitale la corretta scala e una precisa georeferenziazione. La *Sparse Cloud* trattata è stata successivamente trasformata in una mesh continua mediante un processo di *densificazione* basato su *depth maps* (un algoritmo di IA fondato su analisi metriche di foto-consistenza e ricostruzioni geometriche *view selection*). Queste nuove metodologie *learning-based* hanno profondamente modificato il processo velocizzandolo e migliorandolo, senza la

necessità del passaggio dalla *Dense Cloud*. Infine, attraverso la proiezione, mediante tecniche di *blending*, degli scatti originali sulle superfici delle mesh è stata ricostruita la texture fotorealistica. L'integrazione tra la nuvola di punti da rilievo laser e la mesh fotogrammetrica ha restituito una copia digitale con scarti medi inferiori a 5 mm e massimi non superiori a 3-5 cm, costituendo la base per la generazione di ortoimmagini, verifiche metriche, analisi di ortogonalità e, più in generale, per la pianificazione e il supporto alle operazioni di mappatura dei materiali e dei degradi, di valutazione e monitoraggio strutturale, e alla definizione di attività di conservazione, consolidamento e valorizzazione architettonica e funzionale, secondo un approccio rispettoso del sito e non invasivo (Fig. 3).

4. Nuove proposte progettuali e opportunità digitali per la valorizzazione

Il Castelluccio di Gela costituisce un'emergenza ben visibile dal forte valore scenografico, capace di esercitare un notevole impatto paesaggistico. L'ipotesi progettuale proposta segue due direttrici: una riguardante la conservazione della fabbrica, con i suoi caratteri di originalità, e la sua fruizione; l'altra concerne la comunicazione e sfrutta la posizione scenica del sito per rievocarne la memoria storica, rafforzarne l'impatto visivo ed emozionale e sottolinearne il valore di testimonianza culturale, mediante il supporto di prodotti digitali (De Domenico, 2017). Nello specifico, la prima linea d'intervento è finalizzata al mantenimento dell'opera e al suo utilizzo come osservatorio del paesaggio. Dopo la realizzazione delle necessarie azioni conservative, si implementerà la possibilità di frequentazione dei luoghi, attraverso la predisposizione di sentieri in pietra alternati a passerelle in acciaio corten e vetro. Snodandosi lungo la collina e all'interno dell'edificio, questi percorsi creeranno assi visuali e cannocchiali prospettici indirizzati verso la campagna e la costa, permettendo un'esperienza immersiva e un camminamento sicuro atto a valorizzare l'architettura (Fig. 4).

Sul lato est, sarà aggiunta una copertura per proteggere e stabilizzare la parete nord che presenta un'inclinazione critica, contribuendo così alla conservazione e alla sicurezza della struttura. Lungo tali tracciati è previsto un allestimento museale costituito non da collezioni

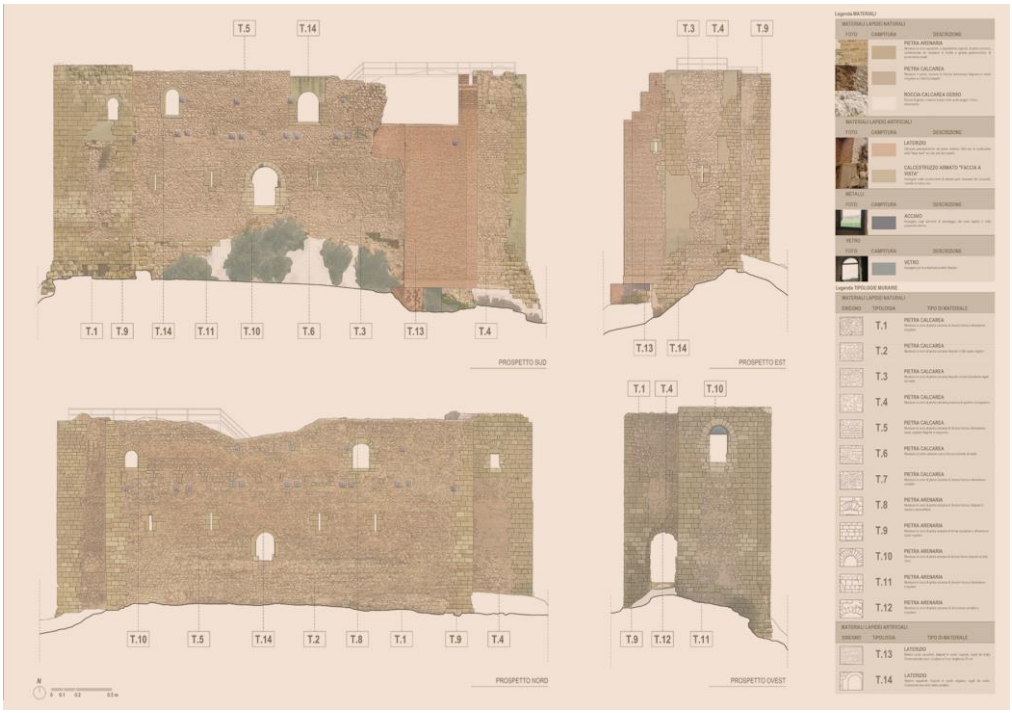


Fig. 3- Caratterizzazione materica e tipologico-costruttiva dei fronti (autori)

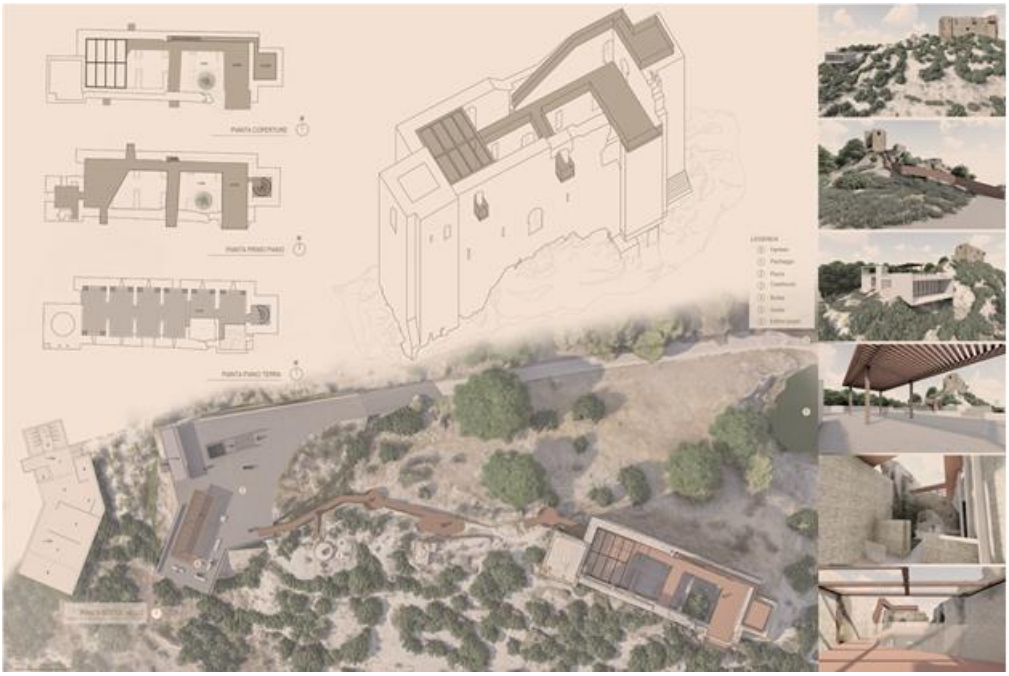


Fig. 4 - Masterplan con l'indicazione degli interventi progettuali (autori)

ed oggetti, ma da pannelli con testi, immagini e rimandi a contenuti multimediali fruibili dai visitatori attraverso i propri *smartphone*. L'accessibilità all'area sarà migliorata con l'introduzione di un parcheggio situato ai piedi della collina, strategicamente posizionato per non interferire con il contesto visivo e paesaggistico. Da qui, un percorso pedonale guiderà i visitatori verso la piazza principale, un punto che offre una vista privilegiata sul Castelluccio. La piazza sarà arricchita da elementi di arredo urbano, tra cui sedute distribuite in modo da favorire momenti di sosta e relax, e un pergolato che creerà un'ombra naturale e inviterà alla sosta, fornendo un luogo di incontro e riposo. Al di sotto della piazza, l'inserimento di un edificio ipogeo, presenza discreta e rispettosa del luogo, ospiterà uno spazio polivalente, dedicato alla ristorazione e progettato per accogliere eventi e attività culturali, adattandosi a diverse esigenze.

La struttura sotterranea comprende anche una terrazza con vista sull'intero territorio, sino al mare. Piccoli interventi che intendono unire all'assolvimento delle esigenze conservative l'opportunità di un umile arricchimento funzionale dell'edificio, permettendone la valorizzazione culturale con auspicabili ricadute sul contesto sociale. La seconda linea di azione rappresenta uno strumento essenziale per rendere il monumento immediatamente leggibile e riconoscibile nel paesaggio circostante. Un ulteriore aspetto della valorizzazione è legato, pertanto, ai fronti del manufatto, caratterizzati da poche aperture, che si prestano a essere utilizzati come superfici di proiezione, ben collocati nel territorio e privi di particolari problemi legati all'inquinamento luminoso, grazie al contesto rurale. In tale ambito, lo *storytelling*, oggi sempre più semplice da concepire, rinnovare costantemente attraverso l'intelligenza artificiale generativa e da riprodurre tramite *video mapping* o sotto forma di esperienza educativa e ludica, originando cartoni animati e altre animazioni, rappresenta un'applicazione particolarmente efficace, poiché consente non solo di arricchire l'esperienza del sito, ma anche di raccontarne la storia, stimolando l'interesse e rafforzando, quindi, la consapevolezza culturale del monumento (Fig. 5).

Questo approccio risponde a un duplice obiettivo: da un lato, incoraggiare la conoscenza di un bene altrimenti marginalizzato e, dall'altro, suscitare curiosità e incentivarne la visita diretta (Cardaci & Versaci, 2017). Il risultato è una nuova

modalità di godimento dell'opera, accessibile, coinvolgente e narrativa, capace di restituire al pubblico non solo la forma architettonica ma anche il significato storico, simbolico e paesaggistico del manufatto.

5. Conclusioni

Le politiche di promozione culturale attuate a livello regionale non hanno incluso in modo esplicito il Castelluccio: il progetto *La Collina di Gela. Reti e nodi multimediali*, finanziato con oltre due milioni di euro attraverso il PON Cultura e Sviluppo 2014-2020, ha riguardato la dotazione tecnologica del parco archeologico cittadino senza però prevedere interventi specifici sull'edificio, mentre lo stanziamento di oltre tre milioni di euro annunciato nel 2025 dalla Regione Siciliana per la conservazione del patrimonio artistico non risulta destinare fondi a questo sito. Alla luce di tali evidenze, il Castelluccio si configura come un bene solo in parte recuperato ma progressivamente trascurato, che necessita oggi di un progetto organico in grado di coniugare interventi di conservazione e manutenzione con programmi di valorizzazione e fruizione imperniati sulle tecnologie digitali, per restituirgli la dignità culturale e identitaria che gli compete, reinserendolo pienamente nel territorio.



Fig. 5- Simulazione del *video mapping* (autori)

Bibliografia

Bonacasa, R.M., Panvini, R. (2002) *La Sicilia centro-meridionale tra il II e il VI secolo d. C. Catalogo della mostra*. Caltanissetta, Salvatore Sciascia Editore.

Cadei, A. (1995) Introduzione. In: Cadei, A., Di Stefano, C.A. (eds.) *Federico II e la Sicilia. Dalla terra alla corona.* Palermo, Ediprint, pp. 367-374.

Cardaci, A. (2023) Riflessioni sull'uso del disegno di rilievo: strumento strategico di indagine e monitoraggio della trasformazione sostenibile del paesaggio. In: Cardaci, A. & Garda, E. (eds.) *De-Pavimentiamoci: prove di riconciliazione tra costruito e naturalità*. Roma, Aracne, pp. 17-34.

Cardaci, A., Versaci, A. (2017) An Integrated Programme for the Conservation and Valorisation of the Tower of Frederick in Enna. In: Amoruso, G. (ed.) *Putting Tradition into Practice: Heritage, Place and Design*. Cham, Springer, pp. 526-536.

De Domenico, M, (2017) Il video mapping come esperienza visiva di conoscenza architettonica. In: Minutoli, F. (ed.) ReUSO 2028; l'intreccio dei saperi per rispettare il passato interpretare il presente salvaguardare il futuro. Roma, Gangemi Editore, pp. 2455-2462.

Dejoas, F. (2016) La maiolica a lustro d'importazione spagnola a Gela (CL). Il caso del Castelluccio di Eraclea-Terranova nel XV secolo. *Mediaeval Sophia*, 18, 35-54.

Dufour, L., Nigrelli, I (1997) *Terranova: il destino della città federiciana. Gela e il suo territorio dal XIII secolo ai nostri giorni*. Caltanissetta, Ed. Tecnicografica Editoriale Vaccaro.

Fiorilla, S. (1989) Strutture fortificate sulle coste della Sicilia - il Castelluccio nei pressi di Gela. *Sicilia Archeologica*, 71, 7-40.

Maurici. F. (2020) *Castelli medievali in Sicilia. Da Carlo d'Angiò al Trecento*. Palermo, Kalós.

Nigrelli, I. (1953) La "fondazione" federiciana di Gela ed Augusta nella storia medioevale della Sicilia. *Siculorum Gymnasium*, VI, 2, 166-187.

Scuto, S., Fiorilla S. (2001) *Gela. Il Castelluccio, un nuovo documento dell'architettura sveva in Sicilia*. Messina, Società Messinese di Storia Patria.

Versaci, A., Cardaci, A. & Fauzia, LR. (2024). Il progetto della conoscenza per la conservazione e il restauro del castello aragonese di Piazza Armerina. In: Islami, G. & Veizaj, D. (eds.) Defensive Architecture of the Mediterranean, vol. XX, Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 18 - 20 April 2024 Tirana. Tirana, Universiteti Politeknik i Tiranës, pp. 207-214.

Vullo, D. (2001) Gela, Castelluccio. In: *Castelli Medievali di Sicilia - guida agli itinerari castellani dell'isola*. Palermo: Regione Siciliana, pp. 144-145.

Culture and management

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21518

Defending the Langhe: the potential for castle networks within regional and cultural development policy

Fabio Ambrogio[a], Emanuele Romeo[b]
[a] Politecnico di Torino, Torino, Italia, fabio.ambrogio@polito.it, [b] Politecnico di Torino, Torino, Italia, emanuele.romeo@polito.it

How to cite: Ambrogio, F. & Romeo, E. (2026). Defending the Langhe: the potential for castle networks within regional and cultural development policy. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21518

Abstract

The *Bassa Langa* territory, better known as Langa del Barolo, is now internationally recognized and appreciated for its food and wine success over the past few decades. It represents a landscape with a high volume of tourism, primarily due to its wine production. However, the strong seasonality of this tourism, mainly concentrated in spring and autumn, overshadows an important heritage of fortified architecture that has existed since the medieval period. Starting from the 10th century, the main urban centers perched on the Langa hills saw the construction of structures for defense and territorial sighting. This deeply interconnected architectural system, built on a territorial scale, saw the Falletti family as one of the major innovators in the political, economic, and military development of the area. If we consider the Castiglione Falletto structure as a hypothetical geographical hub, the castles of La Volta, Barolo, Perno, Serralunga, Grinzane Cavour, and Roddi are easily identifiable around it. These historical architectures are today predominantly privately owned, in varying states of conservation, with some having been repurposed, others currently undergoing restoration, or some in total abandonment. Based on these considerations, this proposed contribution aims to provide significant historical insights that highlight a common thread across different eras, from which a unique and particularly valuable territorial system now emerges within the region's cultural development policy. Indeed, it's possible to define a project for the conservation and enhancement of these structures to rediscover the historical dimension of this territory. This initiative aims to de-seasonalize tourism and diversify the offerings, making them more aligned with the culture of the historical landscape and the heritage preserved over time.

Keywords: Langhe-Piemonte, Falletti, restoration, cultural management.

1. Valore di memoria e valore d'uso dei paesaggi e dei castelli della bassa Langa

Il patrimonio architettonico e paesaggistico legato ai castelli presenti in tutte le regioni italiane è sempre stato oggetto di attenzione da parte di chi, a vario titolo, si è interessato di

BY-NC-SA

salvaguardia. Tuttavia, emerge la necessità di indirizzare sempre maggiori studi su realtà locali meno note ma che hanno contribuito, parimenti ai casi eclatanti di sistemi di difesa e fortificazione, a quello sviluppo politico-sociale e a quell'identità storica che tutti auspichiamo sia riconosciuta, conservata, valorizzata. In quest'ottica si vuole porre l'attenzione sul sistema dei castelli presenti nel territorio piemontese della bassa Langa, tentando di rendere note realtà che hanno concorso, a pieno titolo, alla definizione di un territorio che, attraverso l'accumulazione storica di testimonianze del proprio passato, e di un paesaggio quale espressione dell'interazione tra azione dell'uomo e natura, oggi si trova ad affrontare questioni riguardanti lo stato di conservazione delle architetture castellane e le criticità e le potenzialità dei contesti in cui i castelli sono inseriti e dei quali sono parte integrante.

Il tema della tutela e della valorizzazione dei contesti territoriali antropizzati, come le Langhe, assume oggi un ruolo centrale nel più ampio quadro del paesaggio culturale, dove ruderi medievali, sistemi difensivi, borghi fortificati, architetture più recenti e vegetazione assurgono a sistema unitario tutelato, conservato e restaurato grazie al riconoscimento di valore attribuito dagli organismi di tutela, anche internazionali, ai singoli edifici o al sistema di produzione viti-vinicola dell'intero contesto territoriale. Infatti, nelle Langhe il diffuso impianto di fortificazioni e di castelli risponde ai requisiti di paesaggio culturale, quello riconosciuto dall'UNESCO, proprio per lo storico legame tra il ruolo difensivo e produttivo delle architetture fortificate. I castelli rappresentano, con tutti i rimandi al loro valore di antichità, una risorsa aggiuntiva del sistema produttivo, integrandosi pienamente con le colture autoctone, resistendo anche ai cambiamenti naturali o alle modificazioni imposte per soddisfare crescenti esigenze economico-turistiche (Romeo, 2020). Architetture fortificate e paesaggio viti-vinicolo esprimono, quindi, un'endiadi che trova, nelle attuali esperienze di valorizzazione del territorio, un campo di sperimentazione per nuovi confronti progettuali (Tosco, 2007; Giusti, 2004).

Questo territorio può essere considerato paesaggio storico-culturale poiché, ai castelli, si affiancano infrastrutture storiche, complessi fortificati isolati, insediamenti urbani di origine medievale e architetture più recenti nate per incrementare, nel tempo, lo sviluppo economico e sociale dell'intera regione. Pertanto, quali strategie di conservazione e valorizzazione possono proporsi affinché si considerino tali elementi come indispensabili e utili testimonianze per la comprensione del territorio e per l'arricchimento delle popolazioni autoctone che ne sono, a vario titolo, detentrici? Quelle suggerite affinché quanto considerato spesso poco utile, perché marginale rispetto alle strategie economiche legate al turismo, diventi utile strumento di formazione intellettuale in grado di valorizzare particolarità, tipicità, diversità sulla base delle tracce, dei frammenti e dei documenti materiali del passato. Ciò, però, minerebbe 'la logica del profitto' in quanto coinciderebbe esclusivamente "con il sapere in sé, indipendentemente dalla frenesia di produrre guadagni immediati o benefici pratici. Certo, molto spesso i musei o i siti storico-archeologici possono anche essere fonte di straordinari introiti. Ma la loro esistenza, contrariamente a ciò che alcuni vorrebbero farci credere, non può essere subordinata al successo degli incassi: la vita di un museo, o di uno scavo archeologico, come quella di un archivio o di una biblioteca [o di castello nel paesaggio], è un tesoro che la collettività deve gelosamente preservare a ogni costo" (Ordine, 2013).

Se le indicazioni normative e le specifiche leggi di tutela a livello europeo auspicano il rispetto del paesaggio e dei beni in esso contenuti, allora è necessario 'inventarsi' un escamotage attraverso il quale anche l'inutile architettura possa risultare utile alle suddette politiche di sviluppo economico (Romeo, 2012). Intervengono, allora, le cosiddette 'valorizzazioni' il cui vero obiettivo non è tanto la tutela e la conservazione del paesaggio e delle architetture, quanto lo sfruttamento di tali beni: ciò ha creato cesure tra contesto e sistemi castellani, esponendo a grandi rischi buona parte del patrimonio culturale delle Langhe.

Per contrastare tale tendenza è necessario, quindi, rendere nota la storia di questo territorio, attraverso uno studio attento dei primitivi insediamenti, dei successivi processi di incastellamento e di espansione del potere feudale tra Langhe e Roero. È indispensabile analizzare le trasformazioni tra il XIX e il XX secolo ed i conseguenti riutilizzi, spesso coincidenti con gli originari usi e spesso diametralmente opposti. Da questa analisi è possibile definire ruoli e valori dell'attuale patrimonio dei castelli, nonché

valutarne criticità e potenzialità, proponendo nuovi scenari di conservazione e valorizzazione che possano difendere e non sfruttare l'intero sistema paesaggio-architettura della bassa Langa.

2. L'incastellamento delle Langhe

Il processo storico di incastellamento dei territori cuneesi, avviato a partire dal IX secolo nelle colline del Roero e nella pianura occidentale, trova riscontro anche nelle Langhe, con più frequenza a partire dall'XI secolo; in un territorio quasi deserto, alimentato dalle pressioni saracene provenienti dal mar Ligure (Lusso, 2008). All'interno delle Langhe, l'area delimitata a nord e a ovest dal corso del fiume Tanaro, a est della valle del torrente Cherasca e contenuta in direzione sud entro i soli rilievi sino a 450-500 m di altitudine, è possibile identificare un'area omogenea per conformazione territoriale e caratteristiche storiche, nota come bassa Langa o Langa del Barolo (1), che individua nel sistema dell'architettura fortificata storica alcune particolari analogie, riscontrabili più precisamente nelle sette strutture prese in esame per questa ricerca. Le origini medievali dei nuclei urbani e delle rispettive strutture difensive trovano scarsa documentazione all'interno delle fonti archivistiche dell'epoca di mezzo ma, per quanto possibile, consentono di evidenziare il ruolo politico, economico e militare di queste strutture nel processo di urbanizzazione delle Langhe (Sciascia, 2014). Questo territorio, a partire dal periodo bassomedievale, identifica principalmente tre domini politici locali, ovvero la dinastia del Carretto, il libero Comune albese e i marchesi di Saluzzo. Mentre il domino di Perno permase a lungo nei possedimenti del marchesato del Carretto, il territorio di Castiglione Falletto registra un particolare presidio, quasi ininterrotto, con il marchesato di Saluzzo, sino all'annessione ai Savoia con il Trattato di Lione. I castelli di Barolo e quelli di Roddi, Serralunga e Grinzane, a partire dal XV secolo entrano all'interno dei possedimenti dei marchesi del Monferrato, sino al successivo trasferimento ai Savoia.

In molti casi le prime testimonianze architettoniche attestano la presenza di sole torri di avvistamento, capaci di garantire un discreto livello di sicurezza, con minori impegni economici per la costruzione. Questo è identificabile nelle strutture di Roddi, Castiglione Falletto, Grinzane Cavour, Barolo (La Volta) e Serralunga d'Alba ove sono attestate le prime costruzioni nel periodo tra XI-XII secolo (Longhi, 2003). Le uniche eccezioni sono rappresentate dal castello di Barolo, ove gli studi hanno individuato un processo costruttivo avviato già a partire dal IX-X secolo, seppur con caratteri ben diversi dalla conformazione di età moderna e infine dal castello di Perno (Monforte d'Alba), edificato più tardi, a partire dalla prima metà del XIII secolo. Un elemento che contraddistingue omogeneamente l'evoluzione storica di questi complessi difensivi riguarda la trasformazione architettonica delle torri e delle prime costruzioni di avvistamento in complessi castellari più ampi, dal carattere imponente, affermando così lo skyline del sistema collinare. Un processo che è stato riscontrato a partire dal XIV secolo, con la trasformazione di queste strutture in spazi residenziali e di rappresentanza. La perdita del ruolo militare, che aveva contraddistinto gran parte del periodo bassomedievale, l'avanzamento delle tecniche e la riorganizzazione geopolitica dei territori accentuarono questi mutamenti dell'architettura fortificata facendo emergere in particolare alcune famiglie signorili locali. L'instabilità politica della prima metà del XIV secolo identifica un quadro di particolare precarietà nell'area delle Langhe, prese d'assalto da numerose scorribande. All'interno di questo frangente, alcune famiglie urbane del commercio, prive di tradizioni aristocratiche, poterono assumere un ruolo giurisdizionale, occupandosi della gestione e della difesa delle terre e procedendo con l'acquisto di numerose strutture difensive, avviando così un generale riassetto del patrimonio castellare (Longhi, 2003). Questo riferimento storiografico trova chiaro riscontro nella dinastia dei Falletti le cui fonti attestano acquisti, restauri e trasformazioni a partire dalla prima metà del XIII secolo. Tutte le strutture prese in esame, a eccezione dei castelli di Grinzane e di Perno (2), sono state interessate da una fase di proprietà appartenuta ai Falletti. I casi di Barolo, da cui l'appellativo del ramo di questa famiglia, è certamente il più longevo e significativo, avendone mantenuto la proprietà sino al 1864, con l'estinzione della casata. Anche il castello di Serralunga ha registrato un periodo di lunga durata tra i possedimenti dei Falletti, mentre Roddi e Castiglione in fasi più brevi, con il successivo passaggio ad altri privati. Le indagini condotte da Andrea Longhi hanno mostrato particolari analogie costruttive tra i diversi castelli dei Falletti. Le strutture de La Volta, di Roddi e di Castiglione F. si sviluppano

intorno a una preesistente torre circolare, nei primi due casi inglobandola all'interno di uno dei corpi di fabbrica; mentre a Castiglione mantenendola libera all'interno della struttura realizzata al suo intorno, un modello, quest'ultimo, che nella realizzazione di torri angolari trova riscontro con il *systèm philippien* francese. I casi di Barolo e di Serralunga si sviluppano intorno a una torre quadrangolare preesistente, con la realizzazione di corpi di fabbrica posti a formare maniche longitudinali, addossate o giustapposte alle costruzioni esistenti, elemento che trova analogia con il castello di Grinzane, pur non essendo di proprietà dei Falletti. Seppur non si possa parlare di architettura dei Falletti, come sostenuto da Longhi, è certamente possibile evidenziare alcune assonanze e relazioni che legano queste diverse fabbriche, mostrando particolari interventi di trasformazione e adattamento delle strutture, oltre all'impiego di materiali e sistemi decorativi che trovano riscontro nella produzione architettonica locale del XIV-XV secolo, con precisi riferimenti dall'architettura urbana di Alba e Cherasco (Longhi, 2003).

L'ambasciatore veneziano Gianfrancesco Morosini, durante i suoi viaggi in direzione della Francia, nella seconda metà del XVI secolo, transitò nel territorio delle Langhe annotando nelle sue memorie la presenza di numerosi castelli, realizzati «secondo l'uso dei Francesi». Una valida conferma che ci consente di identificare un sistema architettonico a scala territoriale ormai completato nella sua forma (Galli, 2003).

3. Trasformazioni e riusi (XIX-XX sec.)

L'annessione al ducato di Savoia e la conseguente Unità d'Italia affievolirono sempre più l'utilità e l'impiego di queste strutture, registrando anche numerosi passaggi di proprietà. I due castelli di Barolo e quello di Serralunga, con l'estinzione dei marchesi Falletti nel 1864, furono consegnati all'Opera Pia Barolo, per volontà testamentaria.

Il castello di Roddi venne trasferito dai possedimenti sabaudi al demanio statale, mentre il castello di Grinzane, in mano ai conti di Cavour venne donato al comune di Alba nel 1932. I castelli di Perno e di Castiglione, invece, rimasero in proprietà privata ad alcune famiglie (Conti, 1980), (Davico et al., 2010).

Intorno alla fine del XIX secolo alcune di queste strutture vennero coinvolte in un generale processo di riuso, adattando così alcune di queste strutture alle nuove funzioni. Il castello di Barolo, con l'intervento dell'Ing. Carlo Trocelli del 1871 venne riplasmato seguendo i caratteri neo-medievali, per ospitare al suo interno il collegio maschile del paese (Volpiano, 1998). All'interno della dimora di Grinzane Cavour, a seguito della donazione, venne istituita una colonia ampeloterapica infantile, su precisa volontà della Fondazione Adele Alfieri di Sostegno. Il castello di Perno e quello di Castiglione Falletto rimasero in mano ai privati, mentre il castello de La Volta venne locato ai mezzadri e destinato a magazzino per le attività agricole. Le strutture di Roddi e Serralunga, invece, rimasero in stato di abbandono per i successivi decenni.

Gli interventi sul castello di Barolo avviarono una stagione di riscoperta del patrimonio castellare del territorio. Una volontà mossa anche del dibattito dei restauratori dell'epoca e dalle riflessioni in merito alla volontà di un ritorno al lessico architettonico medievale. Testimonianze significative del patrimonio della bassa Langa sono rappresentate dai numerosi schizzi e appunti firmati da Alfredo d'Andrade, che furono eseguiti tra il 1884-1885, raffiguranti vedute d'insieme e dettagli costruttivi dei castelli di Roddi, Serralunga e Grinzane.

L'edificio di Serralunga, a seguire, segnò l'avvio di una nuova stagione di cantieri che, a partire dalla metà del XX secolo, investirono nuovamente il patrimonio castellano delle Langhe per un riuso degli edifici. La struttura di Serralunga fu coinvolta in un importante intervento di restauro, a partire dal 1951, sotto la direzione di Vittorio Mesturino, in qualità di Soprintendente ai Monumenti del Piemonte. L'edificio venne infatti acquistato due anni prima dallo Stato italiano, esercitando il diritto di prelazione. Gli interventi poterono concludersi nel 1958 con la sistemazione delle aree esterne e la piantumazione di nuovi alberi. Il progetto di Mesturino era indirizzato a sostituire i sistemi di copertura, a intervenire sull'apparecchiatura muraria, sugli intonaci interni e sulle decorazioni esterne, nelle porzioni perdute. Inoltre, vennero messi in opera i serramenti e un nuovo sistema di pavimentazione in cotto (Mattone, 2004). Si inaugurava così la prima struttura castellare della bassa Langa, finalmente aperta al pubblico.

A seguire, in occasione del centenario dell'Unità d'Italia fu poi il momento del castello di Grinzane Cavour. Sotto l'egida di Umberto Chierici, che dirottò importanti investimenti, Andrea Bruno venne incaricato di eseguire un intervento di restauro per liberare la struttura dalle aggiunte ottocentesche che erano state realizzate in aderenza, attuando un radicale cambio di destinazione.

La precedente colonia infantile, ormai acquisita equamente nel 1948 dai comuni di Alba e Grinzane C. venne trasformata in quella che può essere definita la prima struttura museale all'interno di un castello del territorio. Gli allestimenti progettati da Valerio Demaria e Pompeo Trisciuoglio inaugurarono la struttura nel 1971 con la nuova Enoteca regionale piemontese Cavour, prima istituzione di tal genere in Piemonte e seconda in Italia.

Il castello accolse al suo interno anche il museo etnografico della civiltà contadina e un ristorante (Bruno et al., 2000). Questa stagione di restauri coinvolse anche il castello di Perno, che pur mantenendo una dimensione esclusivamente privata, venne acquisito nel 1975 dall'editore Giulio Einaudi eseguendo alcuni interventi di restauro e numerosi ammodernamenti per trasformarlo in una dimora di villeggiatura che poi accolse frequentemente lo scrittore Primo Levi.

4. Il patrimonio attuale dei castelli

Il castello di Serralunga d'Alba, dopo la riqualificazione del giardino inferiore, nel 2001, ha completato il suo itinerario di visita. La gestione è in capo alla Direzione Regionale Musei Nazionali del Piemonte che affidata il servizio a un ente privato, in virtù di un accordo di partenariato speciale che regola le visite (soltanto guidate), le attività didattiche e gli eventi privati che possono essere organizzati in via esclusiva riservando l'intera struttura.

Il castello di Grinzane Cavour, dopo la realizzazione dell'ampliamento ipogeo che ha visto nascere una nuova sala conferenze e una sala didattica, ha parzialmente riallestito lo spazio espositivo, ora denominato Museo delle Langhe. Dal 2021 ospita anche il Museo in Vigna, un'installazione all'aperto ideata nell'ambito di un progetto Interreg, con particolare riguardo al libero accesso e alla gratuità; focalizzato sulla conoscenza e valorizzazione della cultura vitivinicola. Il castello è divenuto sede di eventi internazionali del settore enogastronomico, come l'Asta mondiale del Tartufo Bianco d'Alba e ospita alcuni enti del settore.

Il castello di Barolo, dal 1970 in capo all'omonimo comune, dopo un ingente intervento di rifunzionalizzazione dell'architetto François Confino, è stato aperto al pubblico nel 2010 con il Museo del vino di Barolo. A partire dal 2025, grazie al sostegno di alcune fondazioni bancarie del territorio, l'istituzione ha avviato un nuovo progetto volto all'aggiornamento dei contenuti espositivi e dei sistemi multimediali, di cui non si conoscono ancora i dettagli.

Anche il castello di Roddi, dopo l'acquisizione del comune nel 2001, è stato coinvolto in un importante progetto di restauro, incentrato su due lotti distinti. La prima parte, conclusa nel 2018 ha consentito di rifunzionalizzare i locali di servizio annessi al castello che ospitano il Truffle Hub, promosso dall'Ente Fiera del Tartufo Bianco d'Alba e che vede l'organizzazione di lezioni di cucina oltre a eventi di gala legati alla rassegna. Il secondo lotto di interventi, inaugurato nel 2024, ha restituito altri spazi del castello, accessibili con visite guidate, tra cui un allestimento espositivo in memoria di Giacomo Morra, uno degli storici protagonisti della Fiera.

Il castello di Perno, dopo una breve parentesi che l'ha visto trasformarsi in struttura ricettiva di lusso dopo la vendita della famiglia Einaudi, dal 2012 è stato acquistato da un esponente politico bresciano che ha improntato un nuovo progetto di rinascita del castello, inaugurato nel 2018. L'obiettivo della proprietà è quello di conservare la storia e la cultura bibliografica (Einaudi) del sito. Un progetto che coinvolge anche l'arte contemporanea, ospitando mostre e cicli di conferenze. Al di fuori delle iniziative, la struttura è visitabile su prenotazione all'interno di un percorso esclusivo combinato con una degustazione di vini prodotti dall'azienda vitivinicola della proprietà.

La struttura de La Volta, a Barolo, dopo numerosi rimaneggiamenti a seguito dei bombardamenti del 1944 è stata venduta a un'azienda vitivinicola del territorio nel 1950 e che, a partire dal 2016, sono state avviate le prime attività di consolidamento delle coperture e delle strutture murarie. L'edificio rimane comunque chiuso al pubblico e non sono previsti specifici interventi di apertura o di rifunzionalizzazione.

Infine, a Castiglione Falletto, dopo l'acquisto della quasi totalità della struttura, da parte di un'altra azienda vitivinicola locale, nel 2018, è stato avviato un importante intervento di restauro volto alla rifunzionalizzazione del complesso. Le operazioni di cantiere sono in fase conclusiva e al termine dei lavori la struttura verrà adibita alla promozione e alla vendita dei prodotti aziendali, prevedendo anche l'accesso al pubblico per la visita del castello.

5. Un nuovo scenario a difesa delle Langhe

Gli interventi più recenti che sono stati illustrati qui sopra registrano, nella maggior parte dei casi, un interesse e una programmazione intorno alla volontà di riappropriarsi del patrimonio di origine medievale e di trovare nuovi usi e funzioni per la contemporaneità. Recentemente, la dimensione politica e sociale del territorio ha registrato un radicale mutamento, infatti, a partire dagli ultimi decenni l'area delle Langhe, guidata dall'economia del vino e della cucina locale, ha fomentato il settore turistico. Gli sforzi delle istituzioni e dell'imprenditoria locale hanno generato un ampio pubblico, giungendo sino al prestigioso riconoscimento UNESCO, che ha influenzato ulteriormente l'economia locale (Degiorgis, 2018). Il territorio della Langa del Barolo, oggetto di questa trattazione, è certamente l'area maggiormente interessata da questo fenomeno che ha convogliato interessi e capitali. A differenza delle restanti aree collinari, poste anche a stretta vicinanza con la zona del Barolo, la fama del luogo ha promosso la realizzazione di eventi e iniziative culturali-imprenditoriali principalmente in campo agroalimentare, fomentando una pericolosa stagionalità dei visitatori e una lieve decrescita tra la popolazione residente (Monge, 2022). Il modello presentato rischia realmente di omologare un'offerta turistica e culturale troppo simile ad altre aree caratterizzate da una forte vocazione viticola, ponendo a margine l'unicità del patrimonio locale che si è consolidato e adattato nel corso del tempo. L'analisi storico-comparativa del patrimonio castellare in bassa Langa offre notevoli spunti per una valorizzazione, anche al grande pubblico, delineando le vicende passate del territorio e offrendo quindi una proposta unica e originale per la conoscenza e la visita di questi luoghi. Il patrimonio dei castelli può fungere realmente quale spazio deputato alla narrazione storica delle eccellenze locali. Il successo dell'enologia delle Langhe, ad esempio, trova origine in una sperimentazione avviata già nelle diverse epoche storiche; ciò testimonia quindi la storicità di questi paesaggi vitati (Panero, 2016) e una dimensione culturale che può arricchire la sola mercificazione dei prodotti.

Il processo di restauro e rifunzionalizzazione di alcuni dei complessi che sono stati analizzati afferma, in linea generale, la volontà di restituire il patrimonio alla collettività e di individuare usi e funzioni compatibili per arricchire le esigenze sociali e culturali del territorio. Fondamentale, però, risulta essere l'individuazione di una rete per questi beni, capace di attirare risorse e di presentare una strategia unica, corale e collaborativa tra i diversi attori coinvolti. L'intesa costruita tra i castelli di Barolo, Roddi e Serralunga d'Alba, con la collaborazione degli enti di promozione del territorio all'interno della Barolo & Castles Foundation, nata nel 2011 proprio con l'obiettivo di ideare una sinergia tra i diversi luoghi della cultura, mira in questa direzione ma evidenzia alcune incertezze. La presenza di soli tre siti, oltre a un quarto attore nell'area del Roero, non consente di individuare una proposta solida e competitiva, capace di unire realmente il territorio. Inoltre, la ricchezza storico-culturale rimane ancora a margine, slegata dalla proposta turistica che è stata ideata negli ultimi anni. Gli interventi di restauro più recenti, ancora in atto, mostrano una solida capacità economica, necessaria per la riqualificazione dei siti, ma appare ancora come un insieme di imprese in solitaria. L'organicità dell'offerta turistiche che è stata realizzata negli ultimi anni dall'Azienda turistica locale (ATL) deve investire realmente anche il patrimonio architettonico dei castelli mirando così a una vera destagionalizzazione delle presenze e a un pubblico più ampio tra i visitatori. Le strutture che nel corso del medioevo e di parte dell'età moderna hanno contribuito alla difesa militare e all'affermazione politica in terra di Langa ora possono offrire una visione strategica per il territorio e la 'difesa' da un turismo di sola enogastronomia, intensivo e di breve durata, che contribuisce principalmente al solo arricchimento economico e al deturpamento dei borghi storici e delle aree paesaggistiche. I dati sui flussi di visitatori ai castelli rifunzionalizzati riportano nel 2024: 55 mila visitatori al castello di Barolo, seguiti da 54 mila ingressi a Grinzane Cavour, mentre il castello di Serralunga d'Alba si attesta a 14 mila presenze e Roddi completa la classifica con soli 2 mila ingressi (primo anno di apertura al pubblico) (3). Numeri eccessivamente ridotti a

fronte della notorietà e dell'importante flusso di visitatori che annualmente risiedono anche per più giorni nelle Langhe. L'esempio internazionale della *Romantischer Rhein*, in Germania, ha saputo coinvolgere sessanta castelli individuati lungo il corso del Reno, all'interno del Rheinland-Pfalz, con un deciso impulso storico-culturale alla proposta turistica che è stata messa in atto. Una chiave di lettura unica del territorio, che valorizza le tipicità del tratto renano e che lo contraddistingue da qualunque altra area fluviale. Partendo quindi da questo esempio, con la costruzione di un dialogo tra amministrazioni pubbliche locali, privati proprietari e altri portatori d'interesse, tra cui le fondazioni bancarie da sempre sensibili e attive sul territorio, è possibile individuare una proposta di riscoperta culturale del patrimonio castellare della Langa del Barolo, mettendo a punto circuiti e itinerari che possano collegare cultura e *genius loci* in un dialogo unico e originale. Le prime ipotesi di valorizzazione del patrimonio legato ai marchesi Falletti, elaborate circa due decenni fa intorno al progetto editoriale di una guida (Galli, 2003), oggi, alla luce degli studi più recenti può aprire il dialogo verso una prospettiva più ampia, che possa stimolare la ricerca e mettere in atto nuovi progetti in dialogo tra loro per la conservazione e la valorizzazione integrata dei siti. Una proposta che unisca i castelli pubblici e privati, che identifichi e veicoli le vicende storiche comuni di questi siti e che possa stimolare azioni sinergiche nel rispetto delle funzioni e delle destinazioni già avviate in precedenza (Fig. 1).



Fig. 1- Da in alto a sinistra: Perno, Roddi, Serralunga, Barolo, Castiglione Falletto, La Volta e Grinzane Cavour (Fonti da, in alto a sinistra: Ass. Castelli Aperti, Visitez l'Italie, M. Costantini, Touring Club Italiano, A. Cavallotto, Marchesi di Barolo, Film Commission Piemonte)

6. Conclusioni

Le vicende storiche che sin dall'età medievale hanno contraddistinto i rilievi delle Langhe, a cavallo tra le dominazioni marittime, verso la Liguria, e la crescente potenza sabauda, più a nord, hanno registrato un'ingente produzione architettonica, testimoniata oggi anche dal patrimonio castellare. Le sperimentazioni enologiche promosse da Camillo Benso Cavour nel castello di Grinzane hanno contribuito fortemente allo sviluppo della coltivazione e della produzione del prodotto di eccellenza del territorio. Questi castelli, infatti, da luoghi di protezione a spazi per la sperimentazione, conservano una memoria fondamentale che testimonia il percorso e i successi delle Langhe sino ad oggi. Il Museo del vino di Barolo e il Museo delle Langhe a Grinzane, ad esempio, devono necessariamente offrire una proposta coordinata dei propri contenuti, suggerendo una soluzione complementare e più stimolante per i visitatori.

Questi castelli, inoltre, sono luoghi d'eccezione per fruire della visuale libera del territorio e ammirare uno dei paesaggi più fotografati nel Piemonte. Per loro collocazione, infatti, rappresentano gli elementi più facilmente distinguibili all'interno del territorio, ma al contempo sono quelli che rischiano di rimanere più in ombra, lasciando così spazio all'architettura delle aziende vitivinicole contemporanee, certamente più scarne di quei valori che hanno impresso la storia e la cultura delle

Langhe. Occorre dunque una proposta condivisa che, nel rispetto dei valori di queste architetture del passato, sappia promuovere e valorizzare il territorio veicolando con più attenzione la complessità culturale del paesaggio e della memoria di Langa.

Riconoscimenti

Il primo paragrafo è di Emanuele Romeo, i successivi di Fabio Ambrogio.

Note

(1) Il termine - bassa Langa – proviene dalla caratteristica altimetrica del territorio, contenuta rispetto all'Alta Langa. L'identificazione – Langa del Barolo – è stata coniata solo a seguito dello sviluppo enogastronomico e dell'attività vitivinicola dalla metà del Novecento.

(2) La carenza di fonti non consente di attribuire con certezza il possedimento di Perno alla famiglia Falletti. La cartografia territoriale del Marchesato, elaborata dagli storici, parrebbe avvalorare un probabile possedimento.

(3) Dati estrapolati dal Report 2024 edito dall'Osservatorio culturale del Piemonte.

Bibliografia

Bruno, A., Cabutto, L. & Parusso, G. (2000) *Il castello di Grinzane Cavour. Un'architettura fortificata tra le vigne di Langa*. Alba, Ordine dei cavalieri del tartufo e dei vini di Alba.

Conti, F. (1980) *I castelli del Piemonte. Vol. 3: Torino e Cuneo*. Novara, Istituto Geografico De Agostini.

Davico, M.V., Bruno, A. jr., Lusso, E., Massara G.G. & Novelli, F. (a cura di) (2010) *Atlante castellano. Strutture fortificate della Provincia di Cuneo*. Torino, Celid.

Degiorgis, G. (2018) Arte, ambiente e sviluppo turistico. I casi dei paesaggi di Langhe, Roero e Monferrato. Langhe Roero Monferrato. *Cultura materiale, società, territorio*, 14, 29-37.

Galli, P. (2003) Per una valorizzazione dei castelli dei Falletti. In: Comba, R. (a cura di) *I Falletti nelle terre di Langa tra storia e arte: XII-XVI secolo*: *Atti del convegno, Barolo, Castello Falletti, 9 novembre 2002*. Cuneo, Società per gli studi storici, archeologici ed artistici della provincia di Cuneo, pp. 149-150.

Giusti, M.A. (2004) *Restauro dei giardini. Teorie e storia*. Firenze, Alinea editrice, pp. 217-219.

Longhi, A. (2003) Le architetture fortificate dei Falletti nelle Langhe. In: Comba, R. (a cura di) *I Falletti nelle terre di Langa tra storia e arte: XII-XVI secolo*: *Atti del convegno, Barolo, Castello Falletti, 9 novembre 2002*. Cuneo, Società per gli studi storici, archeologici ed artistici della provincia di Cuneo, pp. 61-73.

Lusso, E. (2008) L'incastellamento (secoli IX-XI). In: Lusso, E. & Panero, E. (a cura di) *Langhe e Roero. Storia e trasformazioni di un paesaggio tra antichità ed età moderna*. La Morra, Associazione culturale Antonella Salvatico, p. 82.

Mattone, M. (2004) Due opere di Mesturino restauratore: Serralunga d'Alba e Santa Maria di Piazza ad Ancona. *Ananke: cultura, storia e tecniche della conservazione*, 41, 40-46.

Monge, F. (2022) Innovazione e sostenibilità nel processo di valorizzazione dei beni culturali: modelli a confronto. In: Lusso, E. & Trinchero, C. (a cura di) *Valorizzazione dei beni culturali del territorio transfrontaliero per un turismo responsabile. Dalle Alpi occidentali al sito UNESCO Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato*. La Morra, Associazione culturale Antonella Salvatico, pp. 191-199.

Ordine, N. (2013) *L'utilità dell'inutile*. Milano, La nave di Teseo.

Panero, F. (2016) Le trasformazioni della viticoltura e del paesaggio viticolo in Piemonte fra medioevo ed età contemporanea. In: Lusso, E. & Moretti, V. (a cura di) *Beni culturali e paesaggio tra Langhe, Roero e Monferrato*. La Morra, Associazione culturale Antonella Salvatico.

Romeo, E. (2020) Conservazione e valorizzazione dei sistemi fortificati ridotti allo stato di rudere in Val Tanaro (Piemonte). In: Navarro Palazón, J. & García-Pulido L.J. (a cura di) *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Vol. XI. Valencia, Editorial Universitat Politècnica de València (edUPV), pp. 985–992.

Romeo, E. (2012) Alcune riflessioni sull'utilità dell'essere "rovina" nel paesaggio. Agribusiness Paesaggio & Ambiente, XV, 1, 14-22.

Sciascia, A. (2014) Insediamenti umani in bassa Langa. Documenti su origini, storia e architetture civili e sacre (secoli XII-XVI) secolo. Langhe Roero Monferrato. *Cultura materiale, società, territorio*, 9, p. 55.

Tosco, C. (2007) *Il paesaggio come storia*. Bologna, Il Mulino.

Volpiano, M. (1998) Il castello degli ingegni perduti. Architettura, medievalismo, identità patria nella rocca dei Falletti a Barolo (1866-1875). *Bollettino storico-bibliografico subalpino*, XCVI (II), 583-613.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21519

Ancona: from fortress city to an inclusive city of the future. Military heritage as a driver for urban identity, experimentation, exploration, and regeneration

Giovanna Badaloni[a]
[a] Sapienza University of Rome, Rome, Italy, giovanna.badaloni@uniroma1.it

How to cite: Badaloni, G. (2026). Ancona: from fortress city to an inclusive city of the future. Military heritage as a driver for urban identity, experimentation, exploration, and regeneration. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21519

Abstract

An ancient, fortified city on Monte Conero, strategically positioned along the central Adriatic coast, Ancona reveals its essence through the defensive framework that has shaped it over centuries. An extensive and experimental fortification system, particularly from the 16th to the 19th century, and examined here, has profoundly influenced the urban form and identity. From a papal fortress city to a first-class stronghold of the kingdom of Italy, it achieved remarkable advancements in military and technical innovation, such as Sangallo the Younger's Cittadella and Vanvitelli's Lazzaretto. Today, this cultural heritage constitutes an invaluable open-air archive, still fragmented and undervalued, yet crucial for understanding and defining contemporary urban transformations. Through an interdisciplinary approach employing mixed methods, this study reflects on the potential of this exceptionally fortified system for the city of the future as a strategic driver of urban regeneration, experimentation and cultural reactivation. Drawing on historical knowledge and critical reading of the current condition, it examines significant case studies to reveal how these defensive works, suspended between abandonment and reuse, often overlooked by the public and scholars, still have much to offer. Beyond mere physical restoration, they have the potential to become living territorial devices capable of inspiring systemic visions and fostering inclusive heritage experiences. The recent Public Properties City Plan confirms the urgent need to overcome the fragmentation of interventions, promoting networked relationships and multi-level governance involving citizens, institutions and private stakeholders. This case contributes to a broader and timely reflection on the value of military heritage as a multifunctional infrastructure capable of reconnecting spatial, social and symbolic dimensions. In a city that has historically been a theatre of trade, exchanges, conflicts, and sieges, its ancient defensive structures can be reactivated as catalysts for peace, innovation and urban cohesion, contributing to the definition of new experiential and regenerative paradigms for European cities. Through the thoughtful design of abandoned heritage, architecture emancipates itself from the ephemeral and exhibitionist aesthetics of the contemporary age, which imposes novelty at any cost. It reveals itself as a creator of possible worlds, grounded in genuine progress that interweaves memory and future while also offering a crucial alternative to rearmament.

Keywords: adaptive reuse, fortifications, military architecture, peacebuilding.

BY-NC-SA

1. Introduction

"The Marche could not have a more fitting capital than Ancona. I mean architecturally and in every other sense, since Ancona marvellously expresses the formidable reaction of this breed of farmers to the sea and, more than a maritime city, it is a fortress, an old republican and papal fortress. A tough, fiercely proud city, built not only with vigour, but with vehemence, or rather, with contempt for force itself. Its clarity is luminosity, its prominence is resentment. Everything contributes to giving us a severe, bellicose and quixotic image of Ancona, even its coat of arms, which depicts a galloping warrior, visor lowered and Durendal raised, against an unseen enemy; a sort of Saint George without the dragon: a dark and terrible hero. In this attitude, the city that resisted Barbarossa and was not taken by Clement VII, except through deceit, seems to gallop through the centuries, raising its enormous arm, which is the Colle Guasco". Vincenzo Cardarelli (1939, p. 114, translation by the author)

In *The Sky Over the Cities*, Cardarelli offers a powerful and multi-layered portrayal of Ancona: not only a maritime outpost, but a proud, austere, and heroic stronghold. This vision is confirmed by the city's distinctive morphology, sculpted by an extensive defensive system that has shaped its landscape and identity. In this view, the military dimension is not merely an architectural matter, but also a symbolic, cultural, and social one. This study draws its inspiration from this exceptional fortified heritage, examining it as a strategic resource for territorial regeneration, design experimentation, and inclusive urban narratives.

The abandonment of buildings has become an increasing international concern today, fueling urban decay and land consumption. In Italy, however, although 21.3% of the population perceives that they live in "areas affected by evident degradation", with a rise of 2.6% in two years (Istat, 2024), only 12.9% rank "landscape ruin" among the top five environmental concerns, confirming a broader collective and media indifference to the issue (Istat, 2025). Among the abandoned assets, military sites stand out, from barracks to fortifications, which have been decommissioned since the 1980s. They constitute a vast and widespread heritage, often underutilised or neglected, despite their regenerative and economic potential (Gastaldi & Camerin, 2019; Battisti & Tucci, 2012).

Over time, the European Union and national governments have promoted initiatives to repurpose such sites. In Italy, a significant step was taken in 2007 with the Valore Paese programme, followed by Progetti a Rete – Valore Paese Italia, formalised in 2020 by the Agenzia del Demanio (Italian State Property Agency) to integrate heritage, culture, tourism, environment and soft mobility through thematic networks, including the one on Forts e Fortifications. In 2023, the Agency launched the Piano Città degli immobili pubblici (Public Properties City Plan), a modern strategic tool designed to enhance unused public buildings, overcome fragmented interventions, and foster a sustainable and participatory urban environment in collaboration with local authorities and other stakeholders (Agenzia del Demanio, 2024a; b). International scholarship has highlighted the structural challenges of these processes and their varied outcomes (Bagaeen & Clark, 2016), with reforms that at times have strengthened local authorities (Artioli, 2016) or prioritised financial motives over opportunities for regeneration (Camerin & Córdoba Hernández, 2023), while experiences of "informal placemaking" have demonstrated the positive impact of civic initiatives in reviving forgotten spaces (Camerin, 2024; Erek & Krasznahorkai, 2024).

This study employs an interdisciplinary approach and mixed methods, including literature review, archival research, photographic surveys, data analysis, inspections and mapping. It transitions from historical knowledge to a critical analysis of significant case studies up to the present. They are selected based on criteria of cultural relevance, representativeness, variety, state of conservation, accessibility, and civic engagement.

The method aligns with the UNESCO (2011) *Recommendation on the Historic Urban Landscape* (HUL), which emphasises the need to integrate memory and innovation in transformation processes. Fortifications should not be considered relics or isolated buildings; instead, they should be viewed as part of a living system, a dynamic cultural hypertext continually rewritten. Their reinterpretation paves the way for experimentation with various forms of multi-level regeneration and development that promote sustainability, social cohesion, and new experiences of urban exploration and interaction.



Fig.1- Cittadella di Ancona. Clockwise from top left: Austro-Hungarian survey of the complex, 1855 (ISCAG); view from the 1920s; the walls following restoration; interior views, including the building restored in 2007 (photo by author); post-intervention view from Colle Guasco (Regione Marche, 2024)

2. Ancona, fortress city: the defensive system between identity, memory, and innovation

Ancona's two-thousand-year history is inextricably linked to its defensive architecture. From its foundation as Ankón (from the Greek *Ἀγκών,* elbow) in 387 BC by a Doric colony exiled from Syracuse, the city was conceived as both a maritime and military stronghold in the centre of the Adriatic coast, commanding the promontory whose elbow-like shape gave it its name (Bertini, 1995). Constantly exposed to threats by land and sea, Ancona was soon equipped with a defensive wall descending from Colle Guasco to the port, intended to repel attacks from the neighbouring Gauls and Picenes. It is no coincidence that the city's coat of arms depicts an armed horseman, while Livy referred to Ancona as the 'Cardine d'Italia' (Hinge of Italy), emphasising its military and strategic significance for the peninsula (Luchetti, 1996).

In Roman times, the city consolidated its military and commercial roles through the extension of its walls and the construction of the fortified harbour financed by Trajan in AD 103 (Luchetti, 1996). The emperor was honoured by the Senate with a triumphal arch on the pier, celebrating the Italy's safest gateway, as stated in the Latin inscription.

The Renaissance inaugurated a crucial phase in the development of the defensive system. In 1532, following a political and military deception, Pope Clement VII annexed the Republic of Ancona to the Papal States, initiating its transformation into a fortress city (Mariano, 1990). The architectural response to the new military context, which had recently seen the advent of artillery, was entrusted to the renowned Antonio da Sangallo the Younger. He designed the Cittadella on Monte Astagno (Fig. 1), directing its construction from the same year.

This imposing five-bastion fortress, resistant to cannon fire, became a model of European military innovation, marking a decisive leap in both scale and architectural language. During the sixteenth century, the system was further reinforced by the Campo Trincerato (Entrenched Camp), which pushed enemies away from the city walls, along with other fortifications, in a continuous process of technological adaptation and strengthening (Mezzetti & Pugnaloni, 1984; Luchetti, 1996).

In the eighteenth century, Luigi Vanvitelli emerged as a leading figure in Ancona's urban development, designing major works such as the new pentagonal Lazzaretto (1733–1743) (Fig. 2). Built on an artificial island in the harbour to isolate goods and people in quarantine, it was also fitted with eight gunports and logistical facilities, functioning as health facility, defence work, and port warehouse. It exemplified an experimental approach to urban planning, integrating civic and military infrastructures (Mezzetti et al., 1978).



Fig.2- Lazzaretto di Ancona or Mole Vanvitelliana. Clockwise from top left: view from the 1940s, during its use as the Tobacco Warehouse (photo by Antonio Ceccato, ICCD, no. MPI6016708); current view; exhibition spaces of the Museo Tattile Statale Omero; the inner courtyard during recent works

The nineteenth century placed Ancona at the centre of European conflicts, until its definitive incorporation into the Kingdom of Italy. In 1860, Victor Emmanuel II designated it a first-class stronghold, launching an ambitious programme to expand the defensive system. Within a few years, the military corps extended the urban walls by 1.3 km and built new works, including eight forts and the Polveriera Castelfidardo, the city's largest explosives depot, with a storage capacity of 200,000 kg and capable of withstanding bombardments. The building was distinguished by refined finishes that made it stylistically superior, if not unique, among Italian powder magazines of the period (Bruschi, 2011). Overall, between the sixteenth and nineteenth centuries, Ancona was a prominent laboratory of architectural innovation, where fortifications played a crucial role in shaping the urban form and identity. These structures serve as valuable historical testimonies and tools that can foster extensive regeneration processes, blending memory with new design opportunities.

3. Ancona, suspended heritage: military legacy between renewal, uncertainty and oblivion

Ancona's fortifications are not recognisable as a coherent system today. They arise as fragmented heritage, vastly underutilised, constituted of isolated elements, spread throughout the city. They constitute an invaluable open-air archive, suspended between renewal, uncertainty, and oblivion. The works between the sixteenth and nineteenth centuries – which also wrote essential chapters of history, and inspired literature and the arts – have long been subject to alternating paths of recovery, marked by cycles of ambitious projects, pauses, and promises of valorisation. The analysis of a meaningful selection makes it possible to grasp the potential and contradictions of a city that has played a pivotal role in European culture, and which now seeks to reinvent itself from its extraordinary military legacy.

The Cittadella is the symbolic and topographical fulcrum of the system. Damaged in the 1972 earthquake, it was decommissioned and abandoned for three decades. The Marche Region acquired it in 2003, initiating a first phase of works (2005-2007), focused on the entrance area and gateway building, which has housed institutional offices since 2009.

Supported by new funding, in 2023, further interventions were launched, due to conclude in 2025, including the restoration of the sixteenth-century enceinte and two bastions, with the recovery of the complex to follow in phases, aimed at transforming it into an institutional and cultural hub (Regione Marche, 2024). For the substantial investment (about 30 mln euro), to produce lasting effects, it is urgent to establish a governance framework capable of integrating the elevated fortress into the urban fabric and a wider circuit of military architecture.



Fig.3- Campo Trincerato di Ancona or Parco della Cittadella. Pathways and equipped areas within the urban park, redeveloped in the 1970s







Fig.4- Forte Scrima. Main building, which housed a restaurant until 2020, with the inner courtyard and rooms severely damaged

A different fate befell the Campo Trincerato, a state-owned site that was redeveloped as a public park after the earthquake (Fig. 3). Since then, it has hosted the Parco della Cittadella, managed by the municipality. equipped with sports facilities, athletic pathways, and several historical and architectural points of interest, it is enclosed by imposing sixteenth-century walls and still preserves traces of its military origin, such as the Napoleonic Beato Amedeo powder magazine and the sunken walkways. Over time, however, it has suffered from intermittent services and limited access, including the closure of the kiosk-bar in 2021 and the internal gate that, in the 1970s, briefly linked it to the fortress.

Its recent inclusion in the Piano Città degli immobili pubblici di Ancona – signed in 2025 by the Agenzia del Demanio, Municipality, Region, Ministry of Finance, Central Adriatic Port Authority and the Marche Polytechnic University – marks the beginning of a new phase, oriented towards the coordinated reuse of the first eleven public properties selected, some of which are military sites. However, eight of them, including the park, are still awaiting a project (Agenzia del Demanio, 2024b; 2025). The effectiveness of Piano Città will depend on its capacity to generate stable physical and programmatic connections by achieving a shared vision and coordinating the implementation of interventions.

A promising recovery has been underway at the Lazzaretto, now better known as the Mole Vanvitelliana. Initially conceived as a health and defensive facility, it later served as a military hospital, a sugar refinery, an army depot, and, since 1946, as the headquarters of the Magazzino dei Tabacchi Greggi (Raw Tobacco Warehouse). Restored to municipal ownership, its gradual rehabilitation began in 1990 through several phases, with the aim of transforming it into a vibrant cultural hub.

Today, it hosts a wide range of events, many of which have national relevance, and since 2012, it has housed, in one of its wings, the Museo Tattile Statale Omero, the world's first tactile state museum (Bresci & Pecori, 2012). Current works, financed with over 3 mn euro, aim to improve accessibility, safety, and usability by 2026 (Comune di Ancona, 2024). However, the challenge remains to strengthen its connection with the historic city and other fortifications, thereby enhancing the urban impact of this flagship of both the port and the Marche Region.

Among the nineteenth-century works are cases of notable interest, with differentiated trajectories. One example is Forte Altavilla (1863–1866), situated on the edge of the urban area. Municipal property since its decommissioning in the 1980s, it hosts a public park with equipped areas for families, playgrounds, and walking routes through the moat and behind the Carnot wall. It retains distinctive elements such as almond trees, a reminder of its agricultural use during the military phase (Comune di Ancona, 2023).

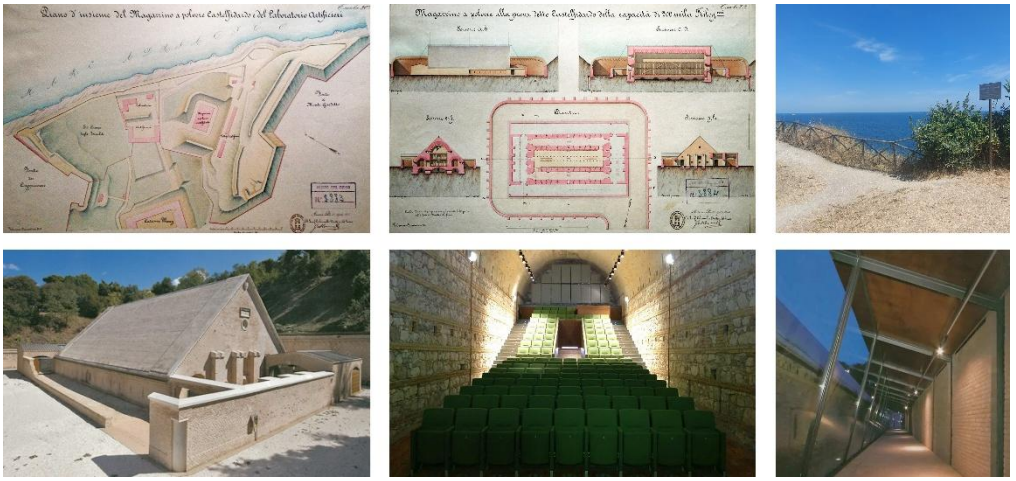


Fig.5- Polveriera Castelfidardo in Parco del Cardeto. Top: military site plan and powder magazine survey, 1868 (ISCAG); view from the nearby "Cantarini" Belvedere (photo by author). Bottom: the building after restoration in 2015, with auditorium and external steel and glass structure (Studio Acale)

Access to the interiors, however, is restricted to occasional events, which limits the site's attractiveness, public knowledge, and enjoyment, as well as its socio-educational potential.

Forte Umberto (1861–1863), renamed Garibaldi since 1946, rises on Monte Pelago, formerly the site of a pontifical lunette. With its imposing pentagonal plan, surrounded by a moat and equipped with a counterscarp gallery, it was heavily damaged during the World War II, but remained in use by the Navy until the 1980s. Today, state-owned, it has been included in the Piano Città yet remains inaccessible to the public and fragmented between public and private uses, still lacking a shared project that could reduce its isolation, return it to the community, and insert it into a coherent network for the valorisation of the fortified system (Agenzia del Demanio, 2025).

Forte Scrima (1861–1863), built on a panoramic hill overlooking the Gulf of Ancona, is the largest urban fort (Fig. 4). Its massive four-bastion structure – originally surrounded by a wide moat, later infilled – contained thirteen casemates for troops and artillery (Bruschi, 2011). Privately owned, it underwent significant alterations after the war and was adapted for different uses. In recent decades, it hosted a well-known restaurant, from which it was popularly renamed 'Forte dei Pirati'. Then, it closed in 2020 due to the pandemic and never reopened. Following lengthy negotiations, it was sold in 2025. Today, it remains abandoned, while the recent sale raises questions about its future and the absence of shared tools for protection and reuse.

The Polveriera Castelfidardo (1864-1866), within the Parco del Cardeto (Fig. 5), embodies the Italian contradictions in heritage enhancement, notably the issue of cyclical abandonment, which also affects the nearby Museo della Città. This museum, opened in 2000 by reusing a medieval hospital and an ancient fish market, underwent an expansion in 2018 but has been closed since 2020 (Bomba, 2024). It was an essential stop for rediscovering the fortifications and artefacts such as Paciotto's model of the Cittadella and Vanvitelli's paintings of the Lazzaretto.

Instead, the Polveriera, owned by the Municipality, was restored between 2005 and 2015 with nearly 3 mn euro, as a multipurpose centre featuring an auditorium in the central block, exhibition spaces in the lateral galleries, and an outdoor events area (Giovannini, 2014). The 2020 pandemic led to it falling into neglect again. In 2024, new funds and protocols were announced to redevelop the park, a former nineteenth-century military settlement, but its reactivation has yet to materialise. Its exclusion from Piano Città – unlike the Caserma Stamura and Casermaggio at the Cardeto area – now casts doubt on its prospects (Maccarone, 2024; Agenzia del Demanio, 2025).

Within this framework, bottom-up initiatives play a crucial role. Associations such as I Sedici Forti di Ancona and Ancona Sotterranea promote guided

tours and events dedicated to fortifications and underground routes, enhancing collective knowledge and care of these assets. The digital platform Ankon Heritage, developed by enthusiasts and launched in 2025, integrates historical maps and interactive points of interest, strengthening the bond between citizens and heritage while supporting planning processes (Comune di Ancona, 2025). These experiences complement institutional tools, demonstrating that civic participation is decisive in transforming an exceptional, yet fragile and endangered, resource into a living cultural infrastructure. Nevertheless, current efforts to revitalise the military heritage are situated within the context of the ReArm Europe Plan/Readiness 2030, the 800 bn euro European rearmament programme approved in 2025. For Italy, the estimated expenditure – 700 bn euro by 2035, 5% of GDP – would drastically reduce resources for urban and social policies (Viesti, 2025). Therefore, the reconversion of decommissioned sites should not be seen as an option, but as a political choice of primary importance: transforming structures conceived for war into devices that foster peace, through the reactivation of spaces that promote social inclusion, cooperation, and cohesion, a future grounded in genuine progress. Not one that would drag the world back by four decades.

4. Conclusions

4.1. Ancona, city of the future: reinventing military heritage for urban renaissance

The analysis of Ancona's fortifications highlights a heritage of exceptional value, yet still marked by fragmentation, project discontinuities, and uncertainties in governance. The examined cases reveal differentiated trajectories, ranging from the revival of the Lazzaretto to the ongoing recovery of the Cittadella, and up to the contradictions surrounding the nineteenth-century forts. They reflect a broader difficulty in the Italian context: the absence of integrated strategies that can combine institutional resources, civic initiatives, and new forms of partnership.

Overcoming this criticality requires a systemic vision and a long-term strategy. Interpreting the defensive architectures as nodes of a living urban network makes it possible to restore coherence to an ensemble perceived as fragmented, by enhancing its historical, spatial, and symbolic relations. A coordinated project, involving the entire fortified system, would facilitate access to funding, reduce delays and overlaps, and increase the effectiveness of interventions. From this perspective, educational, exploratory, and participatory experiences play a crucial role. Thematic routes, workshops, educational activities, and interactive digital tools can expand knowledge, encourage the social use of spaces, and strengthen a sense of community belonging.

Military heritage is not only a material testimony but also an active device of urban renewal. Adaptive reuse, respectful of original features and open to new functions, can transform conflict-ridden places into spaces of coexistence. Citizen participation, together with cooperation between public and private actors, becomes an enabling condition for this transition, aligning with European strategies for the regeneration of brownfield sites and UNESCO's HUL paradigm.

Ultimately, the challenge goes beyond the preservation of buildings: it lies in the ability to reinvent the city through its memory. Reinterpreted as a cultural hypertext, Ancona's fortifications can activate processes of social and territorial innovation, restoring to the city that experimental character once defined its history (but seems to have been forgotten along with them). In today's context, marked by division, reimagining sites conceived for war as works committed to defending peace, cooperation, human creativity and well-being mean reconciling memory and future, architecture and politics, in full respect of articles 9 and 11 of the Italian Constitution. It means conceiving architectural design as a project of genuine progress – the concrete alternative to rearmament, but the one that has yet to be fully acknowledged.

References

Agenzia del Demanio (2024a) L'Italia e i suoi beni. Rapporto 2024, avaliable at: https://www.agenziademanio.it/export/sites/demanio/download/schedeapprofondimento/RAPPORTO_COMPLETO_WEB_8lug.pdf

Agenzia del Demanio (2024b) *Piano Città degli immobili* pubblici, available at: https://www.agenziademanio.it/export/sites/demanio/download/schedeapprofondimento/04_PIANICITTA.pdf.

Agenzia del Demanio (2025) *Piano Città degli immobili* pubblici di Ancona, available at: https://gisportal.agenziademanio.it/portal/apps/storymaps/stories/ec32b6da7b6e4b3fb8770ad6c4718d83.
Artioli, F. (2016) When administrative reforms produce territorial differentiation. How market-oriented policies transform military brownfield reconversion in France (1989–2012). *Environment and Planning C*: Politics and Space, 34(8), 1759-1775.
Bagaeen, S. & Clark, C. (eds.) (2016) *Sustainable Regeneration of Former Military Sites*. London, Routledge.
Battisti, A. & Tucci, F. (2012) Valorizzazione del patrimonio pubblico come occasione di retrofitting energetico ambientale. techne, 3, 344-346.
Bertini, F. (ed.) (1995) *Storia delle Marche*. Bologna, Poligrafici Editoriale.
Bomba, A. (2024) Che fine farà il 'Museo Città di Ancona'?. AnconaToday, 30 September, avaible at https://www.ilrestodelcarlino.it/ancona/cronaca/museo-civico-futuro-incerto-troppi-soldi-per-riaprirlo-cf8da8cf
Bresci, P. P. & Pecori, L. (2012) Il restauro della Mole Vanvitelliana di Ancona. RCI riscaldamento climatizzazione idronica, 4, pp. 28-36.
Bruschi, C. (2011) *Giuseppe Morando artefice del sistema difensivo di Ancona Piazzaforte Militare 1860-1868*. Ancona, Libreria Canonici.
Camerin, F. (2024) Former military barracks as places for informal placemaking in Italy. An inventory for new insights. *Journal of Urbanism*, 17(2), pp. 190-213.
Camerin, F. & Córdoba Hernández, R. (2023) What factors guide the recent Spanish model for the disposal of military land in the neoliberal era? Land Use Policy, 134, 1-12.
Cardarelli, V. (1939) *Il cielo sulle città*. Milano, Bompiani.
Comune di Ancona (2023) Forte Altavilla, available at: https://www.comuneancona.it/forte-altavilla/
Comune di Ancona (2024) Interventi di completamento e valorizzazione della Mole Vanvitelliana, available at: https://www.comuneancona.it/interventi-di-completamento-e-valorizzazione-mole-vanvitelliana/.
Comune di Ancona (2025) Ankon Heritage, la storia della città in un sito, available at: https://www.comuneancona.it/ankon-heritage-la-storia-della-citta-in-un-sito/.
Erek, A. & Krasznahorkai, K. (2024) Informal placemaking: social activism and practices of art and culture. *Journal of Urbanism*, 17(2), 165-168.
Gastaldi, F. & Camerin, F. (2019) *Aree militari dismesse e rigenerazione urbana. Potenzialità di valorizzazione del territorio, innovazioni legislative e di processo*. Siracusa, LetteraVentidue.
Giovannini, A. (2014) Il restauro della Polveriera Castelfidardo in Ancona: un caso di recupero di una fortificazione risorgimentale. In: Mariano, F. (ed.) *Castella Marchiae*, 14, 74-91.
Istat (2024) Rapporto Bes 2023. Il benessere equo e sostenibile in Italia. Roma, Istat, available at: https://www.istat.it/it/files/2024/04/Bes-2023-Ebook.pdf.
Istat (2025) Forte preoccupazione per il clima e grande attenzione allo spreco di acqua e di energia. Statistiche Today, 26 February, available at: https://www.istat.it/wp-content/uploads/2025/02/TODAY_COMPORTAMENTI_AMBIENTALI.pdf.
Luchetti, G. (1996) *Ancona città fortificata*. Ancona, Libreria Fogola.
Maccarone, A. (2024) Cardeto, protocollo per il restyling: via libera del Comune, si firma l'accordo. Corriere Adriatico, 5 Luglio 2024, available at: https://www.corriereadriatico.it/ancona/ancona_cardeto_protocollo_restyling_via_libera_comune_si_firma_accordo-8221732.html.
Mariano, F. (1990) *Architettura militare del Cinquecento in Ancona*. Urbino, Edizioni Quattroventi.
Mezzetti, C., Bucciarelli, G. & Pugnaloni, F. (1978) *Il Lazzaretto di Ancona. Un'opera dimenticata*. Ancona: Industrie Grafiche F.lli Anniballi.
Mezzetti, C. & Pugnaloni, F. (1984) *Dell'architettura militare: l'epoca dei Sangallo e la Cittadella di Ancona*. Falconara Marittima, Edizioni Errebi.
Regione Marche (2024) Presentazione proposta progettuale. Rocca della Cittadella di Ancona. Intervento di restauro e miglioramento sismico. II lotto edificio B-B1. [Allegato]. In: Regione Marche, Deliberazione della Giunta Regionale n. 527 del 08/04/2024.
UNESCO (2011) Recommendation on the Historic Urban Landscape, available at: https://whc.unesco.org/document/160163.
Viesti, G. (2025) Spese NATO, così lo stato sociale sarà distrutto. Il Fatto Quotidiano, 27 Giugno 2025.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21520

The Night of Fortresses: A transnational model for sustainable and inclusive cultural heritage management

Gorana Barišić Bačelić[a], Đurđa Vrljević Šarić[a]
[a] Public Cultural Institution Fortress of Culture Šibenik, Šibenik, Croatia, gorana@tvrdjava-kulture.hr, djurdja@tvrdjava-kulture.hr

How to cite: Barišić Bačelić, G. & Vrljević Šarić, Đ. (2026). The Night of Fortresses: A transnational model for sustainable and inclusive cultural heritage management. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21520

Abstract

The Night of Fortresses (NOF) is an international cultural initiative and event launched in 2022 by the Fortress of Culture Šibenik, Croatia, to enhance the cultural offer and participation at fortified heritage sites across Europe. It emerged in response to the underutilization of fortification heritage and the need for greater collaboration among cultural heritage stakeholders. NOF promotes fortified sites as platforms for cultural engagement, environmental awareness and sustainable development. From 2025, the event adopts the slogan NOF Goes Green, emphasizing the need for sustainable practices and inclusive programming. Through shared visual identity and synchronized implementation, the initiative also enables transnational learning and support network for capacity building in sustainable heritage management. The originality of NOF lies in its dual function as both a public cultural event and a strategic framework for professional development and systemic transformation in the cultural heritage sector. The initiative and the event address a critical gap in cultural policy: the perception of heritage as a barrier to climate action. NOF challenges this notion by positioning historic sites as active contributors to the European Green Deal and the UN Sustainable Development Goals at the same time aligning the strategy with the New European Bauhaus values of sustainability, aesthetics, and inclusion. By fostering knowledge transfer, operational innovation and strategic cooperation, the initiative further works on the solutions how to equip heritage managers with tools to implement eco-friendly practices, promote circular economy models and enhance climate change resilience at cultural sites. By engaging diverse audiences, including vulnerable groups, and encouraging local innovation tailored to community needs, NOF contributes to building resilient cultural ecosystems and ultimately redefines the role of heritage sites from passive cultural relics to active, inclusive, and sustainable community assets.

Keywords: cultural heritage management, sustainable development, fortified heritage sites, transnational cooperation.

1. Introduction

This paper analyses the development and multiplicity of the Night of Fortresses (NOF) event and explains it in the context of European development policies, its impact on the

BY-NC-SA

communities involved, and the challenges and opportunities for capacity building and innovation in cultural heritage management through professional exchange, as well as the perceptual transformation of fortresses from static monuments to living shared spaces. Key challenges and possible directions for further development are identified, including financial sustainability, political support and international coordination.

The Night of Fortresses represents the first cultural-tourism event launched in 2022 in the cross-border area of Croatia, Bosnia and Herzegovina and Montenegro as part of the FORTITUDE (1) project (Historic Fortresses Intensifying Cross-Border Tourism Development, Interreg IPA CBC Croatia – Bosnia and Herzegovina - Montenegro 2014-2020). The event was initiated by cultural institution Fortress of Culture Šibenik, which still coordinates it at the European level.

The inaugural edition of the NOF initiative brought together over forty cultural heritage sites across three cross-border countries, encompassing both coastal and continental, as well as urban and rural contexts. These sites included fortresses, castles, museums, galleries, and fortified cities, which were collectively promoted as cultural and touristic attractions. This endeavor marked the beginning of a coordinated cultural network and the joint positioning of these sites within the framework of sustainable cultural tourism development.

The principal organizers and promoters of the 2022 event were the partners of the FORTITUDE project: the Fortress of Culture Šibenik, the City of Karlovac, the City of Banja Luka, and the Municipality of Bar. According to project data, during its first edition the four lead organizers recorded more than 6,500 visitors to their events, while it is estimated that over 30,000 individuals in total visited all forty participating locations across the program area. In recognition of its outstanding contribution to the promotion of cultural tourism, the Fortress of Culture Šibenik—as the leading project partner and primary organizer—was awarded the Silver Plaque of the Croatian National Tourist Board in the category Event of the Year for 2022.

Since its inception in 2022, the Night of Fortresses has been organized annually with the aim of promoting cultural heritage through a diverse range of programs. These include educational workshops, guided tours, exhibitions, concerts, lectures, theatrical performances, themed and costumed tours, historical reenactments, film screenings, and ecological initiatives. The event is traditionally held on the second weekend of May, thereby serving both as a celebration of heritage and as an introduction to the forthcoming tourist season. Importantly, the program unfolds simultaneously across all participating locations, supported by a coordinated promotional campaign implemented through the official website, social media platforms of participating institutions, and traditional media outlets.

NOF is conceived as a public, inclusive, and free event, granting each partner institution the autonomy to design program content tailored to local communities and specific target groups. Activities are scheduled during the day, evening, and night, with some locations extending the event into a two-day program.

In the four years since its establishment, NOF has developed from a regional initiative into a transnational cultural network. By 2025, it encompasses seventy-five locations and organizers from ten countries, including Croatia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, Slovenia, Serbia, Czech Republic, Romania, and Italy, extending further to Ukraine and Lithuania.

2. Background and context

The Night of Fortresses serves a dual purpose: on the one hand, as a public cultural event, it activates heritage sites and engages diverse audiences; on the other, as a strategic instrument, it fosters international cooperation while advancing the professionalization, networking, and education of cultural practitioners.

Fortification heritage constitutes an indispensable element of the cultural identity of the communities in which it is situated. Owing to its historical value, strategic position, and symbolic importance, this heritage has the potential to significantly influence sustainable urban and rural development across multiple domains.

Consequently, the challenges and opportunities associated with contemporary heritage management are increasingly examined through social, cultural, economic, and environmental dimensions (Tišma, Uzelac, & Franić, 2023).

Cultural heritage, together with the processes and activities it sustains, should actively contribute to the green transition and climate neutrality, thereby aligning with broader sustainability goals. However, stakeholders engaged in the cultural and heritage sectors—including local policymakers, conservation specialists, architects, site managers, public procurement officers, technical personnel, programmers and producers, event organizers, cultural NGOs, interest groups, and related actors—often lack a systematic and structured framework for acquiring practical knowledge on issues essential to strengthening the role of culture in sustainable development.



Fig. 1- Night of Fortresses children's program (PCI Fortress of Culture Šibenik, 2025)

Local and regional initiatives, frequently oriented toward fostering sustainability within the cultural and heritage tourism sector, have the potential to inspire and mobilize communities while serving as valuable examples of good practice. Nevertheless, to achieve a broader transformation in stakeholder perceptions, a long-term, strategically framed, and cross-border approach is required. Although Europe's rich fortification heritage—including castles, bastions, and defensive systems—has shaped landscapes and community identities for centuries, many of these sites remain underutilized within contemporary cultural practices.

The temporal context of the event's initiation is of particular significance. Since 2020, the development of cultural tourism has been further challenged by complex management issues, most notably the urgent need to strengthen the sector's resilience. On the one hand, the cultural tourism sector has had to address the profound impacts of the COVID-19 pandemic, while on the other, it has been increasingly confronted with environmental and climate-related challenges (Program Document Interreg VI-A IPA Croatia – Bosnia and Herzegovina – Montenegro, 2025). Established heritage sites located along the coast and in larger, tourism-oriented communities are predominantly shaped by seasonal visitor flows, while sites situated in continental areas and in less developed regions remain in need of valorization. Although these represent two contrasting realities, both face significant challenges related to sustainability. Within the framework of sustainable cultural tourism, the common problems of the regional heritage sector are evident in the persistent lack of funding for infrastructure development, equipment, program innovation, and service enhancement, as well as in the insufficient investment in human capacity building for effective management.

Such structural constraints significantly hinder the sector's capacity to maintain balance among the three core dimensions of sustainable development - commonly referred to as the 3P's (people, planet, profit).

2.1. Policy framework

The European Commission has emphasized the need for a holistic approach to cultural heritage—encompassing its social, economic, and environmental dimensions—since as early as 2014 (EC, 2014). Building on this foundation, the European Year of Cultural Heritage in 2018 further underscored the role of cultural heritage as a cornerstone of cultural diversity and intercultural dialogue, as well as a resource for strengthening both society and the economy, and a vital instrument for fostering international cooperation (EC, 2018). This paradigm shift redirected attention from a narrow focus on formal responsibilities in heritage management toward the outcomes and impacts of interventions, while simultaneously highlighting the potential for synergistic effects across multiple policy domains.

In the regional context in which the Night of Fortresses (NOF) was initiated—Croatia, Bosnia and Herzegovina, and Montenegro—the proposed model of cooperation for the establishment and maintenance of a cross-border cultural event has demonstrated considerable value. This region is characterized by a wealth of cultural assets and heritage sites that represent an integral component of the cultural tourism offer. The common features of this heritage derive not

only from a shared and interwoven history but also from similar contemporary management challenges. Existing management practices, in particular, have resulted in the limited integration of heritage sites into the everyday life of local communities, insufficient capacities for citizen participation, and lack of innovative initiatives.

The imperative to align heritage management with the goals of sustainable development encompassing green practices, inclusiveness, and education, is particularly pronounced. Within this framework, the launch of NOF constitutes a strategic response to multiple management challenges: it activates heritage sites through cultural programming, fosters cross-border cooperation, and advances sustainability as a guiding principle.

With the beginning of the European Union's 2021–2027 programming period, policymakers across the EU identified cultural heritage as a potential obstacle to achieving the objectives of the European Green Deal, specifically the target of net-zero carbon emissions by 2050. Nevertheless, when managed in an informed and strategic manner, heritage sites can become part of the solution, contributing actively to the promotion of green concepts, technologies, and sustainable lifestyles. This perspective is underscored in the report Strengthening the Resilience of Cultural Heritage to Climate Change, published in 2022 by the European Commission's Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. The report highlights that, although knowledge on the sustainable management of heritage resources is advancing rapidly, both policymakers and practitioners - including those engaged in the use, maintenance, and conservation of heritage sites - require improved access to such knowledge (EC, 2022).

This is precisely what the NOF initiative offers: beginning with the establishment of a network that facilitates the continuous exchange of knowledge, it extends to the organization of cross-border educational workshops designed to build the capacities of cultural tourism stakeholders and to encourage the adoption of green concepts and standards within a shared transnational cultural tourism framework. The overarching aim is to strengthen stakeholders' abilities in sustainable, resource-efficient management and the adaptive reuse of cultural assets and sites. Through the application of a cross-border model, the identified target groups gain access to a broader network of stakeholders, thereby enabling enhanced knowledge exchange. This process is expected to accelerate the green transition of the cultural tourism ecosystem and reinforce the overall sustainability of the cultural sector.



Fig. 2- Night of Fortresses 2025 in numbers (PCI Fortress of Culture Šibenik, 2025)

The main identified challenges that the Night of Fortresses initiative aims to address are:

- insufficient diversification of the offer, poor sustainability and inclusion of cultural assets in the cultural-tourist circle
- lack of initiatives to establish permanent cross-border cooperation, networking and knowledge exchange among stakeholders
- lack of knowledge about sustainable development in the cultural tourism sector
- lack of initiatives that support and promote the adoption of green concepts and standards in cross-border cultural tourism;

- lack of services and products that target specific social groups such as the elderly, young people or people with disabilities and support social innovation in the development of community-based models.

Launching a cross-border cultural tourism event in the region was a novel approach that required continuous cooperation between the organizers/partners involved. The partners also signed a memorandum formalizing the post-project cooperation in organizing a joint event and committed to encouraging other stakeholders to join the Night of Fortresses, highlighting the potential for stronger regional cooperation for the sustainable development of cultural tourism (2).

2.2. Spreading good practice

The Fortress of Culture Šibenik has played a central role in the initiation, expansion, and development of the Night of Fortresses event. Established with the mission of managing the revitalized fortification system of the city, the institution is dedicated to the sustainable management and preservation of cultural heritage: three revitalized fortresses in Šibenik - St. Michael's Fortress, Barone Fortress, St. John's Fortress, as well as the House of Arts Arsen – mixed art venue, and the Croatian Coral Centre on the island of Zlarin. The Fortress of Culture promotes Croatian and European culture through a contemporary approach to the sustainable management of cultural sites, program production, heritage research and interpretation, community engagement, and education.

Within a single decade, the institution has successfully transformed five landmarks—sites that until 2014 were largely undervalued and lacked a public function—into central spaces of urban regeneration and cultural activity. As a result, the Fortress of Culture has emerged as a nationally and internationally relevant actor within the cultural and creative industries. Today, the designated heritage sites and venues function as dynamic cultural hubs that foster local development, positioning Šibenik as a vibrant urban environment attractive not only to local and international visitors but also to entrepreneurs and investors. By integrating cultural heritage preservation, economic stimulation, social engagement and sustainability, the institution supports and advances the city's development strategy (Van Rompay & Le Gall, 2021). The management model of the Fortress of Culture Šibenik is widely acknowledged for its role in transforming the local environment into a dynamic cultural hub. Owing to this success, the institution has received multiple national and European awards and has been recognized as an example of European good practice in the field of cultural heritage management (3).

Sustainability is embedded in the daily operations of the Fortress of Culture Šibenik. This is reflected in its contribution to the local economy through visitor attraction and support for local businesses, as well as in the encouragement of community participation via initiatives such as the Friends Club loyalty program, which engages residents in cultural activities and decision-making processes. The institution also undertakes concrete projects and events aimed at raising awareness of environmental protection. Collectively, its activities attract nearly 200,000 visitors annually across the five cultural infrastructures under its management, while generating more than 550 diverse cultural events designed for audiences of all generations.

By simultaneously promoting environmental sustainability, economic vitality, and social inclusion, the institution creates multifaceted impacts that benefit both the community and the environment, while also contributing to broader audience participation.

These outcomes are further evident in a variety of educational programs, continuous investment in staff development, and initiatives dedicated to educating citizens and cultural stakeholders at both local and regional levels. At the European level, the institution actively engages in research, knowledge exchange, and collaborative networks within the cultural and heritage sectors (URBACT, 2024).

It is through this wide-ranging activity and collaborative approach that the NOF has expanded both strategically and organically to encompass locations in other countries where the institution has established partnerships - specifically Romania, the Czech Republic, Slovenia, Serbia, Italy, Lithuania, and Ukraine. In this way, the initiative builds upon and leverages previous projects and experiences, thereby consolidating a sustainable and holistic model of cultural heritage management.

2.3. Goes green initiative

Beginning in 2025, the Night of Fortresses operates under the slogan Goes Green, thereby positioning the initiative as a platform for advancing sustainability and inclusiveness within the cultural sector. In doing so, the event transcends the scope of an international cultural manifestation and assumes the role of an instrument for the systematic transformation of the sector. Specifically, it promotes the adoption of green practices, fosters the inclusion of vulnerable groups, supports the development of local partnerships, and strengthens the capacities of heritage site managers.

The green orientation of the Night of Fortresses is further reinforced through its integration into two European territorial cooperation projects coordinated by the Fortress of Culture Šibenik in 2025: GIFTSnet (4) (Network for Green and Inclusive Fortified Tourism Solutions, Interreg IPA CBC Croatia–Bosnia and Herzegovina–Montenegro 2021–2027) and FORTIC (5) (From Remains of the War to the Architecture of Peace in the Cross-Border Area of Italy–Croatia, Interreg Italy–Croatia 2021–2027).

The Night of Fortresses provides an opportunity for cultural sites to demonstrate with a common voice how cultural heritage can be a relevant social pillar in creating a more resilient shared environment. Mutual empowerment of involved cultural heritage managers in the development and implementation of sustainability policies in the daily management of cultural sites and assets, the adoption and public promotion of green concepts and standards in cultural tourism through a cross-border cultural event directly raises the awareness of the public and visitors about sustainability and environmental issues.

By leading through example, and with the aim of enabling partners and organizers to adapt the programming and implementation of the Night of Fortresses into an environmentally conscious and inclusive cultural tourism event, the Fortress of Culture Šibenik initiated in 2024 a cycle of educational workshops delivered by external experts.

These workshops were designed to strengthen the human capacities of cultural heritage site managers in the areas of sustainable management, interpretation, programming, and the logistical organization of events.



Fig. 3- Night of Fortresses on St. Michael's Fortress (PCI Fortress of Culture Šibenik, 2025)

In 2025, the institution further advanced this process by establishing a formal network of Night of Fortresses organizers, who also represent the primary target group of the aforementioned tailor-made workshops. A key outcome of this joint educational and cooperative effort is the development of the official NOF Goes Green Guidelines, which have been made publicly accessible on the event's website. The Goes Green initiative seeks to direct the Night of Fortresses towards the long-term promotion of sustainability and environmentally responsible practices, encouraging - and in part obligating - participants to design their programs in accordance with the principles of sustainable development. Recommended activities include, for example, workshops on recycling and reuse (upcycling), exhibitions of artworks created from recycled materials, the production of recycled souvenirs, screenings of films and lectures on environmental protection, ecological clean-up actions in the immediate vicinity of heritage sites, initiatives encouraging visitors to reduce their carbon footprint by walking, and the exchange of recyclable waste for event tickets. The overarching objective is for the entire program to function as a zero-waste and plastic-free event.

This approach demonstrates that cultural sites and assets can contribute to sustainable development not only in economic, social, and touristic terms but also by acting as relevant stakeholders in the creation of a more resilient and environmentally conscious society. By empowering heritage managers to formulate and implement sustainability policies in their everyday management practices, the initiative directly strengthens the long-term sustainability of the cultural sector. The adoption of green standards is promoted in two complementary directions—internally within the network and externally to the

wider public - with the dual aim of enhancing managerial capacities and raising awareness among visitors and local communities on issues related to sustainability and the green transition.

2.4. Common visual identity and implementation

In order to coordinate activities as efficiently as possible, the Fortress of Culture Šibenik has appointed a Chief Coordinator of the Night of Fortresses (an employee of the institution) whose task is continuous and timely communication and informing all organizers about the program application deadlines, the Guidelines for the organization of NOF Goes Green and the common visual identity, coordinating partner media campaigns, monitoring and advising participants with the aim of ensuring the correct use of the visual identity, processing received program applications and reporting on the results of the event. In 2025, the Fortress of Culture Šibenik, as part of the FORTIC project, commissioned the development Night of Fortresses Branding Strategy. The goals of the strategy are to strongly support the expansion of the event, confirm and develop the existing common visual identity through the creation of communication messages, defining the communication target groups and the action plan until 2030. The key elements of the strategy are:

- Slogan: Night of Fortresses Goes Green – Step by Step, Event by Event
- Brand values (G.R.E.E.N.): Growth, Resilience, Ecology, Engagement, Nature & Culture
- Archetypal approach: Creator (B2B), Magician (B2C), Caregiver (long term)
- Visual identity: stylized fortress under the moon and green element for sustainability
- Target groups: tourists (SINKs, DINKs, families), partners, media, educational institutions, local communities
- Communication channels: web, social networks, YouTube, PR, offline advertising, podcasts
- Messages: Old Strongholds, Fresh Experiences, Greener Choices - a combination of heritage, innovation and ecology.

The Action Plan for Development by 2030 emphasizes regular internal stakeholder coordination, informing the local and business public, monitoring attendance and market research, developing content and promoting events, and involving communities and partners as much as possible in creating sustainable activities as the main areas of action. The implementation of the strategy will enable the creation of a recognizable, sustainable and inclusive cultural brand that connects historical sites with the future - through education, creativity and environmental responsibility.

3. Conclusions

The Night of Fortresses event is proving to be a valuable model of sustainable cultural heritage management and cultural and tourism networking at the European level. In just a few years, it has grown from a regional initiative into a transnational network that unites more than 70 sites from 10 countries, thus confirming the potential of fortification heritage as a driver of social, economic and ecological transformations.

Through a two-pronged approach – activation of heritage sites and building professional capacities – NOF contributes to greater visibility, attractiveness and sustainability of fortification heritage. The Goes Green initiative further strengthens its strategic importance as it promotes environmental responsibility, inclusiveness and social innovation, linking heritage with the goals of European green policies and sustainable development.

The identified challenges – financial sustainability, political support and long-term international coordination – remain key prerequisites for the further growth and consolidation of the network. However, the established cooperation models, formalized mechanisms and strategic branding framework indicate that NOF has the potential to develop into a recognizable European cultural brand that transforms heritage from a static monument into a dynamic and sustainable common space.

Thus, the Night of the Fortresses becomes an example of good practice in connecting cultural heritage, tourism and sustainable development and an important instrument of European cultural cooperation and green transition.

Notes

(1) More information about the FORTITUDE project is available at https://interreg-hr-ba-me.eu/2014/project/fortitude/ (Accessed: 11 August 2025).

(2) As part of the FORTITUDE project, the creation of a unique website of the Night of Fortresses - www.nightoffortesses.org - was financed. The website is continuously updated.

(3) In 2020, the Fortress of Culture Šibenik was included in the Catalogue of European Good Practices with a focus on the adaptation and reuse of cultural monuments, participatory management and the quality of interventions, as part of the Cultural Heritage in Action program launched by the European Commission. In 2024, it received the URBACT Good Practice designation, as part of the URBACT international cooperation program, which aims to achieve integrated sustainable urban development of cities through the exchange of practices.

(4) More information about the GIFTSnet project is available at https://interreg-hr-ba-me.eu/project/project-library/giftsnet/ (Accessed: 11 August 2025).

(5) More information about the FORTIC project is available at https://www.italy-croatia.eu/web/fortic (Accessed: 11 August 2025).

References

Bienkowski P. & McGowan H. (2025) *Leadership of Inclusive and Sustainable Cultural Organisations*. Oxon/New York, Routledge.

Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Towards an integrated approach to cultural heritage for Europe. COM (2014)477, available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014DC0477 (Accessed: 1 August 2025).

European Commission: Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, *Strengthening cultural heritage resilience for climate change – Where the European Green Deal meets cultural heritage*. Publications Office of the European Union, 2022, available at: https://data.europa.eu/doi/10.2766/44688 (Accessed: 7 August 2025).

Green-Sustain Guidelines for Night of Fortresses Goes Green (2025), available at: https://nightoffortresses.org/wp-content/uploads/2025/03/Guidlines-Night-of-Fortresses-Goes-Green__prilog-za-httpsnightoffortresses.orgnight-of-fortresses-goes-green.pdf (Accessed: 11 August 2025).

Interreg VI-A IPA Programme Croatia – Bosnia and Herzegovina – Montenegro – Version 3.0 May 2025 (2025), available at: https://interreg-hr-ba-me.eu/wp-content/uploads/2025/05/INTERREG-VI-A-IPA-CBC-Croatia-Bosnia-and-Herzegovina-Montenegro-version-3.pdf (Accessed: 11 August 2025).

Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the implementation, results and overall assessment of the European Year of Cultural Heritage 2018 (2019), European Commission, available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0548 (Accessed: 11 August 2025).

Strategia di branding dell'evento La notte delle Fortezze per l'area ITA-CRO (2025), available at: https://www.tvrdjava-kulture.hr/media/33085/strategia-di-branding-dell-evento-la-notte-delle-fortezze-per-l-area-ita-cro-1.pdf (Accessed: 11 August 2025)

Tišma S., Uzelac A. & Franić S. (2023) *Cjelovita procjena učinaka intervencija u području kulturne baštine – Sophia model*. Zagreb, Naklada Jesenski i Turk.

URBACT Good Practices (2024) available at: https://urbact.eu/good-practices/fortress-culture (Accessed: 11 August 2025).

Van Rompay S. & Le Gall A. (2021) Focus on transforming fortresses into a cultural hotspot – analytical document; Cultural Heritage in Action, available at: https://culturalheritageinaction.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/11/202106-Peer-learning-visit-Sibenik-min.pdf (Accessed: 11 August 2025).

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21521

Interdisciplinary methodological perspectives in university research. The ForteMare project: an ongoing research path

Zaira Barone[a], Clelia La Mantia[a]
[a] University of Palermo, Department of Architecture, Palermo, Italy, zaira.barone@unipa.it, clelia.lamantia@unipa.it

How to cite: Barone, Z. & La Mantia, C. (2026). Interdisciplinary methodological perspectives in university research. The ForteMare project: an ongoing research path. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21521

Abstract

Thanks to the European INTERREG Italy-Malta programme, a bridge has been built between Sicily and Malta, two islands whose coasts face each other, separated but united by the Mediterranean Sea, through which many cultural exchanges, craftsmen, and construction techniques have taken place throughout history. In particular, this paper aims to take stock of the ongoing research project entitled ForteMare, funded by the INTERREG programme. ForteMare project focuses on the study of fortified architectural heritage and, specifically, the towers that dot the Sicilian and Maltese coasts, in order to identify new perspectives for their use, valorisation, and management. The working group, coordinated by the Department of Architecture of Palermo, has a strongly interdisciplinary connotation and also draws on the expertise of the managing bodies of some Sicilian and Maltese coastal towers, with a view to going beyond the purely academic dimension and experimenting with research-action paths. The participation of local communities is also fundamental. Through regular meetings and an accessible platform, they can express their needs, especially those of people with disabilities or living in disadvantaged conditions. The paper will therefore illustrate how research is experimenting with participatory design and territorial cooperation to identify innovative strategies for the use, valorisation, and management of the fortified heritage of coastal towers, including through digital technologies for expanded accessibility of content. The aim is to identify a narrative on a territorial scale, as an alternative to that intended for mass tourism, shifting the focus from the most well-known places to marginal and less valued areas, with potential in terms of cultural, landscape, and naturalistic wealth, with a view to raising the cultural level of tourist flows and the economic level of the territories involved.

Keywords: coastal towers, research-action, management, accessibility.

1. Introduction

Il programma europeo INTERREG Italia-Malta (2014-2020) ha offerto una interessante opportunità di ricerca-azione che ha determinato il costituirsi di rapporti tra le isole transfrontaliere e tra le rispettive istituzioni che si occupano di Beni Culturali (Università, amministrazioni locali, Soprintendenze, associazioni culturali). Il Dipartimento di architettura dell'Università di

BY-NC-SA

Palermo, con il progetto I-Access (1), ha affrontato e realizzato soluzioni innovative per il miglioramento dell'accessibilità culturale e fisica del patrimonio culturale nei centri storici di Palermo e di Valletta, con un approccio interdisciplinare e coinvolgendo anche la collettività (Barone & Ferrara, 2021; Prescia, 2021).

A partire da questa esperienza, grazie alle relazioni costruite tra i due Paesi e a nuovi rapporti intrapresi, sia a livello locale che internazionale, si sono configurate nuove prospettive di ricerca interdisciplinare e transfrontaliera che hanno trovato un campo di azione e di sviluppo nella nuova edizione dello stesso programma europeo (Italia-Malta 2021-2027) che è attualmente in corso e che avrà una durata prevista di 24 mesi (da gennaio 2025 a gennaio 2027).

Il nuovo progetto si incentra sullo studio del patrimonio architettonico fortificato, nello specifico quello delle torri costiere tra Sicilia e Malta, per determinare nuovi e comuni strumenti per la conoscenza della storia delle trasformazioni e degli usi, lo stato di conservazione e le caratteristiche delle tecniche costruttive murarie e dei materiali e, di conseguenza, individuare nuove prospettive per migliorarne le modalità di fruizione, accessibilità ampliata, valorizzazione e conservazione.

Le torri costiere siciliane (Maurici, Fresina & Militello, 2008) e maltesi (Stephenson, 2004; Spiteri, 2013), come buona parte della cultura architettonica dei due paesi, hanno in comune l'utilizzo di materiali e tecniche costruttive, derivate anche da comuni maestranze e linguaggi. Oltre alle singole architetture, diventa fondamentale in questa occasione tenere in considerazione il rapporto con il contesto paesaggistico.

Per un'adeguata conoscenza e interpretazione, quindi, è necessario studiare il sistema delle torri per comprenderne le caratteristiche costruttive e le condizioni d'uso e di conservazione.

Questo può consentire una migliore comunicazione di questo patrimonio, diffuso omogeneamente sul territorio costiero, per incrementare operazioni di tutela che intreccino sia le esigenze alla scala architettonica, che le relazioni con il paesaggio circostante, in particolare con il mare e gli itinerari turistici.

Sono state individuate circa 200 torri per l'analisi del contesto siciliano, più 10 torri maltesi. Tra queste ne sono state scelte poi 2 siciliane, il Castello a Mare di Palermo e la Torre di Carlo V a Porto Empedocle (Figg. 1-2), e 2 maltesi (Figg. 3-4), la Torre Rossa (o di S. Agata) e la Torre Bianca (L'Aħrax), che saranno oggetto di un approfondimento in termini di rilievi, studi storico/ricostruttivi e interventi per un'accessibilità fisica e culturale.



Fig. 1- Il Castello a Mare di Palermo (foto di Clelia La Mantia, 2025)



Fig. 2- La torre di Carlo V (o del Caricatore di Girgenti) a Porto Empedocle (foto di Clelia La Mantia, 2025)

Si è scelto di chiamare il progetto ForteMare, proprio per sottolineare due elementi fondamentali: le torri, fortificazioni costiere e il mar Mediterraneo, che unisce le coste delle due isole.

La dimensione del progetto, come richiesto dalla Commissione Europea e in linea con i più moderni orientamenti per una massima condivisione e accessibilità dei contenuti, sarà per buona parte digitale e utilizzerà la progettazione di una piattaforma partecipativa che accompagnerà tutto lo svolgimento delle attività, in relazione alle banche dati delle istituzioni nel territorio.



Fig. 3- La Torre Rossa di Malta, una delle due torri maltesi oggetto di approfondimento (foto di Zaira Barone, 2025)



Fig. 4- La Torre Bianca di Malta, una delle due torri maltesi oggetto di approfondimento (foto di Zaira Barone, 2025)

2. La sfida del progetto europeo e l'approccio metodologico interdisciplinare per la ricerca-azione

Questo tipo di programma europeo offre, dunque, interessanti opportunità di ricerca che hanno come obiettivo un'immediata azione sul campo. Per tali ragioni questi progetti costituiscono una sfida particolare, in linea con gli obiettivi della terza missione nelle Università, perché conducono la ricerca scientifica verso un'immediata utilità pubblica.

Nello specifico, il progetto incentra i suoi output rispetto al tema del turismo culturale, mirando alla consapevolezza di un patrimonio fortificato comunicato attraverso la sua storia stratificata, la sua caratterizzazione in termini di tecniche costruttive e di materiali dell'edilizia storica e rispetto alla sua accessibilità fisica e culturale alle diverse scale.

Una innovazione non soltanto tecnologica e digitale, come il bando Interreg Italia-Malta 1/24 richiedeva, ma anche specificatamente culturale, utilizzando come strumento la progettazione di una piattaforma digitale partecipata.

Il progetto ForteMare è maturato nell'ambito della disciplina del Restauro Architettonico (2) che, nel suo evolversi e rinnovarsi, ha esteso il suo campo di ricerca dedicandosi in senso ampio alla 'cura' del patrimonio culturale con l'obiettivo di individuare le giuste strategie per educare la collettività alla conoscenza e alle operazioni di salvaguardia e trasmissione alle future generazioni. Si contribuirà così a costituire *heritage communities*, come auspicato dalla ormai ampiamente condivisa Convenzione di Faro (art. 2).

Proprio grazie a questi progetti di ricerca/azione, il Restauro può svolgere un ruolo forte di formazione/azione, al fine di ottenere una massima possibile condivisione.

È necessaria ad ogni modo un'assunzione di responsabilità da parte non solo della disciplina del Restauro, ma di tutte quelle che appartengono al mondo dell'Architettura, nella consapevolezza di poter operare per valorizzare il patrimonio culturale, alle diverse scale, anche attraverso il coinvolgimento delle comunità e il miglioramento delle soluzioni di accessibilità sia fisica che culturale.

L'Università ha un ruolo centrale nel contribuire a sviluppare questa forza educativa e per questo è importante che partecipi a questo genere di progetti, sperimentando nuovi metodi di lavoro, concepiti insieme ad altri organismi agenti sul territorio, i quali in questo caso sono anche i partner di progetto.

Si è venuto così a costituire un ampio gruppo di lavoro interno al Dipartimento di Architettura (DARCH) di Palermo, con una connotazione fortemente interdisciplinare perché, oltre al Restauro coinvolge docenti di Storia dell'Architettura, di Rappresentazione, di Design della comunicazione, di Progettazione, di Urbanistica, di Tecnologia dell'Architettura. La dimensione della ricerca si rinnova, con un approccio multidisciplinare, nel rispetto delle singole competenze, ma nel necessario intreccio delle fasi di lavoro per raggiungere gli obiettivi comuni.

Ogni componente del gruppo di lavoro partecipa al confronto anche con le comunità, ovvero i partner del progetto e le associazioni che

rappresentano gli *stakeholder* del progetto: partner istituzionali come i comuni delle aree interessate e associazioni che a vario titolo affrontano sia il tema delle disabilità, sia quello del turismo sostenibile.

L'interdisciplinarietà, infatti, si alimenta anche della presenza di docenti dell'Università di Malta nella loro veste ufficiale di componenti dell'associazione non governativa Din l-Art Ħelwa (DLH) che, da sessant'anni, a Malta ha un importante ruolo nella salvaguardia e gestione del patrimonio culturale, in particolare per quello delle torri di avvistamento costiere (3), che l'associazione gestisce e che ha voluto includere nel progetto.

L'esperienza dei membri di DLH (4) è un importante contributo per il progetto soprattutto dal punto di vista della gestione del patrimonio fortificato e per la loro conoscenza delle problematiche di conservazione, comuni a quelle siciliane per analogie nei materiali e tecniche costruttive impiegate e nei processi di degrado, in specie quelli derivati dalla vicinanza al mare.

Il terzo partner del progetto è l'Autorità di Sistema Portuale del Mare della Sicilia Occidentale (ADSP), che è stato fondamentale coinvolgere in quanto ente pubblico, che gestisce i due grandi porti turistici di Palermo e Porto Empedocle in cui risiedono il Castello a Mare di Palermo e la Torre di Carlo V a Porto Empedocle, in provincia di Agrigento.

Le due aree portuali, strategiche per la Sicilia, accolgono al momento migliaia di passeggeri che sbarcano sull'isola e sono oggetto di interventi di riqualificazione, realizzati e in corso di realizzazione che si confrontano direttamente con i centri storici delle città a cui appartengono (5).

Fondamentale è anche l'approccio *place-based* che vede la costante partecipazione delle comunità locali, di cui si è voluto fortemente il coinvolgimento sin dalla fase di concepimento del progetto, adottando un approccio *people-centred*, cioè che intende metterne in primo piano le esigenze maggiori dal punto di vista dell'accessibilità, fisica e dei contenuti, e della fruizione, turistica o ordinaria.

Allo stesso modo, sono state chiamate in causa le imprese e altri enti del terzo settore che lavorano in ambito culturale, turistico, digitale e che offriranno un supporto alla realizzazione del progetto.

Alcuni di questi sono stati inseriti nel progetto come Partner Associati per il loro ruolo determinante. Oltre al Comune di Porto Empedocle e quello di Agrigento, eletta Capitale Italiana della Cultura 2025, sono state chiamate a partecipare l'Associazione dei Retinopatici e Ipovedenti Siciliani (ARIS), l'Associazione Oltre Vigata che si occupa della valorizzazione di Porto Empedocle in quanto città natale dello scrittore Andrea Camilleri e l'Associazione Italiana dei Castelli (sezione Sicilia), che da decenni si occupa di promozione e valorizzazione del patrimonio fortificato a livello nazionale.

Il loro coinvolgimento, che sarà costante nel corso di tutto lo svolgimento del progetto, è avvenuto e avverrà grazie a incontri (Fig. 5) organizzati regolarmente (6), ma soprattutto tramite uno dei principali output previsti, ovvero la piattaforma digitale partecipativa. Attraverso questo strumento, la collettività, costituita da singoli cittadini o da associazioni, così come le citate imprese ed enti del terzo settore, possono far emergere i propri bisogni, ma anche delle proposte utili agli obiettivi del progetto e in riferimento ai luoghi interessati, divenendo degli attori attivi nel processo.



Fig. 5- Un momento dell'Infoday a Palermo al quale hanno partecipato associazioni (turismo culturale, accessibilità, pari opportunità), istituzioni pubbliche, scuole e università (foto di Clelia La Mantia, 20 giugno 2025)

Ognuno degli attori citati avrà, pertanto, un ruolo attivo e determinante nell'affrontare le sfide contemporanee della gestione e cura del patrimonio culturale fortificato. Difatti in un continuo processo condiviso e con ricadute reali sulle modalità di interazione con il patrimonio culturale, si stanno innescando meccanismi per migliorare l'accessibilità dei contesti territoriali stratificati, come i centri storici, i paesaggi costieri e il sistema costieri stratificato caratterizzante sia la Sicilia che Malta.

3. Nuove prospettive per l'accessibilità, la gestione e il turismo culturale delle torri costiere

Il tema dell'accessibilità culturale e fisica ha acquisito molta importanza ed interesse nell'ambito del patrimonio culturale (7), ma ha ancora bisogno di essere assimilato e di essere compreso, non come necessità, ma come risorsa, sociale ed economica, per un innalzamento generale della qualità della vita, rendendo le città più inclusive.

La complessità di questo tema esige un forte senso di responsabilità e un profilo etico consistente da parte di chi si fa sostenitore della sua promozione, ma bisogna innanzitutto partire da un processo di sensibilizzazione della collettività, nonché degli enti pubblici.

Ancora una volta, l'Università può avere in questo processo un ruolo significativo e da questo punto di vista la disciplina del Restauro negli ultimi anni ha dedicato moltissimi studi e partecipato a progetti con concrete realizzazioni (Arenghi, 2007; Germanà & Prescia, 2020; Giannattasio, 2023; Picone, 2014).

In questo processo di sensibilizzazione si vuole inserire anche il progetto ForteMare, individuando, come già descritto, un nuovo metodo di lavoro, interdisciplinare e con un approccio *place-based*, fornendo nuove prospettive per la valorizzazione e la gestione delle torri costiere.

Questo patrimonio, fortificato e quindi di per sé progettato per essere difficilmente penetrabile, infatti, risulta spesso inaccessibile. Alla presenza di barriere architettoniche, interne ed esterne, si aggiunge l'ubicazione in luoghi isolati, nella maggior parte dei casi lontani dai contesti urbani e in aree scoscese, o senza vie dirette d'accesso, oltre al loro stato di conservazione. Anche la proprietà, spesso privata, diventa causa di inaccessibilità.

Ma ciò che manca prima di tutto è la consapevolezza dell'esistenza di queste fabbriche e della loro consistenza come sistema diffuso omogeneamente sul territorio.

Per tale ragione, per le prime fasi del progetto ForteMare, oltre alla accurata ricerca storico-critica sulle 200 torri siciliane e sulle 10 maltesi (8), e al rilievo digitale e tridimensionale delle 4 torri oggetto di approfondimento (9), sono stati previsti alcuni eventi concepiti come occasioni per conoscere il patrimonio delle torri siciliane e maltesi e, soprattutto, prendere coscienza delle criticità che le caratterizzano, anche nel rapporto con il loro contesto paesaggistico, dal punto di vista dello stato di conservazione, dell'accessibilità, della fruizione.

Si è deciso di organizzare, quindi, dei 'Laboratori del Cammino', sia in Sicilia, che a Malta, progettati con il supporto scientifico dei docenti di Urbanistica del DARCH (10). Il cammino viene considerato uno strumento utile ad aumentare la conoscenza del territorio (Lazzarini e Marchionni, 2020) e gli itinerari pensati lungo le coste delle due isole serviranno a comprendere innanzitutto il rapporto tra le architetture e il loro contesto paesaggistico e le criticità relative all'accessibilità, per poi offrire una nuova opportunità culturale e turistica di fruizione accessibile a tutti del patrimonio fortificato e dei paesaggi costieri; grazie allo strumento della passeggiata, infatti, come ulteriore esito auspicabile del progetto, si potrà stimolare lo sviluppo di un turismo sostenibile e una valorizzazione economica a basso impatto ambientale.

Altre importanti occasioni di confronto saranno due workshop: il primo, che si svolgerà a Porto Empedocle, sarà un momento di incontro inteso come evento di progettazione partecipata per riflettere sul complesso tema dell'accessibilità del patrimonio fortificato (11). Il secondo, invece, è concepito come cantiere aperto di restauro, in una delle torri maltesi, a cui potranno partecipare le scuole, i visitatori, i cittadini, per la comprensione delle tecniche costruttive e dei materiali del patrimonio delle antiche torri costiere maltesi. Sarà un'occasione per approfondire questioni comuni tra Sicilia e Malta, cioè i fenomeni di degrado della pietra calcarea, largamente impiegata in entrambi i territori per le fabbriche storiche e monumentali, quali anche le torri costiere. Di conseguenza, anche le tipologie di intervento e i prodotti scelti non possono che essere analoghi.

Così come accade in Sicilia, infatti, anche a Malta la pietra calcarea, dove viene chiamata più precisamente globigerina, è il materiale più diffuso e rintracciabile persino nelle aree archeologiche dei templi megalitici preistorici.

Non solo il materiale è pressoché identico, ma lo sono anche i degradi che lo colpiscono, causati

prevalentemente dalla vicinanza con il mare: la presenza di sali solubili nella pietra molto porosa e la loro cristallizzazione, l'erosione dovuta al forte vento, nonché l'irraggiamento solare.

Tali analogie saranno oggetto di analisi, per provare ad individuare soluzioni comuni, anche nell'ottica dell'accentuarsi dei fenomeni atmosferici causati dal cambiamento climatico, attraverso un confronto con gli studiosi maltesi che da tempo analizzano i fenomeni di degrado e i possibili rimedi (Roussel et al., 2021), quale l'impiego di inibitori organici non tossici applicati alla pietra per ridurre la penetrazione dei sali nei pori.

Sostanziali esiti del progetto saranno i percorsi tattili che verranno realizzati nelle aree adiacenti alle due fortificazioni siciliane scelte come approfondimento. Questi percorsi saranno progettati di concerto con il partner ADSP (12) che gestisce le aree interessate e con il supporto delle associazioni, per offrire alle persone con disabilità visive dei percorsi sicuri nelle aree del Molo Trapezoidale di Palermo e del porto di Porto Empedocle, arricchiti dalla possibilità di accedere a contenuti digitali della piattaforma, che consentiranno di evidenziare e approfondire il rapporto con i monumenti di riferimento.

Proprio la piattaforma digitale sarà l'elemento cardine che metterà a sistema tutte le fasi del progetto e i relativi output e che consentirà un contatto continuo e diretto con la collettività e le istituzioni, grazie alla sua dimensione di strumento partecipativo. Conterrà, ad esempio, le informazioni storiche e sull'accessibilità delle torri, le ricostruzioni virtuali delle 4 torri oggetto di approfondimento, un museo virtuale dei viaggiatori, e altri dati utili alla comprensione della complessità di questo patrimonio.

La piattaforma digitale avrà anche una potenziale valenza strategica nella gestione del patrimonio costiero, dal momento che conterrà una mappa georeferenziata con le torri siciliane e maltesi (13), arricchita da informazioni utili sulle architetture stesse (ubicazione, proprietà, eventuale regime di tutela) ed essendo collegata ad altri database regionali e nazionali, darà una visione di sistema rispetto ad altri contesti culturali e ambientali (parchi, riserve, parchi archeologici, etc.). Ciò potrà essere utile non solo ai fruitori che vi accederanno tramite i QR code, o agli studiosi, ma anche agli enti locali che potranno accedere alle informazioni tracciate grazie al progetto, che aggiorneranno i dati rispetto ai database istituzionali non sempre accurati o adeguatamente digitalizzati.

Sarà così garantita una accessibilità ampia ai contenuti, in modo chiaro e aperto a tutti, e adatto ai diversi target del progetto.

Altri prodotti che garantiranno l'accessibilità ai contenuti, anche a persone con disabilità percettive, saranno i totem e le mappe tattili.

Saranno progettati per essere efficaci dal punto di vista della comunicazione visiva, con testi in italiano, inglese e Braille e, in particolare, i totem conterranno informazioni a scala paesaggistica con le rappresentazioni in rilievo delle mappe delle due isole, mentre le mappe tattili conterranno le rappresentazioni in rilievo delle planimetrie delle torri nei pressi delle quali saranno collocate; su entrambi saranno riportati i *QR code* che consentiranno di accedere direttamente alla piattaforma digitale (14).

4. Conclusioni

L'ambizione del progetto, seppure il gruppo di lavoro dovrà fare i conti con una durata molto breve, è quella di studiare e individuare strumenti per un nuovo modo di conoscere e valorizzare il patrimonio culturale, in questo caso costituito dalle torri costiere, garantendone la più ampia accessibilità possibile, sia fisica, che relativa ai contenuti, innalzando il livello di consapevolezza sia del turista che della collettività.

Questi strumenti si andranno a comporre grazie all'approccio olistico e interdisciplinare che si è voluto garantire costituendo il gruppo di lavoro descritto, aperto continuamente ad ulteriori input.

Si auspica che le realizzazioni concrete dei prodotti del progetto, sia digitali che fisici, saranno elementi pilota, punto di partenza per ulteriori sviluppi e che potranno anche servire da supporto a chi si occupa di governance territoriale e di gestione dei beni culturali, nei confronti dei quali l'Università, anche attraverso questi progetti europei, si pone sempre come aperta interlocutrice e collaboratrice.

Ringraziamenti

Il primo e il secondo paragrafo sono da attribuire a Zaira Barone; il terzo e il quarto paragrafo sono da attribuire a Clelia La Mantia.

Note

(1) Il Progetto si è svolto tra il 2018 e il 2021 e ha avuto il coordinamento scientifico della prof.ssa Renata Prescia, professoressa ordinaria di Restauro Architettonico (SSD CEAR-11/B) del Dipartimento di Architettura dell'Università di Palermo, che era il partner capofila; altri partner del progetto sono stati il Comune di Palermo, la Soprintendenza ai Beni Culturali. e Ambientali della Provincia di Palermo, il Comune di Valletta (Malta), l'Università di Malta e la Società maltese Innovogy Ltd.

(2) La prof.ssa Zaira Barone, professoressa associata di Restauro Architettonico (SSD CEAR-11/B) presso il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Palermo è la coordinatrice scientifica del progetto Fortemare. Con lei, per la disciplina Restauro architettonico, lavorano anche i proff. Renata Prescia e Rosario Scaduto. Si tratta di un progetto in cui la disciplina del restauro coordina il processo metodologico di analisi e sviluppo dei *deliverables* di progetto, a partire dalla consapevolezza che i processi di conoscenza, di comunicazione e di valorizzazione devono tenere conto delle stratificazioni storiche e delle nuove esigenze di fruizione.

(3) Din l-Art Ħelwa (DLH) è stata fondata nel 1965 per salvaguardare il patrimonio culturale e l'ambiente naturale di Malta. DLH esercita la custodia su numerose torri costiere di Malta, Gozo e Comino, generalmente risalenti al periodo dell'Ordine dei Cavalieri di San Giovanni, occupandosi di interventi di restauro, di valorizzazione e apertura al pubblico, grazie al lavoro di volontari.

(4) I principali membri di DLH coinvolti sono il prof. Alex Torpiano e la prof.ssa Shirley Cefai, della Faculty for the Built Environment dell'Università di Malta.

(5) L'area del cosiddetto Molo Trapezoidale a Palermo, in cui ricade anche il Parco Archeologico del Castello a Mare, è stata oggetto di un complesso intervento di riqualificazione, offrendo alla città un nuovo spazio pubblico sul mare, in stretta connessione con l'area archeologica; l'area portuale di Porto Empedocle, in cui si trova la torre di Carlo V, è, invece, oggetto di un progetto in corso per la riqualificazione dell'area del porto con la dotazione di nuovi servizi, tra i quali è già stato realizzato il nuovo terminal per i passeggeri.

(6) Nel mese di giugno 2025 sono stati svolti alcuni eventi ufficiali del progetto (un *kick-off meeting* e due infoday), sia a Malta, che a Palermo, che hanno visto la partecipazione di diverse associazioni, culturali e di persone con disabilità, ed enti locali che hanno offerto il proprio punto di vista sui temi del progetto e sui suoi possibili esiti.

(7) Già nel 2006 la Convenzione delle Nazioni Unite sui diritti delle persone con disabilità richiamava la necessità di offrire a tutti le stesse possibilità nella fruizione dei luoghi e in Italia nel 2008 venivano emanate le Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche (D.M. 28 marzo 2008, aggiornato nel 2009), seguite, anche se dopo diversi anni, dalle Linee guida per la redazione di un Piano di eliminazione delle barriere architettoniche (PEBA) nei musei, complessi monumentali, aree e parchi archeologici, pubblicate dalla Direzione generale Musei (Circolare n. 6. Integrazione, accessibilità e valorizzazione 1064 26/2018), e dal Piano strategico per l'Eliminazione delle Barriere Architettoniche (Investimento 1.2 "Rimozione delle barriere fisiche e cognitive in musei, biblioteche e archivi", D.M. n. 534/2022).

(8) Si tratta della maggior parte del patrimonio di torri costiere siciliane e maltesi, individuate per le analisi del progetto. Le analisi storico-critiche saranno coordinate dal gruppo di docenti di Storia dell'Architettura del DARCH (proff. Emanueala Garofalo, Stefano Piazza e Armando Antista) con i quali collabora l'arch. PhD Gabriele Vassallo come consulente del progetto.

(9) I rilievi digitali tridimensionali e le successive ricostruzioni virtuali, saranno realizzati dal gruppo di docenti di Rappresentazione del DARCH (proff. Fabrizio Agnello, Vincenza Garofalo e Mirco Cannella), con la collaborazione della borsista di ricerca arch. PhD Laura Barrale e della consulente arch. Rosamaria Conigliaro.

(10) Il Laboratorio del Cammino (LdC) è una rete inter-universitaria di ricercatori che sviluppa progetti di didattica innovativa volti a esplorare le potenzialità metodologiche del camminare in urbanistica. Al progetto ForteMare partecipano i referenti per Palermo della rete, cioè i proff. Filippo Schilleci e Annalisa Giampino, insieme alla prof.ssa Stefania Crobe, che organizza e coordina molte attività della rete stessa.

(11) Il workshop sarà un'occasione per coinvolgere i comuni sulla progettazione dell'accessibilità fisica in contesti stratificati come i porti turistici in prossimità dei centri storici. In questa occasione i proff. Daniele Ronsivalle, Emanuele Palazzotto, Antonella Mamì e tutto il gruppo di progetto, definiranno momenti di confronto con le amministrazioni e con la comunità.

(12) La progettazione dei percorsi tattili e il *masterplan* di progetto degli itinerari accessibili, saranno studiati e realizzati dalla borsista di ricerca arch. PhD Clelia La Mantia con la collaborazione di un professionista, consulente selezionato per il progetto arch. Paolo Scuderi e con la guida del prof. Emanuele Palazzotto, ordinario di Progettazione Architettonica del DARCH.

(13) La progettazione della piattaforma sarà realizzata sotto la supervisione del prof. Marcello Costa del DARCH. e da un consulente alla progettazione digitale. La mappa georeferenziata delle torri siciliane e maltesi integrata della georeferenziazione dei paesaggi e dei contesti storici, sarà eseguita dal dott. Antonio Di Prima, consulente del progetto che collabora con l'intero gruppo di docenti di Urbanistica del DARCH già menzionati.

(14) La comunicazione grafica dell'intero progetto è affidata alla prof.ssa Cinzia Ferrara, *Communication Manager* di ForteMare. La progettazione di totem e mappe tattili sarà curata anche dalla consulenza dell'arch. PhD Michele Cammarata, con la collaborazione della prof.ssa Antonella Mamì, docente di Tecnologia dell'Architettura e di un consulente selezionato per il progetto che curerà gli aspetti relativi ai temi dell'accessibilità fisica.

Bibliografia

Arenghi, A. (a cura di) (2007) *Design for All. Progettare senza barriere architettoniche*. Torino, Utet.

Barone, Z. & Ferrara, C. (2021) *Linee guida per un protocollo all'accessibilità della città storica di Palermo*. Palermo, Edizioni Caracol.

Germanà, M. L. & Prescia, R. (a cura di) (2020) *L'accessibilità nel patrimonio architettonico. Approcci ed esperienze tra tecnologia e restauro*. Conegliano, Arteferma Edizioni.

Giannattasio, C. (a cura di) (2023) Integrazione, accessibilità e valorizzazione. In: Della Torre, S. & Russo, V. (coordinamento) *Restauro dell'Architettura. Per un progetto di qualità*. Roma, Edizioni Quasar, Sezione 6, pp. 1063-1211.

Lazzarini, L. & Marchionni, S. (a cura di) (2020) *Spazi e corpi in movimento. Fare urbanistica in cammino*. Firenze, Società dei Territorialisti Edizioni.

Maurici, F., Fresina, A., & Militello, F. (a cura di) (2008) *Le torri nei paesaggi costieri siciliani (secoli XIII-XIX)*. Palermo, Regione Siciliana, Assessorato dei beni culturali, ambientali e della pubblica istruzione, Dipartimento dei beni culturali, ambientali e dell'educazione permanente.

Picone, R. (a cura di) (2014) *Pompei accessibile. Per una fruizione ampliata del sito archeologico*. Roma, «L'ERMA» di BRETSCHNEIDER.

Prescia, R. (a cura di) (2021) *Il progetto I-Access. Patrimonio culturale e accessibilità*. Palermo, Edizioni Caracol.

Roussel, E., Vautier, F., Voldoire, O., André, M.F., Cassar, J.A., Fronteau, J., Phalip, B., Thomachot-Schneider, C. & Toumazet, J.P. (2021) Quantifying 450 years of limestone weathering induced by salt crystallization on fortifications in Malta and Gozo. *Geomorphology*, 378, articolo 107614.

Stephenson, C. (2004) *The fortifications of Malta 1530-1945*. Oxford, Osprey Publishing.

Spiteri, S. C. (2013) In defence of the coast: the bastioned towers. *ARX Occasional Papers*, 2013(3), 3-117.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21522

Wartime landscapes and cultural heritage: the Gustav Line's Abruzzo segment between historical memory and territorial development

Annalisa Colecchia[a]
[a] SAMI - Società degli Archeologi Medievisti Italiani, Firenze, Italy, ann.colecchia@gmail.com

How to cite: Colecchia, A. (2026). Wartime landscapes and cultural heritage: the Gustav Line's Abruzzo segment between historical memory and territorial development. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21522

Abstract

The Gustav Line, constructed by the German army in the autumn of 1943, remained operational until the spring of 1944. The fortification system ran from the Adriatic to the Tyrrhenian Sea. The most impregnable stretch traversed the challenging mountainous terrain of the Maiella massif and the Altipiani Maggiori d'Abruzzo, where geology and morphology provided natural strongholds. In this area, which remained partly unconquered, war posts are preserved, and elements of the defensive network are still identifiable on the ground. These include trenches delimited by stone walls and rock banks, communication paths, lookout points, and anti-aircraft emplacements, often integrated with pre-existing infrastructures such as castles, hermitages, and pastoral routes. These traces dating back to the Second World War have recently garnered scholarly attention. A detailed census has been undertaken, with photographic and written records of the structures as well as GPS-assisted survey. Local scholars have actively participated in the research, sponsored by the Maiella Park and collaborative stakeholders involved in territorial promotion and cultural enhancement. War landscapes are fragments of a complex and dynamic socio-economic reality, reflecting the relationship between humans and the environment, and the interaction between different communities. This paper seeks to provide an overview of the main evidence related to the Gustav Line's Abruzzo segment, with a strategic emphasis on cultural heritage valorisation and sustainable territorial development. Thematic itineraries built on the memories of the war have a strong evocative value, especially when embedded in a territorial network and integrated with the natural and anthropic features that define these places. The emerging methodological framework aligns with the guidelines of the Faro Convention, which emphasizes community-centered heritage management and the dynamic interpretation of collective cultural identities. By situating wartime archaeological sites within broader landscape narratives, this approach transcends traditional memorial practices, promoting a more nuanced, contextual understanding of historical landscapes.

Keywords: Gustav Line, Abruzzo, wartime landscapes, cultural tourism.

BY-NC-SA

1. Introduzione

La Linea Gustav, imponente sistema difensivo realizzato dall'esercito tedesco nell'autunno del 1943, costituì uno dei principali teatri strategici del fronte italiano durante la seconda guerra mondiale: si estendeva per circa 161 km dal Mar Tirreno all'Adriatico e attraversava ambienti naturali e antropici eterogenei, adattandosi alle caratteristiche morfologiche del territorio (Fig. 1). In Abruzzo il tratto più inaccessibile e militarmente rilevante si sviluppava attraverso il massiccio della Maiella e gli Altipiani Maggiori e impiegava le asperità del paesaggio montano come elemento difensivo naturale (Felice, 2022). Le forze tedesche avevano predisposto una rete di fortificazioni che sfruttava in modo sistematico l'orografia: crinali calcarei come linee di osservazione, altipiani carsici come zone di transito controllato, forre e gole come barriere naturali. L'area, definita nelle mappe come *No man's land*, divenne terreno di scontri di pattuglie, sabotaggi e rappresaglie, ma anche spazio in cui si radicavano esperienze di resistenza civile e partigiana. Il terreno accidentato, le quote elevate e le condizioni climatiche rigide resero il fronte un baluardo di difficile penetrazione fino alla primavera del 1944, quando l'offensiva alleata – supportata anche dal contributo del Corpo Italiano di Liberazione e della Brigata Maiella – riuscì a forzare alcuni segmenti del sistema difensivo montano (Patricelli, 2013). In questa porzione di territorio, rimasta parzialmente inespugnata fino agli ultimi mesi del conflitto, si conservano ancora oggi numerose testimonianze materiali della guerra: trincee delimitate da muri a secco, camminamenti scavati nella roccia, postazioni di vedetta, piazzole per artiglieria antiaerea e ricoveri di fortuna.

Lo studio di questo paesaggio bellico non può prescindere da una lettura integrata delle componenti geologiche, morfologiche e storico-culturali né dall'analisi delle modalità con cui oggi le comunità locali si riappropriano criticamente di tali eredità, secondo i principi della Convenzione di Faro (Council of Europe, 2005).

2. Geologia e morfologia come fattori strategici

L'assetto della Linea Gustav in Abruzzo non può essere compreso senza considerare il ruolo fondamentale della geologia e della morfologia appenninica. Le dorsali calcaree della Maiella e degli Altipiani Maggiori costituivano un ostacolo naturale, compatto e difficile da superare, che i tedeschi seppero rafforzare con grande perizia strategica: l'Organizzazione Todt predispose la linea lungo gli istmi orografici, dove il rapporto tra risorse impiegate ed efficacia difensiva era vantaggioso.

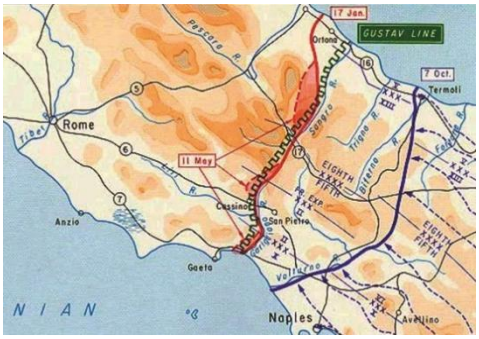


Fig. 1- L'avanzata degli Alleati a ridosso della Linea Gustav tra ottobre 1943 e maggio 1944 (https://www.lorenzograssi.it)

L'alternanza di massicci carbonatici e formazioni flyschoidi nelle aree di transizione dava vita a un paesaggio segnato da pendii acclivi, gole, incisioni torrentizie e pianori elevati: un insieme geomorfologico che limitava i movimenti su larga scala e rendeva le vie di accesso facilmente controllabili (Garzarella et al., 2019). Le opere difensive si concentravano in corrispondenza di passaggi stretti o valichi obbligati - come a Roccaraso, a Palena e tra i Monti Pizzi - così da massimizzare il vantaggio dato dal terreno. I massicci del Monte Amaro (m 2793 s.l.m.) e del Monte Porrara (m 2137 s.l.m.), costituiti da sequenze carbonatiche meso-cenozoiche, fornivano una base ideale per gli scavi di fossati e gallerie e per la realizzazione di trincee o camminamenti talvolta riutilizzando cavità naturali. In parallelo, le zone carsiche e i rilievi collinari formati da terreni argillosi e flyschoidi risultavano morfologicamente instabili, adatti a sbarramenti e campi minati. Qui le operazioni militari degli Alleati erano rallentate non solo dalla resistenza nemica, ma anche dalle difficoltà ambientali: strade fangose, pendenze perlopiù superiori al 30%, fiumi e torrenti trasformati in trincee (Rose & Nathanail, 2000).

La localizzazione delle postazioni rispondeva, dunque, a criteri sia topografici sia militari. Lungo il fronte appenninico abruzzese della Linea Gustav le

costruzioni pesanti erano ridotte al minimo: non furono realizzati imponenti bunker in cemento armato, ma strutture belliche 'leggere' che riflettono la stretta interazione tra ingegneria militare, geologia e morfologia. I 'nidi d'aquila' per i mortai e le mitragliatrici e le trincee erano scavati lungo i crinali o protetti da quinte rocciose, mentre gli osservatori sfruttavano cime panoramiche e balconi naturali, come le Pietre Cernaie o il Monte Pizzalto, che offrivano visibilità sull'intera valle del Sangro, principale tramite di collegamento tra aree montane e fascia adriatica (Cori, 1994). Gli spazi pianeggianti erano resi inaccessibili con sbarramenti anticarro e campi minati, mentre i boschi venivano usati sia per occultare i movimenti sia per realizzare ricoveri protetti. Un ulteriore fattore di rilievo fu la preesistenza di una fitta rete di infrastrutture tradizionali: i tratturi della transumanza, le mulattiere, i sentieri di raccordo tra i paesi dell'entroterra, i boschi sfruttati per l'approvvigionamento di cibo e di legna, le cappelle e gli eremi adibiti a rifugi e basi militari. Queste strutture, nate per finalità economiche e comunitarie, furono riadattate in funzione bellica, trasformandosi in vie di rifornimento, osservatori e presidi strategici. La loro persistenza materiale, unita a una crescente attenzione scientifica e turistica, rende il tratto montano della Linea Gustav in Abruzzo un laboratorio privilegiato per l'archeologia del paesaggio di guerra e per iniziative di turismo culturale e di valorizzazione partecipata. Questi siti sono oggi integrati nel Sentiero della Libertà, che promuove la memoria della Resistenza e trasforma il paesaggio montano in archivio storico-fruibile.

3. Casi studio

I casi studio selezionati evidenziano l'integrazione tra orografia e tattica bellica, esemplificano il recupero di strutture e infrastrutture preesistenti e illustrano progetti di sviluppo sostenibile e attività di valorizzazione partecipata. Si è preferito focalizzare l'attenzione non sui baluardi della prima linea del fronte, ma nelle immediate retrovie della Linea Gustav e nel comprensorio Sangro-Aventino: queste aree svolgevano una funzione chiave, in quanto il processo decisionale tedesco inseriva le postazioni dove la morfologia favoriva l'osservazione inclinata e la sorveglianza incrociata e, nello stesso tempo, consentiva rapidi ripiegamenti attraverso sentieri collaterali. Tale impostazione è particolarmente evidente nei punti strategici dell'Alto Sangro e della Maiella orientale (aree di Pescocostanzo, Palena, Pizzoferrato), dove creste e dorsali consentivano controllo visuale e manovra su più direttrici. Le preesistenze - tratturi, mulattiere, vie di montagna, muretti e costruzioni in pietra a secco, ferrovie d'alta quota, eremi e formazioni rupestri - furono integrate in strutture fortificate e riutilizzate come percorsi logistici, nodi di comando o rifugi temporanei, interconnessi alla linea difensiva naturale.



Fig. 2- Pescocostanzo (AQ). L'area del Bosco di Sant'Antonio. Ortofoto Regione Abruzzo 2010

Situato a 1400 m s.l.m., Pescocostanzo (AQ) si trovava nelle immediate retrovie della Linea Gustav e ospitava comandi e truppe in case requisite. Il pianoro verso i Colli e il Bosco di Sant'Antonio costituiva un possibile varco per gli Alleati e una via di passaggio alternativa al parallelo Altopiano delle Cinquemiglia, per cui fu munito di fortificazioni su entrambi i versanti della vallata e al margine nord (Fig. 2). Un nucleo di postazioni occupava la sporgenza rocciosa sovrastante l'eremo di San Michele (m 1266 s.l.m.) che, a sua volta, fu adibito a rifugio e, per un certo periodo, divenne sede del quartier generale tedesco (Grassi, 2018). La piana fu minata e chiusa da sbarramenti anticarro, oggi non più visibili. Sul crinale opposto furono realizzati un tunnel di 25 metri scavato nella roccia in località Carpineto (m 1350 s.l.m.), una serie di camminamenti e punti di osservazione e di tiro (Fig. 3). Nei boschi del Primo e del Secondo Colle furono scavati ricoveri e trincee, alcuni trasformati in discariche (Fig. 2).



Fig. 3- Pescocostanzo (AQ). Postazione sulla cresta con vista sui pianori e sull'area del Bosco di Sant'Antonio (foto di Annalisa Colecchia)

Il Bosco di Sant'Antonio, tradizionalmente gestito come 'bosco difesa' a regime comunitario e caratterizzato da radure e aperture tipiche della struttura 'a savana', offriva condizioni ideali per la mimetizzazione di postazioni, ricoveri e *foxholes* (Fig. 4).



Fig. 4- Pescocostanzo (AQ). Il bosco difesa di Sant'Antonio con la fisionomia 'a savana' e gli alberi capitozzati (foto di Annalisa Colecchia)

Le truppe potevano sfruttare la copertura degli alberi, interrare camminamenti e nascondere i movimenti senza essere facilmente individuate dall'aviazione alleata. Il bosco non era, dunque, solo risorsa naturale, ma parte integrante del dispositivo difensivo, un luogo in cui le pratiche secolari di gestione agro-silvo-pastorale fornivano un contesto funzionale alle esigenze militari. La posizione sopraelevata rispetto ai pianori, inoltre, consentiva un controllo strategico sui movimenti lungo le vie di comunicazione storiche e, in particolare, intercettava la mulattiera di collegamento con Sulmona. La valorizzazione dei tratturi come vie di movimento veloci si affiancava alla protezione offerta dalla geografia del bosco, trasformandolo da risorsa comunitaria a linea difensiva naturale.

Sul Monte Pizzalto (m 1966 s.l.m.) e sul Quarto di Santa Chiara si concentravano postazioni 'a nido d'aquila', trincee e sbarramenti anticarro volti a bloccare gli accessi dall'Altopiano delle Cinquemiglia e a sorvegliare la stazione di Palena (m 1260 s.l.m.) che, situata lungo la linea ferroviaria Sulmona-Carpinone e attiva da fine Ottocento, rappresentava un nodo logistico cruciale (Fig. 5): permetteva ai tedeschi di concentrare truppe e materiali, di organizzare i rifornimenti e di presidiare l'accesso alla valle dell'Aventino e al cuore del massiccio della Maiella. I pianori circostanti, apparentemente spazi marginali, furono minati in modo sistematico, trasformandoli in zone di interdizione per l'avanzata alleata (Grassi, 2018). La presenza del fiume Aventino e della ferrovia creava una doppia barriera, naturale e infrastrutturale, che gli occupanti seppero integrare con postazioni di controllo e trincee dissimulate nella vegetazione. I bombardamenti alleati, diretti contro la stazione, testimoniano quanto quel punto fosse percepito come vitale per il sistema difensivo. Il borgo di Palena subì parimenti distruzioni e requisizioni.



Fig. 5- Stazione di Palena (CH), snodo ferroviario lungo la linea ferroviaria Sulmona-Carpinone (foto di Marco Miccoli)

Il segmento del Sentiero della Libertà che attraversa Sulmona, Campo di Giove e Palena e che lambisce anche il Bosco di Sant'Antonio presso Pescocostanzo passa a breve distanza dalla stazione e dal Quarto di Santa Chiara, costituendo un 'corridoio narrativo' che lega logistica, paesaggi e memoria storica.

Il tracciato prosegue, quindi, in direzione dei Monti Pizzi. Il massiccio dei Monti Pizzi, prolungamento meridionale della Maiella, si sviluppa tra la valle dell'Aventino e l'alto Sangro, in posizione dominante sugli altipiani interni e sui collegamenti tra l'Abruzzo e il Molise. L'orografia è caratterizzata da dorsali boscose, valloni profondi e alture che raggiungono i 1.800-1.900 metri di quota (Monte Secine, m 1883 s.l.m.; Pietre Cernaie, m 1785 s.l.m.), configurandosi come un presidio naturale

che, nel corso della seconda guerra mondiale, fu integrato nella Linea Gustav. La posizione strategica era determinata sia dal controllo visivo offerto dalle cime – essenziale per monitorare i collegamenti viari e ferroviari del Sangro - sia dalla presenza di foreste fitte che offrivano copertura a movimenti e postazioni. Il borgo di Pizzoferrato (m 1.251 s.l.m.), costruito su uno sperone roccioso calcareo che si affaccia a picco sulla valle, rappresentava un punto di osservazione e di difesa difficilmente attaccabile. L'area fu sede di una cruenta battaglia tra le forze tedesche e le truppe alleate, con il coinvolgimento diretto della popolazione civile. Nei pressi di Gamberale e lungo i sentieri dei Monti Pizzi restano ancora oggi trincee scavate, camminamenti, ricoveri di fortuna e tracce di sbarramenti con filo spinato, testimonianza della capillare difesa approntata dai tedeschi per ostacolare l'avanzata verso la dorsale appenninica. La morfologia accidentata e il fitto bosco favorirono anche l'azione dei gruppi partigiani: qui operò la Banda di Pizzoferrato che collaborò con la Brigata Maiella. Celebre è l'episodio del febbraio 1944, quando una pattuglia partigiana venne sorpresa e quasi annientata nei pressi di Gamberale, lasciando sul campo la maggior parte dei suoi uomini (Palombaro, 2015). Questi eventi, tramandati dalla memoria locale e dalle testimonianze scritte, sottolineano il ruolo dei Monti Pizzi come crocevia di conflitti: da un lato presidio militare tedesco, dall'altro rifugio e base logistica per la Resistenza.



Fig. 6- Paesaggio collinare e calanchi nell'area di Pennapiedimonte (foto di Carlo Iacovella)

Oggi il percorso del Sentiero della Libertà attraversa la foresta demaniale di Monte Secine e le Pietre Cernaie, recuperando questi luoghi di guerra e riconnettendoli al paesaggio naturale e culturale (Pellegrini, 2018). La presenza di sorgenti, radure e punti panoramici arricchisce l'esperienza escursionistica, mentre le tracce materiali delle fortificazioni e la memoria orale restituiscono il senso profondo di un territorio che, nel momento più drammatico della sua storia, divenne teatro di sacrificio e di resilienza collettiva.

Centro ubicato a ridosso della linea di combattimento, Guardiagrele (CH) ospitò posti di comando e subì rastrellamenti. La sua posizione ai margini orientali della Maiella lo rese punto di interazione tra le formazioni partigiane e le comunità dell'hinterland. Guardiagrele e i borghi limitrofi di Pennapiedimonte, Palombaro, Casoli esercitarono forme di resistenza civile e fornirono supporto alla Brigata Maiella e ad altre bande partigiane locali. La memoria orale e la documentazione archivistica (diari, lettere, fotografie, resoconti giornalistici) raccolta negli archivi della Fondazione Brigata Maiella testimoniano rappresaglie, rastrellamenti e atti di solidarietà. Le cronache e la storiografia locale mostrano come cittadini, pastori e contadini abbiano favorito la fuga di prigionieri e il transito di partigiani, offrendo rifugio e informazioni sulle posizioni tedesche. Queste fonti sono preziose per contestualizzare le strutture materiali e per individuare postazioni non più visibili.



Fig. 7- Casino Masciantonio, avamposto sulla Linea presso Casoli (foto di Carlo Iacovella)

Pennapiedimonte, arroccato ai piedi della Maiella, a pochi chilometri dal fronte era un'importante roccaforte per i tedeschi, in quanto consentiva loro di avere il controllo sulle strade che collegavano Casoli a Palombaro, sulle quali nel settembre del 1944 si organizzarono i primi nuclei partigiani (Figg. 6-7). Lungo il versante orientale della Maiella e nella contigua fascia collinare sono presenti evidenze di opere difensive 'leggere' riconducibili alla Linea Gustav: trincee scavate a mezza costa, nicchie per mitragliatrici e ricoveri parzialmente ricavati nel terreno o costruiti con pietrame a secco. Molti di questi siti erano collegati da camminamenti poco profondi: un assetto coerente con la strategia tedesca di presidio capillare con forze limitate. Interventi di pulizia promossi da volontari locali hanno recuperato e valorizzato alcuni di questi manufatti spesso integrati nel paesaggio agrario e

visibili come tagli nel profilo del terreno o come accumuli di pietre. Un episodio emblematico, documentato su testate giornalistiche locali (Il Centro, 23 aprile 2016), è la 'trincea tedesca' nella zona di Caprafico–Piane, messa in evidenza dalla sezione CAI di Guardiagrele (Fig. 8).



Fig. 8- Guardiagrele, località Caprafico. Volontari del CAI ripuliscono una trincea nella fascia 'terra di nessuno', postazione avanzata tedesca (foto di Carlo Iacovella, sezione CAI di Guardiagrele)

4. Valorizzazione partecipata e patrimonio di comunità

Il patrimonio culturale rappresenta uno spazio in cui ricordo individuale e collettivo si intrecciano, trasformando l'acquisizione dell'eredità del passato in un processo attivo di costruzione identitaria e di azione sociale. In questa prospettiva, anche i paesaggi di guerra - luoghi di trauma e di distruzione - possono divenire "gathering places for memory", ambiti in cui la rielaborazione condivisa del dolore genera nuove forme di appartenenza e di partecipazione civile (Viejo-Rose, 2015).

L'eredità della Linea Gustav non è solo un insieme di 'ruderi' militari, ma un paesaggio culturale stratificato e un incentivo a creare e tramandare la memoria storica. La marcia annuale lungo il Sentiero della Libertà, i progetti del Parco Nazionale della Maiella, le iniziative del CAI e le attività del FAI hanno avviato percorsi di sensibilizzazione e di patrimonializzazione collettiva: abitanti, associazioni locali e istituzioni condividono responsabilità di ricerca, tutela e valorizzazione in linea con i principi sanciti nella Convenzione di Faro (Council of Europe, 2005) che supportano il modello della Heritage Community. Il processo partecipativo non solo genera ricadute positive sulla conoscenza dinamica del territorio e sulla tutela attiva, ma soprattutto favorisce lo sviluppo di un senso di appartenenza mitigando le gerarchie tra esperti e cittadini (Smith, 2006). Un approccio di questo tipo è stato applicato al tratto frusinate della Linea Gustav, dove la memoria del conflitto – segnata dalle violenze note come 'marocchinate' – è stata oggetto di processi di valorizzazione partecipata fondati su pratiche educative e laboratori territoriali (Giantomasso, 2024). Tramite workshop, uscite guidate, mappature di siti, video reportage le comunità locali diventano custodi di un'eredità materiale e immateriale condivisa e da condividere. Ciò consente di trasformare postazioni militari e paesaggi bellici in luoghi di memoria viva con forti implicazioni etiche. Un esempio significativo è il Sentiero della Libertà / Freedom Trail, itinerario di circa 60 km da Sulmona a Casoli: il tracciato ripercorre i luoghi toccati dagli Alleati e dalle bande partigiane che

lottavano per la liberazione dell'Italia, divisa dalla Linea Gustav dopo l'armistizio dell'8 settembre 1943, quando l'Abruzzo divenne terra di confine (Fig. 9). L'associazione che gestisce il Sentiero organizza ogni primavera una marcia di memoria partecipata e stabilisce legami diretti con scuole e istituti educativi (Fig. 10).



Fig. 9- Il Sentiero della Libertà / Freedom Trail (https://www.ilsentierodellaliberta.it)

L'escursionismo esperienziale si integra con il turismo culturale, valorizzando paesaggi di guerra come laboratori di memoria e di riflessione pubblica. Il Cammino del Sentiero della Libertà (CSL), suddiviso in tre tappe, è inserito tra i Cammini d'Abruzzo che sono stati selezionati dal Dipartimento Turismo della Regione ed è inquadrato nel più ampio contesto dell'Atlante Nazionale dei Cammini elaborato dal MIBACT (https://www.ilsentierodellaliberta.it).



Fig. 10- Cammino memoriale nei luoghi della Linea Gustav (foto di Carlo Iacovella)

I numerosi progetti e itinerari di escursionismo sostenibile, promossi da associazioni culturali ed enti pubblici o privati, instaurano un filo diretto tra fruizione turistica e conservazione del patrimonio, rendendo i sentieri - compresi quelli legati alla guerra - luoghi accessibili e tutelati. L'esperienza abruzzese ed esperienze simili, come il Parco Storico di Monte Sole in Emilia-Romagna o altre documentate nella Liberation Route Europe, mostrano come i paesaggi di conflitto siano un patrimonio culturale plurale: un palinsesto di natura, storia e memoria, che richiede politiche di valorizzazione integrate fra loro (https://www.liberationroute.com/it). Solo attraverso un approccio comunitario, che metta al centro il legame tra persone e luoghi, è possibile trasformare le tracce della guerra in strumenti di pace, educazione e sviluppo sostenibile.

5. Considerazioni conclusive

Il segmento abruzzese della Linea Gustav si configura come un laboratorio di valorizzazione partecipata, in cui lo studio del paesaggio della guerra si intreccia con pratiche di cittadinanza attiva e di costruzione condivisa della memoria. Il Parco della Maiella, attraverso progetti quali il Cammino della Linea Gustav, favorisce attività di ricerca, escursionismo e divulgazione, promuovendo itinerari tematici che collegano i luoghi del conflitto con i borghi, le emergenze naturali e le memorie della Resistenza. Il coinvolgimento e il contributo delle comunità locali sono aspetti essenziali: incontri pubblici, focus group e mappature condivise consentono di restituire voce ai territori e di costruire una narrazione collettiva del paesaggio storico. Parallelamente, le sezioni abruzzesi del Club Alpino Italiano hanno avviato iniziative di escursionismo culturale e manutenzione dei sentieri della memoria, in continuità con l'esperienza del Sentiero della Libertà (par. 4). Attraverso corsi, attività formative e giornate di volontariato, il CAI contribuisce a mantenere viva la relazione fra popolazioni e ambiente, unendo la dimensione del ricordo a quella della fruizione paesaggistica (Fig. 11). Il Fondo Ambiente Italiano, con le sue delegazioni regionali, ha inserito diversi luoghi legati alla Linea Gustav e alla Brigata Maiella all'interno delle Giornate FAI e dei progetti di educazione al patrimonio, favorendo la collaborazione con istituti scolastici e l'inclusione di itinerari memoriali nelle reti nazionali e internazionali del turismo culturale e responsabile. L'esperienza abruzzese recepisce così le direttive della Convenzione di Faro e si allinea alle forme di *heritage from below*, in cui la memoria diventa motore di coesione sociale e risorsa educativa e la partecipazione consapevole delle comunità costituisce il presupposto per una gestione condivisa e sostenibile del paesaggio culturale. In tale contesto, la ricerca qui presentata si colloca come strumento di osservazione e di raccordo tra istanze scientifiche e pratiche territoriali: documenta lo stato delle testimonianze materiali (par. 2-3) e contribuisce alla costruzione di una rete di conoscenze e di collaborazioni tra enti e cittadini (par. 3-4).

Ne emerge un quadro articolato e vitale: il tratto montano della Linea Gustav si delinea, quindi, non solo come campo di studio storico-archeologico, ma come spazio vivo di relazione, in cui il dialogo tra diversi attori sociali, istituzioni e *stakeholder* arricchisce progressivamente e rinnova il significato del patrimonio e ne garantisce la continuità nel tempo.



Fig. 11- Escursione organizzata dal CAI (foto di Carlo Iacovella)

Bibliografia

Cori, B. (1994) La valle del Sangro, un asse trasversale della geografia della campagna d'Italia. In: Felice C. (ed), *La guerra sul Sangro. Eserciti e popolazioni in Abruzzo*. Milano, Franco Angeli, pp.79-92.

Council of Europe (2005) *Faro Convention on the Value of Cultural Heritage for Society*, disponibile al link: https://www.coe.int/en/web/culture-and-heritage/faro-convention (ultimo accesso: 25 aprile 2025).

Felice, C. (2022) *Dalla Maiella alle Alpi. Guerra e Resistenza in Abruzzo*. Roma, Donzelli.

Garzarella, A., Narebski, W., Deere, R. & Patricelli, M. (2019) Outline of the geology of battlefields of the Italian campaign: mountain warfare from the Gustav to the Gothic Line. In: Bondesan, A., Craig, D., Pantaloni, M., Petti, F. M., Plini, P. & Smit, H. (eds.) *The 13th International Conference on Military Geosciences — Peace Follows War: Geosciences, Territorial Impacts and Post-conflict Reconstruction*. Abstract Book, Padova, 24–28 June 2019. Roma, Società Geologica Italiana, p. 42.

Giantomasso, C. (2024) Memorie contese di guerra e proposte di valorizzazione from below. Il caso del territorio del Frusinate attraversato dalla Linea Gustav. *Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia*, XXXVI (1), 23–40.

Grassi, L. (2018) *Linea Gustav. Passi nella memoria. Dieci percorsi alla scoperta delle trincee tra Altopiani Maggiori d'Abruzzo e Parco Nazionale della Maiella*. Autopubblicato.

Il Centro (2016) Ecco la trincea tedesca sulla Gustav. Disponibile al link: https://www.ilcentro.it/cultura-e-spettacoli/ecco-la-trincea-tedesca-sulla-gustav-1.151161 (Ultima consultazione: 9 novembre 2025).

Palombaro, N. (2015) Gamberale, 04.02.1944 (Chieti-Abruzzo). Disponibile al link: https://www.straginazifasciste.it/?page_id=38&id_strage=2585 (Ultima consultazione: 31 agosto 2025).

Patricelli, M. (2013) *Patrioti. Storia della Brigata Maiella, alleata degli alleati*. Pescara, Ianieri.

Pellegrini, L. (2018) Abruzzo. I monti Pizzi e il sentiero della libertà. Disponibile al link: https://www.giornaledimontesilvano.com/15148-abruzzo-i-monti-pizzi-e-il-sentiero-della-liberta.

Rose, E.P.F. & Nathanail, C.P. (2000) *Geology and warfare: examples of the influence of terrain and geologists on military operations*. London, Bath, Geological Society of London.

Smith, L. (2006) *Uses of Heritage*. Abingdon, Oxfordshire, Routledge.

Viejo-Rose, D. (2015) Cultural heritage and memory: untangling the ties that bind. *Culture & History Digital Journal*, 4(2), disponibile al link: https://cultureandhistory.revistas.csic.es/index.php/cultureandhistory/article/view/83 (ultimo accesso 24 novembre 2025).

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21523

Participatory Model for the Management and Enhancement of the Cultural Heritage of Mussomeli (CL): The Manfredonian Castle as a Driver of Widespread Tourism

Mariateresa Galizia[a], Gloria Russo[a], Graziana D'Agostino[a], Giuseppe Maria Spera[b]
[a] Università degli Studi di Catania, DICAR, Italia, mariateresa.galizia@unict.it, gloria.russo@phd.unict.it, graziana.dagostino@unict.it, [b] Ricercatore indipendente, Mussomeli (CT), Italia, giuseppemariaspera@gmail.com

How to cite: Galizia, M., Russo, G., D'Agostino, G. & Spera, G. M. (2026). Participatory Model for the Management and Enhancement of the Cultural Heritage of Mussomeli (CL): The Manfredonian Castle as a Driver of Widespread Tourism. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21523

Abstract

The management and enhancement of historical and architectural heritage require a coordinated set of activities ranging from the conservation and restoration of assets to their cultural and touristic promotion. These activities include the creation of thematic routes, guided tours, sustainable planning through integrated management plans, monitoring of tourism impacts, mitigation of mass tourism, and the safeguarding of cultural sites. Education and active community engagement also play a central role, involving schools, associations, and citizens in fostering a culture of the 'common good'. This paper presents an experimental model for the documentation and enhancement of cultural heritage, based on an educational and participatory approach. The model was developed with the aim of promoting awareness and communication of both tangible and intangible heritage in the territory of Caltanissetta, with reference to the municipality of Mussomeli. Through participatory strategies, the project identifies the magnificent Castle of Mussomeli – built between the 14th and 15th centuries – as a catalyst for strategic actions aimed at inclusive and decentralised management of cultural tourism. Although the castle is the main attraction of the area due to its historical, morphological, stylistic, and landscape features, the surrounding area also holds valuable architectural and landscape heritage that remains underrepresented in traditional tourist circuits. The project thus proposes a valorisation model that leverages the castle's notoriety to attract a more conscious and widespread form of cultural tourism throughout the territory. In this context, the castle's ancient stables – the subject of in-depth geometric and spatial analyses through digital surveying – play a key role. These spaces are envisioned as potential exhibition and communication venues. Using innovative technologies – including information panels, videos, multimedia stations, and 3D models – the stables are conceived as interactive environments for presenting cultural heritage, capable of engaging a diverse audience across social, cultural, and generational lines.

Keywords: digital survey, stables, exhibition spaces, educational project.

BY-NC-SA

1. Introduzione

Il patrimonio architettonico, artistico e paesaggistico dei centri storici costituisce un valore identitario, culturale ed economico di primaria importanza. La sua salvaguardia, unitamente alla valorizzazione e alla diffusione della conoscenza, rappresenta una condizione essenziale per garantire la trasmissione alle generazioni future e per generare nuove opportunità di sviluppo sociale, culturale ed economico. Il presente studio si inserisce nel quadro di riferimento delineato dalla Convenzione quadro del Consiglio d'Europa sul valore dell'eredità culturale per la società (Convenzione di Faro, 2005, in vigore in Italia dal 2020). Tale convenzione ridefinisce il concetto di patrimonio culturale non solo come bene materiale da tutelare, ma come risorsa viva, condivisa dalle comunità, capace di contribuire alla democrazia, allo sviluppo umano e alla coesione sociale.

Il progetto si pone pertanto come strumento operativo per trasformare il patrimonio del comune di Mussomeli (CL) in un motore di crescita sostenibile, fondato sulla tutela, l'innovazione e la partecipazione attiva della comunità locale e dei turisti (Spera, 2024). Gli obiettivi del progetto superano la sola conservazione fisica dei beni, articolandosi in una visione integrata che tiene conto di alcuni aspetti tra cui: tutela e conservazione del patrimonio architettonico e artistico; divulgazione culturale attraverso la promozione della conoscenza del patrimonio, rivolgendosi sia alla comunità locale che ai visitatori esterni; valorizzazione economica sostenibile, generando ricadute economiche attraverso il turismo culturale, l'artigianato e i servizi connessi; inclusione e innovazione, avvicinando pubblici differenti (giovani, adulti, anziani, turisti internazionali) con strumenti e linguaggi diversificati; ricerca e formazione, favorendo attività scientifiche, laboratori didattici e spazi di studio per studenti e ricercatori. Il progetto propone un modello sperimentale di sistema museale diffuso, articolato su più sedi, che utilizza come polo centrale di attrazione il Castello Manfredonico di Mussomeli, una delle fortezze medievali più imponenti e meglio conservate della Sicilia, catalizzatore di azioni strategiche volte alla gestione inclusiva e decentralizzata del turismo culturale, e già inserito negli itinerari turistico-culturali della Sicilia centrale.

Il museo diffuso è costituito da una rete di luoghi storici, artistici e naturalistici del territorio di Mussomeli, collegati attraverso itinerari tematici, e dal polo centrale costituito dal Castello e dalle scuderie, sede delle principali attività espositive, formative e di ricerca. La ricerca sperimenta un possibile modello partecipativo per la gestione e valorizzazione del patrimonio culturale locale, progettando all'interno delle scuderie esperienze diversificate per l'educazione, il divertimento, la creatività, la ricerca e la condivisione di saperi, invogliando i visitatori a non lasciare il castello senza prima avere visitato i beni storici di Mussomeli.

Il progetto propone alcune modalità di integrazione dei fruitori in un rapporto o in un sistema di apprendimento relazionale di riferimento condiviso, che si articoli in attività esperienziali e inclusive che fungano da addestramento e stimolo all'attività conoscitiva, attraverso operazioni mentali di attenzione – osservazione, memorizzazione – o attraverso operazioni creative – analisi, sintesi, produzione e rielaborazione di elementi – del ricco patrimonio fruito.

Come riferimento si sono valutate le necessità e le aspettative dell'utenza, intesa come comunità che ha specifiche esigenze legate alla tipologia del visitatore – studiosi, studenti di scuole di diverso grado, turisti, specificando l'età e l'estrazione socio-culturale – e si è posta attenzione alla qualità e alla tipologia del patrimonio, all'area geografica di contesto, alla natura del bene, così da poter comprendere le differenze ed estrapolare anche il dato sulla profonda diversità dei modelli di gestione del patrimonio culturale. Ogni singola esperienza e pratica di comunità, in questo modo, contribuirà a leggere e a disegnare i diversi strumenti e le diverse competenze necessarie per valorizzare il ricco patrimonio culturale nisseno.

Nelle scuderie sono previste attività di catalogazione e digitalizzazione del patrimonio culturale; allestimento di mostre permanenti e temporanee dedicate alla storia, all'arte sacra e laica, alle tradizioni locali; laboratori esperienziali e didattici con attività ludico-pratiche per scuole, università e associazioni; spazi di studio e ricerca con ambienti attrezzati per studiosi di arti e mestieri tradizionali, storici e ricercatori.

Inoltre, per garantire una fruizione contemporanea e coinvolgente, il progetto prevede l'implementazione di sistemi di comunicazione e fruizione innovativi attraverso: app multilingue per visite personalizzate; guide interattive digitali e percorsi in realtà aumentata; totem multimediali e installazioni interattive per un approccio inclusivo e accessibile; piattaforma digitale integrata per la promozione e la gestione del sistema museale. Il progetto così strutturato prevede importanti benefici in termini culturali, sociali, economici, formativi. Nello specifico si ritiene che le ricadute sul territorio possano investire ambiti di diversa natura:

- culturale, attraverso il rafforzamento dell'identità storica e artistica del territorio; la maggiore conoscenza e diffusione del patrimonio culturale locale; l'incremento della produzione culturale e scientifica;
- sociali, tramite il coinvolgimento attivo della comunità e delle associazioni locali; la creazione di legami intergenerazionali attorno al patrimonio; l'inclusione di pubblici diversificati (famiglie, giovani, anziani, turisti);
- economici, con l'incremento dei flussi turistici all'interno del paese; lo sviluppo dell'indotto locale (artigianato, ristorazione, ospitalità); l'attivazione di nuove opportunità imprenditoriali legate ai servizi culturali
- formativi, mediante l'offerta di percorsi di apprendimento esperienziale per studenti e visitatori; l'opportunità per studiosi, ricercatori e artigiani; lo sviluppo di competenze professionali nei settori della cultura e del turismo.
- innovativi, grazie all'utilizzo di strumenti digitali avanzati per la fruizione del patrimonio e alla proposta di un modello replicabile di museo diffuso, integrato con un polo centrale.

2. La città di Mussomeli e il suo Castello

Mussomeli è un comune situato nell'entroterra siciliano, in provincia di Caltanissetta. Collocato su un altopiano tra i monti San Vito e Pizzo Calavò, il paese si distingue per la sua posizione strategica all'interno del cosiddetto 'Vallone', un'area storicamente legata all'agricoltura e caratterizzata da paesaggi collinari e insediamenti rurali.

Le origini di Mussomeli sono incerte. Ritrovamenti archeologici nei dintorni indicano la presenza di insediamenti sicani, greci e romani. Il toponimo deriverebbe, secondo Tommaso Fazello (1498–1570), domenicano e primo storico della Sicilia, da *Mons Mellis* (Monte del Miele), nome attribuito al colle dove sorge l'abitato (Fazello, 1560). Il borgo fu fondato nel XIV secolo da Manfredi III Chiaramonte, conte di Modica, che lo chiamò Manfreda. A lui si deve anche l'edificazione del celebre castello. Mussomeli conobbe nei secoli successivi vari passaggi feudali: dai Chiaramonte ai Moncada, dai Castellar ai Ventimiglia, fino ai Lanza, ultimi principi della città, che ressero la contea fino all'abolizione della monarchia nel 1946. Sotto il dominio dei Lanza, in particolare, il paese visse un periodo di sviluppo urbanistico, sociale e culturale, con la costruzione di chiese, fontane, ospedali e palazzi. Sovrastante il paese, su un'imponente rupe calcarea a 778 metri s.l.m., si erge il Castello Manfredonico di Mussomeli (Fig. 1), una delle più suggestive fortezze medievali della Sicilia. L'edificazione risale agli anni 1364-1367 per volere di Manfredi III Chiaramonte, su una preesistente masseria araba. Un documento del 1271 cita un insediamento precedente, testimoniando la continuità del sito. Il castello fu modificato nel XV secolo dai Castellar, poi passò ai Moncada e ai Lanza. Fu utilizzato come carcere nel Seicento e abbandonato fino al restauro curato nel 1911 dall'architetto Ernesto Arnò (1860–1926), specializzato nel recupero di architetture storiche. L'ingresso al maniero avviene dal lato nord, dalla prima cinta muraria, dove si trovano le antiche scuderie capaci di ospitare oltre 40 cavalli (Fig. 2). Superata la seconda cinta muraria si accede alla corte principale e al portale chiaramontano finemente scolpito della celebre Sala dei Baroni. Gli altri ambienti interni presentano eleganti colonne a fascio, volte a crociera e bifore con sedili. Di notevole fascino è la Stanza delle Tre Donne, legata a una leggenda popolare. Seguono la sala del camino, con capitelli decorati a motivi vegetali, la sala da pranzo e la camera da letto, che conserva una doppia volta a crociera. Il piano inferiore ha come ambiente principale la sala delle armi è un intricato susseguirsi di ambienti scavati nella roccia che sono prigioni e serbatoi idrici (Sorge, 1916; Vullo, 2023). L'aspetto attuale del castello è frutto anche dell'intervento romantico dell'architetto Arnò, che inserì elementi stilizzati secondo il gusto ottocentesco.



Fig. 1- Castello Manfredonico di Mussomeli, XIV secolo (foto degli autori, 2025)

Il Castello di Mussomeli resta oggi uno dei simboli più potenti dell'identità locale e un raro esempio di architettura gotico-chiaramontana in Sicilia, testimone di epoche gloriose, lotte di potere e leggende tramandate nei secoli.



Fig. 2- Le scuderie del castello (foto degli autori, 2025)

3. La documentazione digitale a supporto del progetto di valorizzazione del territorio

Il castello si distingue per l'unicità della sua conformazione planimetrica e altimetrica, determinata dall'adattamento alla morfologia irregolare della roccia su cui sorge. L'intero organismo architettonico presenta una cinta muraria che ingloba le scuderie, conferendo al complesso un assetto compatto e coerente con il contesto naturale. Per le sue caratteristiche storiche, morfologiche, stilistiche e ambientali, il sito è stato oggetto di numerosi studi, condotti da gruppi di ricerca nazionali e internazionali, con particolare attenzione alle tematiche della digitalizzazione e della fruizione virtuale del patrimonio culturale (Galizia et al., 2021).

Nel 2017 l'Università di Palermo ha condotto una sperimentazione con tecnologie informatiche finalizzate alla valorizzazione del patrimonio culturale. Il modello 3D del castello e dei suoi dintorni è stato realizzato mediante la metodologia *Structure from Motion (SfM)*, a partire da un esteso *dataset* fotografico, comprensivo di acquisizioni aeree tramite drone (Scianna & La Guardia, 2017).

Nel 2019, la South University of Florida ha collaborato con l'amministrazione comunale per rendere disponibile il rilievo digitale del sito, caricandolo sui propri server istituzionali, al fine di promuovere la conoscenza internazionale del bene (1). Nel 2021, un ulteriore contributo alla digitalizzazione del Castello di Mussomeli è stato fornito all'interno del progetto 3DLab Sicilia, a cura dell'Università degli Studi di Catania.



Fig. 3- Viste prospettiche della nuvola di punti delle scuderie del castello (elaborazioni grafiche degli autori, 2025)

L'iniziativa ha previsto lo sviluppo di modelli in realtà virtuale e aumentata (VR/AR) relativi a numerosi beni culturali, tra cui diversi siti già riconosciuti dall'UNESCO e la realizzazione di contenuti immersivi e modelli digitali fruibili (Di Gregorio, 2022).

Nel quadro delle attività di valorizzazione di questo sito, il presente studio ha incluso una campagna di rilievo digitale ad alta precisione delle scuderie, finalizzato alla documentazione delle caratteristiche geometriche e dimensionali dello spazio, individuato come area di accoglienza per i visitatori e come luogo destinato all'esposizione e all'apprendimento del patrimonio storico e architettonico della città di Mussomeli. L'acquisizione digitale è stata condotta attraverso il laser scanner BLK 360 della Leica Geosystem prevedendo 7 punti stazione, al fine di garantire una copertura completa e accurata dell'ambiente analizzato, e ottenendo una nuvola di punti di circa 330 milioni di punti (Fig. 3).

I prodotti digitali ottenuti tramite rilievo laser scanner hanno rappresentato un passaggio fondamentale per la definizione progettuale dell'area destinata all'accoglienza e alla divulgazione del patrimonio culturale locale.

In particolare, la mancanza di una documentazione aggiornata in formato 2D e 3D delle Scuderie ha reso indispensabile l'acquisizione di dati metrici ad alta precisione e la generazione di ortofoto fotorealistiche degli ambienti interni. Tali elaborati hanno costituito la base tecnica per la progettazione e l'allestimento di spazi dedicati all'installazione di materiali didattici e allo sviluppo di attività laboratoriali, sia digitali che analogiche, volte alla trasmissione, comprensione e valorizzazione del patrimonio storico, architettonico e culturale della città.

4. Dalle scuderie del Castello al centro della città: il progetto del percorso culturale

Il progetto mira a valorizzare e comunicare il patrimonio storico e culturale di Mussomeli, diffuso su tutto il territorio, proponendolo non solo come risorsa culturale, ma anche come strumento educativo e formativo capace di stimolare nella comunità comportamenti civici e un approccio partecipativo alla tutela dei beni comuni.

Al centro del progetto ci sono le scuderie del Castello Manfredonico, concepite come punto di partenza di un percorso museale 'a cielo aperto' che si estende lungo gli assi principali del centro storico. L'itinerario attraversa vicoli e piazze, accompagnando il visitatore tra i palazzi storici e le facciate scenografiche delle chiese. Pur essendo il castello il principale attrattore della città, nel progetto questo viene considerato come un catalizzatore per far emergere la ricchezza culturale e architettonica del centro storico del paese. Le scuderie sono allestite per permettere al visitatore di approcciarsi al patrimonio culturale e architettonico locale attraverso strumenti digitali, prima di proseguire la visita in loco. Pannelli grafici illustrano l'architettura civile e religiosa di Mussomeli, integrati con codici QR che permettono di accedere a visualizzazioni tridimensionali degli edifici e degli oggetti esposti. Questo approccio digitale funge da stimolo e orientamento per l'esplorazione diretta del centro urbano.

La fruizione è pensata per differenti tipologie di pubblico – studiosi, turisti, studenti – adattando contenuti e modalità di comunicazione all'età e agli interessi dei visitatori. L'itinerario culturale si propone come inclusivo e accessibile, promuovendo la partecipazione della comunità

attraverso esperienze che spaziano dall'educazione all'intrattenimento, dalla creatività alla ricerca e allo scambio di conoscenze.

In particolare, i giovani vengono incoraggiati a sviluppare consapevolezza e competenze innovative, tra cui l'uso della tecnologia come strumento di apprendimento. L'allestimento sfrutta la struttura esistente come contenitore e spazio per attività didattiche e partecipative.

L'ampia sala, coperta da una volta a botte in parte ricostruita in vetro, è organizzata in diverse aree funzionali – esposizione, laboratori didattici, area giochi e sala conferenze – grazie a pannelli divisori mobili che permettono di modulare lo spazio in base alle attività (Fig. 4).

Il percorso interno inizia con una postazione interattiva che introduce il visitatore all'itinerario museale diffuso, mostrando una mappa del Comune di Mussomeli con il centro storico, il Castello Manfredonico e il percorso che li collega (sezione C-C' nella figura 4). La zona espositiva presenta pannelli dedicati agli edifici religiosi e civili, corredati di testi, immagini, dettagli architettonici e riproduzioni delle opere (sezione E-E' nella figura 4). Le attività educative comprendono laboratori per le scuole primarie, percorsi ludici per le scuole secondarie e i licei, e workshop tematici per adulti sulle arti e i mestieri tradizionali (sezioni D-D' e G-G' nella figura 4). Il percorso prosegue nel centro storico in continuità tra la visita del castello, del museo e della città.

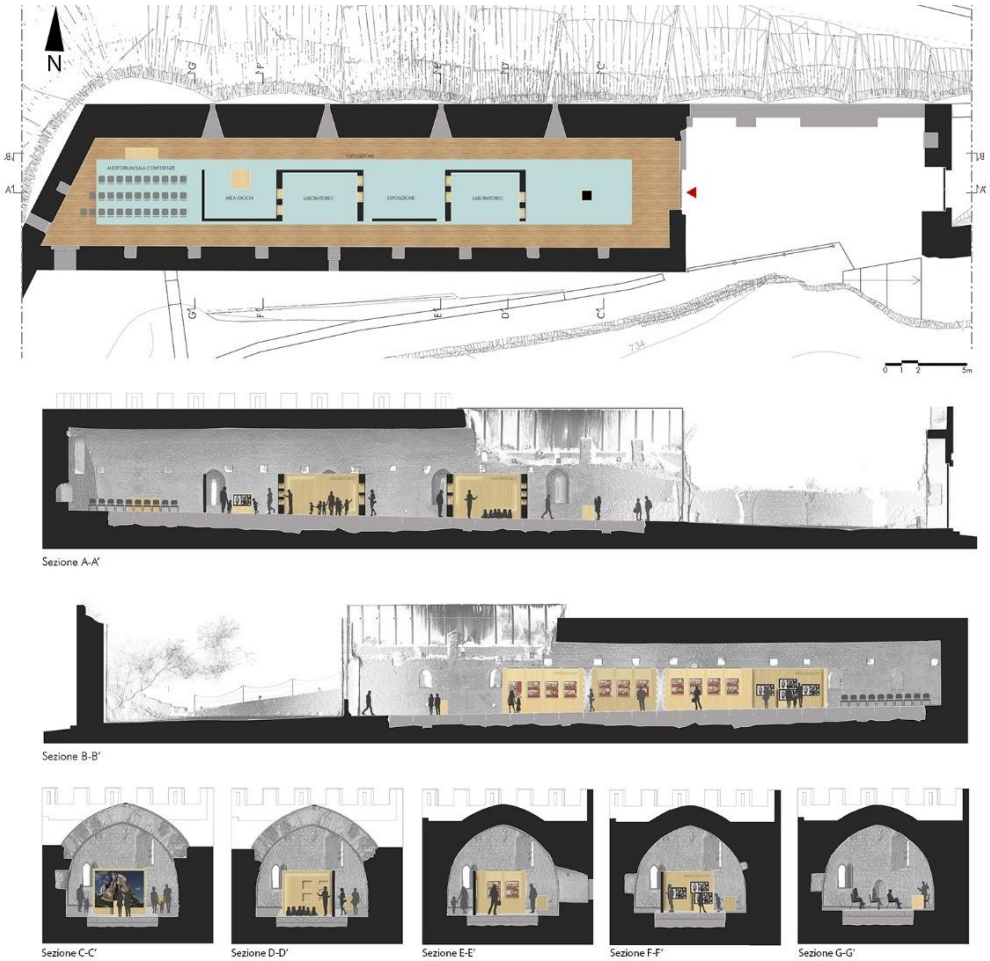


Fig. 4- Progetto di musealizzazione delle scuderie del castello (elaborazione grafica degli autori, 2025)

Le scuderie costituiscono la soglia iniziale, mentre la visita si sviluppa lungo le vie principali, tra le facciate delle chiese e dei palazzi, che diventano parte integrante dell'esperienza. L'interfaccia digitale – pannelli, codici QR e navigazioni 3D – guida il visitatore nella fruizione diretta dei luoghi, trasformando l'anteprima virtuale in una visita consapevole.

Questa continuità permette un'esperienza diffusa e accessibile, in cui il castello resta l'elemento di attrazione principale, ma l'itinerario valorizza l'intero centro abitato, promuovendo la conoscenza estesa del patrimonio e rafforzando il legame tra comunità, beni culturali e territorio.

5. Conclusioni

Lo studio condotto indaga sull'opportunità di utilizzare il Castello Manfredonico di Mussomeli e il suo territorio come laboratorio di innovazione culturale, capace di unire tutela, ricerca e sviluppo, proponendo oggi un modello di valorizzazione in fase prototipale.

Il progetto è stato organizzato secondo una precisa metodologia di ricerca suddivisa per fasi – dalla raccolta dei dati all'analisi e all'interpretazione degli stessi, alla disseminazione – e sfrutta la notorietà del castello per attrarre una forma più consapevole e diffusa di turismo culturale in tutto il territorio. La proposta, in linea con la Convenzione di Faro, mira a fare del patrimonio culturale non soltanto un oggetto di conservazione, ma una risorsa viva e condivisa, in grado di: stimolare la partecipazione attiva delle comunità raccogliendo feedback preziosi per ottimizzare il prodotto; creare nuove opportunità economiche; garantire una fruizione innovativa e inclusiva; rafforzare l'identità culturale e la coesione sociale.

Il sistema museale diffuso con centro nel Castello di Mussomeli rappresenta dunque un modello sostenibile di valorizzazione integrata del patrimonio, capace di generare benefici duraturi per il territorio e per le generazioni future.

Ringraziamenti

Gli autori hanno così contribuito: M. Galizia, paragrafi 1 e 5; G.M. Spera, paragrafo 2; G. D'Agostino, paragrafo 3; G. Russo, paragrafo 4.

Note

(1) Professor Michael Decker, John Northrop (PhD) e Rebekah McLaughlin (PhD Master), dell'University of South Florida di Tampa (Florida), Direttore dell'IDEx – Institute for Digital Exploration, in collaborazione con il Professor Davide Tanasi dell'Università degli Studi di Catania e la Dott.ssa Elisa Bonacini, Project Manager dei progetti di digitalizzazione dell'USF in Sicilia.

Bibliografia

Di Gregorio, G. (2022). Tra reale e virtuale: il medievale castello di Mussomeli/Between real and virtual: the medieval castle of Mussomeli. In: Battini C. & Bistagnino, E. (a cura di) *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*, 15-16-17 settembre 2022, Genova. Milano: FrancoAngeli, pp. 2344-2363.

Fazello, T. (1560) *De rebus siculis decades duae*. Edi Oftes.

Galizia, M., D'Agostino, G., Payà Rico, A., Spera, G.M. (2021) The Castle of Mussomeli (CL) and its stables: an educational and connecting space between local historical heritage sites. In: Arena, A., Arena, M., Mediati, D. & Raffa, P. (a cura di) *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi, Distanze, Tecnologie*. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages, Distances, Technologies. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers, 16-17-18 settembre 2021, Reggio Calabria e Messina. Milano: FrancoAngeli, pp. 740-749.

Scianna, A. & La Guardia, M. (2017). Problematiche e soluzioni nel rilievo rapido e nella restituzione fotogrammetrica speditiva di beni culturali in contesti ambientali complessi. L'esempio del castello manfredonico di Mussomeli. *Bollettino SIFET*, 2017(4 - Sezione Scienze), 1-7.

Sorge, G. (1916) *Mussomeli dall'origine all'abolizione della feudalità*, vol. II. Catania, Niccolò Giannotta Editore.

Spera, G.M. (2024) *Musealización del patrimonio artístico y religioso de Mussomeli (Italia): una propuesta pedagógica y de difusión cultural*. [PhD thesis]. Valencia, Universidad de Valencia.
Vullo, V. (2023) *Saggio storico sulle origini di Mussomeli e del suo castello medievale: analisi del restauro del castello nel primo Novecento*. Caltanissetta, Edizioni Lussografica.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21524

The fortress *Le Castella* on the Ionian Sea. Results of a diagnostic plan

Caterina Gattuso[a], Domenico Gattuso[a]
[a] Università Mediterranea, Reggio Calabria, Italy, caterina.gattuso@unirc.it, domenico.gattuso@unirc.it

How to cite: Gattuso, C. & Gattuso, D. (2026). The fortress Le Castella on the Ionian Sea. Results of a diagnostic plan. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21524

Abstract

For their specific defensive functions, castles are generally located in elevated positions, so that they can have a wide view of the surrounding territory and access routes of possible enemy forces and thus prevent incursions and prepare the local community to resist. However, there is no shortage of cases which differ in relation to the position on the territory. Among them the fortress placed on islets or beside the sea, as strategic sentinels. This article focuses on one of these structures, the fortress of *Le Castella*, located on the Ionian coast, in the municipality of Isola di Capo Rizzuto, in Calabria. Its origin dates back to the period of Greek colonization; the city of Kroton built a military outpost (*phrourion*), at the edge of the Poleis area of influence, given the strategic position, to ensure the defence of the territory. On that basis successive edifications were made; the complete structure dates back to the period of the Aragonese domination and is attributed to the king Alphonse V in the middle of the XVth century. The study is aimed at building an identity card of the fortress, for diagnostic purposes, paying particular attention to the anamnesis (historical and architectural analysis), to the results of a local survey useful for a deep description of the building, and to detect deterioration processes concerning structural components and constituent materials.

Keywords: fortress, diagnostic plan, architecture, deterioration process.

1. Introduzione

Per svolgere lo studio della fortezza *Le Castella* che si affaccia sulle rive del Mare Jonio, nel comune di Isola di Capo Rizzuto, in provincia di Crotone, è stato elaborato uno specifico profilo conoscitivo sulla base di un piano diagnostico multidisciplinare, al fine di acquisire e raccordare aspetti diversi dell'intero campo di interesse che vanno dal contesto ambientale fino alle proposte di intervento. Le informazioni ottenute sono di particolare rilievo poiché permettono di orientare e quindi di predisporre progetti di conservazione e restauro più adeguati e corretti ed anche di valorizzare il manufatto in esame. A tal fine è stata adottata un'apposita struttura metodologica che, sulla base di informazioni e di dati che possono essere ottenute attraverso fasi di indagine coordinate, permettono di costruire il quadro conoscitivo e illustrare lo stato in cui si trova il castello, quindi elaborare una sorta di carta d'identità.

BY-NC-SA

2. Struttura metodologica di studio

La metodologia di studio utilizzata nel caso della fortezza si è sviluppata seguendo l'iter di piano diagnostico procedendo per fasi integrate e sequenziali a diverse scale di interesse e di approfondimento (Gattuso, 2014, 2020).

In una prima fase preliminare, di pre-diagnosi l'attenzione viene diretta ad esaminare il territorio in cui è localizzato il bene d'interesse, le condizioni ambientali quali suolo e clima, i livelli di rischio rispetto ad eventi non facilmente prevedibili (sisma, dissesto idro-geologico, azioni antropiche, presenza di aerosol antropici (come particelle inquinanti) o naturali (come polvere, sale marino, polline).

In una seconda fase, dedicata alla diagnosi propriamente detta l'attenzione è rivolta a tre ambiti di studio: l'analisi storico-architettonica del bene se si tratta di un edificio (anamnesi), una indagine conoscitiva dell'opera (rilievo metrico, dossier fotografico, individuazione dei materiali), un rilievo dello stato di conservazione e di eventuali processi di deterioramento (naturali o antropici).

Oltre ai tradizionali rilievi disponibili in letteratura si possono utilizzare oggi delle piattaforme per modelli 3D scaricabili da internet che permettono di poter ottenere anche delle rappresentazioni virtuali. Le analisi dei processi di alterazione e degrado che si sviluppano con il supporto di informazioni provenienti da un vasto spettro di indagini conoscitive e diagnostiche ed anche mediante le molteplici tecniche analitiche che ne favoriscono l'acquisizione, la raccolta e l'elaborazione permettendone una gestione più articolata.

Le prime due fasi, sviluppate ed elaborate nell'ambito del percorso diagnostico, vanno considerate come supporto indispensabile per la predisposizione e la realizzazione di un corretto progetto di restauro o di conservazione.

Una terza e conclusiva fase, di post-diagnosi, include la selezione di un insieme di efficaci interventi di manutenzione, conservazione, restauro, volti al mantenimento dell'integrità, della funzionalità e dell'identità del bene. Nel caso in esame il processo diagnostico include le prime due fasi; non viene approfondito l'ambito delle potenziali possibili forme di intervento conservativo o di restauro.

3. La fortezza il piano diagnostico

L'articolo propone una parte dei risultati di una ricerca relativa ad un edificio di rilevante valore storico-architettonico, la fortezza *Le Castella*, situata a bordo del Mare Jonio, nel comune di Isola di Capo Rizzuto (Crotone). *Le Castella* può essere annoverata fra le tipiche fortificazioni sul mare diffuse lungo le coste del Mediterraneo (Bianchi di Castelbianco, 2009).

L'origine della fortezza risale al periodo della colonizzazione greca; la città di Crotone realizzò un avamposto militare, al limite dell'area d'influenza della Poleis, in virtù della posizione strategica del sito, per garantire la difesa del territorio (Adamesteanu, 1987).

Su quella base furono operate successive edificazioni. L'impianto originario è di epoca angioina, risalente alla seconda metà del XIII secolo; la struttura completa è ascrivibile al periodo della dominazione aragonese ed è attribuita ad Alfonso V d'Aragona a metà del XV secolo (Santoro, 1982).

4. Localizzazione e storia della fortezza

La fortezza di *Le Castella* è situata su un isolotto distante circa 120 m dalla costa ed oggi ad essa legato da un cordolo di terra. L'isolotto è localizzato all'estremità orientale del golfo di Squillace, in un punto da cui si può osservare un ampio braccio di mare (Fig. 1).

In questo tratto la costa è particolarmente selvaggia e ricca d'insidie, come dimostra la grande quantità di relitti ritrovati, appartenenti ad epoche differenti di un orizzonte storico di oltre due millenni. Ma la caratteristica principale di questo sito è quella di controllare l'unica insenatura di questo tratto di costa, spesso battuta da venti insidiosi e violente mareggiate, che possa essere utilizzata per l'attracco di navi anche di grandi dimensioni. Si tratta della baia delimitata ad Est da Capo Rizzuto ed a Ovest da *Le Castella.*

La fortezza non è mai stata dimora nobiliare, piuttosto un ricovero e un presidio difensivo per i soldati contro incursioni nemiche provenienti dal mare.

Elementi storici attendibili relativi alla fortezza sono riportati da Mango (1999) e da Raimondo et al. (1998). Importanti vestigia fanno risalire le origini del forte al V-IV a.C..



Fig. 1- La fortezza *Le Castella* vista dall'alto

Un imponente muro di sbarramento (*phrourìon*), disposto in direzione nord-sud, attraversa l'intero isolotto. Il muro è stato realizzato a scacchiera, alternando blocchi squadrati di calcarenite a blocchi di conglomerato artificiale di pietrame. Un'altra struttura, oggi solo in parte visibile, riferibile al medesimo periodo, è localizzata sulla costa nel punto in cui il cordolo di sabbia unisce l'isolotto alla spiaggia.

Ad un geografo di re Ruggero, Idrisi, che scrisse un trattato nel 1152, si deve la prima menzione della fortificazione; essa era richiamata col termine *Qas'tal* (piccola città). Ma il documento storico più importante è del 1290. In piena guerra del Vespro, *Le Castella* subì un assedio dal mare di 8 giorni da parte di Ruggero di Lauria che la conquistò, sottraendola a Pietro Ruffo, conte di Catanzaro. In questo caso si parla di *Le Castella* come *insula seu locus*, e poi unicamente come *locus*. È chiaro che un assedio di una settimana presuppone la presenza, pur modesta, di una fortificazione, mentre il termine *locus* indica in maniera inequivocabile la presenza di un centro abitato.

Le Castella, come narra Bartolomeo di Neocastro (Raimondo et al., 1998), diventa una postazione navale aragonese di primo piano, capace di accogliere 30 galere da guerra, e ciò evidenzia l'importanza strategica del luogo.

Nel 1309, quindi dopo la pace di Caltabellotta, *Le Castella* rientrava sotto la sfera della contea di Catanzaro: il conte Giovanni Ruffo ottenne infatti che i figli Nicola e Corrado ne potessero disporre. Seguì un periodo di relativa tranquillità durante il quale *Le Castella*, ormai stabilmente infeudata sotto i Ruffo, passava di discendente in discendente senza particolari eventi. Le notizie riprendono quando la contea di Catanzaro passa per matrimonio ad Antonio Centelles. *Le Castella* venne coinvolta in violente rivolte baronali; la prima, degli anni 1444-1445, fu sedata da Alfonso d'Aragona. *Le Castella* passò sotto diversi castellani e governatori: nel 1453 venne deposto Pietro de Capodevilla, sostituito da Maso Barrese, celebre perché responsabile della distruzione di Acri nel 1459 e della feroce repressione delle rivolte contadine. La sconfitta definitiva di Antonio Centelles significò per la terra di *Le Castella*, così come per la maggior parte dei feudi della contea di Catanzaro, l'aggregazione al demanio reale.

Del 1496 è l'atto aragonese finale riguardante *Le Castella*: Federico, ultimo regnante, vendeva *in perpetuum* la città di Santa Severina, le terre di Policastro, Rocca Bernarda, Ipsigrò (Cirò), Castella e il feudo di Crepacuore, ad Andrea Carafa per 9000 ducati. Si sa con certezza che a lui si deve la trasformazione della fortificazione nei primi anni del XVI secolo, così come attesta la medaglia ritrovata all'interno dell'arco di accesso crollato nel 1943.

5. Indagine conoscitiva del manufatto

La fortezza si presenta attualmente come un agglomerato di parti edilizie sovrapposte le une alle altre in epoche diverse. L'unico elemento che accomuna i vari interventi è l'uso dello stesso materiale lapideo: la calcarenite. Inoltre, risulta parzialmente diroccato (nella parte posteriore), ma sono visibili ugualmente le linee principali di edificazione più recenti.



Fig. 2- Foto satellitare (Medaglia et al., 2024)

La foto satellitare (Fig. 2) offre una vista dall'alto della fortezza (Medaglia et al., 2024).

Le prime due foto della Figura 3 presentano una vista da terra fronte mare e una vista da mare del complesso architettonico (a, b); le ultime due propongono una visione dall'alto su due diverse prospettive (c, d).

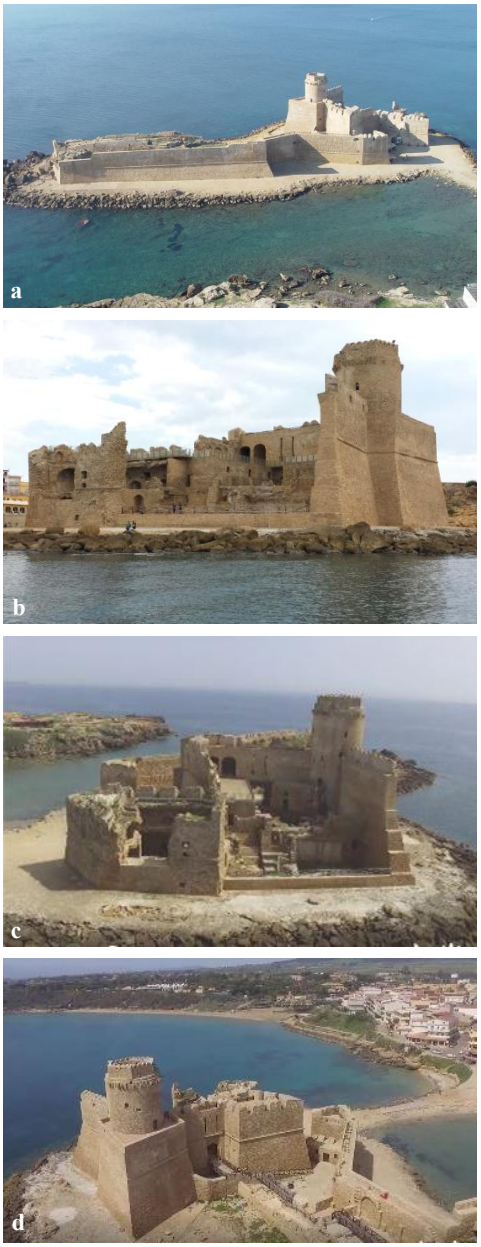


Fig. 3 - La fortezza sotto diverse angolazioni

In Figura 4 si può osservare l'impianto planimetrico, elaborato da Rubino (1979) sulla base di un rilievo in sito. Sono evidenziate alcune parti significative della fortezza e alcune componenti funzionali. Dal disegno si può osservare inoltre una configurazione originaria a forma trapezoidale della coda orientale della fortezza che certamente ospitava alcuni edifici.

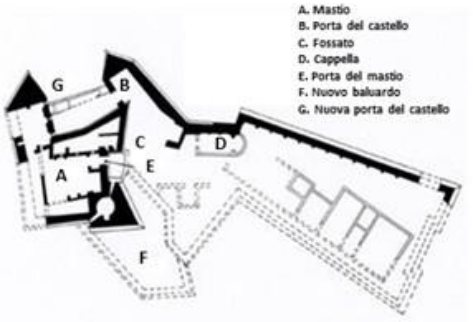


Fig. 4- Planimetria generale (Rubino, 1979)

In Figura 5 è proposta una ipotesi ricostruttiva tridimensionale ad opera di Rende nel 2003, pubblicata dall'autore nel 2015.

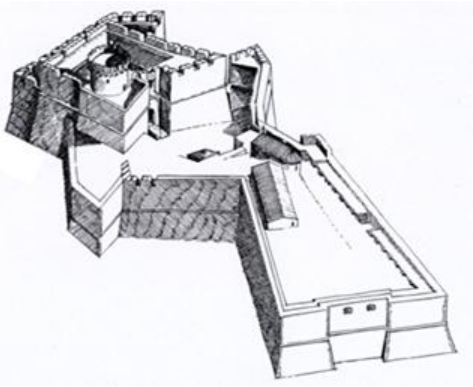


Fig. 5- Ricostruzione 3D (Rende, 2015)

Molteplici ricerche archeologiche, nel corso del tempo, hanno messo in luce delle stratificazioni storico-architettoniche, con sovrapposizione di diverse fasi edilizie. Sul lato orientale della fortezza è emerso un muro lungo quaranta metri composto da blocchi di calcare con piccoli riquadri in pietra disposti a scacchiera.

La fortezza presenta, quale elemento tipico, un basamento inclinato (scarpa) con cordolo che raccorda la sovrastante parete. Il basamento inclinato pare avesse lo scopo di deviare l'impatto

dei proiettili; il cordolo è una linea di demarcazione e rinforzo e la sovrastante parete verticale (cortina), spesso terminante con merlature, funziona come barriera difensiva. Elementi emergenti del complesso sono due bastioni pseudo-angolari realizzati in epoca aragonese e un'autorevole torre cilindrica di epoca angioina.



Fig. 6- I bastioni angolari sul fronte Nord

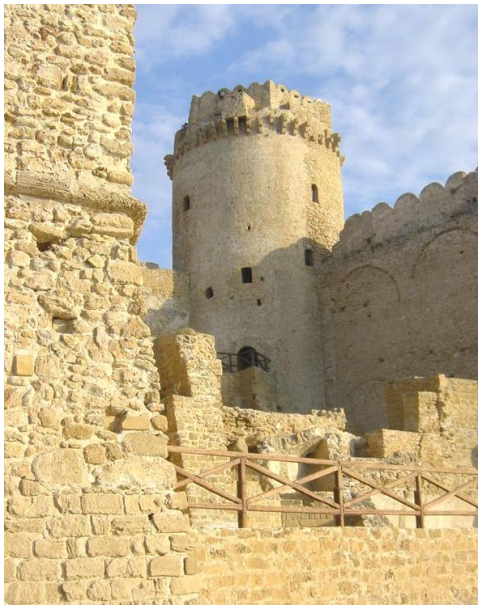


Fig. 7- La torre cilindrica del XIII secolo

I due bastioni (Fig. 6) si ergono, imponenti, sul fronte Nord, in corrispondenza del collegamento dell'isolotto alla terraferma; essi hanno forma a prua di vascello. Essi hanno fattura simile e presentano una merlatura con moduli a forma arrotondata. La torre (Fig. 7) si innalza su tre piani collegati da una scala a chiocciola; essa è dotata di finestre a bocca di lupo, strette all'interno e larghe all'esterno. Il diametro interno della torre è di 6,15 m; lo spessore dei muri è di circa 2 m; alla base della torre è posta una cavità destinata alla raccolta ed alla conservazione delle acque piovane. Alla sommità vi è una terrazza, con merlature di 80 cm di larghezza e 90 cm di altezza.

6. Materiali costitutivi

Per realizzare le strutture è stata utilizzata una caratteristica roccia sedimentaria con proprietà intermedie tra il tufo e l'arenaria. Si tratta di un tufo calcarenitico arenario ovvero un tipo di arenaria in cui il legante tra i granelli di sabbia è principalmente carbonato di calcio. Esternamente, la cinta muraria della fortezza si presenta oggi in gran parte ricoperta da malta, dopo molteplici restauri, ma si riconosce generalmente una tessitura realizzata con conci quadrangolari e rettangolari di calcarenite-tufo, posti in assise orizzontale (Fig. 8).



Fig. 8- La tessitura a conci del bastione esterno

Le strutture della torre angioina sono state realizzate per lo più con il metodo a sacco, con paramento interno costituito da pezzame di medio-piccole dimensioni, utilizzando in modo abbondante blocchi di calcarenite-tufo; la merlatura di coronamento è anch'essa costruita con pezzame misto di calcarenite-tufo, calcari e selci, ben connessi; all'esterno sono ben visibili i basamenti di calcarenite.

7. Stato di conservazione

In base a rilievi sul campo, si riscontrano le seguenti principali patologie a carico della fortezza aragonese:

- deposizione e/o formazione di prodotti secondari (ossidazione, v.Fig. 9);
- parziale perdita della morfologia del manufatto (mancanza, lacuna; v.Fig. 10);

- degrado di tipo biochimico con l'alterazione dei materiali causata da colonizzazione biologica quali piante infestanti e licheni (Figs. 11-12).

Quest'ultimo, nel danneggiare ulteriormente le murature, ha anche alterato in varie parti l'aspetto delle superfici, soprattutto di quelle esterne. Alcune cause di degrado hanno natura antropica; interventi aggressivi e approssimativi di restauro conservativo (cemento nelle murature con lo scopo di garantirne il consolidamento) hanno obliterato la struttura muraria in più parti.

Si osservano inoltre variazioni cromatiche sulle superfici esterne del castello; esse sono dovute soprattutto alle azioni dei venti marini e alle mareggiate nel corso del tempo; e suggeriscono forme di degrado del manufatto riconducibili alle condizioni ambientali di contesto più ampio.



Fig. 9- Superfici ossidate (zona posteriore)



Fig. 10- Perdita di forma per caduta

Si ravvisa la necessità di interventi mirati per una efficace conservazione del complesso architettonico di *Le Castella*. Alcuni finalizzati alla difesa da rischi di ulteriore deterioramento di parti significative, altri per riparare effetti negativi indotti da discutibili forme di restauro operate nel recente passato.



Fig. 11- Piante infestanti zona posteriore



Fig. 12- Licheni sui bastioni, lato anteriore

8. Conclusioni

L'articolo propone un quadro articolato di risultati di una ricerca relativa ad una fortezza di rilevante interesse storico-monumentale, la fortezza *Le Castella*, situata sul Mare Jonio di Calabria (Isola di Capo Rizzuto).

La fortezza, la cui prima edificazione risale all'epoca medievale, è stata oggetto di un processo diagnostico articolato in tre fasi: Pre-diagnosi, ovvero analisi del contesto ambientale; Diagnosi propriamente detta, che include indagini storiche e scientifiche, tanto di archivio quanto in situ, necessarie per l'analisi dettagliata dell'opera; Post-diagnosi, che mira a individuare un insieme di interventi finalizzati alla buona conservazione ovvero al restauro/recupero del bene.

L'attività diagnostica è stata indirizzata su tre ambiti: l'analisi storico-architettonica della fortezza), un'indagine conoscitiva dell'opera (rilievi sul campo, documentazione fotografico attuale e di archivio, individuazione dei materiali), un rilievo dello stato di conservazione e di eventuali processi di deterioramento (naturali o antropici).

Bibliografia

Adamesteanu, D. (1987) *Poleis italiote e comunità indigene.* In: Pugliese Carratelli, G. (ed.) *Magna Grecia: lo sviluppo politico, sociale ed economico*, II. Arnaldo Mondadori, Segrate (Mi), pp. 115–134.

Bianchi di Castelbianco, F. (2008) *Calabria. I castelli sul mare.* Roma, Editore Magi.

Gattuso, C. (2014) *An advanced model to represent and manage knowledge in Cultural Heritage.* In: *XII International Forum: Best Practice in Heritage, Conservation, Management. From the World to Pompeii.* Vol. 12: Proceedings of Le Vie dei Mercanti, 12–14 June 2014, Aversa–Napoli. Napoli, La Scuola di Pitagora Editrice, pp. 228–233.

Gattuso, C. (2020) *Cognitive methodology and diagnostic plan for cultural heritage conservation.* In: *IMEKO TC-4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage.* Vol. 1, 22–24 October 2020, Trento. Imeko Editore, pp. 202–207.

Mango, R. (1999) *Le Castella: arcaica, archeologica, medioevale.* Catanzaro, Edizioni Bru.Mar.

Medaglia, S., Basso, D., Bracchi, V.A., Bruno, F., Cellini, E., Gaetano, E., Lagudi, A., Mauri, F., Megna, F., Rende, S.F. Severino, U. & Taliano Grasso, A., (2024) Underwater paleotopographic and geoarchaeological investigations at Le Castella (Crotone, Italy): New data on the late Holocene coastline changes and the presence of two disappeared islets. *Heritage*, 7, 6392–6431.

Raimondo, C., Toomaspoeg, K. & Spadea, R. (1998) *Le Castella (Crotone) tra XII e XVI secolo. Indagine sulla torre. Mélanges de l'École française de Rome. Moyen Âge*, 110(1). Persée Editore, pp. 473–488.

Rende, P. (2015) *Cittadini e territorio. Le Castella tra la fine del periodo aragonese e gli inizi del Viceregno.*

Rubino, G.E. (1979) *L'isola fortezza di Le Castella in Calabria.* Catanzaro, Arti Grafiche Abramo Editore.

Santoro, L. (1982) *Castelli angioini ed aragonesi nel Regno di Napoli.* Milano, Rusconi Immagini.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21525

Analysis and proposals for Genoese Walls and Forts Park

Massimo Malagugini[a]
[a] Università di Genova, Dipartimento Architettura e Design, Genova, Italia, massimo.malagugini@unige.it

How to cite: Malagugini, M. (2026). Analysis and proposals for Genoese Walls and Forts Park. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21525

Abstract

Built between 1626 and 1633, the new walls, which were the last and most extensive city walls built to defend the entire city of Genoa, are still the most impressive fortified system in the Mediterranean today. Two centuries later, when surveying techniques began to make use of increasingly sophisticated optical instruments, the Military Engineering Corps entrusted Ignazio Porro with surveying the entire fortified system—which stretched for about 20 kilometers—with the aim of recording in detail the valuable military structure, the city it enclosed, and the surrounding areas. The defensive system was subsequently integrated on a territorial scale with a series of military buildings that, over the next two centuries, formed a complex network capable of defending the city from attacks from all sides. Most of those nineteen kilometers of "miniature Chinese wall" still exist today and are known to all Genoese, even if, unfortunately, they look like the enormous carcass of an abandoned snake in the process of decomposition. For years, proposals have been put forward for the restoration of the entire system (walls and forts), but to date, no action has been taken, partly due to the lack of a fast connection system that would make these structures easily accessible on a daily basis. Based on these considerations and an awareness of the potential represented by Genoa's forts and walls, a proposal is being developed to restore the entire defensive system, allowing the conversion of military structures for tourist and recreational use, closely linked to the accommodation system of the entire city. Under these assumptions, the Genoa Walls and Forts Park is taking shape, the subject of a study conducted in collaboration between the Department of Architecture and Design and the Municipality of Genoa.

Keywords: City walls, forts, urban park, restoration and enhancement.

1. Due millenni di mura e forti

Il Sistema difensivo Genovese, sviluppato nel corso dei secoli fino a raggiungere nel Seicento un'estensione mai concepita per nessun'altra città, venne integrato nei due secoli successivi con ulteriori architetture militari che ancora oggi connotano in modo significativo il paesaggio urbano della città di Genova e dei suoi territori limitrofi.

Se le tracce delle antiche fortificazioni di epoca romana sono oggi piuttosto scarse e circoscritte alla sola zona dell'antico Castrum, oggi noto come Collina di castello, proprio nei pressi della

BY-NC-SA

attuale sede del Dipartimento di architettura e Design dell'Università di Genova (Grossi Bianchi, Poleggi, 1987), i resti delle successive cinte fortificate risultano ben più visibili e consentono una chiara comprensione delle scelte difensive attuate dalla città nel corso del suo sviluppo urbanistico.

Fra la metà dell'800 ed il 935 d.C. la città si dotò di una *Seconda Cinta* muraria il cui tracciato in parte ricalcava quello preesistente nella zona di Castello, ma si spingeva fino al piano di Sant'Andrea per poi scendere fino a S. Lorenzo e terminare presso il dirupo di Sarzano.

Per far fronte alle incursioni di Federico Barbarossa, fra il 1155 e il 1159, la città si dotò di una grandiosa – per l'epoca – cinta muraria che venne eretta in pochi anni e si sviluppava per oltre un chilometro e seicento metri, sfruttando al meglio la presenza dei corsi d'acqua come difese naturali e comprendendo una serie di porte caratterizzate generalmente da due torri a base semicircolare unite da un arco a sesto acuto. Si tratta della *Terza Cinta,* della quale ancora oggi si conservano alcuni lunghi tratti, oltre a due delle tre più importanti porte di accesso, la Porta di sant'Andrea o Soprana e la Porta di Santa Sede.

Con il termine *Quarta Cinta* si intende il successivo ampliamento della cinta precedente, avvenuto fra il XII e XIII Secolo in virtù della continua crescita economica genovese che indusse una notevole espansione urbana della città. A partire dal 1276, infatti, venne racchiusa entro le mura anche la penisola del Molo con l'obiettivo di ottenere una maggiore protezione sul fronte a mare.

Ulteriori borghi, sorti nel frattempo al di fuori delle mura a partire dal 1320, vennero inclusi in una più ampia cerchia muraria – la *Quinta Cinta* - che si andava ad innestare sulle mura preesistenti. Le opere condussero alla realizzazione in porto e intorno alla Lanterna con il fine di potenziare la naturale protezione offerta dal territorio. Sono queste mura, così articolate a ridosso della complessa orografia genovese a far guadagnare alla Città l'appellativo di *Superba* attribuitole dal Petrarca (1).

Poiché le strutture fortificate presenti nel pieno splendore della Città cinquecentesca risultavano ormai obsolete e non in linea con le nuove tecniche difensive, sotto la guida di Andrea Doria, si decise di aggiornare l'intero apparato difensivo. Il progetto delle nuove fortificazioni venne redatto negli anni Trenta del Cinquecento dal noto architetto militare Giovanni Maria Olgiati, che propose una cinta muraria concepita secondo i nuovi principi dell'architettura militare basati sull'elemento del bastione fortificato.

La *Sesta Cinta* non si distaccava di molto dalla precedente per quanto riguardava il tracciato (si estendeva per più di 9 km), ma era provvista di 19 bastioni e 25 guardiole. I nuovi tratti di mura scarpati fungevano da raccordo fra la successione dei baluardi pentagonali ed erano attraversati da cinque porte principali ricostruite ex novo secondo i moderni criteri e ornate dai più valenti scultori genovesi dell'epoca (Baghino, 2025). È in questo contesto che, pochi anni dopo, si realizza la monumentale Porta del Molo disegnata da Galeazzo Alessi e posta a coronamento del tratto di mura che proteggeva il molo vecchio.

Le successive cinte concepite fino a quel momento si limitavano, comunque, a racchiudere e proteggere la città escludendo le zone limitrofe non urbanizzate, come peraltro accadeva in ogni altra città europea. La conformazione orografica del territorio genovese suggerì, pochi anni dopo, di sviluppare un innovativo sistema di difesa che non si limitasse ad abbracciare l'edificato ma proteggesse la città dall'alto dei due crinali maggiori che, dal Monte Peralto posto a 512 m di altitudine, scendevano fino al mare in corrispondenza della Lanterna a Ponente e della foce del torrente Bisagno a Levante. La *Settima* – e ultima – cinta venne realizzata fra il 1626 e il 1639 per rispondere alle ripetute minacce di invasione da parte dei Savoia e dei Francesi e fu fin da subito un modello unico e ineguagliato nel campo dell'architettura militare. Le Mura Nuove (così vennero presto battezzate), si estendevano per oltre 20 chilometri e ancora oggi rappresentano il più vasto sistema di fortificazioni urbane nonché il secondo in assoluto dopo la Grande Muraglia Cinese che si sviluppa per oltre ottomila chilometri attraversando, però, città e nazioni diverse (Malagugini, 2018).

Questa cinta muraria si presenta ancora oggi come una cortina dotata di un fronte scarpato rivolto verso le due valli maggiori che racchiudono la città (Valbisagno e Valpolcevera) caratterizzata da una sequenza di bastioni, avamposti e forti che pongono in risalto la naturale conformazione del territorio. L'immagine che ne deriva è così suggestiva da

aver suggerito paragoni – con le dovute proporzioni - con la stessa Muraglia Cinese (2).

Grazie alle mura nuove, che sembravano disegnare i due lati di un triangolo la cui base era occupata dalla linea di costa, già naturalmente protetta dalla natura acclive del territorio, la città appariva al sicuro da ogni attacco nemico. Le incursioni austriache del secolo successivo, però, portarono in luce alcuni punti deboli di questo sistema difensivo, rappresentati dagli altipiani presenti all'esterno della cinta stessa. Su questi territori, infatti, gli austriaci realizzarono, nel 1747, una serie di trincee grazie alle quali imposero la loro supremazia sulla città. Proprio per questo motivo, negli anni successivi, si pensò a rafforzare il sistema difensivo genovese edificando, in luogo delle originarie trincee, veri e propri edifici militari atti ad ospitare guarnigioni e armamenti. A partire dalla seconda metà del Settecento, fino alla prima metà del secolo successivo, sotto il controllo Sabaudo, vennero così eretti e ampliati molti forti che ancora oggi connotano il territorio posto al di fuori delle mura. Anche in questo caso il progetto prevedeva una serie di edifici capaci di comunicare fra di loro, atti ad anticipare le incursioni nemiche provenienti da Nord, da Levante e da Ponente (Dellepiane, 1984).



Fig. 1- schema sintetico della disseminazione delle fortificazioni genovesi. (elaborazione grafica dell'autore)

Queste fortificazioni – pensate mediamente per ospitare un centinaio di soldati con i relativi armamenti – rimasero in uso per diversi decenni fino ad essere in gran parte trasformate in batterie di difesa contraerea. Per questo motivo, nel Novecento, subirono molte trasformazioni, demolizioni e distruzioni fino a perdere ogni tipo di importanza strategica, ma rimanendo, nella maggior parte dei casi, come segni fortemente connotativo dell'intero *skyline* del territorio genovese, urbano ed extraurbano. (Fig. 1)

1.1. Un patrimonio abbandonato

Il Novecento è stato il secolo che ha segnato la più radicale trasformazione nell'uso delle strutture fortificate. Questo si è tradotto per Genova nel quasi totale abbandono di tutta quella parte di architettura militare che non sarebbe stata idonea ad essere ancora impiegata per scopi militari. L'ultima delle sette cinte murarie – le *Mura Nuove* - risultava ormai inutilizzata e non più adeguata alle rinnovate tecniche belliche già a partire dalla fine dell'Ottocento. I forti, presenti lungo il perimetro fortificato e al di fuori di esso non avevano più ragione di esistere se non come semplici caserme, per cui, dopo alcuni anni di abbandono a seguito della conclusione del secondo conflitto mondiale, vennero in parte ristrutturati con l'obiettivo di individuare nuove destinazioni d'uso che in realtà ancora oggi non si sono trovate e in parte abbandonati.

Con la definizione della *Grande Genova* nel 1926, anche i borghi autonomi di Ponente (da Sampierdarena a Voltri) vennero annessi sotto l'amministrazione comunale genovese. Ciò, in un certo senso, impose, la necessità di eliminare alcune grandi barriere che il territorio aveva da sempre mantenuto fra alcune parti. Per questo motivo, in concomitanza con la realizzazione della Camionale che avrebbe rappresentato uno dei primi tronchi autostradali d'Italia (oggi noto come A7), negli anni Trenta si procedette allo sventramento di una grande porzione del Colle di San Benigno, sul cui crinale si svolgeva l'ultimo tratto delle mura prima di giungere alla lanterna. Questo fatto, che cambiò radicalmente l'immagine della Città, non più raccolta senza soluzione di continuità dai due crinali naturali, consentì una più rapida comunicazione con la vicina Sampierdarena, ma impose al contempo la demolizione della caserma di San Benigno e della parte terminale del braccio di Ponente delle fortificazioni e il conseguente definitivo isolamento della Lanterna. Le successive trasformazioni urbanistiche che, a partire dal secondo dopoguerra, hanno portato all'attuale assetto della città hanno in parte contribuito a nascondere alcune porzioni anche dell'ultima cinta muraria e altre emergenze architettoniche militari che ad essa erano connesse.

Destino ancora peggiore è toccato a quegli edifici che, sorti strategicamente lontano dal tessuto abitato, si sono trovati improvvisamente senza più alcuna funzione in luoghi privilegiati, ma completamente disconnessi dalla città e dalle sue attività. La posizione strategica di questi edifici, sorti per monitorare e difendere la città e le sue mura, risulta ancora oggi particolarmente privilegiata per quanto riguarda il controllo visivo sull'intero tessuto costruito, ma talvolta difficilmente raggiungibile da percorsi carrabili. Questo fatto rende oggi gran parte di questo importantissimo patrimonio non adeguato a riprogettazioni che le attribuiscano nuove destinazioni d'uso – preferibilmente pubbliche – che rappresentino un potenziale per la collettività e non esclusivamente un peso sul bilancio dell'amministrazione pubblica.

La questione è particolarmente annosa e non priva di esempi che non hanno portato i risultati sperati. Quanto accaduto ad alcuni di questi forti può essere citato come esempio. Il Forte di Santa Tecla fu oggetto di restauri sul finire del Novecento, ma la mancanza di una programmazione chiara e condivisa sulla gestione del manufatto stesso ha sostanzialmente vanificato gli sforzi che l'amministrazione ha fatto per ristrutturare il complesso stesso. Fortunatamente, in questi ultimi anni si sono raggiunti degli accordi che, grazie anche al Municipio della Valbisagno, ad alcune associazioni e alla Direzione Regionale dei Musei Nazionali della Liguria, hanno consentito di completare il recupero dell'edificio e renderlo, almeno in parte, fruibile alla cittadinanza. Sorte diversa è toccata al più rappresentativo dei forti genovesi, quello che, dall'alto della sua posizione a 512 m.s.l.m. domina l'intera città e chiude di fatto il vertice settentrionale dei due bracci delle Mura Nuove. Si tratta del Forte Sperone che, dopo essere stato dato in uso alla Guardia di Finanza nel 1958, è stato preso in consegna dal Comune di Genova negli anni Ottanta e aperto al pubblico. Fino al primo decennio degli anni Duemila, il forte è stato un luogo particolarmente apprezzato dai Genovesi anche per un ottimo impiego quale sede di manifestazioni teatrali nel periodo estivo. La complessa architettura e la sua posizione scenografica dominante sull'intero porto cittadino hanno reso il forte, per alcuni anni, particolarmente amato e frequentato dai turisti e dai Genovesi. Purtroppo, le condizioni di degrado e la mancanza del rispetto delle normative, sempre più restrittive, in materia di sicurezza hanno imposto la chiusura al pubblico della struttura e il conseguente avanzamento della sua condizione di degrado.

Situazione ancora diversa è quella in cui si trova il forte architettonicamente più interessante dell'intero sistema. Il forte Diamante, infatti, è posto sulla vetta dell'omonimo monte a 667 metri di altitudine su un basamento a pianta stellare che lo rende particolarmente caratteristico tanto sotto il profilo architettonico, quanto sotto quello paesaggistico. La sua costruzione avvenne a partire dal 1758 a seguito di un finanziamento della famiglia Durazzo (Finauri, 2020) quale presidio della posizione terminale della dorsale posta a Nord della cinta muraria. Il più alto dei forti genovesi appartiene al territorio amministrativo dal vicino comune di sant'Olcese che, diversi anni fa procedette al suo parziale restauro. Ad oggi l'edificio appare in stato di abbandono, completamente aggredito dalla vegetazione e in alcune delle sue parti crollato o pericolante. Diversamente da quanto accade per i due forti in precedenza citati (Santa Tecla e Sperone), questo, oltretutto, non è raggiungibile da nessuna strada veicolare, ma solamente attraverso un tortuoso sentiero militare che sale dal percorso pedonale proveniente dal Peralto con una serie di 14 tornanti, oppure da un ripido sentiero escursionistico che ripercorre il crinale opposto salendo da Trensasco. Nonostante il Diamante risulti fra quelli di maggior pregio dell'intero patrimonio di architettura militare del capoluogo ligure, la sua ubicazione che lo rende non agilmente raggiungibile, e comunque non raggiungibile con comuni mezzi di trasporto, fa sì che l'edificio non sia mai stato preso in considerazione per nuove destinazioni d'uso.

I tre edifici fin qui citati sono esemplificativi di quanto sia complessa la situazione dei forti genovesi, ma anche di quale potenziale possano rappresentare. Alcuni forti, infatti, sono ad oggi integrati nel tessuto cittadino (S. Tecla, Tenaglia, S. Martino, S. Giuliano), altri, benché disposti nelle immediate vicinanze del tessuto edificato (Begato, Castellaccio, Sperone) sono comunque facilmente raggiungibili con ogni mezzo poiché sorti all'interno delle Mura Nuove; altri ancora (Puin, Fratello Minore, Monteratti, Quezzi), sono raggiungibili con mezzi speciali come ad esempio fuoristrada, in quanto collegati unicamente da sentieri sterrati.

Il caso più complesso è rappresentato dal Diamante, raggiungibile esclusivamente a piedi o in mountain bike. (Fig. 2)



Fig. 2- vista di forte Diamante dal versante settentrionale (foto dell'autore)

2. Il Parco delle mura e dei Forti

Benché non istituito formalmente, ma nato in modo quasi spontaneo dall'esigenza di tutelare il complesso sistema di mura e forti, il Parco delle Mura di Genova comprende le Mura Nuove e numerosi forti e torri realizzati in epoche successive all'interno e all'esterno della cinta stessa.

L'area protetta del Parco di interesse locale *Parco delle Mura* ha una superficie di 611,69 ettari ed è situata sulle alture della città; l'area include la lunga cinta muraria seicentesca che in origine si estendeva per circa 20 chilometri dei quali la maggior parte sono ancora conservati e numerosi forti militari costruiti tra il XVII e il XIX secolo, racchiudendo un'area verde estesa e ricca di storia, con molti percorsi pedonali, sentieri militari, resti dell'acquedotto storico e nuclei rurali. L'area presenta anche numerose altre testimonianze della storia: siti archeologici, monasteri e conventi lungo i percorsi di risalita dalla città, nonché alcune *residenze di villa*.

Il territorio è anche attraversato dai tracciati delle principali vie di valico tra il porto di Genova e le regioni padane: la romana *via Postumia* sul Polcevera, e l'antica *via del Sale*, ricalcata poi in epoca medievale dalla *via dei Feudi Imperiali* sul Bisagno che costituiscono la matrice degli insediamenti extraurbani a cintura del Parco (3).

E ancora i tradizionali percorsi pedonali di collegamento tra città antica e colline: le salite mattonate alle Mura Nuove che attraverso le sei Porte di passaggio raggiungono le due vallate; sentieri di attraversamento a mezza costa e di crinale; mulattiere militari sette e ottocentesche che collegano i forti. All'interno di questo complesso sistema territoriale si trovano anche linee meccanizzate di risalita realizzate tra la fine dell'Ottocento e i primi anni del Novecento, quali la funicolare Zecca-Righi, la cremagliera Principe-Granarolo, la ferrovia a scartamento ridotto di Genova-Casella che costeggia il perimetro orientale del Parco delle Mura fino a collegarsi con il Parco Regionale dell'Antola.

Poiché non esiste un ente dedicato che si occupi della gestione, della tutela e dello sviluppo del parco stesso, ad oggi non si svolgono attività mirate per la tutela e la promozione dell'intero sistema fortificato ed ogni proposta nasce dall'opportunità di ottenere finanziamenti europei o ministeriali per interventi di recupero puntuali. Ciò implica l'assoluta mancanza di una visione complessiva delle potenzialità del Parco e, dunque, l'assenza di progetti integrati che abbiano l'obiettivo di mettere definitivamente a punto una strategia di recupero e gestione di un complesso così straordinario.

2.1. L'inefficacia delle proposte isolate

La mancanza di una visione complessiva del potenziale che oggi potrebbe esprimere il sistema fortificato genovese, rischia di portare alla realizzazione di progetti singoli, lontani dall'obiettivo comune che dovrebbe essere la realizzazione di un grande parco urbano, opportunamente servito, capace di ospitare attività a contatto con la natura, far scoprire la storia della città attraverso la conoscenza e la valorizzazione non solo dei forti, ma anche di una cinta fortificata urbana che non ha eguali in nessun'altra parte del mondo.

Un paio di anni orsono è stato presentato il progetto per la realizzazione di una funivia che avrebbe dovuto collegare la stazione marittima con uno dei forti del braccio di Ponente delle mura: Forte Begato. L'idea era quella di consentire un rapido – ed anche suggestivo – collegamento fra la zona del porto e la grande caserma che sorse fra il 1818 e il 1830 nel tratto più elevato delle nuove mura sul crinale di Ponente, circa 1200 metri a valle di Forte Sperone (4). La funivia così concepita non sarebbe di fatto stata di grande aiuto ai genovesi, in quanto non avrebbe consentito di raggiungere capillarmente i diversi quartieri presenti sulle alture di Ponente, ma avrebbe rappresentato un esclusivo punto di forza per i turisti che, giungendo con le navi da

crociera, in quella parte del porto di Genova, in pochi minuti avrebbero potuto raggiungere il Forte. Ciò non avrebbe risolto, però, la questione legata al collegamento con i forti, in quanto il Begato è fra i forti più facilmente raggiungibili con i comuni mezzi di trasporto, come accade anche per il vicino Sperone. Questa proposta, forse, avrebbe potuto, rispondere alle esigenze delle compagnie di navigazione crocieristica, ma di certo non avrebbe risolto la questione legata all'uso dei forti. Il grande disappunto espresso dai comitati spontanei dei cittadini che abitano in corrispondenza dell'ipotetico tracciato aereo della funivia, unitamente al cambio dell'amministrazione comunale, ha portato all'accantonamento di parte di questo progetto.

In realtà quella zona delle mura non è, ad oggi, difficilmente raggiungibile: nelle vicinanze, infatti, parte una tramvia a cremagliera che unisce in modo quasi analogo la stazione ferroviaria di Principe con il quartiere di Granarolo posto un paio di chilometri a valle del forte stesso. Oltre a questo, il forte è facilmente raggiungibile anche in automobile.



Fig. 3- rendering della proposta di funivia che colleghi la stazione marittima con forte begato (Foto tratta dal sito del Comune di Genova)

Successivamente a questa proposta, venne anche pensata una soluzione alternativa meno invasiva: il potenziamento dell'esistente sistema meccanizzato a cremagliera con l'estensione del tracciato fino ai piedi del forte (5). In ogni caso il problema maggiore legato al recupero e alla valorizzazione delle mura e dei forti non prescinde dalla possibile fruizione del sistema posto al di fuori delle mura, quello cioè caratterizzato dalla sequenza dei forti Puin, Fratello Minore e Diamante sulla dorsale settentrionale e Forte dei Ratti e Quezzi, sul versante opposto del Bisagno. Per questi i problemi restano legati alle condizioni di degrado in cui si trovano e, soprattutto, all'assenza di una via di accesso veicolare che ne possa garantire la gestione una volta restaurati e, ancor prima, il restauro. Discorso meno complesso riguarda lo spettacolare Forte Sperone che, nonostante sia facilmente accessibile da una strada carrabile, non ha trovato, ad oggi, interessi e fondi per un suo completo recupero e impiego.

2.2. Ripartire da zero

Alla luce di quanto detto emergono più ordini di questioni che fino ad oggi hanno impedito la messa a punto di un progetto unitario e integrato per il recupero e la valorizzazione del patrimonio fortificato della città di Genova. Si tratta di questioni che vanno dalla mancanza di fondi per il recupero, alla mancanza di accessi veicolari che consentano destinazioni diverse oltre quelle escursionistiche, fino all'assenza di un programma di conversione e gestione dell'intero patrimonio che, va ricordato, deve assolutamente rimanere di interesse collettivo e fortemente legato alla storia della città stessa e alla sua cultura.

Il progetto dovrebbe prevedere la messa a punto di un intero sistema capace di connettere in modo diretto e riconoscibile la Città (a partire dal suo centro storico e dalle più antiche mura) con il territorio circostante, seguendo un percorso ad anello che dal fronte a mare (dove ancora si incontrano straordinari tratti fortificati, un tempo a picco sul mare) raggiunga il punto più alto della cinta – Forte Sperone – seguendo il crinale di Levante e/o quello di Ponente. Da qui, in modo altrettanto inequivocabile e riconoscibile, si dovrebbero poter raggiungere i forti disposti all'esterno della cinta muraria seicentesca. Dovrebbe essere previsto un intervento a scala urbanistica per definire nuovi tracciati che consentano di raggiungere quelle strutture che si intendono dedicare ad attività ricettive o che comunque debbano trovare una certa autonomia gestionale. È indubbio che un forte (come il Diamante) raggiungibile solamente a piedi e, di fatto, abbandonato, sia destinato ad un progressivo declino e ad una lenta, ma inesorabile, distruzione. Il solo restauro, senza la messa a punto di un programma di gestione che si

basi anche su un quadro economico chiaro e sostenibile, risulterebbe peraltro vano. All'interno del sistema fortificato occorrerebbe individuare per ciascun elemento emergente una chiara e sostenibile funzione che vada oltre il semplice restauro e mantenimento del bene stesso. Ciascuna destinazione dovrebbe rispondere ad un obiettivo comune che miri alla tutela del paesaggio, del patrimonio architettonico-militare, alla promozione delle attività turistico-ricettive strettamente connesse all'ambiente naturale, promuovendo l'immagine della città stessa. In questo senso, ogni iniziativa isolata, volta a recuperare piccole parti dell'intero complesso fortificato, risulterebbe di breve durata se non venisse inserita in un quadro più ampio e lungimirante.

3. Conclusioni

Da parecchio tempo si elogiano le mura seicentesche come la cinta urbana più estesa del pianeta; in molte occasioni si è provveduto a restaurare alcuni edifici militari più facilmente raggiungibili, in altre si sono svolte attività culturali con l'intento di promuovere il sistema dei forti, ma sempre ci si è scontrati con la mancanza di una visione generale che sia stata capace di coniugare le idee con l'effettiva possibilità di garantire la gestione e la fruizione a diversi livelli dell'intero complesso di mura e forti. Alla luce di queste considerazioni, si intende avviare un programma di ricerca che coinvolga non soltanto l'Ateneo genovese, ma anche gli organi istituzionali della Città, per la messa a punto di un progetto che definisca le linee guida per la salvaguardia, la promozione, la valorizzazione e il riuso dell'intero sistema delle strutture fortificate genovesi, in risposta a quanto affermava il Petrarca che definì Genova una città *Superba per uomini e per mura*.

Note

(1) Francesco Petrarca, nel 1358, nel suo *Itinerarium Syriacum,* in occasione del suo viaggio a Genova, scrive: "Vedrai una città regale, addossata ad una collina alpestre, superba per uomini e per mura, il cui solo aspetto la indica signora del mare".

(2) Fu, infatti, lo scrittore Charles Dickens, in occasione del suo soggiorno genovese a scrivere, nel 1844, che "Non c'è panorama più vario e piacevole della cangiante vista del porto e delle valli lungo le quali scorrono i due fiumi, Polcevera e Bisagno, colta dalle alture lungo le quali, simile a una grande muraglia cinese in miniatura, si stendono mura saldamente fortificate". (Brilli, 2014).

(3) https://www.parks.it/parco.mura/par.php

(4) Il progetto della funivia è stato presentato il 30 gennaio 2023, nell'ambito del primo convegno 'Shipping, transport e intermodal forum' progetto della funivia.(https://www.genovatoday.it/foto/cronaca/funivia-begato/)

(5) La proposta venne avanzata dall'allora consigliere municipale, architetto Mario Caraffini che, in modo provocatorio, propose l'idea una soluzione alternativa, certamente più apprezzata del progetto della funivia. Il cambio alla guida dell'amministrazione genovese ha di fatto rimesso in discussione ogni possibile progetto senza escludere nessuno sviluppo.

References

Baghino, C. (2018) Forti e mura: la difesa di Genova e l'antica cinta muraria, available at: http://www.guidadigenova.it/storia-genova/mura-forti/ (Accessed: Agosto 2025).

Brilli, A. (2014) A cura di: *Charles Dickens. Genova, una città che ti prende giorno per giorno*. Bologna, Minerva edizioni.

Dellepiane, R. (1984) *Mura e fortificazioni di Genova*. Genova, Nuova Editrice Genovese.

Fara, A. (1986) A cura di: *La carta di Ignazio Porro – Cartografia per l'architettura militare nella Genova della prima metà dell'Ottocento.* Roma, Stato Maggiore dell'Esercito.

Finauri, S, (2020) *Forti di Genova – Storia, tecnica e architettura dei forti difensivi.* Genova, Ligurpress.

Grossi Bianchi, L. & Poleggi, E. (1987) *Una città portuale del medioevo. Genova nei secoli X-XVI.* Genova, Sagep Editrice.

Malagugini, M. (2018) Le fortificazioni genovesi: dall'analisi alla valorizzazione. In: Marotta, A., Spallone R. (ed.) *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Vol. 8: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, FORTMED 2018, Torino. Torino, Politecnico di Torino, pp. 705-712.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21526

The Museum of Defensive Systems in Europe, in the Citadel of Alexandria

Anna Marotta
Politecnico di Torino, Torino, Italy, Coordinatore del progetto di Comunità Patrimoniale del Consiglio d'Europa: *La Cittadella di Alessandria Faro di pace in Europa*. Presidente dell'omonima Associazione ETS, info@alfarocittadellapace.it

How to cite: Marotta, A. (2026). The Museum of Defensive Systems in Europe, in the Citadel of Alexandria. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21526

Abstract

This contribution is part of the CoE's Community Heritage Project for the Citadel of Alessandria (Marotta, 2023) and stems from the Fortress's primary intrinsic character: that of being a 'living anthology' of military architecture. This has led to the proposal for a Museum of European Defensive Systems: to scientifically confirm its importance, but also to educate about the knowledge, valorization, and dissemination of this historic asset, according to an integrated and participatory model of enjoyment. This will also involve creating 'quality international cultural tourism' itineraries through a specialized network (from the Alessandria defense district to the European network), starting from the identity-building territory of the Citadel and the city. The methodological core of the initiative will be a shared vision by the Scientific Committee (already established, (Marotta, 2025), which will structure the exhibition (to be divided into examples and thematic sections) following a systematic and interdisciplinary approach. For the first 130 fortresses identified, the basic descriptions - some already completed - are drawn up according to the Logical Survey Project method (Abello, 2013), structured using keywords, criteria, and parameters that allow for systematic comparison. For the material realization, the active collaboration with the MiC (SABAP Superintendency) is confirmed, which has already identified the Caserma Montesanto as the museum site; support from the Piedmont Region is included. The Museum's financial plan can be summarized in three key areas: 1- Initial investment; 2- Full-scale financial management; 3.- Definition of the financial break-even point, necessary to assess the project's overall sustainability, entrusted to competent experts (nationally and internationally) specializing in: Economics of Cultural Heritage and Activities, Fundraising for Cultural Heritage, and Third Sector Law .4- The use of digital marketing and communication systems, including for awareness and dissemination, is essential, and these are also entrusted to industry professionals.

Keywords: Museum of Defense Systems, cultural tourism, shared heritage, fundraising for cultural heritage.

1. Introduzione

All'interno delle concrete iniziative per il Progetto di Comunità Patrimoniale del Consiglio d'Europa: *La Cittadella di Alessandria Faro di Pace in Europa*, il Museo qui presentato appare programmaticamente concepito quale polo centrale in una più ampia rete tematica di fortezze

BY-NC-SA

e luoghi (esistenti, o non più) nel territorio della Difesa nell'Alessandrino (1), nonché momento cardine verso una forma di sensibilizzazione per i visitatori, attraverso un'adeguata conoscenza (tra Storia e Memoria, materiale e immateriale), ma soprattutto più informata e consapevole, (anche in forma virtuale, e non solo).

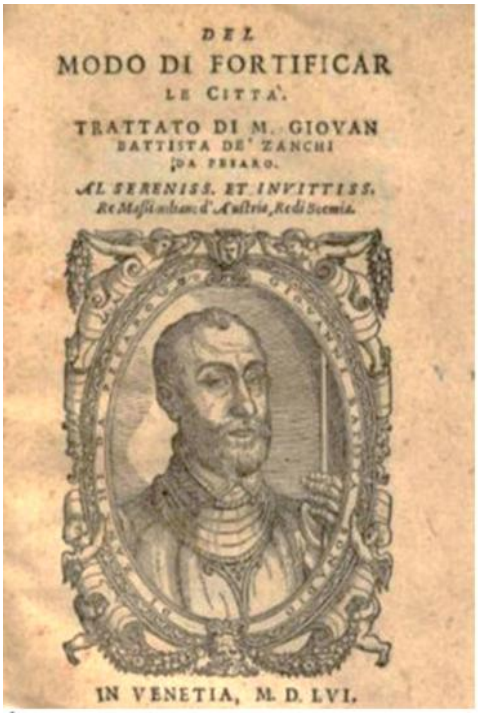
Fondamentale sarà una visione comune e condivisa fra i componenti del Comitato Scientifico, plasmata sui loro skills accademici e disciplinari, concordata e 'di sistema'.

Fra le sezioni tematiche da sviluppare, prioritario è il territorio della Difesa nell'Alessandrino, con periodizzazione nella Storia: dai Savoia a Napoleone (Marengo), dal Risorgimento con il 'Campo Trincerato Distrettuale' formato dalle fortezze di Alessandria di Valenza e di Casale Monferrato, senza tralasciare Gavi e Tortona (Marotta, Zerlenga, et al. 2020).

Fino alla Resistenza. Ma promuovendo anche la conoscenza dei tre forti esterni del capoluogo: Il Forte Bormida, il Forte Acqui e il Forte Ferrovia.

Preliminare attenzione è dedicata ai seguenti temi: 1- Fronti bastionati in Europa; 2- Costruito storico: saranno proposti confronti con la trattatistica, attraverso le opere di Gaspare Beretta; Vincenzo Maria Coronelli; Clemente Pellegrini, Dè Zanchi, Antoine de Ville (Figg. 1a, 1b); Manuel Azevedo Fortes e tanti altri. Ogni filtro di lettura sarà integrato da contributi interpretativi attuali e contemporanei (Abello, 2013; Marotta, Campos, Virol, Zerlenga, in Marotta, Netti, 2023). Ma anche mediante il complementare approccio alle tecniche costruttive, e all'arte poliorcetica e ossidionale, con comparazioni per analogie e difformità (Chafrion,1693; Borra,1748; De Fer, 1695) (Figg 2-4).

Irrinunciabili saranno gli aspetti matematici, geometrico-dimensionali e proporzionali, nei vari sistemi bastionati, e non solo (Pirinu, 2025). Fino al rapporto fra sistemi e caratteri orogeografici (Guarducci et al, 2018), legati anche alle componenti mineralogiche e botaniche, letti anche nei loro impieghi a fini difensivi.


DEL
MODO DI FORTIFICAR
LE CITTA'.
TRATTATO DI M. GIOVAN
BATTISTA DE' ZANCHI
DA PESARO.
AL SERENISS. ET INVITTISS.
Re Massimiliano d'Austria, Re di Boemia.
IN VENETIA, M. D. LVI.



1 a **1 b**

Fig. 1- Trattatisti: 1a De' Zanchi, G.B. (in: Viganò, 1994); 1b De Ville, Antoine, ritratto di Artemisia Gentileschi inciso da Jérôme David. (in: Marotta, Netti, 2023)



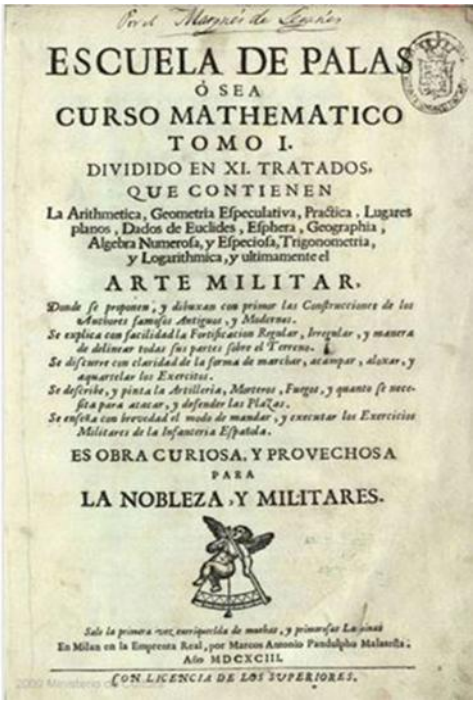

ESCUELA DE PALAS
Ó SEA
CURSO MATHEMATICO
TOMO I.
DIVIDIDO EN XI. TRATADOS.
QUE CONTIENEN
La Arithmetica, Geometria Especulativa, Practica, Lugares planos, Dados de Euclides, Esphera, Geographia, Algebra Numerosa, y Especiosa, Trigonometria, y Logarithmica, y ultimamente el
ARTE MILITAR.
Donde se proponen, y delinean con primor las Construcciones de los Autores famosos Antiguos, y Modernos.
Se explica con facilidad la Fortificacion Regular, Irregular, y manera de delinear todas sus partes sobre el Terreno.
Se discurre con claridad de la forma de marchar, acampar, alojar, y aquartelar los Exercitos.
Se describe, y pinta la Artilleria, Morteros, Fuegos, y quanto se necesita para atacar, y defender las Plaças.
Se enseña con brevedad el modo de mandar, y executar los Exercicios Militares de la Infanteria Española.
ES OBRA CURIOSA, Y PROVECHOSA
PARA
LA NOBLEZA, Y MILITARES.
Sale la primera vez enriquecida de muchas, y primorosas Laminas
En Milan en la Empresta Real, por Marcos Antonio Pandulpho Malatesta.
Año MDCXCIII.
CON LICENCIA DE LOS SUPERIORES.

Fig. 2- Trattati e trattatisti: Chafrion, J., (1693), *Escuela de Palas ò sea Curso di Mathematico* […]: Volume I [-II]: *diviso in XI trattati contenenti aritmetica, geometria speculativa e pratica* […]

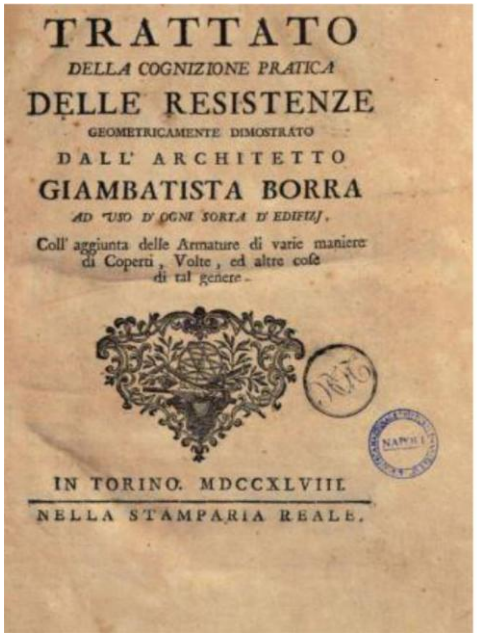

TRATTATO
DELLA COGNIZIONE PRATICA
DELLE RESISTENZE
GEOMETRICAMENTE DIMOSTRATO
DALL' ARCHITETTO
GIAMBATISTA BORRA
AD USO D'OGNI SORTA D'EDIFIJ.
Coll' aggiunta delle Armature di varie maniere di Coperti, Volte, ed altre cose di tal genere.
IN TORINO. MDCCXLVIII.
NELLA STAMPARIA REALE.



Fig. 3- Trattati e trattatisti: Borra, G.B., 1748, *Trattato della cognizione pratica delle resistenze* […]

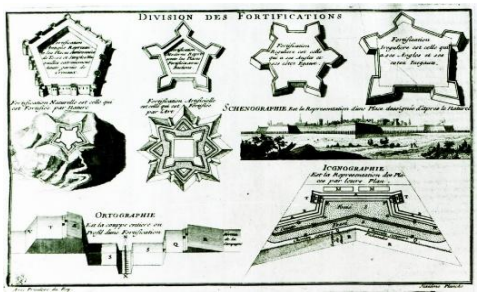


Fig. 3- Trattati e trattatisti; De Fer N., (1695). *Introduction à la fortification par De Fer*, Sixieme Planche, Division des Fortifications, (ed. Books Puddle, New York)

2. Fasi di avvio del Museo dei sistemi difensivi: prima sintesi di obiettivi e contenuti

Una doverosa premessa va qui apportata nei confronti delle irrinunciabili discipline museografiche e museologiche, per le quali verranno richieste le competenze di esperti specifici (Greco, 2024 e 2025). Ciò detto, senza voler affrontare - qui ed ora - la complessità, di una progettualità articolata, molteplice, e ancora in parte da costruire - per cui rinvio al Progetto Faro/Cittadella (Marotta, 2023) - la prima proposta concreta per il Museo dei Sistemi Difensivi Europei, verrà suddivisa in temi e sezioni, che saranno decisi dal Comitato Tecnico-Scientifico (Marotta, 2025). Fra i punti fondamentali da affrontare nella ideazione e strutturazione del Museo si elencano:1- Contenuti e approcci scientifico-disciplinari, con esempi e casistiche da esporre; 2- Siti esterni connessi da promuovere, collegare e illustrare; 3- Percorso narrativo: spazi, itinerari, sezioni tematiche e sequenze espositive; 4- Strumenti comunicativi: iconografie storiche, immagini, modellistica, pannelli illustrativi, strumenti digitali e multimediali. Ricostruzioni di eventi storici; 5- Modalità comunicative in situ e da remoto, fino alle virtuali; 6- Comunicazione e marketing, anche per la conoscenza consapevole e la divulgazione, secondo quanto consigliato anche dal MiC. Un discorso a parte è costituito dall'ordinamento giuridico del Museo: riconoscimento legale, soggetto gestore, modello di gestione, formule di accordo interistituzionale, organi, statuto. Mentre l'elenco dei costi di gestione economica del Museo, con piano finanziario di gestione, analisi costi e ricavi, (fino al break even point) viene presentato nel capitolo 5.

3. Sede del Museo: prime conferme e ipotesi di gestione

Per il Ministero della Cultura, dalla Sabap e dalla Soprintendente arch. Lisa Accurti è stata confermata per il MuSDE (Marotta, 2025) l'ipotesi localizzativa nella sede della Caserma Montesanto, (di periodo napoleonico, di Chasseloup-Laubat,1810). Sono in corso valutazioni condivise per decidere la forma istituzionale giuridica del Museo, che potrà essere riconosciuto come Statale o Regionale. Sembrerebbe altresì confermato l'avvio della "concertazione istituzionale multilivello", (Marotta, 2025), cioè un mosaico di accordi quadro (secondo i vari fini e modalità) fra soggetti e istituzioni detentori della Cittadella, o deputati alla sua gestione e valorizzazione. Per la costruzione del suddetto accordo quadro, un fondativo supporto è fornito dal delegato (dell'Assessore alla Cultura della Regione Piemonte), dott. Matteo Negrin, Direttore di Piemonte dal vivo, realtà della quale fà parte anche il MiC. Tornando all'organizzazione del MuSDE, fra le prime fasi fondamentali da affrontare, possiamo qui ricordarne le due preliminari:

1 - Contenuti scientifico-disciplinari, con esempi e casistica da esporre; 2 - Spazi, percorsi e sequenze espositive, comprese le modalità comunicative; con iniziative, convegni e dibattiti, per aprirsi al confronto con realtà sia locali che europee. Le metodologie di approccio ai temi, gli obiettivi e i risultati che il Progetto si propone di raggiungere si inquadrano in modo organico, integrato e interdisciplinare con le specifiche complessità dei sistemi difensivi e con gli assetti territoriali ad essi correlati nonché con le trasformazioni susseguitesi nel tempo (Romeo, 2023). Metodi, obiettivi e risultati specifici si misureranno con alcuni ambiti, nell'abstract anticipati come 'quattro complessità'. 1) Storia e Tradizione dei sistemi fortificati europei: reti, fonti, matrici, protagonisti, esemplificazioni; 2) Attualità dei sistemi difensivi e interventi edilizi/architettonici per conservarli e valorizzarli mediante un turismo culturale, diffuso nella rete europea delle fortificazioni; 3) Presente e Futuro nel territorio del digitale e della virtualità per la divulgazione delle fortificazioni come Beni Culturali; 4) Complessità nei modi della gestione, e Best Practices, come contributo ai piani di gestione dei siti del Patrimonio Culturale europeo.

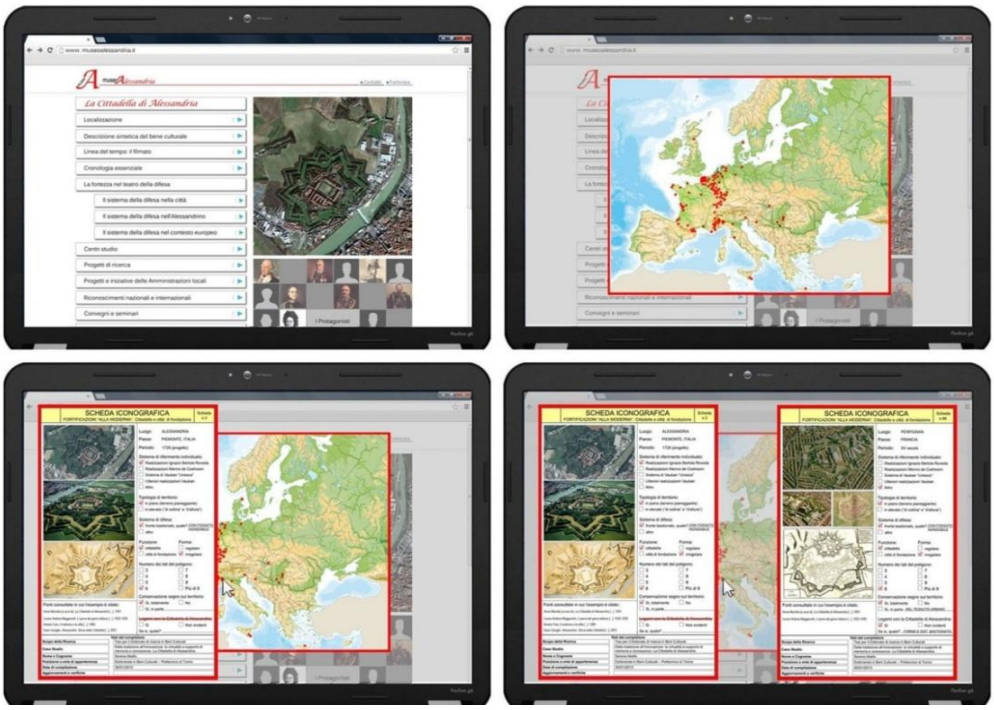


Fig. 4- Il metodo: Abello, S., (2013), *Dalla tradizione all'innovazione: la virtualità a supporto di memoria e conoscenza*. La Cittadella di Alessandria. (Tesi di Dottorato in Beni Culturali, Torino, tutor Prof. Arch. A. Marotta)

4. Parametri scientifico-disciplinari per le indagini preliminari

Nelle applicazioni, alcuni, possibili casi esemplari - anche per comparazioni sistematiche - potranno essere già forniti mediante le apposite schede già compilate (Fig. 5) (Abello, 2013), redatte secondo il data-base relazionale del Progetto Logico di Rilievo, (Marotta, 2014).

Secondo un approccio sistematico e multidisciplinare, si segnalano alcuni parametri essenziali:1- Periodo di costruzione, cronologia essenziale; 2- Committenze; 3- Progettisti, team di supporto al progetto, disegnatori; 4- Tipologia del sistema difensivi e forma geometrica; 5- Trattati, teorie e matrici di riferimento; 6- Possibili metodi di costruzione: dal disegno su carta al disegno a terra; 7- Relazioni con il territorio, oro-geografia e configurazione: regolare, irregolare, (corsi d'acqua, rilievi, ecc.); 8- Tipologia di tecnologie e materiali; 9- Tipologia di mura difensive: elementi caratterizzanti; 10- Tipologia di funzioni interne: esclusivamente militari, o di altro genere; 11- Possibile presenza di elementi naturali come supporto difensivo: verde, spalti, 'paitone', ailanto (invasivo); 12- Stato di conservazione del sistema sul territorio e del costruito storico; 13- Analogie e/o difformità riscontrabili fra gli esempi criticamente selezionati per sezioni tematiche; 14- Fonti bibliografiche, archivistiche e documentarie: dirette e indirette. In merito a quest'ultimo approccio, va annotato come una rilevanza strategica vada riconosciuta al ruolo di Marino Viganò (Viganò, 1994), fondatore e Direttore della Biblioteca Trivulziana di Milano, per la sua opera scientifica e per l'approccio sistematico al patrimonio bibliografico sull'architettura militare, fino agli scambi internazionali tra ingegneri e architetti fortificatori. Gli esiti del suo lavoro formeranno un vero legante fra i materiali raccolti e selezionati, per un'esposizione comparata e informata.

5. Verso il Progetto Finanziario per il MuSDE e la sua gestione

Il piano finanziario del Museo si articolerà in tre ambiti fondamentali:1- l'investimento iniziale; 2- la gestione economica a regime; 3- la definizione

del punto di equilibrio finanziario (break even point), necessario per valutare la sostenibilità complessiva del progetto. Nella fase iniziale, l'investimento a carico del MiC e delle istituzioni pubbliche a ciò delegate) riguarda innanzitutto i lavori di restauro e adeguamento dell'edificio destinato a ospitare il Museo, che dovrà rispondere a criteri di sicurezza, accessibilità e valorizzazione architettonica. A questo si affiancano i costi (che potranno essere di altra natura, quindi anche privati) per l'elaborazione del progetto scientifico e l'allestimento museografico, compresa la definizione di obiettivi e contenuti, secondo i parametri citati. Il piano comprende la curatela degli apparati didattici ed espositivi e l'impostazione generale del percorso museale, mentre a completamento di questa fase, è previsto lo sviluppo di una campagna di comunicazione e promozione, volta a costruire l'identità pubblica del Museo e ad attivare i primi canali di diffusione. Fra gli aggiornamenti di maggior rilievo e utilità, qui riportiamo l'affiliazione all'associazione internazionale Forte Cultura, e la stretta collaborazione con il Politecnico di Torino. Dopo l'avvio, la stessa istituzione dovrà sostenersi attraverso un bilancio gestionale stabile. Infine, si prevede l'individuazione del break even point, per misurare l'effettiva sostenibilità economica del Museo e per orientare in modo consapevole le strategie gestionali a medio e lungo termine. Tutto il processo sarà affidato a competenti profili di esperti (a livello nazionale e internazionale), specializzati in: Economia dei Beni e Attività Culturali, Fundraising per i beni culturali, Diritto del Terzo Settore. Il Progetto finanziario per il Museo si conferma dunque strutturato come segue. L'investimento iniziale interesserà il restauro e adeguamento dell'edificio individuato per la sede; il costo del progetto scientifico e museografico; il costo dell'allestimento (fisico, virtuale, multimediale). Il Bilancio di gestione a regime ordinario riguarderà il personale, i beni fungibili, le utenze. Comprese le analisi dei costi e di gestione, fino alle spese di funzionamento, con i servizi (aggiuntivi, culturali, educativi). Il preventivo delle entrate esaminerà finanziamenti e autofinanziamenti: bigliettazione, servizi aggiuntivi, riproduzione; i gadget, campagne associative. Fino al Break even point.

6. 'Cittadella per le mani': percorsi per disabili e non vedenti

Pur nella consapevolezza dell'attenzione da dedicare alle scelte di carattere tecnico e specialistico, nella concezione del MuSDE (nel più puro spirito di condivisione partecipata e allargata della Convenzione di Faro), non si può dimenticare il dialogo con persone disabili e non vedenti. D'intesa con l'assessorato alla Sanità della Regione Piemonte, verrà avviata sul tema una ricerca dal titolo: Itinerari culturali per tutti. L'altra faccia della Sanità. Dall'esempio del Castello del Valentino (Azzolino, et al. 2017), l'iniziativa Cittadella per le mani, ma è tuttavia applicabile e sperimentabile anche nelle visite e nei percorsi della Rete dei Sistemi Difensivi dell'Alessandrino (1), già citata nell' Introduzione del presente contributo.

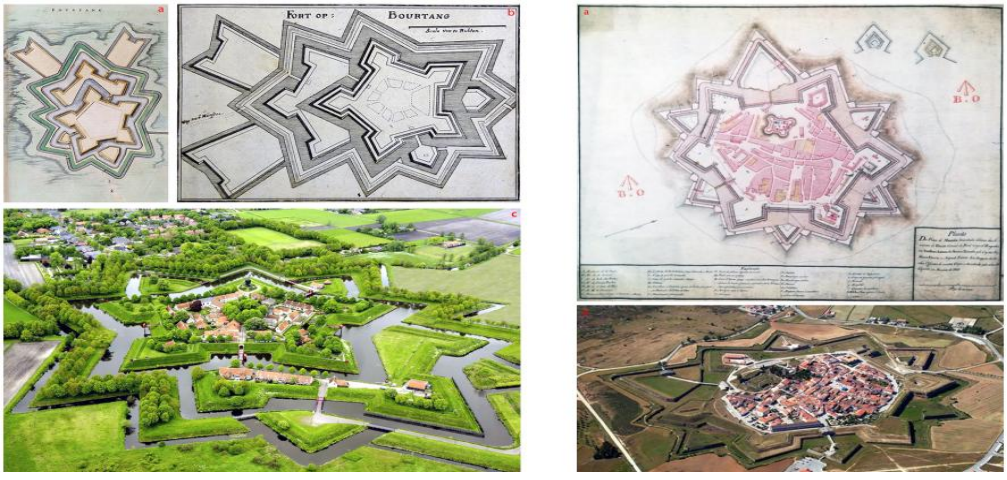


Fig. 5- Esempi di Sistemi difensivi in Europa e primi casi di collaborazione: Bourtange, Almeida, Arad

Il complesso e delicato esperimento di rappresentazione e comunicazione per non vedenti (anche per architettura e paesaggio) si confronterà con la Teoria dell'esplorazione tattile, (Levi, F., Rolli, R., 1994), da estendere alle Tecniche di rappresentazione in rilievo e altre modalità di fruizione ed accompagnamento (Brosio, 2017).

7. Conclusioni

Tra materiale e immateriale, in presenza o da remoto, il MuSDE potrà raccogliere e mostrare esempi di tipi e sistemi difensivi europei, contestualizzati e comparabili: dalle matrici teoriche nei trattati, ai progettisti, alle tecniche costruttive, agli esempi realizzati, in rapporto al paesaggio. Ma costituirà anche un laboratorio di nuove ricerche e un teatro di nuove iniziative, (anche internazionali) come dimostrano i contatti da tempo intrapresi dalla Municipalità di Almeida (Campos, 2023) per la richiesta di gemellaggio con Alessandria (Fig. 6).

O l'invito al confronto e alla collaborazione su progetti di ricerca scientifica, più di recente avanzato dalla Rettrice dell'Università di Arad in Romania, prof. Coralia Adina Cotoraci (Fig. 6), di concerto con l'Università di Padova (prof. Patrizia Messina), grazie all'interessamento di Rete Faro Italia (arch. Maria Caramel, prof. Anna Marotta).

In questi dialoghi, non potranno mancare tutte le istituzioni e amministrazioni pubbliche che abbiamo citato nel presente contributo, e che hanno - anche formalmente - già segnalato il loro interesse concreto per il sostegno al progetto di Faro Italia Platform, per tutto il sistema della Difesa nel territorio alessandrino.

Un' occasione preziosa per valorizzare il MuSDE e tutto il patrimonio culturale delle fortezze europee, che - anche attraverso la sua storica e prestigiosa sede – esso vuole rappresentare e valorizzare.

Le immagini a corredo, che qui seguono, ne rappresentano una breve narrazione visiva sui temi affrontati: trattati e trattatisti, metodologie, esempi e prime applicazioni e collaborazioni.

Note

(1) Per la FIP (Faro Italia Platform) con i progetti Faro registrati dai rispettivi coordinatori, Marotta è responsabile della sezione tematica: Sistemi difensivi e mura urbiche, e coordinatore sia a livello nazionale, che per la Rete Territoriale di prossimità per l'Alessandrino.

Bibliografia

Abello, S. (2013) *Dalla tradizione all'innovazione: la virtualità a supporto di memoria e conoscenza. La Cittadella di Alessandria*. [Tesi di Dottorato]. Torino, Politecnico di Torino.

Azzolino, M.C., Dameri, A., Lacirignola, A. & Marotta, A. (2017) "Vedere con le mani" il Castello del Valentino. L'accessibilità di un bene culturale per visitatori con disabilità visiva. In: Palma Crespo, M., Gutiérrez Carrillo, M.L. & García Quesada, R. (a cura di) *REUSO*. Granada, Editorial Universidad de Granada, pp. 329-335.

Borra, G.B. (1748) *Trattato della cognizione pratica delle resistenze geometriche dimostrate dall'architetto Giambattista Borra per l'impiego in tutti i tipi di edifici, con l'aggiunta di rinforzi in vario modo* […]. Torino, Stamperia Reale.

Brosio, A. (2017) *Bando Talenti Della Società Civile 2017. Borsa di ricerca dell'imprenditorialità*. [Project report] Torino–Asti, Fondazione Giovanni Goria e Fondazione CRT, in collaborazione con la Consulta per le Persone in Difficoltà (CPD).

Chafrion, J. (1693) *Escuela de Palas ò sea curso mathematico.* Tomos I–II. Milán, Emprenta Real, porMarcos Antonio Pandulpho Malatesta

De Fer, N. (2010 [1695]) *Introduction à la fortification par De Fer*, *Sixieme Planche: Division des Fortifications*. New York, Books Puddle.

Greco, C. (2024) Quale futuro per i musei? In: Greco, C. (a cura di) *La memoria è il nostro futuro*. Modena, Franco Cosimo Panini, pp. 326–341.

Greco, C. (2025) *Il museo e le sfide del futuro: Ricerca, inclusione e transizione digitale*. Lucca, Maria Pacini Fazzi Editore.

Guarducci, A., Gemignani, C.A. & Rossi, L. (2018) Segmenti di uno sguardo totale. Progetti di fortificazione del corpo del Genio Napoleonico sulle coste laziali, illiriche e di Corfù (1810–1811). In: Marotta, A. & Spallone,

R. (eds.) *International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast*, Vol. XIV. Torino, Politecnico di Torino, pp. 111–119.

Levi, F. & Rolli, R. (1994) *Disegnare per le mani. Manuale di disegno in rilievo.* Torino, ed. Zamorani.

Marotta, A. & Netti R. (a cura di) (2023) *The Citadel of Alessandria "Faro" of peace in Europe: knowledge, conservation, enhancement/La Cittadella di Alessandria "Faro" di pace in Europa: conoscenza, conservazione, valorizzazione*. Roma, Aracne Editrice.

Marotta, A. (2025) La Cittadella di Alessandria 'Faro' di pace nel "patrimonio di strade, reti e connessioni" del Consiglio d'Europa. In: Zerlenga, O. & Cirillo, V. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. Vol. 21: Proceedings of FORTMED – International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast,* 10–12 April 2025, Caserta. Aversa–Caserta, DADI_PRESS; València, edUPV, pp. 1369–1376.

Marotta, A. (2014) Il progetto logico del rilievo: una procedura «lunga vent'anni». In: *Atti del 36° Convegno internazionale dei Docenti delle discipline della Rappresentazione – XI Congresso UID "Italian Survey & International Experience",* Parma, 18–20 settembre 2014. Roma, Gangemi Editore, pp. 373-384.

Marotta, A., Cirillo, V., Rabino, C. & Zerlenga, O. (2020) Rappresentare l'architettura fortificata per narrare e valorizzare il territorio della frontiera alessandrina. In: Palazón, J. & García-Pulido, J.L. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean.* Vol. 10: Proceedings of FORTMED – International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast*,* Granada, 2020. Granada, Editorial Universidad de Granada, pp. 357–364.

Pirinu, A. (2025) *Forti e cittadelle militari nell'Europa del Cinquecento. Forma, geometria e rappresentazione*. Roma, La Scuola di Pitagora.

Romeo, E. (2023) Irrinunciabili questioni di restauro e conservazione dei complessi fortificati nei contesti urbani paesaggistici. In: Marotta, A. & Netti, R. (a cura di) *The Citadel of Alessandria "Faro" of peace in Europe: knowledge, conservation, enhancement / La Cittadella di Alessandria "Faro" di pace in Europa: conoscenza, conservazione, valorizzazione*. Roma, Aracne Editrice, pp. 505-536.

Viganò, M. (a cura di) (1994), *Architetti e Ingegneri militari italiani all'estero dal XV al XVIII secolo*. Livorno, Sillabe

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21527

A proposal for regional development: towards a network of 'Fortresses/Faro' in the Alessandria area

Anna Marotta[a] Piera Migliore[a]
[a] Associazione ETS Cittadella Faro di Pace in Europa (AL), Italy, info@alfarocittadellapace.it

How to cite: Marotta, A. & Migliore, P. (2026). A proposal for regional development: towards a network of Fortresses/Faro in the Alessandria area. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21527

Abstract

This contribution presents a critical reflection and an operational proposal aimed at establishing a *Network of Lighthouse Fortresses* in the Alessandria area. Starting from the Citadel of Alessandria, the project intends to enhance the interconnected system of historical defensive architectures in Piedmont, following the principles of the Faro Convention (2005). The initiative is grounded in the concept of heritage as a common good to be shared, adopting a participatory and subsidiary approach to the management of historic-military assets. Fortresses are reinterpreted as community spaces, tools of attractiveness, and sites of cultural promotion, where local identities, memories, and symbols are preserved. The methodology unfolds in four phases: (1) diagnosis and documentation of the fortified heritage, including digital archives and historical cartography; (2) design and planning, through interdisciplinary collaboration and guidelines for sustainable reuse; (3) community involvement, activating Faro Heritage Communities, with workshops, heritage walks, and participatory mapping; (4) network activation and dissemination, integrating fortresses into transnational cultural circuits and funding frameworks (e.g., European structural funds). The operational program foresees the creation of a territorial network across Alessandria, Gavi, Casale Monferrato, Tortona, and Valenza – the latter two key elements in the "Entrenched Camp" during the Second War of Independence (1859). Institutional contacts with municipalities and the Piedmont Region have already been initiated. This model, based on heritage studies, territorial planning, and civic participation, is designed to be replicable and adaptable to other European contexts.

Keywords: fortified landscape, urban memory, heritage community, anthropological approach.

1. Introduzione

Il progetto si fonda sul concetto di architetture fortificate e territorio per la difesa nell'Alessandrino, quale patrimonio culturale, nonché bene materiale e immateriale che può essere riconvertito verso ulteriori destinazioni (fra queste, i percorsi culturali per la pace). Obiettivi e funzioni saranno tutti inseriti in un percorso condiviso di crescita etica e culturale, per scambiare saperi ed esperienze, nell'ottica delle 'identità nelle differenze', in cui la comunicazione possa svolgere il virtuoso ruolo di informare, per far conoscere, comprendere e –

BY-NC-SA

infine – condividere valori, nel pieno rispetto di ognuno, perché ciascuno sia non più spettatore passivo e poco informato, ma autentico e convinto 'fiancheggiatore di pace'. L'elemento unificante sarà la volontà di rafforzare la consapevolezza delle radici comuni, dell'attuale configurazione del territorio e del paesaggio (anche culturale) in Europa: 'difendere la difesa', in un innovativo processo di educazione al turismo culturale internazionale di qualità, aperto realmente a tutti, ma rispettoso di persone, luoghi. e valori.

2. L'asset formale e Istituzionale

In virtù del nuovo compito di Marotta, per la FIP (Faro Italian Platform) coordinatore della rete delle fortezze a livello nazionale, ma anche in Piemonte e nell'Alessandrino, intitolata: Sistemi difensivi, Città e Territori fortificati, per la pace, con l'Associazione ETS, sarà possibile avviare e coordinare con la FIP (1), nuovi progetti condivisi (con realtà e soggetti interessati) a livello nazionale e regionale, secondo le indicazioni tematiche concordate, e in particolare: 1 - Rete Tematica nazionale di possibili Comunità Patrimoniali Faro, fondata su elementi condivisi quali città, paesaggio, difesa e inclusione sociale. Compresa l'educazione al Patrimonio Culturale europeo e alla pace. Con particolare attenzione al paesaggio e alle strutture di collegamento, anche per disabili e non vedenti.2- Rete Territoriale di fortezze alessandrine sistematicamente collegate da prossimità geografica tra cui Alessandria (con Marengo) Gavi, Casale Monferrato, Tortona e Valenza, di forte valore storico-identitario. (es. 1859) dove sono stati avviati tavoli di interesse tra i suddetti Comuni con i rispettivi sindaci e amministrazioni. Infine, coordinando le università italiane eventualmente interessate (su una pagina dedicata, nella piattaforma FIP), sarà possibile favorire e assistere la promozione nella dimensione nazionale delle attività e il dialogo che tali istituzioni potranno intraprendere per la Convenzione di Faro: in primis attivare/formare i propri studenti sui processi partecipati di valorizzazione dei beni socio-culturali, ad opera delle Comunità Patrimoniali.

3. Metodologia

La metodologia proposta si fonda su un approccio graduale e operativo, articolato in quattro fasi principali.

Raccolta e sistematizzazione delle fonti:

- Revisione delle fonti archivistiche e bibliografiche relative alle fortezze alessandrine.
- Inventario delle testimonianze materiali ancora esistenti e delle tracce urbanistiche delle fortificazioni scomparse
- Creazione di un archivio digitale consultabile, che raccolga documenti storici, iconografie e studi già pubblicati, in collaborazione con università e istituti di ricerca.

Definizione delle linee guida di valorizzazione:

- Elaborazione di criteri condivisi per la tutela e il riuso sostenibile delle architetture fortificate.
- Redazione di linee guida metodologiche che definiscano possibili funzioni compatibili (musei, spazi culturali, percorsi didattici, turismo lento).
- Integrazione delle linee guida con strumenti di pianificazione territoriale e con i piani di sviluppo culturale regionale.

Attivazione delle comunità patrimoniali:

- Costituzione di gruppi locali (Heritage Communities Faro) con la partecipazione di cittadini, scuole, associazioni, amministrazioni.
- Realizzazione di laboratori partecipativi, interviste, raccolta di memorie orali e costruzione di narrazioni condivise.
- Organizzazione di eventi pubblici, passeggiate patrimoniali e attività didattiche volte a rafforzare il senso di appartenenza.

Sperimentazione e diffusione della rete :

- Avvio di progetti pilota su alcune fortezze (es. Alessandria e Gavi) per testare l'efficacia delle linee guida.
- Messa in rete dei diversi siti attraverso itinerari culturali comuni e materiali divulgativi (pubblicazioni, mostre, portali web).
- Attivazione di collaborazioni transnazionali e accesso a programmi europei di finanziamento (Creative Europe, Interreg, Erasmus).

4. Un patrimonio territoriale nelle fortezze dell'Alessandrino: radici storico-identitarie della rete

Riprendendo le fila dell'oggetto delle iniziative di valorizzazione, entriamo nel merito di alcune realtà coinvolte: Alessandria (con Marengo), Gavi, Casale Monferrato, Tortona e Valenza. II territorio della difesa nell'Alessandrino, così come ci appare attualmente configurato (non letto dunque quale sommatoria, ma attraverso periodizzazioni articolate e successive stratificazioni di tali processi, con particolare riferimento agli ultimi tre secoli), risulta strutturato e caratterizzato da una nutrita e importante serie di testimonianze: in parte conservate, in parte trasformate, in parte del tutto cancellate. Tali segni sul territorio risultano più o meno persistenti e, dunque, visibili o meno. Di queste stesse emergenze, le permanenze sul territorio e le testimonianze iconografiche restituiscono un prezioso repertorio di tipi, illuminante nella cultura della città difesa in ambito europeo. Nella maggíor parte dei casi, oggi si registra una sovrainterpretazione generalizzata, un grosso calo nel loro significato, nelle loro valenze, sia come segni (tangibili nelle loro tracce materiali), sia come simboli, portatori di messaggi culturali, intellettuali, sociali.Tra i complessi fortificati ben conservati, ricordiamo il Forte di Gavi (Marotta, Comoli Mandracci, 1994) e la Cittadella di Alessandria (Marotta, 1991) cui si unisce - per altri versi – un'ulteriore emergenza (ma di carattere diverso) per quello che riguarda le vicende di periodo napoleonico: Marengo, con il suo Museo della battaglia e il significativo contesto. La Cittadella di Casale, invece, voluta e fondata dai Gonzaga a fine Cinquecento, ha subìto una serie di vicende e trasformazioni, fino all'Unità nazionale; rasa al suolo nella parte originaria, rimane tuttora ben conservata nella corona ottocentesca, denunciando legami scarsamente leggibili con la cittá (Marotta, A., 1990; 1992). Al contrario, non rimane più traccia (Marotta, Comoli, Barghini, 1993) della Valenza fortificata (luogo nodale, in particolare durante il Ducato di Milano, quindi con grandi connessioni con la Spagna, dalla quale deriva le sue matrici culturali), di cui pure è stato ricostituito e restituito un nutrito corpus di documenti e iconografie storiche. Tra gli esempi di primissimo piano neI sistema fortificato dell'Alessandrino, si annovera anche Tortona, centro militare fondamentale sia nel periodo milanese (quindi spagnolo), sia soprattutto quando diviene patrimonio dei Savoia, dopo la Pace di Utrecht ne1 1713 (Marotta, Comoli Mandracci 1995). Il Forte di Tortona, che aveva avuto una significativa riplasmazione su committenza di Vittorio Amedeo II (e da lui retoricamente rinominato Forte San Vittorio), non esiste più, se non in alcuni lacerti di scarsa consistenza. Sul sedime dell'antica fortezza restano alcune tracce difficilmente riconoscibili, tanto che un reliquato della chiesa del Forte viene oggi erroneamente definita 'torre': si è dunque perso il rapporto con la funzione di origine, così come con quella simbolica. Agli scomparsi episodi, ora citati, si possono aggiungere le cinte difensive delle città di Novi, Serravalle, Ovada e Acqui Teme. Tra le fortezze conservate, l'esempio di Gavi appare tra i più significativi: dal Medioevo in avanti, la storia e i destini della città e del suo Forte sono legati all'assetto strategico-militare della Repubblica di Genova, della quale costituiva un fondamentale avamposto difensivo verso la Pianura Padana, all'interno dei territori deIl'Oltregiogo (formato dalle valli dello Scrivia, del Borbera e del Lemme). Insieme alla funzione militare, che porterà alla riplasmazione e riprogettazione del Forte 'alla moderna' da parte di Vincenzo da Fiorenzuola (al secolo Gaspare Maculano, domenicano e commissario inquisitore partecipe della condanna di Galileo Galilei) (Marotta, in Marotta, Comoli Mandracci, 1994, pp. 107-119) la Repubblica potenzierà anche quella commerciale, ritenendo Gavi nodo strategico nel sistema di direttrici di comunicazione da e verso la stessa Padania. Oggi, al Forte di Gavi, conservatosi anche per la sua posizione molto alta e isolata rispetto alla città è stata assegnata un'efficace destinazione museale, realizzando un esempio intelligente di riuso dopo un attento restauro. Dell'ampio repertorio iconografico possiamo ricordare diverse immagini di periodo napoleonico (Marotta, in Marotta, Comoli Mandracci, 1995, pp. 131-139) che confermano il notevole e costante legame visivo e strutturale tra forte e città.

5. Disegni per "ricordare Valenza cancellata" nel sistema difensivo dello Stato di Milano

Fra le "fortezze cancellate", il caso di Valenza appare fra i più importanti ed emblematici, da "ricostruire (visivamente) per ricordare" (Fig. 1). A tal fine, ricordiamo quanto annotato da Alizeri "Ha lo Stato di Milano molte buone fortezze, le

quali restano da diverse bande per antimurali e bastioni della metropoli; e queste sono [...] Cremona, Parma, Lodi,Tortona, Como, Novara, Alessandria, Trezzo, Abbiategrasso, Lecco, Pizzighettone, Valenza e Mortara, luoghi tutti o posti in fortezza, o forniti di castelli, o provvisti dell';uno e dell'altro" (Marotta,1993). L'assetto difensivo della Lombardia spagnola, qui ricordato in una relazione di due ambasciatori veneti del 1588 (Marotta,1993) non è pensabile (nella sua più completa estensione o in più ristretti ambiti) senza immagini visive, le quali loro volta potranno fondarsi in gran parte sui modi della rappresentazione. In senso ampio quest'ultima si configura allora come sistema mentale e culturale profondo e complesso, in grado di riconnettere e comparare, ma anche riportare alla memoria – grazie alle sue specifiche caratteristiche - realtà diverse fra di loro, come i territori italiani dominati dal governo dei reali spagnoli. Se si considera che delle fortificazioni valenzane esistono scarse tracce materiali (eccezion fatta per alcuni elementi residuali, al cosiddetto posto della Colombina; (Fig. 2) lungo il Po, a nord della città), è facile comprendere la decisiva importanza rivestita dalle iconografie storiche e dalle ricostruzioni grafiche nella restituzione dell'immagine della città munita. Il ruolo strategico delle piazze alessandrine è confermato dalle coeve logiche militari e territoriali: la frontiera strategica tra il Ducato di Milano e il suo nemico storico, il Regno di Francia e i suoi alleati (Ducati Sabaudo e di Monferrato), erano tracciati in aperta pianura, senza nessun tipo di ostacolo naturale, eccettuato il fiume Sesia a carattere torrentizio per buona parte dell'anno e dunque facilmente guadabile. Quel confine naturale correva fino alla sua confluenza nel fiume Po tra Casale, capitale del Monferrato e Valenza nel Ducato di Milano. Risultava quindi fondamentale importanza, per gli Spagnoli, coprire il lato sud-ovest del loro ducato (a sud del Po) con tre munite piazzeforti, Valenza, Alessandria e Tortona, unite in un ideale tracciato con quelle di Mortara, Novara e Vigevano, poste a - guardia del lato nord-ovest del Ducato (a nord del Po). Per tali motivi le medesime piazze alessandrine dovevano essere mantenute in perfetto stato di guerra. Tale scelta era ancor più motivata dalla presenza, sullo stesso limite (a brevissima distanza da Valenza), di una tra le più potenti fortezze europee, la gonzaghesca Casale. A comprova di ciò, nel 1627 la Spagna tenterà di eliminare - senza riuscirvi - quella grossa minaccia rappresentata dalla piazza casalese, cingendola dell'assedio con le proprie truppe, partite direttamente da Valenza, e comandate dal governatore di Milano Fernandez de Cordoba e, successivamente, dal Generale Ambrogio Spinola



Fig. 1- 1635, Juan De La Corte. "Soccorro a Valenza del Po por Don Carlos Colonna", (courtesy of Lion Club di Valenza, Marotta 1993)

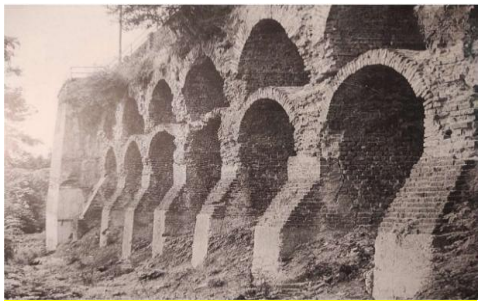


Fig. 2- Strutture residuali delle fortificazioni di Valenza, al “posto della Colombina”, lungo il lato settentrionale della città, verso il Po (Marotta 1993)

6. Disegni per “ricordare Tortona cancellata” nel sistema difensivo dello Stato di Milano in ambito

Se alla fine degli anni Cinquanta del Seicento Gaspare Beretta considera il sistema difensivo della città di Tortona "una musica mal concertata" (Marotta 1995), nel 1682 egli informa dettagliatamente la Corte di Madrid sul processo di stratificazione che aveva rafforzato e consolidato lo stesso sistema.

Ma sono noti i contributi di Gianmaria Olgiati, Pirovano, Giorgio Palearo Fratino (a fine Cinquecento) e di Tensini, Paggi, Formento, Miller (per il secolo, successivo).

Al contrario di Gavi (e in analogia con Valenza) la cancellazione del sistema difensivo - nella sua totalità - ha segnato i destini di Tortona: l'evento politico-militare che marca il passaggio della città all'Austria è la resa della piazzaforte (in quel momento in mano spagnola) al Generale Isselbach, il 29 novembre 1706, nell'ambito della Guerra di Successione al trono di Spagna, seguita al decesso di Carlo II, il I novembre 1700. In occasione di quel conflitto, Vittorio Amedeo II di Savoia si risolverà a prendere partito contro i Gallispani, in favore dell'Imperatore d'Austria Leopoldo. L'ambiente in cui matureranno di conseguenza progetti e disegni per Tortona gravita attorno al *milieu* culturale e tecnico-scientifico delle scuole di formazione militare austriache, ambiente che peraltro si era giovato in precedenza di apporti italiani. Dopo la Pace di Rastadt nel 1714, le annate dell'impero - decimate durante il conflitto per la successione al trono di Spagna - avranno di nuovo la possibilità di reintegrare i ruoli degli ingegneri, giunti dalle terre iberiche conquistate. Fondata nel 1717 (insieme a quella di Bruxelles), l'Accademia di Ingegneria di Vienna fornirà un indirizzo teorico e pratico, su una formazione militare di base. I primi insegnanti, di nazionalità italiana, vi arrivano dall'Accademia Geografica Austriaca, che aveva avuto contatti con il veneziano Vincenzo Maria Coronelli, di cui sono note - tra l'altro - iconografie di Tortona (Marotta, in Marotta, Comoli Mandracci, 1995, pp. 131-139). Il primo direttore dell'Accademia, l'Ingegnere udinese Leandro Anguisola, dottore e filosofo, matematico e astronomo, insegnante dell'Arciduchessa Maria Teresa, dirigerà nel 1722 la prima misurazione catastale a Milano. La stessa carica nell'Accademia sarà ricoperta, dal 1729, da Giovanni Giacomo Marinoni, ingegnere e matematico. La massiccia produzione grafica riguardante Tortona fortificata in periodo austriaco risente pertanto positivamente dei nuovi apporti multidisciplinari al settore della rappresentazione. Firmato dal *barone d'Engelhard* (attivo a Pavia nello stesso periodo, come ha confermato Tolomelli), “il Dissegno della Città e Castello di Tortona con l'aligurnentazione delle opere si sono fatte nel 1727, come il progiettato per rendere detta Piazza in una valida, et resistente diffesa”, si presenta fra gli elaborati che più compiutamente esprimono le matrici culturali ora esplicitate, sia per la qualità dell'esecuzione grafica, sia per la quantità delle informazioni su luoghi e strutture, restituendo complessivamente l'immagine di un grande intervento (con cui il governo austriaco intendeva misurarsi), esteso al Castello e all'intera città.

7. Antropologia del vuoto e della memoria urbana: fortezze, comunità e paesaggi scomparsi nell’Alessandrino

Nel quadro della valorizzazione integrata del paesaggio fortificato dell’Alessandrino, un approccio antropologico consente di far emergere le dimensioni simboliche, identitarie e relazionali che legano le comunità locali alle strutture militari storiche. Le fortificazioni – siano esse ancora visibili, parzialmente conservate o del tutto scomparse – non rappresentano soltanto presenze materiali, ma si configurano come luoghi significativi, in cui si sedimentano memorie condivise, narrazioni familiari, rituali civici e processi di riconoscimento collettivo. Tale prospettiva risulta particolarmente efficace anche nell’ambito della fruizione turistica, che –

per essere realmente informata e consapevole – non può limitarsi alla visita dei monumenti fisicamente conservati, ma deve includere la comprensione del valore immateriale e simbolico attribuito a tali luoghi dalle comunità locali.

In questo senso, una fruizione turistica all'interno di itinerari culturali e consapevole non può prescindere dalla valorizzazione delle narrazioni locali e delle memorie orali, da intendersi come forme di patrimonio intangibile. L'integrazione di percorsi partecipativi, basati su racconti degli abitanti, toponomastica, rappresentazioni iconografiche e testimonianze intergenerazionali, contribuisce alla costruzione di un turismo culturale attento alle dinamiche comunitarie e non ridotto alla sola visibilità monumentale.

Tale approccio consente anche di attribuire senso e valore a quei 'vuoti urbani' lasciati o modificati dalla cancellazione fisica delle strutture fortificate – come nel caso di Tortona e Valenza – interpretandoli come *lieux de mémoire* 2 e *topografie invisibili dell'identità* 1. In questi spazi, la memoria sopravvive attraverso strategie di ricomposizione simbolica e rituale, Nel caso di Valenza, la distruzione pressoché totale dell'impianto fortificato ha lasciato un vuoto fisico, ma non simbolico: l'identità del luogo persiste attraverso tracce immateriali – nei racconti orali, nei toponimi, nei riferimenti iconografici – che mantengono viva una topografia della memoria (Faeta, F., 2003). Tortona, anch'essa privata del proprio apparato fortificato, rappresenta un esempio emblematico di vuoto urbano: non solo assenza fisica, ma discontinuità narrativa e perdita simbolica. In questo senso, il forte San Vittorio si configura come un *lieu de mémoire* nel senso indicato da Pierre Nora (Nora, P., 1984) ovvero un luogo in cui la memoria, interrotta nella sua trasmissione naturale, sopravvive attraverso atti deliberati di ricostruzione e rappresentazione. Tale vuoto, per essere colmato, richiede un lavoro di restituzione culturale sia pure a tutti i livelli, ma nasca dalla conoscenza scientifico- disciplinare, anche etnografica e partecipativa. Al contrario, il Forte di Gavi, tuttora integro e di riconvertito a uso museale, consente una lettura in continuità tra radici e funzioni originarie, assetto urbano e percezione collettiva. Tuttavia, anche in questo caso, l'osservazione antropologica invita a non fermarsi all'apparato celebrativo o istituzionale, ma a interrogare le pratiche locali, i racconti degli abitanti, le forme rielaborazione intergenerazionale della memoria. In questa prospettiva, il concetto di Comunità Patrimoniale introdotto dalla Convenzione di Faro trova attuazione concreta solo se si considerano le dinamiche culturali che agiscono nel tempo: la memoria non è mai neutra, ma frutto di selezioni, rimozioni, conflitti e reinterpretazioni. Come ricordava Alberto Mario Cirese, il patrimonio non coincide con la 'tradizione' intesa in senso statico, bensì con una costruzione sociale negoziata, soggetta a revisioni critiche e a mediazioni culturali (Cirese, A. F., 1976). Parallelamente, Ernesto De Martino indicava nella perdita dei luoghi e dei riti una possibile crisi dell'esserci storico delle comunità, richiedendo processi di ricomposizione simbolica e rituale (De Martino, E., 1977). Alla luce di queste considerazioni, la proposta di valorizzazione del sistema fortificato alessandrino può trarre grande beneficio da un affiancamento metodologico etnografico, volto a raccogliere memorie orali, micro-narrazioni, rappresentazioni affettive e pratiche commemorative. Non solo una restituzione visiva, dunque, ma anche una 'restituzione orale', che renda residenti, visitatori, studiosi (e non solo) consapevoli ridia voce ai dei luoghi (cancellati, ignorati o dimenticati) e ai loro abitanti, contribuendo a una nuova narrazione plurale del paesaggio urbano fortificato, in equilibrio tra eredità storica e identità presente. Non solo una restituzione che renda residenti, visitatori, studiosi (e non solo) memori e consapevoli dei luoghi (cancellati, ignorati o dimenticati) ma anche una nuova narrazione plurale del paesaggio urbano fortificato, in equilibrio tra eredità storica e identità presente.

8. Conclusioni

Il territorio della difesa paesaggio fortificato dell'Alessandrino, nella sua complessa stratificazione storico-geografica, costituisce un patrimonio culturale complesso e denso di significati, che non travalica i confini della mera testimonianza architettonica (tra materiale e immateriale) è tutto da valorizzare per assumere un ruolo attivo nella costruzione dell'identità collettiva e della memoria sociale, da condividere nella dimensione nazionale e internazionale. Le città difese – siano esse ancora strutturate attorno ai loro apparati fortificati o private di essi – si configurano come luoghi strategici ed emblematici in cui si intrecciano la narrazione

storica, la rappresentazione iconografica e l'immaginario delle comunità locali. La proposta operativa qui delineata – basata su una rete tematica e territoriale ispirata ai principi della Convenzione di Faro – non mira solo alla tutela materiale dei beni, ma propone un modello di valorizzazione dinamico, partecipativo e plurale, capace di coinvolgere cittadini, istituzioni, università e territori in un percorso condiviso di riappropriazione culturale. In tale direzione, la 'restituzione visiva' dei luoghi si arricchisce, in modo imprescindibile, della 'restituzione orale': un ascolto attivo delle memorie comunitarie, delle narrazioni locali, dei vuoti simbolici lasciati dalla cancellazione delle fortificazioni.

L'approccio antropologico consente di risignificare i siti anche in assenza di materia, ponendo l'accento sul valore affettivo, simbolico e rituale degli spazi urbani storici. La memoria, intesa non come dato immobile, ma come costruzione negoziata e condivisa, diventa così motore di rigenerazione culturale e strumento di cittadinanza attiva. Solo in questo dialogo tra patrimonio tangibile e intangibile, tra rappresentazione e vissuto, tra città e comunità, potrà realizzarsi una nuova visione del paesaggio fortificato: non come reliquia, ma come faro di senso per le generazioni presenti e future.

Note

(1) Per la FIP (Faro Italia Platform) con i progetti *Faro* registrati dai rispettivi coordinatori, Marotta è responsabile della sezione tematica: Sistemi difensivi e mura urbiche, sia a livello nazionale, che come coordinatore della Rete Territoriale di prossimità per l'Alessandrino. La rete territoriale di prossimità potrà costituire un potente strumento di valorizzazione di tutto il comprensorio, inteso come sistema complesso di luoghi e beni culturali.

Bibliografia

Barghini, A., Comoli Mandracci, V. & Marotta, A., (1993) *Valenza e le sue fortificazioni: architettura e urbanistica dal Medioevo all'età contemporanea*. Alessandria, Cassa di Risparmio di Alessandria (So. G. Ed.).

Cirese, A.M., (1976) *La cultura popolare come ideologia*. Torino, Einaudi.

De Martino, E., (1977) *La fine del mondo: contributo all'analisi delle apocalissi culturali*. Torino, Einaudi.

Faeta, F., (2003) *Paesaggi della memoria: antropologia, fotografia e patrimonio*. Roma, Meltemi.

Marotta, A. (ed.) (1991) *La Cittadella di Alessandria: una fortezza per il territorio dal Settecento all'Unità*. Alessandria, Cassa di Risparmio di Alessandria (So. G. Ed.).

Marotta, A. (ed.) (1990) *La Cittadella di Casale: da fortezza del Monferrato a baluardo d'Italia*. Alessandria, Cassa di Risparmio di Alessandria (So. G. Ed.).

Marotta, A. (ed.) (1992) *Arte, architettura, archeologia.* Atti della Giornata di Studi per la Cittadella di Casale Monferrato. Alessandria, Dell'Orso.

Marotta, A., & Comoli Mandracci, V. (eds.), (1994) *Il Forte di Gavi in età moderna e contemporanea.* Alessandria, Cassa di Risparmio di Alessandria (So. G. Ed.).

Marotta, A., & Comoli Mandracci, V. (eds.), (1995) *Tortona e il suo castello: dal dominio spagnolo al periodo postunitario*. Alessandria, Cassa di Risparmio di Alessandria (So. G. Ed.).

Marotta, A., (1994) Storia e memoria nelle immagini del Forte. In: A. Marotta & V. Comoli Mandracci (eds.), *Il Forte di Gavi in età moderna e contemporanea*. Alessandria, Cassa di Risparmio di Alessandria (So. G. Ed.), pp. 107–119.

Marotta, A., (1995). Tortona città difesa nelle immagini della fortezza. In: A. Marotta & V. Comoli Mandracci (eds.), *Tortona e il suo castello: dal dominio spagnolo al periodo postunitario*. Alessandria: Cassa di Risparmio di Alessandria (So. G. Ed.), pp. 131–139.

Nora, P., 1984. *Les lieux de mémoire*. Paris, Gallimard.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21528

Heritage education and dissemination in the castles of the province of Alicante (Spain) and the voivodeship of Pomorskie (Poland)

Juan Antonio Mira Rico[a], Agniezska Kowalska[b], Monika Rogalewska[c]
[a] Unversitat Oberta de Catalunya, Castalla, Spain, jmirari@uoc.edu, [b] Malbork Castle Museum, Malbork, Poland, a.kowalska@zamek.malbork.pl, [c] Malbork Castle Museum, Malbork, Poland, m.rogalewska@zamek.malbork.pl

How to cite: Mira Rico, J. A., Kowalska, A. & Rogalewska, M. (2026). Heritage education and dissemination in the castles of the province of Alicante (Spain) and Pomeranian voivodeship (Poland). In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21528

Abstract

This paper analyses the heritage education and dissemination strategies developed in the medieval castles of La Atalaya (Villena) and Castalla in the province of Alicante (Spain) and Kwidzyn and Sztum in the voivodeship of Pomorskie (Poland). This research constitutes a continuation of previous studies that focused on the analysis of cultural management models and their various components, including the musealisation of fortifications. The study begins by analysing the policy of using restored castles for cultural purposes, and compares various aspects of the educational and dissemination actions developed in the selected sites, including the following: the understanding of education, the types and methods of educational activities, and the channels of communication with the public and the audience of the educational activities. The discussion also encompasses supra-regional activities in which the institutions responsible for the management of the castles are engaged. Finally, in addition to conclusions on past activities, the possibilities for future joint educational activities are presented, designed to establish synergies and facilitate networking. The qualitative methodological approach, in conjunction with the techniques of semi-structured interviews with experts, participant observation and documentary analysis, have been utilised for this purpose.

Keywords: heritage education, dissemination, medieval castles.

1. Introduction

A recent study analysed various cultural management models and museumisation strategies for medieval castles in the province of Alicante (Spain) and the voivodeship of Pomorskie (Mira & Kowalska, 2024; Kowalska & Mira, 2025).

The main objectives of this research were to discover which models of cultural management were applied and to determine what kind of musealisations have been developed in the medieval fortifications of these administrative territories.

BY-NC-SA

To this end, the castles of Atalaya (Villena) and Castalla in Spain and the castles of Kwidzyn and Sztum in Poland were chosen; different aspects of management were studied, such as the cultural agents in charge, or the research, conservation, restoration, educational and dissemination activities carried out (these last two sections include the museualisation).

Based on the results obtained, this research is a continuation of previous studies. To this end, it focuses on the heritage education and dissemination activities carried out in the aforementioned fortifications and how they have contributed to transforming the castles into prominent cultural facilities in their respective locations.

In this sense, heritage education and dissemination are key to learning about and raising awareness of castles. For instance, article 4.5 of the ICOMOS Guidelines on Fortifications and Military Heritage states that fortifications have educational value as they provide an environment that stimulates an understanding of military heritage. Similarly, Law 4/1998 on Valencian Cultural Heritage includes several articles related to heritage education and dissemination. Article 3, for instance, refers to the promotion of knowledge of Valencian cultural heritage within and outside the Autonomous Community, while article 88.2 states that knowledge of Valencian cultural heritage must be included in the curricula of all levels of compulsory education. In Poland, article 5 of the Act on the Protection and Care of Monuments specifies that part of the care of a monument by its owner is to popularize and disseminate knowledge about the monument and its significance for history and culture. Dissemination of knowledge is also the responsibility of state monument protection services. However, article 87 of this Act mentions the obligation to prepare regional programs for the care of monuments, which aim, among other things, to take actions that increase the attractiveness of monuments for social, tourist, and educational purposes. For example, a document is being prepared for the Pomorskie Voivodeship: The Provincial Programme for the Protection of Monuments in the Pomorskie Voivodeship, which is intended to support activities related to the protection and care of monuments, as well as the dissemination and popularization of the cultural heritage of this region. This priority of the provincial strategy is implemented through such activities as the European Heritage Days.

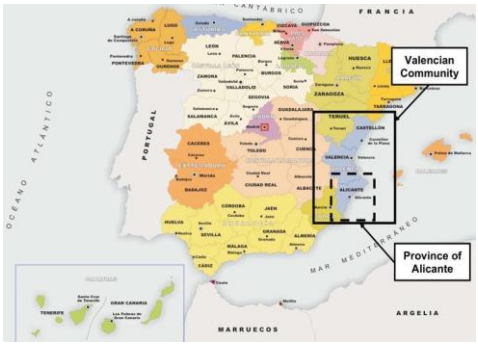


Fig. 1- Spanish autonomous communities and province of Alicante (source: Spanish Ministry of Education and Vocational Training and https://commons.wikimedia.org, with addition of Juan Antonio Mira Rico)



Fig. 2- Polish voivodeships and the Pomorskie voivodeship (https://commons.wikimedia.org, with addition of Agnieszka Kowalska)

2. State of art

It can be assumed that the primary objective of heritage education is to foster social awareness. In this sense, education can be considered an element of a heritage management strategy (Stasiak, 2022). A community that identifies with a cultural heritage site will naturally strive to protect it.

Education helps to build bonds with a place by raising awareness of its historical value (Senetra-Szeliga & Jagodzińska, 2017, p. 64). This fosters

a sense of identity and pride in one's place of residence, ultimately leading to positive individual and collective self-esteem (Murzyn-Kupisz, 2012, p. 127).

In addition to the positive social effects, caring for cultural heritage also impacts the natural environment. For example, conserving a historic building instead of demolishing it and constructing a new one saves raw materials and energy (Stasiak, 2022).

The educational activities at the medieval castles described in this article focus primarily on these buildings, but also touch upon the heritage of the region or, in the case of museums with collections, selected art- or craft-related topics.

All activities aimed at promoting and educating people about heritage can be broadly classified as heritage interpretation, regardless of the organisational form of the entity carrying them out. Freeman Tilden comprehensively discussed heritage interpretation methods and their significance for the audience, using the National Park Service's educational activities as an example.

In museum units, educational activities primarily take the form of various museum education programmes dedicated to different groups of people. These include workshops, meetings, lectures, lessons and outdoor courses. Museum lessons are a special type of activity that combine traditional school educations with museum activities. They are most often conducted as group activities for school groups on museum premises, often partially within the exhibition space, involving direct contact with historical artefacts. Active participation is encouraged through dialogue with the instructor or by completing additional tasks or exercises, setting it apart from a traditional guided tour (Górajec, 2010). Elements of museum education can be incorporated into the content of permanent and temporary exhibitions, and the exhibitions themselves can have educational value (Radecki, 2015). The cognitive value of an exhibition is largely influenced by the placement of explanatory texts in various forms. Depending on the nature of the object, educational elements in the exhibition may also include various types of multimedia or other educational aids that encourage active exploration of the object (e.g. educational games placed throughout the space).

3. Research questions and goals

The main objective of this work is to compare certain aspects of the educational and outreach activities carried out in the selected castles from 2023, in the aftermath of the pandemic SARS-CoV-2, to the present day.

The secondary objectives are as follows: to determine the similarities and differences between the outreach and heritage education activities carried out, and to establish synergies between the fortifications analysed, based on the design of a common programme of heritage education activities.

4. Methodology

This study used a qualitative methodology (i.e., semi-structured interviews with experts, participant observation, and a search for relevant written sources) and an analytical methodology (i.e., evaluation of the data collected) (Flick, 2015; Ros, 2009).

The above considerations were incorporated into the following research design outline: 1) visit to the fortifications under study to observe the implementation of their heritage education and dissemination activities (participant observation); 2) interview with the people responsible for managing the castles (semi-structured interview) to obtain more information about the heritage education and dissemination activities carried out; 3) search for written cultural sources; and 4) analysis of the data collected and systematised into two main groups: ongoing actions and one-off heritage education and dissemination actions, in order to compare various aspects of the educational and dissemination activities carried out at the selected sites, including the following: understanding of education, types and methods of educational activities, and channels of communication with the public and the audience of educational activities.

5. Atalaya and Castalla castles: heritage education and dissemination

5.1. Atalaya Castle

Since 2023, Atalaya Castle has regularly participated in heritage education and dissemination activities based on specific ongoing initiatives.

Noteworthy ongoing heritage education initiatives include the conversion of the fortification into a museum, which is key to understanding its history, layout and evolution (Kowalska & Mira, 2025); a section dedicated to the Middle Ages in the Villena Museum that also includes content on the castle (museovillena.com/colecciones/la-edad-media); and an interactive children's brochure called Marco Topo, in which children must answer questions about various Villena monuments (including Atalaya Castle).

Among the ongoing dissemination activities, guided tours stand out, either independently or as part of other events, such as the Medieval Festival (https://turismovillena.com/fiestas-del-medievo-2025/).

There are also self-guided tours, which can be taken freely through the existing museum layout (Kowalska & Mira, 2024), or via an audio guide available in Spanish and English.

Other initiatives of this type include visitor services offered at the Visitor Reception Centre, attendance at tourism fairs, such as FITUR, publication of works (Mira & Azuar, 2024), and publication of content on Villena Town Council's and Villena Tourism's websites (https://turismovillena.com/?lang=ca) and social networks (Facebook and Instagram).

Finally, the educational programmes for local primary and secondary schools stand out among the specific heritage education activities. These include such activities as heraldry exercises, word searches, mazes and dramatised tours.



Fig. 3- Guided tour of the castle (source: Villena Council)



Fig. 4- Educational activities for schoolchildren (source: Villena Council)

In terms of outreach activities, it is worth mentioning the dramatised tours aimed primarily at families, which were offered on Sundays throughout August 2023.

5.2. Castalla Castle

This fortification focuses its regular activities on ongoing dissemination efforts. Noteworthy activities include guided and self-guided tours, content published on the Castalla Town Council's and Castalla Tourism's websites (https://www.turismocastalla.com/) and on Facebook and Instagram, visitor services at Tourist Info Castalla, the publication of works (Mira & Azuar, 2024), the organisation of conferences, and participation in tourism events, such as FITUR.

The heritage education activities of this group tend to focus on the museumisation of the fortification, the characteristics of which have been thoroughly documented in various published works (Kowalska & Mira, 2025; Mira, Beivà & Ortega, 2017). Additionally, educational programmes were previously developed in collaboration with local educational centres, though these activities have not been carried out for several years. Finally, due to the absence of heritage education initiatives in this field, one-off outreach activities focus on dramatised tours that take place at specific times, such as World Tourism Day.

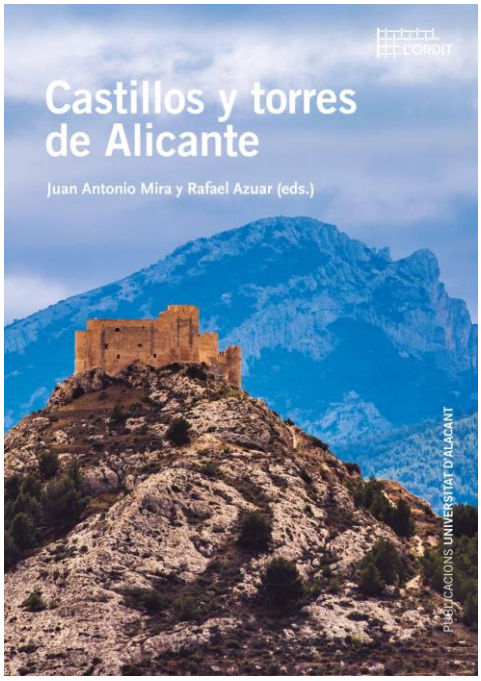


Fig. 5- Book *Casttillos y torres de Alicante* with information about Castalla Castle (source: Mira & Azuar, 2024)



Fig. 6- Guided tour (source: Juan Antonio Mira Rico)

6. Kwidzyn and Sztum castles: heritage education and dissemination

Both Kwidzyn Castle and Sztum Castle are managed by the same cultural institution: the Castle Museum in Malbork (Kowalska & Mira, 2024). In 2018, the museum formulated a mission statement that it has been consistently carrying out: telling the stories of the castles in Malbork, Kwidzyn and Sztum, and protecting the associated cultural heritage. The Castle Museum in Malbork is implementing the Programme of Activities for the Malbork Museum approved in 2022 for the period 2023–2029. One of the main challenges in achieving this mission is disseminating heritage through storytelling. This document defines storytelling as being new, accessible, competent, universal, effective and safe. Educational activities are also an integral part of this process (Trupinda, 2022).

6.1. Kwidzyn Castle

The Cathedral-Castle Complex in Kwidzyn is a monument of historical significance that has undergone musealisation in the castle section (Kowalska & Mira, 2025). Visitors can explore the current exhibitions and the castle grounds by taking a guided or audio tour. The castle also offers a wide range of museum education programmes, including lessons for school classes on archaeology, ethnography, history, art history and nature, related to the museum's specialisms and those of its staff. These lessons are also available for groups with special needs. The statistics maintained by the museum show that the number of lessons held exceeded 90 in 2023 and surpassed 100 in 2024 (Jezierska, 2023; Jezierska, 2024).

Alongside its ethnographic collection, the museum runs craft workshops for adults, including white embroidery and spinning on a spinning wheel, as part of the ongoing ‘Old Professions’ series.

The courtyard and castle grounds also host cultural events and historical reenactments to commemorate significant historical events. For instance, the 500th anniversary of the Prussian Homage was commemorated in this manner this year. Kwidzyn Castle hosts a variety of events that form part of pan-European heritage dissemination projects. These include the Night of Museums, European Heritage Days and European Archaeology Days. The European Heritage Days are organised around a central theme with a local interpretation. For instance, in 2024 the slogan was "Trails. Networks. Connections", the programme featured presentations on numismatics from the collection depicting means of transport, lectures on the history of railways in the region, demonstrations of carrier pigeons, and creative workshops on designing banknotes in the style of historical ones.



Fig. 7- Educational activities during the winter break in February 2025 (source: Malbork Castle Museum)



Fig. 8- Poster promoting events related to traditional crafts during the European Heritage Days in 2023 (source: Malbork Castle Museum)

6.2. Sztum Castle

Similar to the castle in Kwidzyn, the castle in Sztum offers visitors narrated exhibitions, which can be enjoyed individually or in groups, with the option of an audio guide. The recently inaugurated permanent exhibition offers a detailed history of the castle, including its original architecture and the people who lived there between the 14th and the 18th centuries.

Sztum is the museum's most recent branch (Kowalska & Mira, 2024), where it has been noted that, in the post-pandemic era, Sztum Castle has been taking regular measures to improve its educational and dissemination choices. The employees responsible for creating the educational programme are confronted with the challenge of substantially reformulating it, particularly in the aftermath of 2022.

The activities are designed to be specific in nature, targeting local groups. Educators have noted that this approach facilitates the development of educational pathways and the establishment of relationships with local groups who return to the castle to utilise the available choices. Since 2024, the museum branch has also been running a Local Education Programme. A significant proportion of the recipients are school and kindergarten groups, with the offer being periodically revised and distributed to local schools every six months.

Themes include significant historical events, the history and construction of the castle, traditions associated with the site and exhibitions. According to reports, 82 lessons of this kind were held in 2023 and 91 in 2024 (Masłowski, 2024; Masłowski, 2025).



Fig. 9- Educational activities at the castle in Sztum (source: Malbork Castle Museum)

The most intriguing of these proposals include the introduction of outdoor games designed for families or social groups, and educational classes incorporating urban sketching for mothers.



Fig. 10- European Heritage Days at Sztum Castle in September 2024 (source: Marcin Skotnicki)

Sztum Castle also plays an active role in popularising heritage, as evidenced by its participation in such pan-European programmes

as the Night of Museums and European Heritage Days. Here the theme is used to interpret historical heritage with a distinctive local character in a manner similar to that at Kwidzyn Castle. For example, in 2024, a maze game was created in the castle courtyard that drew parallels with medieval pilgrimage routes, showcasing heritage with a supra-regional reach.

7. Conclusions

As the above analyses demonstrate, heritage education can fulfil a variety of functions and manifest in many different forms. In the centres described here, it primarily activates the local community and enables it to focus on elements of local identity. However, it also allows for the construction of a broader context, providing general knowledge of general history, architectural history and art. The events offered by the centres ultimately provide an alternative way of spending free time by engaging with history and art.

The education provided by each of the centres discussed here has its own specific characteristics. This is due not only to their location and architectural and historical features, but also to the organisational structure of the administration aspects of the site. As can easily be seen, museums have greater opportunities than other institutions to conduct various forms of educational activities. Firstly, they employ specialised staff who are trained to conduct classes with children and young people (e.g. Atalaya, branches of the castle museums in Malbork in Kwidzyn and Sztum). This enables them to deliver museum lessons to relatively small groups, encouraging active participation among their attendees. In all cases, educational activities focus on school groups. Atalaya, as well as the branches in Kwidzyn and Sztum, also prepares dedicated classes for families on the weekends.

Both the Spanish and the Polish centres participate in international events that promote and educate about heritage, such as Museum Night.

Taking into account the general data on the management of the facilities described here, it can be seen that there is a correlation between the organisation of institutions and the scope of educational activities. Larger museum units tend to have a wider range of educational opportunities.

References

Act on the Protection and Care of Monuments (2003) available at: https://ihl-databases.icrc.org/en/national-practice/act-23-july-2003-protection-and-care-historical-monuments-2018-amended (Accessed: 29 August 2025).

Ayuntamiento de Castalla (2025) *Ayuntamiento de Castalla*, available at: https://www.castalla.org (Accessed: 29 August 2025).

Ayuntamiento de Castalla (2025) *Turismo Castalla*, available at: https://www.turismocastalla.com/ (Accessed: 29 August 2025).

Ayuntamiento de Villena (2025) *Ayuntamiento de Villena*, available at: https://www.villena.es/ (Accessed: 29 August 2025).

Ayuntamiento de Villena (2025) *Turismo de Villena*, available at: https://turismovillena.com (Accessed: 29 August 2025).

Cadena Ser (2024) *Villena*, available at: https://cadenaser.com/comunitat-valenciana/2024/01/18/este-viernes-conferencia-de-alberto-ochoa-sobre-castillos-del-vinalopo-en-la-casa-de-cultura-de-villena-radio-villena/ (Accessed: 29 August 2025).

Flick, U. (2015) *El diseño de la Investigación Cualitativa*. Madrid, Ediciones Morata.

Górajec, P. (2010) Rola i miejsce edukacji muzealnej w ogólnym systemie edukacyjnym. In: Wrzesiński, J. & Wyrwa A. M. (eds) *Przeszłość dla przyszłości – problemy edukacji muzealnej.* Lednica, Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy pp. 9-13.

International Council on Monuments and Sites (2021) *ICOMOS Guidelines on Fortifications and Military Heritage*, available at: https://www.icofort.org/fortificationsguidelines (Accessed: 29 September 2024).

Jezierska, J. (2023) *Sprawozdanie za rok 2023*. Zamek w Kwidzynie. Oddział Muzeum Zamkowego w Malborku.

Jezierska, J. (2024) *Sprawozdanie za rok 2024*. Zamek w Kwidzynie. Oddział Muzeum Zamkowego w Malborku.

Kowalska, A. & Mira, J. A. (2025). Musealisation as a development model for medieval castles in the province of Alicante (Spain) and the Pomeranian voivodeship (Poland). In: Zerlenga, O. & Cirillo, V. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII Centuries.* Vol. 21: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 10-12 April 2025, Caserta. Caserta, University of Campania Luigi Vanvitelli, pp. 1361-1368.

Law 4/1998 on Valencian Cultural Heritage (1998) available at: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1998-17524 (Accessed: 29 August 2025).

Masłowski, A. (2024) *Sprawozdanie z działalności Zamku w Sztumie – oddziału Muzeum Zamkowego w Malborku za okres 2023 r.* Sztum, Zamek w Sztumie, Oddział Muzeum Zamkowego w Malborku.

Masłowski, A. (2025) *Sprawozdanie z działalności Zamku w Sztumie – oddziału Muzeum Zamkowego w Malborku.* Sztum, Zamek w Sztumie, Oddział Muzeum Zamkowego w Malborku.

Mira, J. A. & Azuar, R. (2024) *Castillos y torres de Alicante*. Alicante, Servei de Publicacions de la Universitat d'Alacant.

Mira, J. A. & Kowalska, A. (2024). Analysis of cultural management models in medieval castles in the province of Alicante (Spain) and the Pomeranian voivodeship (Poland). In: Islami, G. & Veizaj, D. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII Centuries.* Vol. 16: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 18-20 April 2024, Tirana, Universiteti Politeknik i Tiranës, pp. 273-280.

Mira Rico, J. A., Bevià i Garcia, M. & Ortega Pérez, J. R. (2017). La musealización del Castell de Castalla (Alicante, España). Un nuevo aporte para una situación pobre en el contexto de la provincia de Alicante. In: González Avilés, A. (ed.) *Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII Centuries*. Vol. 6: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 26-28 October 2017, Alicante. Alicante, Universitat d'Alacant, pp. 427-434.

Murzyn-Kupisz, M. (2012) *Dziedzictwo kulturowe a rozwój lokalny*. Kraków, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.

Museo de Villena (2025) *Edad Media*, available at: https://museovillena.com/colecciones (Accessed: 29 August 2025).

Radecki, G. (2015) Obszar wydzielony czy nowe otwarcie? Edukacja muzealna jako muzeologia. In: *ABC edukacji w muzeum*, Warszawa, Narodowy Instytut Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów, pp. 6-23.

Ros Sempere, M. (2009) Documentación de los procesos de restauración arquitectónica. Cuadernos de Documentación Multimedia, 20, 149-167.

Senetra-Szeliga, J. & Jagodzińska, K. (2017) Społeczno-ekonomiczny wpływ dziedzictwa kulturowego. Aspekty teoretyczne. In: Senetra-Szeliga, J. & Jagodzińska, K. (eds.) *Potencjał dziedzictwa: społeczno-gospodarcze przykłady z Europy Środkowej*. Kraków, Międzynarodowe Centrum Kultury, pp. 14-71.

Stasiak, K. (2022), Edukacja muzealna jako element zarządzania dziedzictwem urbanistycznym na przykładzie Muzeum Krakowa. *Journal of Urban Ethnology*, 20, 167-179.

Tilden, F. (2019) *Interpretacja dziedzictwa*, Poznań, Centrum Turystyki Kulturowej TRAKT.

Trupinda, J. (2022) *Program działania Muzeum Zamkowego w Malborku na lata 2023-2029*, available at: https://bip.mkidn.gov.pl/pages/posts/program-dzialania-muzeum-zamkowego-w-malborku-na-lata-2023-2029-4075.php (Accessed: 05 November 2024).

Miscellany

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21529

Rocks, settlements and fortifications in Calabria, between tangible and intangible protection

Rosario Chimirri[a]
[a] Università della Calabria, Arcavacata di Rende, Italia, rosario.chimirri@unical.it

How to cite: Chimirri, R. (2026). Rocks, settlements and fortifications in Calabria, between tangible and intangible protection. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21529

Abstract

The presence of settlements near rock formations has been a recurring phenomenon over the centuries, a consequence of a strong and diversified relationship between the places of living and the natural environment – today disappeared and to be recreated –, which has shaped different realities along the entire Apennine ridge from Pollino to Aspromonte. Particular lithic formations prompted believers to identify them with the sacred, making them, through religion, magic, and animism, a natural vehicle for the manifestation of the divine. While it is true that by protecting their materiality, humans preserve their history, at the same time, the mechanism underlying each of these acts is, in many cases, tradition, belief, religion, and the avoidance of evil. Therefore, certain sites considered 'beneficial' in the environmental context are privileged. This has played a decisive role, both in the localization of settlements and in the positioning of defensive structures and religious buildings, from which the built environment has often continued to extend, between material and immaterial protection.

Keywords: perched castles and settlements, inhabited caves, rocks and fortresses, sacred cliffs.

1. Natura, cultura, salvaguardia, sacralità

Il paesaggio calabrese sin dal Medioevo si anima di presenze e di credenze che coinvolgono ogni aspetto del territorio, non esclusa la formazione di interi abitati e singole architetture difensive. Si tratta di un fenomeno di matrici pagane, fondato sul rispetto delle rocce, che comporta un rapporto intenso tra comunità e ambiente naturale, oggi divenuto assente. La presenza di particolari pietre spingeva i credenti a identificare tali formazioni con il sacro, facendole diventare attraverso la religione, la magia, l'animismo veicolo naturale della manifestazione del divino, quindi nume di tutela, giocando un ruolo determinante nelle localizzazioni protettive degli insediamenti e in particolare delle architetture fortificate che li ricapitolavano. Si credeva in forze o esseri soprannaturali capaci di modellare queste formazioni, che, viste come espressioni di tali entità, diventavano oggetto di venerazione (Chimirri, 2017); ad esse, inoltre, così come anche ad alcune montagne, per la loro imponenza e verticalità, era affidato il ruolo di luogo cosmico, vertice supremo del contatto tra terreno e divino, tanto che non c'è monte o roccia priva

BY-NC-SA

del proprio mito, propria leggenda, proprio legame con culti pagani o cristiani.

Significativo, in molte di queste scelte, sembra essere stato l'atteggiamento culturale, reiterato nel tempo dal mito e dal rito, che permette a questi luoghi di esprimere, attraverso il linguaggio dei simboli, le credenze e i valori delle comunità stanziate. La modalità che sottende a ciascuno di questi atti è tradizione, credo, religione, fuggire dal male, privilegiando alcuni siti ritenuti 'benefici' nell'ambito del grande contesto ambientale (Lima, 1983).

Fra tutti questi luoghi emergeranno di gran lunga quelli del territorio in cui spira un certo soffio divino, dimora assegnata ai demoni che accolgono i nuovi abitatori. Il fenomeno è ricollegabile a situazioni territoriali protostoriche, per poi essere rivissuto in epoche relativamente recenti in alcune aree collinari e montane particolarmente ricche di pareti rocciose o dove i massi sono di spicco; qui, per il loro isolamento hanno potuto conservare una certa continuità di vita e di cultura, permettendo di mantenere salda, sino a tempi recenti, la correlazione fra natura, magia, protezione ed esperienza umana (Guidoni, 1980).

La volontà di rapportare la comunità con la formazione rocciosa sarebbe anche comprovata dagli stessi nomi degli insediamenti.

Tali formazioni, inoltre, presentando un aspetto che esula dall'ordinario, divenendo perciò riconoscibili a distanza di parecchi anni, anche per essere, si presume, scarsamente avvicinabili per la loro particolare configurazione e poco trasformabili o frequentabili, vengono considerati 'nascondigli' prediletti di intere comunità stanziate.

Le espressività più arcaiche sono le architetture 'di sotto', più statiche ma più durevoli, costituite da grotte e caverne, nel sottosuolo o interne a rocce e montagne, fra pareti scoscese e profonde solcature, che, dense di significati per essere abitate o adoperate, hanno sempre avuto un legame con il mito. Il suo uso, importante nella fase iniziale dello stanziamento di un popolo, spesso come primo rifugio naturale, continuerà nel tempo, sia pur trasformato dall'ininterrotto e diversificato rapporto fra l'uomo e il territorio di pertinenza, identificando intere comunità civili organizzate in luoghi dai caratteri rupestri. Detta architettura avrà molta eco durante il Medioevo, a partire dai secoli IX-X, in seguito a motivazioni proprie del periodo storico di riferimento, che vanno dalla crisi delle strutture statali e delle città, all'esigenza di difesa da invasioni e conflitti, al popolamento dei luoghi lontani dalla costa, a scelte abitative, con conseguente forte riduzione dell'uso di laterizio, mattoni e tegole (Bianchi & Saeli, 2016).



Fig. 1- Aggrottamenti a Caccuri in prossimità del castello (foto di Rosario Chimirri, 2016)

Le forme sono prevalentemente quelle di aggregati abitativi costituiti sulla base di necessità cultuali, socioeconomiche e difensive delle popolazioni del luogo; esse si riuniscono scavando villaggi rupestri, mimetizzati nelle pareti tufacee, concretando uno scavare colto, quindi, meditato, che recupera uno stato di coralità e di equilibrio primordiale anche in simbiosi con la natura. Ne sono espressione i nuclei di vicinato aperti su strapiombi e circondati da grotte o i sistemi aggregativi a grappolo intesi come fulcro di vita comunitaria, dello stare insieme, del sentirsi perciò protetti.

Tale habitat, fortemente attanagliato alla natura, è fondato esclusivamente sull'utilizzo delle particolarità morfologiche, quindi agevolato dalla relativa morbidezza di corrugamenti tettonici (rocce compatte, pareti scoscese, forre), scavate e modellate con tecniche rimaste immutate da secoli, sottraendo volumi in realtà molto limitati rispetto a matrici montuose gigantesche, robuste e resistenti, da cui la libertà nella modellazione dello spazio; il tutto, ovviamente, nel rispetto delle regole statiche, fondate essenzialmente sull'impostazione e il sostegno della volta. Ne consegue un processo edificatorio non premeditato e non progettato a tavolino, comunque coerente alla costruzione di un ambito sociale forte, rilevante anche per successive evoluzioni insediative; certa, infatti, sembrerebbe la possibilità che abitati di origini medievali arroccati su conformazioni litiche con edifici addossati al terreno, ove sul fondo sono presenti grotte, siano l'evoluzione di precedenti stanziamenti trogloditici. Diverse furono le manifestazioni di questa antica devozione; continui i condizionamenti nei confronti della religione cristiana e del potere, che, nel tempo, 'reinterpreteranno' il fenomeno. Consequenziale sarà il divenire d'uso delle rocce, per 'sottrazione' e 'aggiunzione', cioè 'dentro' e 'sopra' le pietre, che, fra miti e leggende, da esseri soprannaturali o da residenze abituali di mostri e spiriti si trasformeranno in architetture; forte appare anche il rapporto fra insediamento, nella sua dimensione colta e popolare, e apprestamenti difensivi, poli aggreganti del territorio, che hanno assunto un ruolo considerevole.

Non a caso nel periodo medievale le rupi scoscese e i massi isolati hanno rappresentato i luoghi ideali per la costruzione di edifici fortificati e religiosi, elementi baricentrici e di attrazione urbana (Carafa & Calderazzi, 1999). Ne sono testimonianza, al di sopra di massi rocciosi dominanti il paese, i castelli e le dimore fortificate, nonché le torri costiere (Chimirri, 2023), quindi le chiese, i campanili, e, nei fianchi di queste formazioni, le cripte o gli edifici sacri all'interno o all'esterno di grotte, aventi insieme valore protettivo/difensivo, fra immaterialità e materialità, aspetti comunque collegati.



Fig. 2- La pietra, il castello e l'abitato di Palizzi (foto di Rosario Chimirri, 2016)

Il tutto, spesso, rispettando il culto delle singole pietre, alle quali in alcuni casi si attribuiscono proprietà protettrici; da qui anche l'uso di detti materiali per la costruzione di chiese, santuari e castelli, 'baciati', grazie a ciò, secondo fonti orali, dal soffio divino (Chimirri, 2007).

Numerosissimi sono gli esempi, che vedono una corrispondenza fra rocce, edificato e fortezze, in un equilibrio corale fra le diverse parti, di rispetto alla natura (Chimirri, 2017). A Pietrapaola, il grosso masso inciso da grotte, sul quale si adagiava il castello – di cui si preservano poche pietre –, donerebbe, ancora oggi, secondo la cultura popolare, all'edificato aggrappato e agli abitanti difesa materiale e simbolica, essendo considerato espressione di forze soprannaturali. A Zungri, Verzino, Casabona, Rocca di Neto, Cerenzia e Caccuri, quest'ultimo impresso nella parte alta da una costruzione fortificata (Fig. 1), gli antichi insediamenti trogloditici scavati e nascosti nella roccia, offrivano protezione e riparo. Roccaforte del Greco, paese avvolto da formazioni rocciose, posto nell'ambito di un territorio ove il culto della roccia ha avuto nel passato grande eco, mantiene ancora episodi di edilizia vernacolare in forte simbiosi con le pareti di pietra, utilizzate come sostegno del castello e perimetrazione naturale degli spazi abitativi, oltre che come materiale costruttivo. Negli abitati abbandonati di Bruzzano e Brancaleone vecchi, notevoli e particolari sono le conformazioni rocciose su cui sono strutturati le roccaforti, i vicoli, le strade e le case; non dissimile si presenta Gerace, dove del castello bizantino, rimodellato dal conte Ruggero, attrezzato con ponte levatoio e circondato da un ampio fossato, rimangono resti della torre cilindrica angolare posta a strapiombo sulla rupe. Enorme è la roccia dominante Palizzi (Fig. 2), in prossimità della quale sorge una costruzione difensiva, da cui si dipana un divenire di vicoli articolati e rigiranti, fra altre conformazioni rocciose dalle forme irregolari sulle quali si pongono anche parti dell'edificato.

Significati simbolici di forza e di sicurezza oltre che protettivi, vengono attribuiti alla roccia di Pentedattilo (dal greco πέντεδάχτυλα: cinque dita) dalla forma di mano aperta sul cui 'palmo' si riscontrano ancora i ruderi del castello arroccato, e, più in basso, l'abitato, oggi abbandonato.



Fig. 3- Il castello, la rupe e l'abitato di Rocca Imperiale (foto di Rosario Chimirri, 2017)

Di forte impatto, fra basse e ondulate colline, è l'alta conformazione rocciosa dalla quale, verso sud, si dipana l'abitato di Roccabernarda, originariamente riunito intorno al castello e degradante sul lato meno spiovente della pietra. Rocca Imperiale (Fig. 3) e Roccella Ionica si distinguono per l'articolazione dell'edificato storico su spioventi rocciosi, affioranti nei tratti perimetrali, a partire dal castello medievale che occupa la posizione più alta. A Cleto, già Pietramala, e nella vicina Savuto il costruito, che si snoda dalle rispettive fortezze, modella pareti rocciose con parti aggettanti, bucate da cavità naturali e artificiali, a tratti accostate su gole profonde (Balbo et al, 1983). Una particolare conformazione rocciosa spiovente, da cui si susseguono una serie di calanchi, borda e sostiene a sud la parte antica di Amendolara, al cui apice svettano i ruderi di una costruzione fortificata.

Peculiare era ancora l'abitato di Nicastro, arroccato sopra un colle, protetto da un poderoso castello composto a pianta ottagonale di cui rimangono i resti delle quattro torri cilindriche sopra muri a scarpa e altri frammenti della cinta bastionata cinquecentesca (Mafrici, 1983).

A Gioiosa Ionica la rupe detta 'della motta' è ancora oggi raccontata dalla cultura popolare come luogo di diavoli e streghe. Rilevanti sono ancora i casi: di Oriolo (Fig. 8), dove lo spiovente roccioso su cui sorge l'antico abitato, che si aggomitola intorno a una struttura fortificata, è detto 'la timpa', temuta e al contempo rispettata dalla comunità; Scilla, col castello dei Ruffo arroccato sopra un'enorme rupe, luogo di grande rilievo storico e mitologico, nonché simbolo protettivo materiale e immateriale della cittadina nascosta nell'esiguo tratto costiero retrostante (Fig. 4). Sono, invece, situati su ampi terrazzamenti di pietra inaccessibili, emergenti dal paesaggio circostante e avvolgenti i rispettivi manieri, gli abitati di Caulonia, Strongoli, Placanica, Caccuri, Umbriatico.

2. Bova: dal castello al paese

Il centro sorge a circa 800 metri di altitudine, alle pendici di un'altura isolata, posta a sinistra della fiumara Amendolea, sul versante meridionale dell'Aspromonte; di presunte origini bizantine, fu dominio arabo e normanno, nonché sede vescovile dalla metà del X secolo sino al 1986.



Fig. 4- La rupe, il castello e l'abitato di Scilla in un acquarello del XVI sec. (Codice Romano Carratelli)

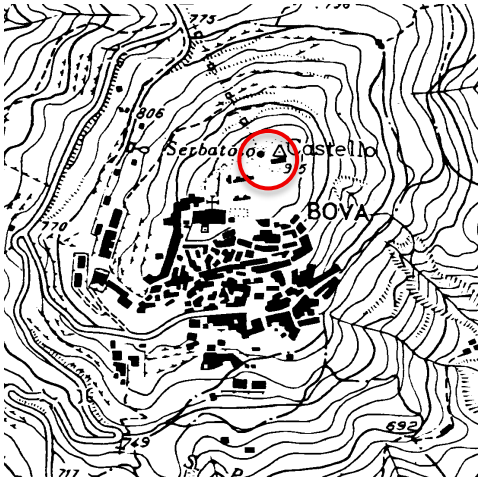


Fig. 5- L'abitato e il castello (in rosso) di Bova in una planimetria 1:10.000 di metà Novecento (archivio di Rosario Chimirri)

Più volte saccheggiato e distrutto, nonché decimato da numerose calamità naturali, è impresso da un castello di origini normanne, oggi allo stato di rudere, situato in cima ad uno sperone roccioso, da cui verso sud si estende il paese. Il fortilizio, costruito a più piani con le fondazioni poggianti direttamente sulla roccia, ha muri esterni con caditoie che definiscono al piano terra tracce di un ampio salone con corridoio d'accesso, ai piani superiori segni di altre stanze e di una piccola cappella rettangolare un tempo coperta con volta a botte affrescata.

Pareti rocciose scavate e abitate affiorano lungo i percorsi dell'abitato, intervallando quinte di abitazioni a schiera per le quali costituiscono anche solide basi d'appoggio; ne diviene un tessuto insediativo unico e di particolare interesse (Fig. 5), che, sia pur ripetutamente rimaneggiato, coincide ancora con l'impianto primitivo.

3. Santa Severina: 'fortilizio' naturale

Antico emirato arabo, diviene importante città bizantina e sede vescovile metropolitana di primissimo piano sino alla conquista normanna, occupando un pianoro isolato del Crotonese, che domina e protegge il basso corso del Neto. Si tratta di un insediamento suggestivo, una sorta di roccaforte naturale, che oltre a garantire nei secoli un notevole ruolo strategico ha più di recente reso impossibile qualsiasi forma di espansione urbana, avvenuta a valle. La conformazione organizzativa scaturisce (Fig. 6), quindi, da quella del terrazzamento, con allargamento concentrico dell'abitato rispetto al nucleo costituito da due poli principali prospicienti una piazza centrale: la cattedrale, eretta accanto al battistero bizantino, e il castello, edificato da Roberto il Guiscardo, sui ruderi di una precedente struttura, ampliato nel XVI secolo. Si tratta di una costruzione imponente, protetta da una poderosa cinta muraria e da un fossato, superato da un ponte ottocentesco di collegamento alla piazza, impressa da un mastio quadrilatero con quattro torri cilindriche agli angoli, rafforzate da altrettanti bastioni, che custodiscono ambienti interni ben preservati, dal cortile centrale a cui si accede tramite un percorso voltato, all'androne, al salone grandioso affrescato, raggiungibile con scala a chiocciola, alle stanze a cannocchiale rigiranti intorno alla corte, propri di un'architettura imponente e strategica.

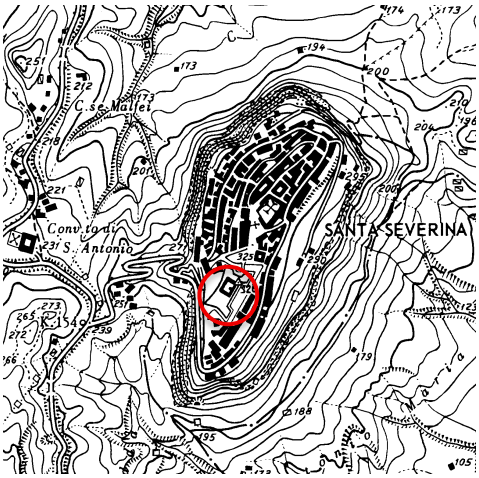


Fig. 6- L'abitato e il castello (in rosso) di Santa Severina in una planimetria 1:10.000 di metà Novecento (archivio di Rosario Chimirri)

4. Morano: casba 'difensiva'

Il centro, posto sul versante meridionale del Pollino, si sviluppa sopra un colle conico prospiciente l'alta valle del Coscile. Paese contaminato dalla cultura islamica, fu tappa obbligata per l'accesso alla Calabria da nord, nonché per gli spostamenti fra la Sibarite e l'Alto Tirreno cosentino, assumendo un rilevante ruolo difensivo e di controllo del territorio, fra i mari Tirreno e Jonio. L'espansione registrò una notevole crescita durante il Regno aragonese, da cui la compagine urbana ben definita.

Originariamente cinto da mura, più volte adattate ai successivi ampliamenti, è caratterizzato da una compatta e labirintica struttura insediativa (Fig. 7), alquanto irregolare, già di per sé difensiva perché inaccessibile agli estranei, come negli abitati di matrice araba (Chimirri, 2017), che, adeguandosi alla morfologia del sito, avvolge il castello, a cui l'abitato è strettamente connesso.

Il fortilizio, fondato dai Normanni, rimaneggiato dagli Angioini e ristrutturato dai Sanseverino che lo destinarono a residenza, presentava baluardi, ponte levatoio, torri cilindriche rinforzanti e aggettanti dalla cortina, poggianti su barbacani semicilindrici, unici resti oggi visibili; il tutto un tempo impresso da una pianta centrale, ben strutturata in ottica costruttiva, con rivellini e fossati, caratterizzata da abitazioni, impreziositi da saloni, distribuiti su tre livelli.

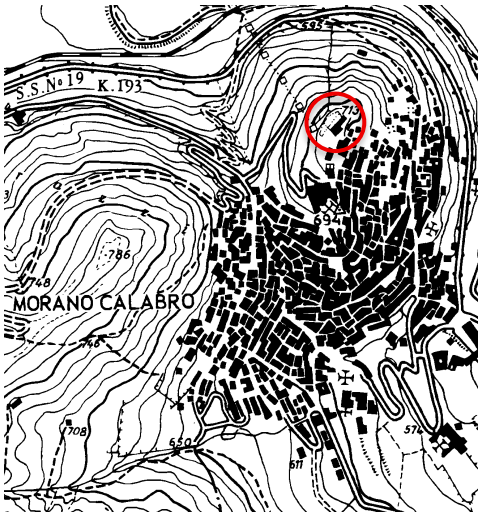


Fig. 7- L'abitato e il castello (in rosso) di Morano in una planimetria 1:10.000 di metà Novecento (archivio di Rosario Chimirri)

5. Conclusioni

Nel passaggio dal passato al presente, dallo scavare o costruire accanto a una grande pietra o una rupe all'osservare con l'occhio distratto del turista o del residente, la natura perde i suoi significati. Scompare il senso di identità che rapportava l'uomo al creato, in una coralità, fra i suoi simili, di destino, lotta, conquista e fine, ma anche del cercare rifugio o protezione dentro o sopra le rocce. Oggi la natura è aggredita in quanto diversità o ambito incompreso (Nicoletti, 1980).

Le montagne non sono più il luogo di paesi e castelli rapportati ad esse, per forma, colori, materiali, quasi una loro prosecuzione, ma divengono luoghi abbandonati o tristemente musealizzati, oppure oggetto di studio non sempre fondato sul rapporto col territorio, sulle sacralità sottese, sugli scambi continui col paesaggio, sulla coralità costruttiva fra le diverse, complesse espressioni dell'edificato, di cui si registrano solo storie di cantieri, in un divenire morfologico e tipologico delle parti (1).

Gli alberi sono abbattuti o piantati sui terrazzi dei grattacieli, ritenendo che si tratti di un'azione felice, in realtà squallida ed estetica, dimenticando, come precisa Paolo Portoghesi, che ricollegarsi alla natura di cui l'uomo è parte integrante, non significa concepire architetture verdi prive di *lievito ideologico*, né un copiato estetico-artificiale dei caratteri naturali, ma di risalire alle radici più profonde dell'esistenza umana, ad una *semplicità originaria*, alla ricomposizione di equilibri perduti, al riascolto dei sensi, ad un rispetto dei luoghi e dei loro parametri (Portoghesi, 2005).

Da qui le distanze con le comunità protagoniste del costruire e dell'abitare, ma anche con le attività agropastorali, artigianali, di cura dei luoghi, oggi paradossalmente e impropriamente tradotte in 'sostenibilità', che non evita l'andare dritto verso la pratica del costruire effimero, coprendo e negando le storie dei luoghi.

Ne diviene l'attuale, triste dilemma ecologico, legato all'incomprensione dell'architettura, che è linguaggio, convenzione di segni, fraseggio con la natura, fra formazioni geologiche, morfologia del terreno, cioè con un'altra architettura, abbracciata in un progetto più ampio di cui si smarriscono i contenuti, nell'ambito di un ambiente da ricreare (Principe, 1999).

Note

(1) Si tratta del messaggio 'principe' che questo contributo vuole dare, collegando il tutto allo stato dell'arte tracciato da Enrico Guidoni, Manfredi Nicoletti, Antonietta I. Lima, Vera Comoli e più di recente, riguardo le rocce, da contributi riuniti da Elisabetta De Minicis (vedere bibliografia), che abbraccia un filone di ricerca aperto alla storia dell'urbanistica e dell'architettura lette in ottica interdisciplinare, cui non vi è stato molto séguito, con risvolti negativi sull'odierna operosità dei progettisti.



Fig. 8- La roccia, il castello e l'abitato di Oriolo (foto di Rosario Chimirri, 2016)

Bibliografia

Balbo, P. P., Bianchi, A., Cervellini, F., D'Orsi Villari, F. & Giovannini M. (1983) *Per un Atlante della Calabria. Territorio, Insediamenti storici, Manufatti architettonici*. Roma, Gangemi.

Bianchi, A. & Saeli, T. (2016) *Le fortificazioni costiere nella Calabria testimoniate dal Codice Romano Carratelli*. In: Verdiani, G. (a cura di) *Difensive architecture of Mediterranean XV to XVIII Centuries*. Vol. 3: Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 10-12 November 2016, Firenze. Firenze, Didapress, pp. 29-32.

Carafa, A. & Calderazzi, A. (1999) *La Calabria fortificata. Ricognizione e schedatura del territorio*. Vibo Valentia, Mapograf.

Chimirri, R. (2007) *Architettura popolare del Tirreno cosentino*. Soveria Mannelli, Rubbettino.

Chimirri, R. (2017) *Paesi di Calabria. Insediamenti e culture dell'abitare*. Soveria Mannelli, Rubbettino, pp. 145-178.

Chimirri, R. (2023) *Case-torri del Tirreno cosentino*. In Bevilacqua, M.G. & Ulivieri, D. (a cura di) *Difensive architecure of the Mediterranean*, Vol. XIV, Pisa, Pisa University Press, pp. 509-516.

Comoli Mandracci, V. (1988), (a cura di), *Piemonte*. Roma-Bari, Laterza.

De Minicis E. (a cura di), (2008) *Insediamenti rupestri di età medievali: abitazioni e strutture produttive. Italia centrale e meridionale*. Atti del convegno di studio, 27-29 ottobre, Grottaferrata. Spoleto, Fondazione Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo.

Guidoni, E. (1980) *L'architettura popolare italiana*, Roma-Bari, Laterza.

Lima, A.I. (1983) *La dimensione sacrale del paesaggio*, Palermo, Flaccovio.

Mafrici, M. (1983) *Castelli e fortificazioni*. In: Di Dario Guida, M. P. (a cura di) *Calabria*. Roma, Editoriale l'Espresso, pp. 343-364.

Nicoletti, M. (1980) *L'architettura delle caverne*, Roma-Bari, Laterza.

Portoghesi, P. (2005) *Geoarchitettura. Verso un'architettura della responsabilità*, Milano, Skira.

Principe, I. (1999) *Le immagini del passato: un ambiente da ricostruire*. In: Principe, I. (a cura di) *La Calabria fortificata. Dimensione storica e qualità ambientale*. Vibo Valentia, Mapograf, pp. 47-12.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21530

Adaptive Reuse and Musealization Strategies for the Rocca di Sala in Pietrasanta

Andrea Crudeli[a]
[a] Università di Pisa, DESTeC, Pisa, Italy, andrea.crudeli@phd.unipi.it

How to cite: Crudeli, A. (2026). Adaptive Reuse and Musealization Strategies for the Rocca di Sala in Pietrasanta. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21530

Abstract

In the summer of 2024, the Rocca di Sala, a medieval fortress overlooking the Mediterranean in Pietrasanta, Tuscany, hosted the fifth edition of Reuse the Ruin, an international design workshop organized with the Municipality of Pietrasanta and led by a collective of Italian academics. The initiative brought together architecture students from around the world, working under the guidance of university professors and renowned practitioners in adaptive reuse, including Maurizio de Vita (Università di Firenze), Markus Scherer, Charles Enrich (UIC Barcelona), Xavier Ros Majó (Harquitectes), Andrea Zamboni (Zamboni Associati), Assemble, and Studio Wok (Scuola Politecnica di Design), with the scientific direction of Andrea Crudeli (Università di Pisa). The workshop focused on strategies for reimagining the Rocca as a contemporary art museum. Blending theory and practice, participants began with a digital point cloud survey of the site and developed nine design proposals addressing key themes: musealization of Mediterranean fortifications; dialogue between contemporary and medieval architecture; restoration of Palazzo Guinigi; spatial integration with Pietrasanta's historic center; inclusive accessibility; and the role of art in social cohesion. The academic structure was grounded in lectures on the history and theory of reuse, guiding the design work. A hands-on, learning by doing methodology included site visits, studio sessions, critiques with professionals such as AMAA and Koozarch, and a final exhibition at Manifattura Tabacchi in Firenze. The outcomes were submitted to local authorities to inform a future feasibility study. Beyond its educational goals, the workshop fostered cultural engagement and community participation, revitalizing a key heritage site. This paper presents the full workshop process, from digital survey to design proposals, aiming to define methodological criteria for the musealization of Mediterranean fortresses and contribute to the broader discourse on adaptive reuse in contemporary architecture.

Keywords: adaptive reuse, castle, Pietrasanta, workshop.

1. Introduction

In the summer of 2024, the Rocca di Sala, an iconic medieval fortress overlooking the Mediterranean in the Tuscan town of Pietrasanta (Fig. 1), was the site of an international design workshop entitled *Reuse the Ruin*.

BY-NC-SA



Fig. 1- Geographical position of the Rocca di Sala in Pietrasanta in relation to the Mediterranean (satellite photo by google earth, 2025)

Now in its fifth edition (Crudeli, 2024), the initiative was organized in collaboration with the Municipality of Pietrasanta.

The workshop brought together architecture students from institutions worldwide, working under the supervision of university professors and internationally recognized practitioners in the field of adaptive reuse.

The principal objective of the workshop was to explore strategies for the adaptive reuse of the Rocca as a contemporary art museum (Choay, 2001). The pedagogical approach integrated theoretical inquiry with hands-on experimentation, beginning with a digital survey employing point cloud technology (Gaiani, 2012).

Throughout the program, participants developed nine distinct design proposals addressing a range of critical issues: the musealization of Mediterranean fortifications (Choay, 1999); the dialogue between contemporary and medieval architectural languages (Brandi, 1963); the restoration of historically significant structures, including the Palazzo Guinigi (Macdonald, 2011); the spatial and infrastructural integration of the fortress with the urban fabric of the historic center (Foster, 2001); inclusive accessibility (Fletcher, 2012); and the role of contemporary art in fostering social cohesion (Bradley & Esche, 2007).

Beyond its educational and design objectives, the workshop generated a meaningful cultural and social impact within the local community, which actively engaged with the initiative and benefited from the valorization of a key heritage site.

This paper presents the full arc of the workshop process and its outcomes, from the initial digital survey of the Rocca di Sala to the ten design proposals developed by the students. The aim is to methodologically define a set of critical criteria for the musealization of Mediterranean fortresses, contributing to the broader discourse on adaptive reuse and heritage preservation in contemporary architectural practice.

2. The Rocca di Sala in Pietrasanta

The Rocca di Sala in Pietrasanta presents a layered historical narrative that reflects the region's geopolitical tensions, architectural transformations, and cultural aspirations from the early Middle Ages to the modern era (Maccari, 2003). The site's earliest reference is tied to the Germanic term *sala*, denoting a rural settlement, possibly with Lombard or Carolingian administrative origins. By the late 9th century, Sala existed as a loose cluster of dwellings rather than a fortified structure. The first documented mention of a fortification, designated as *castrum*, emerged in 1161 through a papal bull referencing two churches, suggesting that the area had acquired strategic importance by the High Middle Ages (Buselli, 1963) (Fig. 2).



Fig. 2- The Rocca di Sala in Pietrasanta (aerial photo by Andrea Crudeli, 2024).

The architectural evolution of the Rocca intensified during the 13th century, a time marked by regional conflict between the powerful maritime republics of Pisa and Lucca. These hostilities likely led to the destruction of earlier fortifications (Fanfani & Del Punta, 2012).

The most decisive transformation occurred in 1324 under the authority of Castruccio Castracani, the military leader and de facto ruler of Lucca, who expanded Pietrasanta's urban perimeter to incorporate the Rocca. This fortification initiative was both defensive and symbolic, reinforcing Lucca's control over the Versilia region and transforming the Rocca into a key element within a broader territorial defence network (Buselli, 1970).

A further significant architectural intervention came in the early 15th century under Paolo Guinigi, also of Lucca, who commissioned the construction of Palazzo Guinigi, a residential palace situated within the fortress walls. Archival correspondence confirms that this Renaissance palace was completed by 1408 (Cappellini, 1948). The Republic of Genoa seized the fortress in 1437, initiating a phase of military reinforcements. Then, in 1484, after its transfer to the Republic of Florence, additional towers and structural fortifications were erected, particularly along the lower sections of the site, underscoring its ongoing military relevance (Cappellini, 1948).

By the 16th century, the fortress's strategic importance waned, and maintenance became sporadic. Renovations were limited to roof repairs and access improvements. The fortress's basic layout remained stable until the late 18th century, when radical changes began: the central keep and a major cistern were demolished between the 18th and early 19th centuries, and Palazzo Guinigi underwent transformations that reflected shifting functional requirements. By 1778, the Rocca had lost its military role and was sold off by order of the Grand Duke, entering a long period of abandonment and decline (Santini, 1964).

Palazzo Guinigi, in particular, exhibited a more elaborate architectural character than the ruin suggests today. Originally, its ground floor featured a portico with massive brick pillars supporting upper-level triforia, a sequence of round arches. These features aligned it typologically with the Guinigi family's villa in Lucca. Its central loggia, now lost, likely had eight arched bays, traces of which are visible in remaining columns and surviving elements around the citrus grove. Presently, only one-third of the original palace remains. Most of the destruction likely occurred in the latter half of the 18th century, and subsequent western expansions altered its layout, incorporating an arch that now leads to a staircase accessing the first floor.

Efforts to arrest the ruin's degradation were only initiated in 1981, when the Municipality of Pietrasanta acquired the Rocca and began stabilization projects.

3. Case studies

As part of the educational framework for the design workshop focused on the Rocca di Sala in Pietrasanta, a curated selection of contemporary adaptive reuse projects was presented to students. These case studies served not only as references for technical and formal strategies, but as pedagogical tools to prompt critical reflection on contextual design (Wong, 2016). Grouped thematically, the projects illuminated key conceptual areas: structural integration, musealization and public programming, landscape and topographical strategies, inhabitation of ruins, and interpretive restoration (Stone, 2019).

Each cluster exemplified particular design approaches to working with fortified and ruinous sites, offering students a repertoire of responses to the spatial, cultural, and historical complexities of such contexts.

The first thematic group addressed structural autonomy, where new architectural elements are introduced into historic enclosures with formal clarity and material distinction (Stone, 2019). Atelier-r's intervention at Helfštýn Castle (Czech Republic) and Werner Tscholl's work at Castel Firmiano (Italy) exemplify this approach. In both cases, contemporary structures hover within or anchor delicately to ruined walls, maintaining spatial legibility and respecting the original fabric. These projects demonstrate how new and old can coexist through careful calibration rather than reconstruction.

A second set of projects focused on musealization and public programming, showcasing how fortresses can be transformed into civic and cultural platforms (Gillian, 2020). Markus Scherer's project at Fortezza (Italy) (Fig. 3) and Max Dudler's intervention at Hambach Castle (Germany) reinterpret defensive typologies through architectural clarity and strategic access.



Fig. 3- Markus Scherer and Walter Dietl, Renovation of the Forte di Fortezza (photo by Rene Riller, 2010)

Using restrained materials and spatial reorganization, these projects frame the historical narrative while introducing new functions, emphasizing the role of architecture in curating public memory.

The third group emphasized landscape and topography, highlighting how architecture can engage with the natural terrain of ruined sites (Fisher-Gewirtzman, 2016). João Mendes Ribeiro's intervention at Montemor-o-Velho Castle (Portugal) and Meritxell Inaraja's work at Tossa Castle (Spain) deploy low-impact paths, platforms, and land-sensitive strategies to embed the architectural experience within its environmental context. These projects foreground lightness, reversibility, and seasonal adaptability, where the ruin is read not in isolation, but as part of a living landscape.

A fourth thematic cluster examined inhabitation and infrastructural integration, showing how ruins can accommodate new uses without compromising their identity (Baum, Kees, 2012). At Astley Castle (UK), Witherford Watson Mann Architects inserted a contemporary dwelling within the remaining medieval shell, treating the ruin as a structural host rather than a backdrop. In Budapest, Studio KÖZTI's work on the Castle Garden Bazaar reactivates the site through circulation infrastructure that reconnects it with the urban terrain. Both projects reimagine heritage as an active spatial matrix, capable of sustaining contemporary life.

The final group of projects engaged with interpretive and technical restoration, where subtle interventions enhance historical legibility and public understanding (Brandi, 1964). José Manuel López Osorio's work at Baena Castle (Spain) and Carquero Arquitectura's intervention at Morella Castle (Spain) adopt techniques such as partial reconstruction, steel consolidation, and selective exposure of archaeological layers. These projects prioritize didactic clarity, demonstrating how design can narrate time and transformation without overwriting it.

These case studies served not simply as references but as a conceptual framework guiding student inquiry. Thematically grouped, they offered a multidimensional lens for developing design strategies for the Rocca di Sala. Rather than providing solutions, these precedents framed critical issues related to architectural intervention, historical continuity, and spatial negotiation.

4. The Workshop

The educational experience of the design labs at the Rocca di Sala workshop represents a rigorous and immersive approach to heritage architecture, blending theoretical reflection with practical engagement (Fig. 4). Conceived as a hands-on learning environment, the program welcomed a diverse cohort of students and graduates from architecture, landscape, design, and fine arts disciplines, whose varied academic and cultural backgrounds contributed to a dynamic and intellectually fertile studio culture. The structure of the learning experience was intentionally phased to reflect the progression of a real-world architectural project, from initial site analysis and historical inquiry to conceptual design and final presentation. Students began their work with a physical inspection of the Rocca, guided by local experts from the Municipality and community members, gaining direct contact with the material conditions and layered histories embedded in the ruin. This site immersion cultivated a tactile and perceptual awareness of architectural memory, which students documented through detailed sketches, photography, and written observations.



Fig. 4- International students during the site inspection of the workshop (photo by Andrea Crudeli, 2025)

To supplement the empirical phase, an online preparatory course in restoration theory provided a foundational framework in advance, ensuring that all participants arrived informed and ready to engage critically. The program's academic rigor was further bolstered by an international lecture series featuring renowned architects and scholars, also members of the scientific committee, such as Maurizio de Vita (Università di Firenze), Markus Scherer, Charles Enrich (UIC Barcelona), Xavier Ros Majó (Harquitectes), Andrea Zamboni (Zamboni Associati), Assemble, and Studio Wok

(Scuola Politecnica di Design), Davide Lucia (Università La Sapienza Roma), Mirko Romagnoli (Università di Firenze), Francesca Molle (Università di Pisa). The scientific direction of the workshop was by Andrea Crudeli (Università di Pisa), and the workshop management was by Emanuele Carrai (Dedalo Building Lab). These sessions introduced participants to a spectrum of adaptive reuse philosophies, conservation ethics, and contemporary design strategies, offering theoretical grounding and inspiration for their speculative proposals. Central to the educational methodology was the collaborative studio model. Students worked in interdisciplinary teams under the mentorship of the previously mentioned teaching staff, fostering a culture of shared authorship and peer critique (Figs 5-6). The studio served not only as a design laboratory but as a pedagogical arena where complex site constraints, historical sensibilities, and architectural innovation were actively negotiated. Emphasis was placed on the reversibility of interventions, contextual sensitivity, and the generative potential of ruin as a design condition (Posocco, Raitano, 2016).



Fig. 5- Project review with Carles Erich (photo by Andrea Crudeli, 2025)



Fig. 6- Lecture by Andrea Zamboni (photo by Andrea Crudeli, 2025)

Rather than promoting restoration as an act of closure, students were encouraged to treat the ruin as an open framework—an unfinished narrative awaiting new forms of occupation and meaning (Plevoets & Van Cleempoel, 2019).

A formal design review and a public exhibition marked the culmination of the educational experience. In the final critique, students presented their projects to a jury of external experts, Federica Sofia Zambeletti (Koozarch) and Alessandra Rampazzo (AMAA, Weitzman School of Design), receiving critical feedback on architectural clarity, feasibility, and interpretive depth. This review process reinforced students' communication and analytical skills, while situating their ideas within a broader discourse on conservation and innovation. The subsequent exhibition, displayed at Manifattura Tabacchi in Firenze, provided an opportunity for community engagement and public reflection, transforming the educational process into a civic conversation about the future of heritage sites.

5. Adaptive Reuse and Musealization Projects

The workshop result consists of a set of architectural proposals focused on the Rocca di Sala in Pietrasanta, articulating a multifaceted reinterpretation of the fortress through site-specific interventions. Each project operates within the constraints and opportunities of the ruin, embracing its fragmented condition to develop contemporary programs that preserve, activate, and reframe the spatial and cultural significance of the site. The Bridge introduces a subterranean architectural system anchored to the geometry of the existing well, transforming it into an illuminated shaft that connects a new underground museum with the upper levels of the Rocca (Fig. 7). This system, composed of lookout wells, ramps, and a new pedestrian bridge, links the city and the fortress with accessibility and continuity, culminating in a panoramic terrace and performance venue that reconnects the site with urban life. Equilibrium interprets the fortress through a sculptural lens, evoking the circular marks and incisions of quarry landscapes (Fig. 8). The design constructs an axial promenade that navigates through terraced platforms and museum volumes, situating the new architecture between the logic of geological formation and artistic process. The intervention integrates temporary exhibition spaces and viewing points without imposing on the original geometry, thus

maintaining spatial equilibrium between old and new. Echo of a Tower focuses on the conceptual potential of architectural absence. Rather than reconstructing the missing tower, the design renders its void as a monumental negative space, inspired by the gypsum maquettes used in traditional sculpture workshops. This inversion becomes a central void around which museum paths are articulated, transforming the loss into an expressive device that emphasizes memory, perception, and silence. Assemble the Ruin adopts an infrastructural approach, introducing a superimposed scaffolding system that overlays the fortress with minimal contact. This reversible layer provides new circulation routes, exhibition platforms, and accessible pathways, enabling vertical exploration of the site without altering its masonry. The intervention's bright red steel contrasts the stone texture, asserting a temporal and architectural difference that underscores the autonomy of the new insertion. In Fortress Art Museum, the focus is on creating a coherent spatial and curatorial path through minimal architectural gestures. The project introduces a linear promenade defined by a new roof system that delicately redefines the interior volumes without dominating them. The intervention respects the 18th-century villa's presence, integrating a continuous exhibition experience that spans indoor and outdoor spaces, offering both protection and permeability. Passaggi restores an adjacent historic building to function as a café and service core while threading a sculpture trail through the Rocca's terrain. The project leverages the existing irregularities of the site to construct a sequence of ramps and platforms, ensuring full accessibility while maintaining visual and material discretion. It conceives of the ruin as a passage, both physically and temporally, that invites layered interpretation without didacticism. In *The Reactivation of Movement*, the architectural strategy is extended beyond the fortress walls, reconceptualizing the Rocca as a connector between town and territory. The design integrates restored water features, walking paths, and curated interventions that reactivate the site's relationship with the broader landscape. Palazzo Guinigi is converted into a private cultural space, while an external platform accommodates temporary exhibitions, diffusing the program to encourage movement and reflection. Collectively, these projects exemplify a nuanced and inventive engagement with architectural heritage. Each proposal resists reconstruction or pastiche, instead embracing the ruin's discontinuities to articulate contemporary forms of cultural and spatial practice. They privilege lightness, reversibility, and experiential depth, foregrounding the architectural act not as an imposition, but as a dialogue. Through distinct typologies, subterranean excavation, infrastructural overlay, sculptural subtraction, and landscape integration, the projects construct a shared language of adaptive reuse that is at once respectful, critical, and generative. The fortress becomes a matrix of narratives and trajectories, reassembled not through closure, but through carefully orchestrated openings that invite new uses, meanings, and publics.



Fig. 7- The Bridge (graphic elaboration by students: R. Khalid Alghamdi, Princess Norah Bint Abdulrahman University; A. Moscoso Garces, University of Houston; K. Bogacka, Cracow University of Technology; S. Taylor, Portland State University; Z. Mikołajczyk, Cracow University of Technology; Y. Zevallos, Pontificia Universidad Católica del Perú; N. Cichon, Warsaw University of Technology, 2024)

6. Conclusions

The Reuse the Ruin workshop at the Rocca di Sala in Pietrasanta represents a significant contribution to the evolving discourse on adaptive reuse and heritage architecture education. Through a tightly integrated pedagogical structure combining theoretical grounding, hands-on experimentation, and critical design

review, the program demonstrated how historical sites can serve as active laboratories for architectural education and cultural production. By inviting students to confront the material, historical, and symbolic complexity of a fragmented medieval fortress, the workshop cultivated a design culture rooted in empathy, contextual sensitivity, and architectural precision.



Fig. 8- Equilibrium. (graphic elaboration by students: A. Tamer, Arab Academy for Science, Technology and Maritime Transport; A.M. Sigala, École nationale supérieure des beaux-arts de Paris; E. Bougiouri, University of Thessaly; E. Raes Kazel, California College of the Arts, School of Architecture; D.M. Nikandrou, Aristotle University of Thessaloniki; L. Kegley, Illinois Institute of Technology; F. Elsoueni, The American University in Cairo; R. Carrion Saavedra, Universitat Internacional de Catalunya, 2025)

The resulting proposals, conceived not as mere academic exercises but as nuanced and speculative visions, embody a deep engagement with themes of temporality, memory, accessibility, and civic space, and were brought together in a final exhibition at Manifattura Tabacchi in Florence (Fig. 9).

The curated case studies, thematically grouped and discussed during the workshop, further anchored the students' design strategies within a broader landscape of contemporary practice. These precedents offered diverse responses to the challenges of reactivating fortified architecture, spanning infrastructural lightness, museal programming, landscape integration, and the inhabitation of ruins.

Their inclusion was instrumental in shaping a conceptual framework through which participants could navigate the Rocca's spatial potential and historical resonance.

Ultimately, the ten design proposals developed through the workshop articulate an architecture of dialogue, between past and present, material and void, permanence and reversibility. Collectively, they define a spectrum of critical approaches to the musealization of Mediterranean fortresses, rooted not in nostalgia or spectacle, but in care, adaptability, and cultural continuity. As such, this workshop offers not only a pedagogical model for architectural education but also a methodological foundation for future feasibility studies and site-specific interventions. It reaffirms the value of interdisciplinary, site-responsive learning environments in shaping the next generation of architects committed to thoughtful reuse and the reactivation of our shared built heritage.

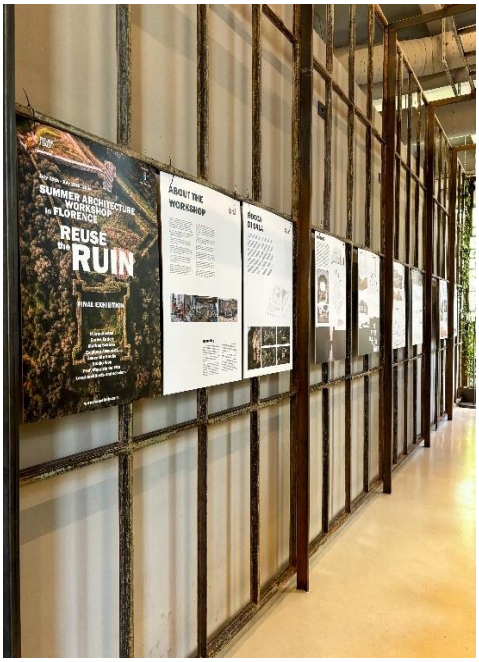


Fig. 9- Final Exhibition of the projects at Manifattura Tabacchi, Firenze (photo by Andrea Crudeli, 2025)

References

Baum, M. & Christiaanse, K. (2012) *City as Loft. Adaptive reuse as a resource for sustainable urban development*. Zurich, gta Verlag.

Bradley, W. & Esche, C. (2007) *Art and Social Change: A Critical Reader*. London, Tate Publishing.

Brandi, C. (1963) *Teoria del restauro*. Firenze, Nardini Editore.
Buselli, F. (1963) La Rocca di Pietrasanta e il suo palazzo. *Giornale storico della Lunigiana e del territorio lucense*, 1963(14), 92-139.
Buselli, F. (1970) *Pietrasanta e le sue rocche: urbanistica, storia e struttura di un centro medievale a pianta preordinata*. Firenze, Giunti.
Cappellini, A. (1948) La Rocca di Pietrasanta. *Bollettino dell'Istituto storico e di cultura dell'Arma del Genio*, 1948(27), 18-25.
Choay, F. (1999) The Musealization of the City. In: Ghent Urban Studies Team (ed) *The Urban Condition: Space, Community, and Self in the Contemporary Metropolis*. Rotterdam, 010 Publishers, pp. 252-271.
Choay, F. (2001) *The Invention of the Historic Monument*. Cambridge, Cambridge University Press.
Crudeli A. (2024) *Adaptive reuse. Theoretical glossary and design labs*. Firenze, STH Press.
Fanfani, T. & Del Punta, I. (2012) *Storia illustrata di Pietrasanta*. Pisa, Pacini.
Fisher-Gewirtzman, D. (2016) Adaptive Reuse Architecture Documentation and Analysis. *Journal of Architectural Engineering Technology*, 2016(5), 172-182.
Fletcher, V. (2012) *Inclusive Design for Historic Buildings: Best Practices for Accessibility*. Hoboken, Wiley.
Foster, G. (2020) Circular economy strategies for adaptive reuse of cultural heritage buildings to reduce environmental impacts. *Resources, Conservation and Recycling*, 2020(152), 2-14.
Gaiani, M. (2012). *Rilievo, Modellazione e Visualizzazione 3D dell'Architettura: dal Rilievo alla Comunicazione Interattiva del Bene Culturale*. Bologna, Pitagora Editrice.
Girard, L. F. & Vecco, M. (2021) The 'Intrinsic Value' of Cultural Heritage as Driver for Circular Human-centered Adaptive reuse. *Sustainability*, 2021(13), 323-329.
Macdonald, S. (2011) *Conservation: Principles, Dilemmas and Uncomfortable Truths*. London, Routledge.
Maccari, P. (2003) *Pietrasanta*. Firenze, Bonsignori.
Plevoets, B. & Van Cleempoel, K. (2019) *Adaptive reuse of the built heritage. Concepts and cases of an emerging discipline*. London, Routledge.
Posocco, P. & Raitano, M. (2016) *La seconda vita degli edifici: Riflessioni e progetti*. Macerata, Quodlibet.
Santini, V. (1964) *Commentarii storici sulla Versilia centrale*, vol. II. Pietrasanta, Tipografia Pieraccini.
Stone, S. (2019) *UnDoing Buildings. Adaptive reuse and Cultural Memory*. London, Routledge.
Toy, S. (1985) *Castles: Their Construction and History*. New York, Dover Publications.
Wong, L. (2016) *Adaptive reuse: Extending the lives of buildings*. Basel, Birkhäuser.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21531

The submerged wall of the Bocagrande canal in Cartagena de Indias, a defensive work by the military engineer Antonio de Arévalo (1769-1788)

Jorge Galindo-Díaz[a], Joan Fontás-Serrat[b]
[a] Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia, jagalindod@unal.edu.co, [b] Universitat de Girona, Girona, España, joan.fontas@udg.edu

How to cite: Galindo-Díaz, J. & Fontás-Serrat, J.(2026). The submerged wall of the Bocagrande canal in Cartagena de Indias, a defensive work by the military engineer Antonio de Arévalo (1769-1788). In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21531

Abstract

Executed between 1769 and 1786, the so-called Bocagrande breakwater is an underwater structure constructed to prevent ships from entering the Bocagrande opening, between Tierrabomba Island and Icacos Point, on the peninsula of the same name. Although this strait was used for decades to access the Bay of Cartagena de Indias, in 1640 passage through the canal became blocked, forcing the exclusive use of the Bocachica entrance. However, the natural reopening of Bocagrande a century later necessitated the development of a project to close it artificially, which was entrusted to the military engineer Antonio de Arévalo. The submerged wall was approximately 3,600 yards long (approximately 3 km), and its construction required not only a detailed survey of the coasts adjacent to the canal, but also the location of the quarries—the source of raw materials for the project—as well as the layout of the dike and the different types of breakwaters that had to be built according to its position and function. This paper aims to describe this unique military structure, emphasizing its constructive aspects, relying on primary sources and establishing parallels with the contents of some contemporary treaties and similar projects in other fortified ports.

Keywords: military engineering, Bocagrande breakwater, Cartagena de Indias, Antonio de Arévalo.

1. Introducción

La ciudad de Cartagena de Indias, fundada en 1533 por el español Pedro de Heredia, está situada sobre el mar Caribe, en el actual territorio de Colombia. Su privilegiada posición geográfica y las condiciones de su entorno natural favorecieron que rápidamente fuera ganando importancia como puerto y plaza fuerte, con alta vocación comercial (Fig. 1). Su asentamiento urbano se hizo en la isla de Calamarí, de forma alargada y conectada al territorio continental mediante una delgada franja de tierra denominada El Cabrero, de tal manera que uno de sus frentes

BY-NC-SA

más extensos (el nor – oeste) mira al mar abierto, en tanto que el opuesto lo hace hacia el islote de Getsemaní; sobre este último se fue expandiendo el núcleo urbano primigenio desde comienzos del s. XVII, lo que obligó a construir en torno suyo un segundo recinto amurallado (Marco-Dorta, 2021). Por su parte, la bahía –que hacía de Cartagena uno de los mejores puertos naturales de la Corona española en el Caribe–, se encuentra dividida en dos dársenas naturales: la Bahía Exterior –separada del mar abierto por la isla de Tierra Bomba y los canales de Bocagrande y Bocachica–, y la Bahía Interior, que durante el período de la Colonia sirvió de fondeadero a toda clase de embarcaciones antes de que hicieran su ingreso en la Bahía de las Ánimas, donde se construyó el Muelle de la Contaduría (Segovia, 1981).



Fig. 1- Localización y entorno geográfico de Cartagena de Indias conforme a un mapa de 1631: (1) Casco urbano de Cartagena de Indias, (2) Islote y arrabal de Getsemaní y junto a él, la Bahía de las Ánimas, (3) Bahía Interior, (4) Bahía Exterior, (5) Canal de Bocagrande, (6) Isla de Tierra Bomba (o Cárex), (7) Canal de Bocachica, (8) Punta de Icacos, (9) Punta del Judío (España, Ministerio de Cultura y Deporte, Archivo General de Indias, MP-Panamá, 051)

La defensa del recinto urbano y del conjunto de las bahías exigió a los ingenieros militares estrategias diferentes. Para el primero se concibió desde 1586 una muralla que había de rodearlo, dotada de las estructuras defensivas propias de la fortificación moderna, aunque a lo largo de los años fue modificando su diseño; para el segundo se recurrió a un sistema de fuertes ubicados estratégicamente en diferentes puntos de la costa y en los extremos de las penínsulas que enmarcaban los ingresos, los cuales se fueron construyendo y renovando a lo largo de casi doscientos años.

Ambos procesos han sido estudiados de manera extensa y detallada (Marco-Dorta, 1988; Marco-Dorta, 2021 y Zapatero, 1979, especialmente), con particular énfasis en las obras que actualmente se encuentran a la vista, sin extenderse lo suficiente en aquellas que han desaparecido o en las que se encuentran ocultas por el mar. Esto último es lo que ocurre con la escollera subacuática de Bocagrande, construida entre 1769 y 1786 por Antonio de Arévalo, uno de los ingenieros militares más prolíficos en Cartagena de Indias durante casi medio siglo, gracias a sus diversas y destacadas intervenciones tanto en la ciudad y la provincia como en otros puntos del territorio de lo que hoy es Colombia. Esta comunicación hace una descripción técnica de esta obra, no sin antes dar cuenta de los trabajos de naturaleza similar efectuados en la parte del recinto amurallado de la ciudad que mira al mar y que constituyó un auténtico laboratorio de pruebas, previo al proyecto y la construcción de la muralla sumergida.

2. Primeras obras subacuáticas en Cartagena de Indias

Si bien las primeras obras defensivas proyectadas para la ciudad de Cartagena de Indias se atribuyen al ingeniero militar Bautista Antonelli –quien delineó la traza de la primera muralla rodeando el núcleo urbano–, sus trabajos de construcción solo empezaron en 1602 (Zapatero, 1979) y estuvieron a cargo del ingeniero militar Cristóbal de Roda.

Dicha muralla contaba con un extenso frente orientado hacia el mar Caribe denominado 'frente de La Marina', el cual, desde el inicio de su construcción, se vio expuesto a los fuertes vendavales propios de la región. No resulta entonces extraño que entre las soluciones a la situación presentada se formulase la necesidad de construir una escollera sumergida que correría paralela a dicho frente, con el fin de reducir la acción erosiva del mar (Marco-Dorta, 1988).

Solo en 1714 se formuló un plan de obras a cargo del ingeniero Juan de Herrera y Sotomayor: en un plano de 1721 (Fig. 2) se detalla una sección de nueva la muralla construida con sillares y asentada sobre una grilla de pilotes de madera que sirven como base de la cimentación, además de una escollera que debía construirse en piedra como obra de defensa y el 'terraplén para fuerza' construido entre la escollera y la base de la muralla.

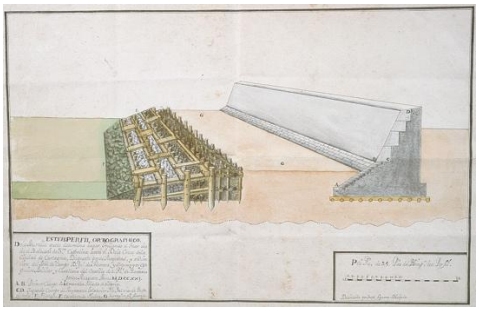


Fig. 2- Plano de 1721 que muestra la sección de la muralla a construir y la escollera sumergida. (A) y (B) son el primer cuerpo de la muralla asentado en bloques de sillería, (C) y (D) son el segundo cuerpo hecho de argamasa con paramentos de sillería, (E) son los pilotes, (F) es la escollera de piedra y (G) es el *terraplén para fuerza (España, Ministerio de Cultura y Deporte, Archivo General de Indias, Panamá, 124)*

Esta solución, que por primera vez se dibuja y explica con detalle en un plano dibujado en territorio americano, guarda aquí una clara influencia de la obra de Marolois (1615).

Después de la invasión inglesa a Cartagena de Indias liderada por el almirante Vernoon en 1741 y de nuevos vendavales que azotaron la ciudad en 1761, se hizo necesario dar inicio a las obras de reconstrucción del 'frente de La Marina'. Ya fallecido para entonces Herrera y Sotomayor, se encargó de las obras al también ingeniero militar Antonio de Arévalo, quien elaboró un completo diagnóstico del estado de la muralla (Arévalo, 1762), acompañado de planos y perfiles de cada una de las secciones en las que era necesario intervenir.

Para Arévalo, el verdadero origen de los daños estaba en las olas del mar "que baten el pie de esta Muralla, descargan su furia contra ella, llenas de cascajo, o lajas, piedras peladas, arenas gruesas, caracoles y otras cosas, que […] van gastando la cantería en la altura del nivel de la marea baja" (Arévalo, 1762: 5). Para entonces el escaso conocimiento científico sobre los efectos del oleaje dificultaba la resolución de problemas de esta naturaleza; los tratados de fortificación que se usaban en la formación de los ingenieros españoles describían procesos de canalización, construcción de esclusas, puertos y faros, pero nada que ilustrase sobre la manera de hacer frente a los efectos del mar sobre las murallas a causa de las olas (Sánchez, 2015).

Sin embargo, el estudio detallado redactado por Arévalo le permitió elaborar una teoría sobre la acción erosiva del mar con la que propuso una solución constructiva, retomando las ideas de algunos de sus antecesores: construir la escollera sumergida, paralela a las cortinas, pero unidas entre sí por 13 brazos perpendiculares de tal manera que se formaran áreas bien definidas para después drenarlas lentamente hasta alcanzar un fondo firme y finalmente ser rellenadas con piedra y cascajo (Fig. 3). Las obras empezaron, esta vez sí, en 1765.



Fig. 3- Plano de la Muralla Real indicando el trazado de la escollera y los brazos perpendiculares entre ambas (1769) (España, Ministerio de Defensa, Instituto de Historia y Cultura Militar, Archivo General Militar de Madrid. Sig. COL 08-04)

La escollera, de 1.631 varas castellanas (1.354 m) de largo, tenía un grueso de 5 varas castellanas (4,15 m) y estaba formada por un dique de pilotes de madera construido con 4 hiladas de estacas clavadas, un empedrado exterior y otro interior que le servía de estribo, así como con dos macizos de piedra dispuestos sobre el cuerpo central con el fin de romper las olas y evitar que el dique se usara como calzada. En las áreas delimitadas entre la escollera y la muralla se fue formando una playa artificial situada por encima del nivel original de las arenas. Los trabajos de construcción terminaron en 1771.

3. La escollera para el cierre de Bocagrande en Cartagena de Indias en el siglo XVIII

Al sur oeste del 'frente de La Marina', siguiendo el borde de la costa, se extendía un delgado "istmo de arena estrecho y bajo, por encima del cual pasa regularmente el mar con las crecientes y marejadas, comunicando sus aguas con las de la Bahía" (Arévalo, 1769 plano 2). Al término de este istmo empezaba el canal de Bocagrande –de unas 400 varas castellanas (332 m) de extensión–, que llegó a estar protegido en su extremo norte por el fuerte de San Matías (construido en 1567 y reconstruido en 1602) y en el sur por la

plataforma de San Ángel (construida en 1617). A través de él ingresaban galeones y navíos, mientras que el de Bocachica, al otro extremo de la isla de Tierra Bomba, era inútil para tal efecto a causa de su poco calado.

Sin embargo, con el paso de los años y a causa de la acumulación de arenas desplazadas por las corrientes y mareas, el canal de Bocagrande se fue cerrando naturalmente, de tal manera que, para 1620, el fuerte de San Matías se había alejado tanto del borde del mar que dejó de tener valor estratégico. Finalmente, en torno a 1640, un barco gaditano primero y dos naves de la armada portuguesa después, encallaron al pasar por el sitio, haciendo que la barra de arena, poblada de manglares y arbustos, se consolidara entre los restos de ambas fortificaciones (Marco-Dorta, 2021). Como consecuencia de este hecho se produjo un cambio en la dinámica de las aguas: los caudales, que hasta entonces se movían entre la Bahía Exterior y el mar abierto a través de las dos aberturas, se concentraron ahora solo en la de Bocachica, aumentando su dragado natural y permitiendo por allí el ingreso de los barcos en su ruta hacia el muelle de la ciudad (Fig. 4).

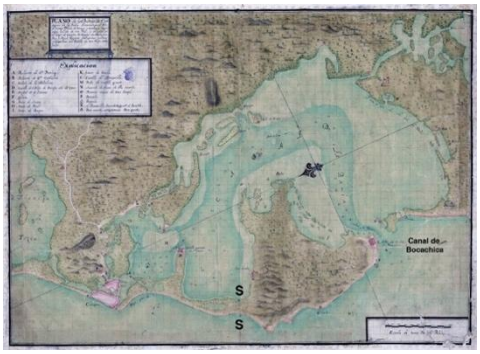


Fig. 4- Plano de la bahía de Cartagena de las Yndias, por Juan de Herrera y Sotomayor (1721) en el que se aprecia el cierre del canal de Bocagrande (SS) y las nuevas fortificaciones construidas en el canal de Bocachica para su defensa (España, Ministerio de Cultura, Biblioteca Nacional de España, Sig. MR/43/245)

A partir de entonces y durante décadas, múltiples discusiones acerca de la conveniencia de abrir Bocagrande o mantenerla cerrada se sucedieron entre ingenieros de la Corona y diferentes actores políticos de la ciudad sin que se llegase a una solución definitiva. Entre tanto, el ingreso de los barcos por Bocachica se aseguró mediante la construcción de dos fortificaciones: el fuerte de San Luis (*circa* 1661) y una pequeña batería al frente suyo, sobre cuyos cimientos, años después, se levantaría la batería de San José (*circa* 1750).

Sin embargo, todo cambió drásticamente en febrero de 1740 cuando una brecha se abrió en la parte norte del istmo de Bocagrande (entre los puntos A-B de la fig. 5) y que se fue haciendo progresivamente más ancha con el pasar de los meses a causa de la ferocidad de los temporales: en casi dos años su tamaño pasó de 700 varas (585 m) a 700 toesas (1.362 m), de acuerdo con las mediciones que en el sitio realizó el ingeniero Antonio de Arévalo (entre los puntos A-L de la Fig. 5). Diez años después, por orden del gobernador Ignacio de Sala, se hizo una nueva medición que permitió determinar que para entonces la extensión del canal alcanzaba las 1.300 toesas (2.529 m) y en apariencia se había detenido por el extremo próximo a la isla de Tierra Bomba (entre los puntos E-D de la Fig. 5) (Arévalo, 1769).

La necesidad de cerrar el paso por Bocagrande era enorme y los proyectos no se hicieron esperar. La primera propuesta vino de la mano del teniente de artillería Josep de Herrera, quien concibió una estructura a lo largo de todo el canal conformado por dos estacadas paralelas, "encintadas y arriostradas", que servían como jaula de un núcleo de piedra seca vertida en su interior (Fig. 6a). El ingeniero Carlos Desnaux refrendó la idea, aunque sugirió hacer la estacada más ancha y forrada interiormente con tablas de cedro (Fig. 6b), mientras que Ignacio Sala, teniente general de la plaza y también ingeniero, sugirió que, frente al elevado costo de ambas alternativas, el nuevo dique debía hacerse con cajones sencillos de madera de mangle con piedras y fajinas en su interior (Fig. 6c).

La idea de Sala empezó a ejecutarse en marzo de 1750 aunque con una razonable modificación, a sugerencia del ingeniero Manuel Hernández: con el fin de facilitar el transporte de las piedras, la cara superior de la escollera debía tener el ancho necesario para dejar pasar dos carretas (Fig. 6d). En casi tres años y con enormes dificultades operativas a causa de las mareas y el oleaje, la obra de Sala avanzó unas 250 varas (209 m) (entre los puntos E-G de la Fig. 5), al cabo de los cuales se verificó que los pilotes de madera estaban siendo atacados por un molusco llamado 'broma' o 'gusano de barco', de tal manera que el

movimiento del mar dispersaba por el fondo las piedras y fajinas, haciendo que los bancos de arena acumulada se disolvieran en el agua (Arévalo, 1769). Estos problemas técnicos, sumados al hecho de que Sala fue trasladado a Panamá en 1753 y un año más tarde a regresó definitivamente a España, obligaron a buscar una nueva alternativa.

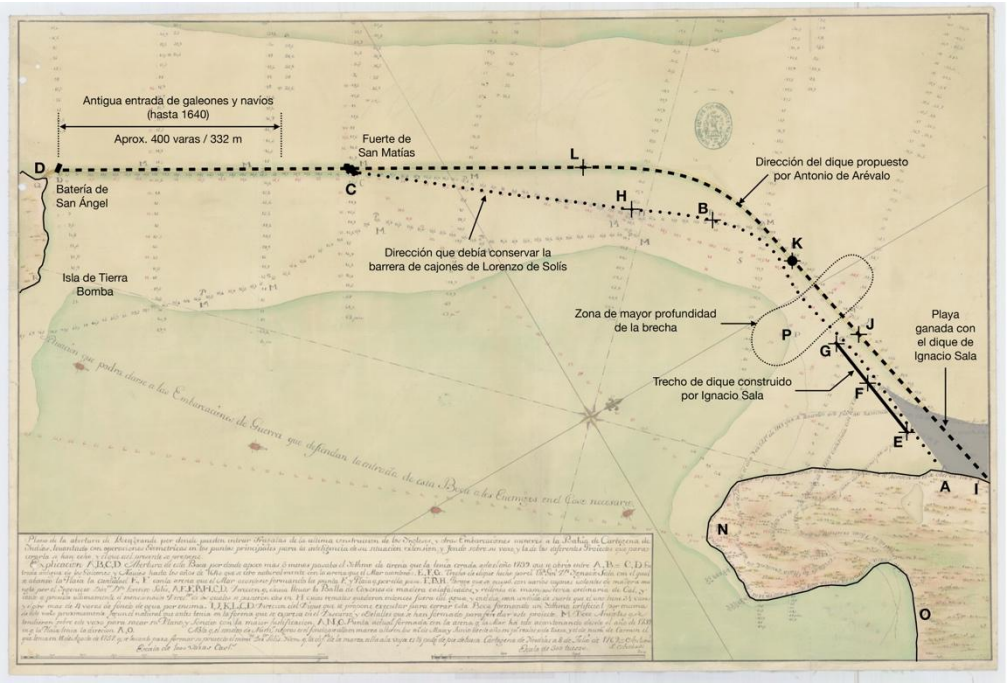


Fig. 5- Demarcación de los puntos más importantes del Plano de la abertura de Bocagrande, por Antonio de Arévalo (1769 plano 1) (España, Ministerio de Defensa, Instituto de Historia y Cultura Militar, Archivo General Militar de Madrid. Sig. COL 11-06)

Fue así como en julio de 1753 el ingeniero Lorenzo de Solís recomendó el uso de cajones de madera, "calafateados y rellenos de mampostería", que debían fabricarse con un armazón de madera maciza que adoptaba una sección trapezoidal, recubierta de tablas a doble junta y con un fondo también de madera, lo suficientemente resistente para soportar el peso de las piedras. Los extremos inferiores de la armazón se hincaban sobre el suelo blando del fondo del mar mientras que el extremo superior quedaba por encima del nivel de las aguas con la marea alta; entre los cajones, separados entre sí por una distancia de 10 varas castellanas (8,3 m) se situaba una 'cadena de madera' que impedía el paso de las embarcaciones (Fig. 6e).

Ante las dudas que brindaba la efectividad de la propuesta, algunos cajones se arrojaron al mar a modo de experimento (siguiendo el curso de la línea F-B-H-C de la Fig. 5). Varios de ellos estaban rellenos con cascajo, otros con polvo de ladrillo y otros con mampostería, de tal manera que después de algunos años, en 1757, se examinó su estado de conservación. Al hecho de que los resultados técnicos no fueron del todo favorables –se afectaron también con la broma, algunos fueron arrastrados por las corrientes y en otros hubo hundimientos–, se sumó el que los 486 cajones que se requerían para completar la obra resultaban demasiado caros para la Corona por lo que la obra fue suspendida.

Después de que Solís fuera trasladado en 1758 a servir en el puerto de Veracruz, en la Nueva España, se abandonaron las obras del cierre de Bocagrande. Una década más tarde, mediante Real Orden del 15 de octubre de 1768, se encargó el proyecto al ingeniero Antonio de Arévalo, quien para su cumplimiento redactó de nuevo un informe (Arévalo 1769) en el cual, después de describir y analizar las soluciones previamente

ejecutadas, formuló su propia alternativa para la construcción de un dique de 3.460 varas de largo (2.892 m), cuya construcción le ocuparía entre 1769 y 1786.

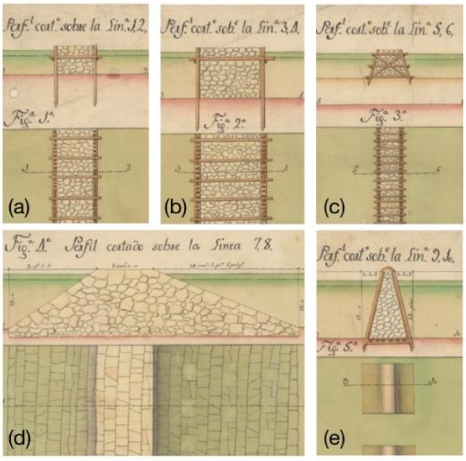


Fig. 6- Detalles del Plano general de la plaza de Cartagena de Indias, por Antonio de Arévalo (1769 plano 2), donde (a) es la propuesta de Josep de Herrera, (b) la de Carlos Desnaux, (c) la de Ignacio de Sala, (d) la de Manuel Hernández y (e) la de Lorenzo de Solís *(España, Ministerio de Defensa, Instituto de Historia y Cultura Militar, Archivo General Militar de Madrid. Sig. COL 16-05)*

Su primera decisión tuvo que ver con los materiales de construcción: sobre un mapa del entorno Arévalo (1769 plano 2) localizó las canteras capaces de proveerle las piedras más grandes y duras, a la vez que cambió el tradicional uso de pilotes de mangle por otros de 'cañaguate' y 'olla de mono', resistentes a la broma. Concibió para la obra diferentes tipos de escolleras que debían construirse de acuerdo con su posición y su función, las cuales, sin embargo, se fueron modificando a medida que los trabajos progresaron, tal como se registra en numerosos planos que él mismo elaboró en sus años de construcción.

Pero lo más importante es que dividió el trazado de su dique en tres tramos: el primero (entre los puntos I-K de la Fig. 5) y al que denominó 'malecón', tenía 1.000 varas de longitud (836 m) y formaba con el istmo un ángulo obtuso, de tal manera que la arena desplazada por el mar debía quedar allí atrapada a fin de conformar a una playa ancha y estable junto a la cual se construiría el campamento para alojar a los obreros que participaban en las obras. Este 'malecón' estaba hecho de tres escolleras en paralelo que alcanzarían a su terminación una longitud de 650 varas (540 m), confinadas transversalmente por espigones –separados entre sí cada 50 varas (41,8 m)–, de tal manera que los espacios que se formaban entre ellos también se iban llenando de arena hasta conformar una superficie horizontal por encima del nivel medio del mar (Fig. 7).

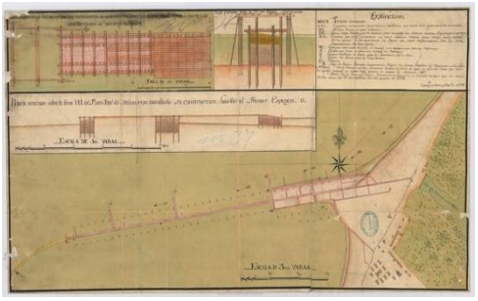


Fig. 7- Plano de 1774 firmado por Antonio de Arévalo que muestra los avances en la construcción del malecón. Nótese la sección a través de las tres escolleras en paralelo y los bancos de arena que se forman entre ellas *(España. Ministerio de Defensa, Instituto de Historia y Cultura Militar, Archivo General Militar de Madrid, Sig. COL 19-10)*

La construcción de este primer tramo empezó en noviembre de 1771 y era el más interesante, gracias al dispositivo concebido por Arévalo para conformar las escolleras: en el espacio formado entre cuatro filas de pilotes de madera clavados sobre el lecho del mar y con sus extremos superiores confinados entre vigas –también de madera–, se vertían hiladas de piedra desde un andamio móvil concebido para tal fin, dotado de un piso de tablas a cada lado y dejando en la mitad un espacio vacío desde el que se arrojaban las piedras que se iban compactando por medio de un martinete.

El segundo tramo (entre los puntos K-C de la Fig. 5), se diseñó para ser construido 'a piedra perdida', de unas 2.060 varas de longitud (1.722 m) y alternando escalonadamente macizos enrocados con taludes de arena. Por su parte, el tercero de los tramos (entre los puntos C-D de la Fig. 5), de unas 400 varas de largo (334 m), fue hecho de la misma manera, aunque mantuvo su cota superior bajo el nivel medio del mar con el fin "de permitir el paso de las mareas y crecientes

del mar, para refrescar con ellas las aguas interiores de la bahía" (Fig. 8). En esta parte el dique pasaba sobre los vestigios del fuerte de San Matías y la batería de San Ángel hasta terminar en línea recta junto a los fuertes arrecifes del extremo de la isla de Tierra Bomba.

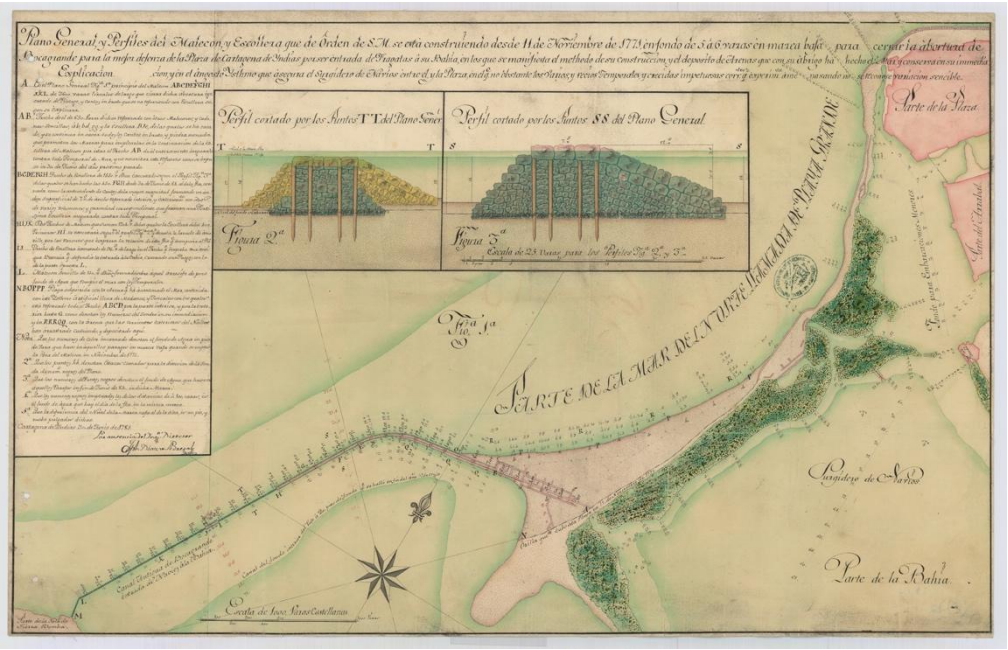


Fig. 8- Plano de 1785 que muestra el dique de Bocagrande prácticamente terminado. Nótese los dos perfiles de la escollera, con andén por encima del nivel del mar y sin él (España, Ministerio de Defensa, Instituto de Historia y Cultura Militar, Archivo General Militar de Madrid, Sig. COL 19-08)

Durante los años que duró la construcción, Arévalo elaboró numerosos informes y planos (1769, 1773, 1774, 1776, 1777, 1778, 1785, 1786) que daban cuenta del avance de las obras y de los ajustes que iba haciendo en sus proyectos, los mismos que se construyeron con algunas variantes, en función del flujo de fondos y de las condiciones del sitio y la fuerza de los temporales. En sus dibujos se registran al menos una docena de secciones por el dique, en los que propone, ensaya y corrige aspectos tales como la profundidad de los pilotes, el espesor de la estructura, la disposición de los enrocados y la relación de estos con las arenas en sus costados.

El dique de Bocagrande aún existe y en días de marea baja es posible apreciar su trazado por debajo del nivel del mar, en especial desde las edificaciones altas que en el curso de los últimos años se fueron construyendo sobre los terrenos de la península del mismo nombre. Los vestigios del fuerte de San Matías fueron descubiertos recientemente (en marzo de 2025), como parte de una expedición arqueológica subacuática adelantada por la Dirección General Marítima (Dimar).

4. Conclusiones

Una mirada sobre los tipos de escolleras construidos en Cartagena de Indias pone en evidencia, ante todo, la diversidad y complejidad de las situaciones a las que debía enfrentarse un ingeniero en el ejercicio de su profesión y en medio de las difíciles condiciones materiales propias de una colonia en ultramar.

Las respuestas técnicas formuladas en este caso, con el fin de atender la compleja relación entre el mar y la ciudad, eran con seguridad producto tanto de la propia experiencia del ingeniero como de la tradición que se había ido transmitiendo a través de los tratados de fortificación que se imprimían en Europa desde el siglo XVI.

Sin embargo, la solución de Arévalo resulta singular por una serie de factores que la harán la

más conveniente: su interés por intentar comprender la dinámica de las costas a través de los movimientos de las arenas y su capacidad de formar playas pasajeras; una nueva forma de entender los materiales de construcción disponibles en el sitio y una adecuada planificación de los trabajos de construcción.

Por otra parte, la construcción de la escollera de Bocagrande durante la segunda mitad del siglo XVIII ha determinado la forma de buena parte de la ciudad contemporánea: sobre el delgado istmo y su zona de manglares que se prolongaban al sur del casco antiguo de Cartagena de Indias, la obra de ingeniería de Arévalo condujo a la transformación del borde costero y progresivamente, la consolidación de la llamada península de Bocagrande. En la actualidad, sobre esta franja de tierra se levanta una importante área residencial y turística de la ciudad (Fig. 9).

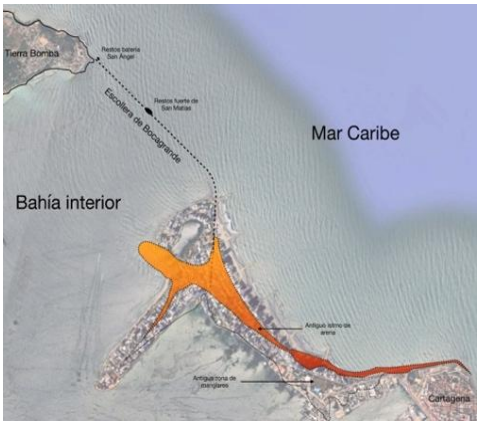


Fig. 9- Foto actual de la península de Bocagrande (Google Earth) a la que se ha sobrepuesto el perfil del territorio descrito por Antonio de Arévalo en 1769 y el trazado de su escollera

Referencias

Arévalo, A. (1762) *Relación de consistencia que manifiesta el estado actual en que se halla la Muralla Real de la Mar del Norte de Cartagena de Indias.* Manuscrito (12.VI.1762). Sig. 6893 / 5-2-5-7. Servicio Histórico Militar, Madrid, España.

Arévalo, A. (1769) *Discurso que ha formado… D. Antonio de Arévalo… para la inteligencia del estado en que se halla la abertura y fondo de Bocagrande.* Manuscrito (5.2.5.14). Servicio Histórico Militar, Madrid, España.

Arévalo, A. (1769a) *Plano de la abertura de Bocagrande…* Manuscrito. Madrid, Archivo General Militar, Sig. COL 11-06.

Arévalo, A. (1769b) *Plano general de la plaza de Cartagena de Indias.* Manuscrito. Madrid, Archivo General Militar, Sig. COL 16-05.

Marco-Dorta, E. (1988) *Cartagena de Indias. La ciudad y sus monumentos.* 4ª ed. Bogotá, Instituto Caro y Cuervo.

Marco-Dorta, E. (2021) *Cartagena de Indias: puerto y plaza fuerte.* Bogotá, Fondo Cultural Cafetero.

Marolois, S. (1614) *Fortification, ou Architecture militaire* [en *Opera mathematica*]. La Haye, Hendrik Hondius.

Sánchez, J.M. (2015) *La muralla del vendaval de Cádiz.* In: Rodríguez-Navarro, P. (ed.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII Centuries.* Vol. 2: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortifications of the Mediterranean Coast, 15–17 octubre 2015, Valencia. Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, pp. 303–309.

Segovia, R. (1981) *Las fortificaciones de Cartagena de Indias. Estrategia e historia.* Bogotá, Tercer Mundo Editores.

Zapatero, J.M. (1979) *Historia de las fortificaciones de Cartagena de Indias.* Madrid, Ediciones Cultura Hispánica.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21532

Thaddeus' Tower. A modern-era defensive structure in Burriana (Castellón, Spain)

Jose Manuel Melchor Monserrat[a]
[a] Museo Arqueológico Municipal, Burriana (Castellón), España, arqueologo@burriana

How to cite: Melchor Monserrat, J. M. (2026). Thaddeus' Tower. A modern-era defensive structure in Burriana (Castellón, Spain). In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21532

Abstract

There was no known archaeological data on the Thaddeus' Tower, located in the municipality of Burriana (Castellón) next to the Caminás path, so an archaeological excavation was planned to gather more information for the future classifying of the tower. This intervention involved three archaeological surveys: the first near the base of the tower, the second in the area of the buildings attached to it, and the last inside the tower itself. The square fortification measures 6.40 meters on each side, its walls reaching a height of 9.60 meters. It has a ground floor and two upper floors. It currently has a roof on its upper floor. A series of buildings contiguous its east façade were in ruins. In 2016, it was renovated by its owner. The deficiency of studies or historical data on the Thaddeus' Tower is highly significant. Briefly, they suggest that, given its architectural design, it could not date back beyond the first half of the 16th century, and that its construction may have occurred due to instability caused by piracy and civil war. The archaeological excavation carried out in 2016 uncovered traces of a major renovation at the end of the 19th century, which destroyed all the previous architectural elements belonging to a structure that was practically contemporaneous with the tower, possibly used as a warehouse and occasional residence, and which could date to around the 16th century. A grain pit was also found inside the tower. Finally, a section of the foundations of the defensive enclosure and its corresponding foundation trench were documented.

Keywords: Burriana, tower, 16th century, archaeology.

1. Introducción

La torre de Tadeo, sita en el término municipal de Burriana (39º 54' 20.04"N – 0º 03' 2.15"O) (Fig. 1), junto al Cami Caminás, una antigua vía medieval, nunca había sido objeto de intervención arqueológica, unicamente existían planimetrías de los años 1967 (Mesado, 1991) y 2001 (Melchor, Benedito y Ferrer, 2001). Los antecedentes históricos son sumamente escasos, la primera noticia conocida es de F. Roca, que en el año 1932 publica una sucinta descripción del inmueble a la que añade algunos datos históricos (Roca, 1932). Otra referencia es la de N. Mesado, quien menciona un documento del Archivo Histórico Parroquial de Burriana, donde se cita que hacía mediado el XVIII la torre fue comprada por Tadeo González (doctor en leyes) a su madre,

BY-NC-SA

y un par de siglos después aparece como propietario el abogado Rafael Muedra González, cuya familia lleva el apodo de 'los Tadeo' por descender del citado Tadeo González (Mesado, 1991).

La primera referencia cartográfica conocida es la de un plano de la primera década del siglo XX, en el que la torre aparece citada como *Casa de Ventura Tadeo*.

Es probable que después de la Guerra Civil Española de los años 1936-39 la torre y la vivienda fueran abandonadas.

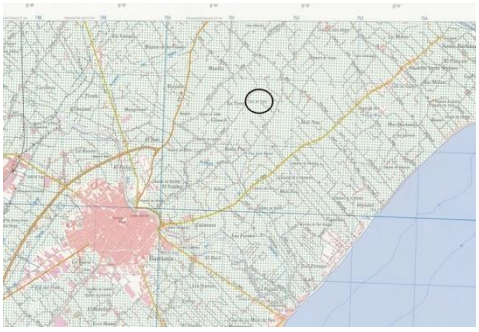


Fig. 1- Ubicación Torre de Tadeo *(MTN25-0641c3-1:25.000)*

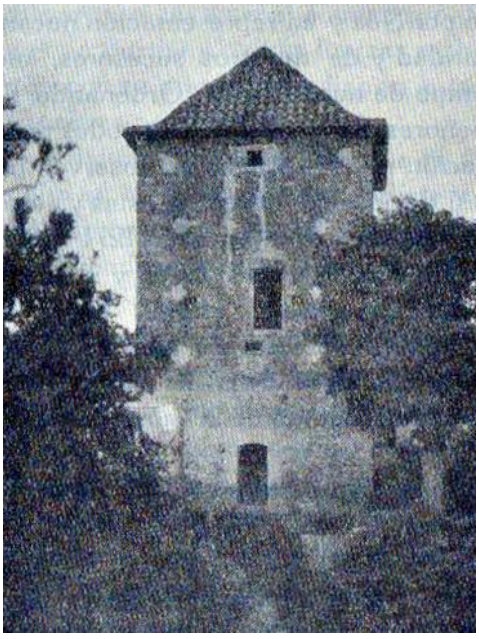


Fig. 2- Torre de Tadeo a principio del siglo XX *(Roca, 1932)*

Como dato interesante, a escasos 400 metros al norte de la Torre de Tadeo se conservan los restos muy arrasados de otra torre, de factura aparentemente medieval (hasta el momento no ha sido objeto de estudio), citada en la bibliografía al uso como Torre de Uclés (Roca, 1932) o Torre del Castellano (Mesado, 1991), la proximidad entre ambas ha producido alguna confusión a nivel toponímico y topográfico.

En el año 2016 se inicia por parte de la propiedad la rehabilitación de la torre. Aprovechando esta actuación arquitectónica, se plantea la realización de una intervención arqueológica en la torre y en el terreno anexo.

1.1. Descripción histórica

Dentro de las referencias bibliográficas ya citadas, encontramos descripciones de la torre y de sus edificios adosados, estas adquieren mayor valor si tenemos en cuenta que buena parte de las estructuras anexas estaban derribadas en su práctica totalidad a final del siglo XX.

La descripción más antigua es la de F. Roca (Fig. 2), que habla de una torre de "tipo belvedere y estilo *Friesach*; de forma prismática de base cuadrangular, sus paredes de obra moruna tienen un metro de espesor y en la fachada principal hay una pequeña puerta de entrada, no teniendo ninguna tronera. Ademas de la planta baja, tiene dos pisos altos, para cuyo acceso tiene escaleras de mampostería…

Por el siglo XVIII o XIX se levantó medio metro de pared a esta torre y se la puso una cubierta o tejado de ladrillo en forma piramidal, estilo *Friesach*, que aun existe y que contrasta de un modo lastimoso con su propio estilo moruno, quitándole toda la belleza y sabor de época.

En tiempos de la guerra carlista, los antecesores de los actuales señores de Muedra y González, se refugiaron en esta su torre, a la que adosaron un nuevo cuerpo de edificio, destinando a vivienda la parte inmediata a aquella, y a cuadra la siguiente" (Roca, 1932:196). Este autor proponía un origen hispanomusulmán para el edificio, pero sin base documental o científica. El otro autor que analiza la torre, prácticamente 50 años después, es N. Mesado que describe que el "acceso a la estructura sería por una puerta de cantería, con dovelaje rebajado, en su hastial de mediodía, frente al cual existía un pozo freático.



Fig. 3- Torre de Tadeo y vivienda anexa a mediado de los 80 del siglo XX *(Mesado, 1991)*

Su planta baja está cubierta con bóveda de cañón; la segunda lo hace con vigas y vueltas, y la tercera con una anacrónica cubierta piramidal, con teja curva. Las dos primeras plantas quedan unidas por una escalera de mampostería posterior a la torre, ascendiéndose a la tercera planta por una escalera de mano situada en su angulo NE. Las esquinas son de cantería sobre pudinga cuaternaria; igualmente sus saeteras están enmarcadas con sillarejos. La reforma (actualmente derribada) que sufrió esta torre pudiera haberse llevado a termino en la primera guerra carlista cuando se le adosa en el hastial E. una vivienda de dos plantas, la cual da paso al cercado existente en el lado Norte de ambas construcciones" (Mesado, 1991:211). Este autor apunta que, por su fábrica arquitectónica, la torre no podría ser anterior a la primera mitad del siglo XVI, y su construcción la relaciona con la inestabilidad a causa de la piratería y revueltas civiles (Mesado, 1991).

2. Estado actual

La torre presenta una planta cuadrada de 6,40 m de lado. El alzado de los muros es de 9,60 m. Los paramentos exteriores tienen elementos de cantería, que refuerzan todas las esquinas y el portal (que está orientado al SW), acompañados de una fábrica de mampostería. Presenta cubierta piramidal a cuatro aguas y con teja curva (Fig. 5). En el interior encontramos en la planta baja una bóveda de cañón y tenía un pavimento que estaba compuesto por ladrillos de 29 x 14,5 x 3 cm, dispuestos a soga y tizón. El techo de la segunda planta esta hecho con vigas y en ella hay dos grandes balcones que se cierran con enrejados de forja (Fig. 8).

Se abre en la planta baja una segunda puerta, en el paramento norte de la torre, que conectaba con el espacio reservado para la cocina, allí aún se puede constatar la presencia de la chimenea (Melchor, Benedito y Ferrer, 2001).

A unos tres metros de la puerta principal, había un pozo de agua del que ya no se puede apreciar ningún vestigio. La torre se encontraba en estado de total abandono y avanzado deterioro y la vivienda anexa había sido arrasada. Este era el panorama (Fig. 3) en el momento del inicio de la excavación arqueológica del año 2016.

3. La intervención arqueológica

La intervención implicó en la realización de 3 sondeos en tres puntos: junto a la base de la torre (sondeo 1), en la zona de las construcciones adosadas a la torre (sondeo 2) y en la planta baja de la torre (sondeo 3).



Fig. 4-Planta baja de la torre en 2014 *(foto autor)*

3.1. Sondeo 1

Este sondeo tenia unas dimensiones de 7 x 2 m y una profundidad media de 0,60 cm. Después de la retirada del nivel de tierra superficial de época contemporánea, aparecieron muros y cimientos de una anchura media entre 45 y 50 cm pertenecientes a la vivienda adosada a la torre (los materiales recuperados en sus paredes indican una cronología de mediado el siglo XIX), también surgieron restos del preparado de la habitación y de un hogar rectangular (52 x 105 cm) de losas de piedra trabadas con mortero.

Amortizada por la habitación citada arriba apareció, también adosada a la torre, una cimentación de grandes bolos trabados con mortero.



Fig. 5- Estado de la cubierta en 2016 (foto autor*)*

Tiene una anchura media entre 57 y 67 cm y su longitud máxima estimada es de 12,5 metros. Junto a esta estructura había un pequeño silo con una boca de 66 x 88 cm, que estaba excavado en el terreno y rellenado con ladrillos y cerámicas de época Moderna.

En este sondeo se pudo comprobar que la torre tenía una zanja de cimentación de forma irregular y con un ancho medio de 35/40 cm, la propia cimentación es 18 cm más ancha por el exterior que las paredes de la torre.

La excavación de la citada zanja no aportó datos cronológicos relacionados con la torre; por la escasa extensión excavada (solamente unos 90 cm lineales), y porque el material de relleno de la trinchera era claramente exógeno, concretamente una arcilla de color rojizo depurada y compactada (muy distinta a los niveles de arcillas y margas de la zona) aportada quizá para la estabilidad a la cimentación.

En los limites de este sondeo comprobamos que la cuadra anexa presenta materiales en sus paredes de una cronología *post quem* al siglo XIX.



Fig. 6- Sondeo 1 desde la torre con restos de la vivienda y cimentaciones amortizadas (foto autor)

3.2. Sondeo 2

Se decidió reubicar el sondeo 2 con la finalidad de ampliar la información sobre las cimentaciones de los muros de la habitación del corral descubiertas en el sondeo 1. De esta forma se pudo documentar parte de los muros de cierre de estas habitaciones por su fachada Sur.

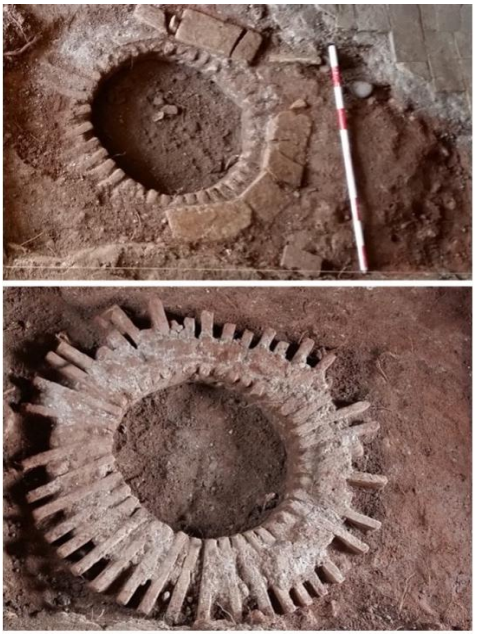


Fig. 7- Excavación del silo interior de la torre (foto autor)

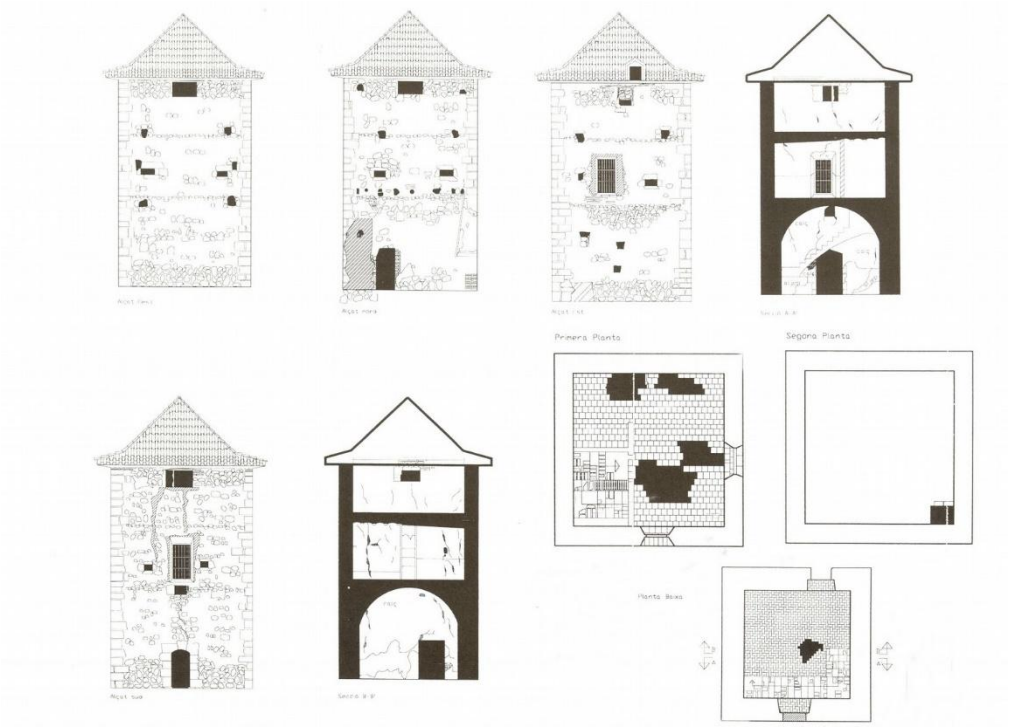


Fig. 8- Planimetria y alzado de la torre de Tadeo (Melchor, Benedito y Ferrer, 2001)

3.3. Sondeo 3

El sondeo 3 se realizó en la planta baja de la torre (Fig. 4) y tenia unas dimensiones de 2 x 2,5 m. El principal hallazgo consistió en un silo con boca de ladrillo, cuyo diámetro interior es de 78 cm y un espesor de 32 cm (Fig. 7). La profundidad media del mismo es de 2,7 m, y su sección es irregular, que recuerda una forma acampanada. Estaba rellenado con materiales contemporáneos.

Finalmente queremos señalar que se planteó a la propiedad poner en valor e integrar los restos excavados en la obra nueva, o cubrirlos con geotextil, arena y grava.

4. Conclusiones

En lineas generales no aparecieron elementos significativos de cronología anterior al siglo XVI, solo se detectaron escasos fragmentos muy rodados de cerámica medieval entre los rellenos de época contemporánea.

Además pudimos establecer de forma mas concreta las distintas etapas constructivas desde el punto de vista espacial y cronológico (Fig. 9).

4.1. Etapa fundacional

En esta fase nos encontramos ante la construcción de la torre y de un importante edificio anexo de una longitud aproximada de 12,5 m y un ancho de 6 m, al que se accedía desde la puerta trasera de la atalaya.

Las huellas y marcas en la pared de la torre indicarían que el edificio anexo podría constar de dos plantas. En el interior del citado inmueble los indicios de hogares y silos señalarían su uso habitacional.

Las abundantes reformas no permiten en estos momentos encontrar pruebas de que ambos estructuras tuvieran una terraza almenada y practicable, aunque esta no sería descartable por razones tácticas.

A falta de futuros estudios, una fecha probable para la construcción de la torre podría ser la primera mitad del siglo XVI, ya que por un lado los materiales y técnicas constructivas no descartan esta teoría, y desde el punto de vista histórico nos encontramos con un periodo de importante inestabilidad social.

4.2. Etapa de reformas

En esta fase se anulan todas las funciones estratégicas del inmueble. Se recrece la torre y se le construye una cubierta, además se derriba el edificio anexo para construir una vivienda mas amplia con un pozo fuera de la misma.

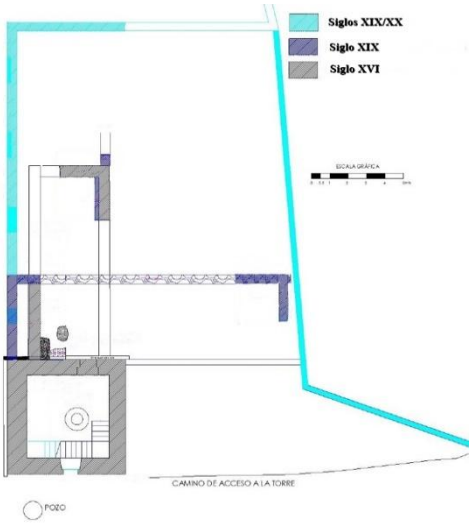


Fig. 9- Plano de la excavación del año 2016

Como en la etapa anterior, por un lado los materiales y técnicas constructivas no descartan la teoría, a falta de otros análisis, de que estas reformas se dieron en la primera mitad del siglo XIX, que es cuando finaliza un periodo de importante inestabilidad correspondiente a la Primera Guerra Carlista (años 1833-1840). Las posteriores reformas pudieron darse por los cambios de propiedad citados en la bibliografía.

5. Consideraciones finales

Es interesante comprobar que la torre de Tadeo no forma parte de la red de torres vigía costera de la zona (Melchor, 2015; Melchor y Pardo, 2017; Olucha, 1987; Pardo, 2012). Por otro lado la extrema cercanía a la Torre de Uclés, que aparentemente es cronológicamente anterior a la Tadeo, nos hace pensar que esta ultima es una edificación que sustituye a nivel funcional y estratégico a la torre anterior.

También es significativa la distribución y características del inmueble, destacando un silo para grano y estancias anexas que podrían servir de almacén, caballerizas, etc, todo ello podría indicar una preparación para mantener la posición en caso de ataque.

Si a lo citado arriba sumamos que hay otras torres parcialmente conservadas en los vecinos municipios de Vila-real, Castellón, Benicassim y quizá en Nules, igualmente cercanas al Cami Caminás, el cual articula el territorio del sur de la provincia de Castellón de forma paralela a la costa y a unos 3 Km de ella, podríamos proponer la teórica existencia de una red de torres medievales y modernas que controlasen el territorio teniendo como eje el citado camino.

Referencias

Melchor, J.M. (2015) *Datos históricos sobre la Torre del Mar (Burriana - Castellón).* In: Rodríguez-Navarro, P. (ed.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII Centuries.* Vol. I: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 15-17 october, Valencia. Valencia, edUPV (Universitat Politècnica de València), pp. 113–116.

Melchor, J.M., Benedito, J. & Ferrer, J.L. (2001) *L'arquitectura rural tradicional a la Ribera del Millars-Castelló.* Castellón, Diputación de Castellón.

Melchor, J.M. & Pardo, C. (2017) *Análisis de las fuentes documentales y cartográficas para el estudio de las torres defensivas costeras de la provincia de Castellón (España).* In: González Avilés, J. (ed.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII Centuries.* Vol. VI: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 26 - 28 octubre 2017, Alicante. Editorial publicacions universitat d'Alacant, Alicante, pp. 213–220.

Mesado, N. (1991) *Nuestros campos y su patrimonio cultural.* In: Mesado, N. (ed.) *Burriana en su Historia II.* Burriana, Ayuntamiento de Burriana, pp. 153–231.

Olucha, F. (1987) *Sobre unas torres de defensa litoral. Estudis Castellonencs*, 2, Castellón, pp. 145–162.

Pardo, C. (2012) *La torre de Millars: el procés constructiu d'una torre de defensa de la costa (1553–1554). Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, LXXXVIII (enero–diciembre). Castellón, pp. 99–122.

Roca, F. (1932) *Historia de Burriana.* Castellón, Establecimiento Tipográfico Hijo de J. Armengot.

Defensive Architecture of the Mediterranean / Vol. XXIV / Russo, Acierno (Eds.)
© Sapienza Università di Roma/ edUPV

DOI: https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21533

The Castle of Casertavecchia: ongoing research between archaeological excavation and digital surveying

Ornella Zerlenga[a], Nicola Busino[b], Domenico Iovane[a], Rosina Iaderosa[a]

[a] University of Campania 'Luigi Vanvitelli', Department of Architecture and Industrial Design, Aversa, Italy, ornella.zerlenga@unicampania.it, domenico.iovane@unicampania.it, rosina.iaderosa@unicampania.it, [b] University of Campania 'Luigi Vanvitelli', Department of Humanities and Cultural Heritage, Santa Maria Capua Vetere, Italy, nicola.busino@unicampania.it

How to cite: Zerlenga, O., Busino, N., Iovane, D. & Iaderosa, R. (2026). The Castle of Casertavecchia: ongoing research between archaeological excavation and digital surveying. In: Russo, M. & Acierno, M. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean*, vol. XXIV, Proceedings of FORTMED - Fortification of the Mediterranean Coast, 19-21 February 2026, Rome. Rome-Valencia: Sapienza Università Editrice / edUPV
https://doi.org/10.4995/Fortmed2026.2026.21533

Abstract

The castle of Casertavecchia (Caserta, Italy), one of the most significant fortified complexes of medieval Campania, is currently the focus of a renewed season of multidisciplinary research. The project is carried out by a team that integrates historical and archaeological expertise with knowledge from the fields of architectural drawing, surveying technologies, and architectural representation, fostering a continuous methodological dialogue between traditional disciplines and advanced digital tools. The ongoing research is based on the integrated reading of stratigraphic data, historical sources, and digital reconstructions, with the aim of deepening the understanding of settlement dynamics and construction processes at the site. The last 5-years excavation campaigns, launched in 2021, have already opened new perspectives on the genesis and transformations of the complex. The northern and western areas of the castle have revealed relatively intact archaeological layers, including ceramic materials and masonry structures that contribute to reconstructing the site's architectural development from the Norman period to the modern age. In parallel with fieldwork, a systematic programme of digital survey and three-dimensional modeling is underway, aimed both at accurately documenting the existing architecture and at hypothetically reconstructing lost or altered parts. This integrated approach enables a unified representation of material evidence and excavation data, contributing to a broader reflection on methods for understanding and managing fortified heritage across the Mediterranean. This paper aims to present the preliminary outcomes of the ongoing process, highlighting the potential of disciplinary convergence between archaeology, surveying, and graphic representation in the study of fortified heritage. Casertavecchia emerges as an exemplary case study for the development of shared methodologies applicable to other Mediterranean contexts, within a wider perspective of research, protection, and interpretation of historic built environments.

Keywords: medieval castles, digital surveying, medieval archaeology, disciplinary integration.

BY-NC-SA

1. Introduzione

Il contributo si inserisce all'interno di una più ampia riflessione sul ruolo dell'interdisciplinarità nella documentazione, conoscenza e valorizzazione del patrimonio fortificato nel contesto mediterraneo. Il caso studio (Fig. 1) del Castello di Casertavecchia (CE) – oggetto di indagini archeologiche sistematiche a partire dal 2021 – costituisce il punto di partenza per una sperimentazione che vede convergere scavo stratigrafico, rilievo fotogrammetrico digitale e rappresentazione 3D in una prospettiva integrata.

Le attività in corso sono condotte da un'équipe composita, in cui si confrontano competenze archeologiche ed architettoniche, con l'obiettivo comune di restituire una lettura aggiornata, condivisa e accessibile del complesso. L'incontro tra le due discipline, avviato solo recentemente nel 2025, è stato attivato dalla necessità di raggiungere una visione d'insieme del contesto fortificato entro cui collocare con precisione le porzioni indagate archeologicamente, oltre che elaborare output tridimensionali aggiornati per la documentazione e la trasmissione del patrimonio.



Fig. 1- Fotografia aerea del Castello di Casertavecchia (CE) (foto degli autori, 2025)

In questo contesto, il rilievo digitale eseguito mediante fotogrammetria da *Unmanned Aerial System* (UAS) rappresenta un tassello essenziale. Il modello acquisito consente oggi letture incrociate e, soprattutto, una fruizione remota del dato, resa possibile attraverso piattaforme online accessibili e navigabili.

L'obiettivo del presente contributo è dunque quello di illustrare i risultati iniziali di questa sinergia, con particolare attenzione agli aspetti metodologici e alle potenzialità offerte dalla fruizione digitale online, attraverso modelli 3D condivisibili e interrogabili, in grado di coniugare rigore scientifico, efficacia comunicativa e accessibilità.

2. Breve inquadramento cronologico e culturale

Attualmente, il castello di Casertavecchia si mostra nella sua *facies* bassomedievale, ovvero nella configurazione che assunse probabilmente a ridosso della metà del XIII secolo, poco prima cioè che Carlo I d'Angiò concedesse la *turris Caserte* a Bertrando del Balzo nel 1277: delle fonti scritte (Busino, 2015; Busino & Tomeo, 2022), infatti, risulta problematico attribuire ai successivi titolari del feudo – le famiglie dei Caetani e dei della Ratta, tra la fine del XIII e gli inizi del XIV secolo – consistenti azioni di ingrandimento e ammodernamento del fortilizio, giacché sarebbe iniziato di lì a poco il lento declassamento di Casertavecchia, con trasferimento delle sedi istituzionali nelle aree di fondovalle, in corrispondenza del centro attuale di Caserta.

Viceversa, quanto alle origini, è probabile che il cantiere per l'edificazione del fortilizio fosse stato già avviato in età normanna, nella seconda metà del XII o forse nei decenni di poco anteriori alla metà del secolo, allorché il *comitatus Caserte* veniva concesso da Ruggero II a Robbertus de Caserta. Dalla documentazione scritta, si apprende che il feudo doveva avere un'estensione piuttosto rilevante, tale da indurre a credere che la sede istituzionale del distretto – il castello, appunto – avesse già da quella fase una certa consistenza.

3. Le indagini archeologiche dal 2021: settori di scavo e dati rilevanti

Condotta su concessioni della Direzione Generale del Ministero dei Beni culturali, la missione archeologica del Dipartimento di Lettere e Beni culturali dell'Università della Campania 'Luigi Vanvitelli' – preceduta da alcune esplorazioni preliminari nel biennio 2018/19 e stabilmente condotta dal 2021 (Busino, 2025) – ha indirizzato le indagini di scavo stratigrafico nei settori del castello di Casertavecchia posizionati lungo il perimetro settentrionale e occidentale del monumento. Tale scelta è motivata in ragione delle potenzialità archeologiche che questa parte del fortilizio, pesantemente restaurato in altri

settori a partire dagli ultimi anni ’80, sembravano ancora offrire (Busino, 2022). Le aree in esame erano composte da tre vani, di cui il primo a pianta poligonale, forse un’area per la panificazione (Fig. 2), gli altri due a pianta quadrata, tutti aperti verso il piano di corte del castello.



Fig. 2- Il forno da pane individuato nell’ambiente b1 nell’ala nord-occidentale del castello (foto di Nicola Busino, 2025)

Altre indagini sono state condotte nella medesima sezione del fortilizio, ma al livello superiore, strutturato cioè a una quota non direttamente connessa al piano di corte e in posizione arretrata rispetto agli ambienti sottostanti: lì sono stati riconosciuti i resti di un altro ambiente a pianta rettangolare, con funzioni di tipo residenziale (Fig. 3), in ragione di piccoli lacerti di affresco rintracciati ancora *in situ* nella parte basamentale della parete sud (Fig. 4).



Fig. 3- Il vano a pianta rettangolare individuato al II livello dell’ala occidentale del castello (foto di Nicola Busino, 2025)

Altro settore che è stato fatto oggetto di indagini stratigrafiche specifiche è quello meridionale, a poca distanza dalla torre circolare: già le esplorazioni pregresse, condotte tuttavia senza metodo stratigrafico, avevano riconosciuto in questa parte del castello un piccolo *balneum* (Fig. 5) costituito da due ambienti a pianta rettangolare, verosimilmente riscaldati, e da un piccolissimo vano terminante con un’abside poligonale, verosimilmente utilizzato con funzioni di servizio.



Fig. 4- Particolare degli affreschi rinvenuti nell’ambiente del II livello (foto di Nicola Busino, 2025)

Le indagini in questo settore sono state condotte allo scopo di rintracciare elementi cronologici più puntuali, nonché di comprendere le infrastrutture che alimentavano questo complesso termale, provvisto di acqua calda corrente.

In generale, le indagini sin qui condotte hanno comportato l’applicazione efficace delle moderne metodologie dello scavo stratigrafico, insieme all’esame delle stratigrafie degli elevati murari, consolidati strumenti d’indagine finalizzati per un verso a comprendere la cronologia del fortilizio e delle sue parti, per l’altro a ricostruirne i tratti della vita quotidiana che si svolgeva al suo interno, attraverso l’identificazione delle funzioni che gli spazi interni della fortezza ebbero e mediante lo studio dell’insieme dei manufatti (ceramica, metalli, elementi litici, vetri, ecc.) rinvenuti in corso di scavo. A proposito di quest’ultimo aspetto, ovvero lo studio della cultura materiale, oltre a precisare con maggior puntualità le fasi di frequentazione del complesso monumentale, esso ha anche l’obiettivo di comprendere le consuetudini circa il consumo e la conservazione degli alimenti all’interno del castello (Napolitano, 2023), nonché la natura degli impianti di produzione allestiti al suo interno (Busino, 2024), fino alla comprensione di aspetti più generali quali le dinamiche dell’approvvigionamento dei manufatti, un tratto che collega lo studio del castello a questioni relative ad esempio ai nessi con la rete di produzione artigianale, nonché di distribuzione dei prodotti.



Fig. 5- Il *balneum* allestito nella parte meridionale del castello (foto di Nicola Busino, 2025)

Tra le questioni pertinenti alla strategia di ricerca, vi è indubbiamente la comprensione dell'estensione delle superfici del fortilizio, le funzioni dei suoi numerosi settori, alcuni dei quali dislocati su vari livelli e caratterizzati talvolta da dinamiche di rioccupazione disgiunte dal resto del monumento: questo stato di cose rende di fatto assai complesso – se non impossibile – il dispiegamento di una strategia di scavo che consenta la lettura contestuale delle singole fasi di occupazione del castello. Detto in altri termini, risulta difficile – in termini di organizzazione dell'indagine – scavare e confrontare nel medesimo momento gli interri di fine XIII secolo individuati, ad esempio, all'interno di alcuni ambienti del *balneum* con quelli coevi rinvenuti nel settore nord del castello, posto a distanza consistente dagli ambienti predetti.

Allo scopo di agevolare la sostenibilità della missione, e procedere contemporaneamente allo scavo di aree materialmente non collegate fra di esse, si è quindi pensato di avviare una collaborazione con i colleghi del Settore Scientifico Disciplinare CEAR-10/A (Disegno), per la realizzazione di una documentazione speditiva che giunga a legare insieme più settori di scavo, benché tra di loro topograficamente disgiunti, al fine di leggere nello stesso momento e in modo speditivo tutti quegli elementi che potrebbero costituire elementi di raccordo.

4. Il rilievo digitale: finalità, tempi e metodi

Le attività di rilievo digitale sono state avviate nel 2025 per fornire un quadro geometrico, topografico e morfologico aggiornato del Castello di Casertavecchia e del suo contesto fortificato.

Il rilievo si è articolato in due distinte campagne fotogrammetriche da UAS, eseguite rispettivamente nell'aprile e nel luglio 2025, ciascuna caratterizzata da specifiche condizioni ambientali e operative, e integrate da una battuta di georeferenziazione satellitare tramite tecnologia *Global Navigation Satellite System Real Time Kinematic* (GNSS-RTK) (Mendoza, 2023).

Il primo rilievo, condotto ad aprile, ha interessato l'intero complesso architettonico in una fase in cui lo scavo non era attivo e le aree precedentemente indagate risultavano ricoperte per esigenze conservative. Le riprese sono state effettuate in un contesto di vegetazione diffusa, anche in prossimità delle aree di scavo, condizione che, se da un lato ha comportato ostacoli alla visibilità del piano di calpestio, dall'altro ha permesso di documentare la morfologia del sito in relazione alla sua componente ambientale (Fig. 6).

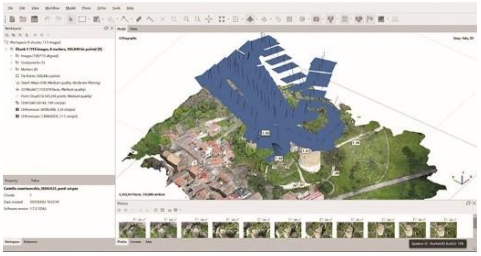


Fig. 6- Ambiente digitale SfM: prese di acquisizione del rilievo fotogrammetrico (elaborazione grafica di Domenico Iovane & Rosina Iaderosa, aprile 2025)

Al contrario, il rilievo effettuato a luglio è stato condotto a scavo in corso, in un ambiente fortemente soleggiato e con presenza di vegetazione notevolmente ridotta. I

n questo caso, il setting fotografico è stato ottimizzato con specifici accorgimenti sul campo, inclusa la temporanea rimozione di elementi non pertinenti, al fine di migliorare l'efficacia della fotogrammetria in aree a elevata complessità morfologica (Fig. 7).



Fig. 7- Ortomosaico del modello poligonale texturizzato del rilievo fotogrammetrico (elaborazione grafica di Domenico Iovane & Rosina Iaderosa, luglio 2025)

L'intero processo si è basato su un approccio multiscalare, attuato attraverso l'esecuzione di differenti piani di volo in modalità manuale, finalizzati a produrre modelli a risoluzioni differenti a seconda delle finalità documentarie. Le acquisizioni sono state condotte con impostazioni calibrate per ottenere valori di *Ground Sampling Distance* variabili, da circa 1,5 cm/pixel per il rilievo generale fino a valori inferiori a 0,7 cm/pixel per le aree archeologiche di dettaglio. Ciò ha permesso di integrare in un unico ambiente dati riferiti a scale differenti, massimizzando sia la copertura che la leggibilità locale.

Inoltre, entrambe le campagne sono state georeferenziate mediante punti di controllo fisici o *Ground Control Points* (GCP), collocati e registrati in coordinate reali tramite GNSS-RTK. Tali punti, selezionati per durabilità e accessibilità, costituiscono una rete di riferimento replicabile, che potrà essere utilizzata in tutte le future operazioni di rilievo o aggiornamento. Questo sistema permette di attuare un processo di georeferenziazione continua, che garantisce coerenza spaziale tra acquisizioni successive e facilita l'interoperabilità tra dati provenienti da discipline diverse (Fig. 8).

I dati acquisiti sono stati elaborati tramite *pipeline* fotogrammetriche *Structure from Motion* (SfM), generando modelli tridimensionali *reality-based*: nuvole di punti dense, ortofoto ad alta risoluzione e mesh texturizzate (Fig. 9).

Tali modelli sono in grado di restituire sia la morfologia complessiva del castello, sia le geometrie locali delle aree scavate, fornendo così un supporto operativo alle attività di documentazione, analisi e lettura stratigrafica (Westoby, 2012; Remondino & Campana, 2014).

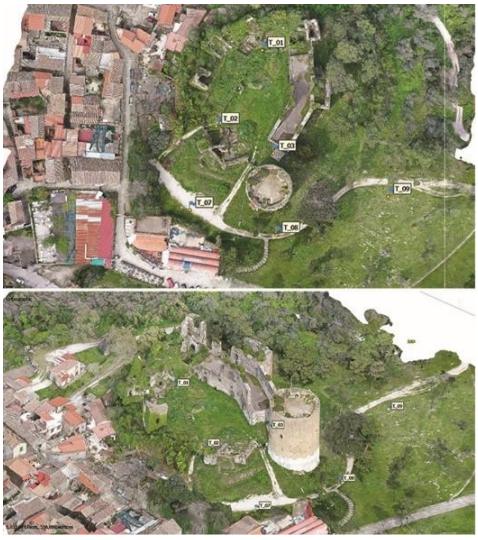


Fig. 8- Visualizzazione sul modello texturizzato dei GCP (elaborazione grafica di Domenico Iovane & Rosina Iaderosa, aprile 2025)

L'approccio adottato si distingue per l'integrazione tra scala territoriale e scala di dettaglio, cosi come per l'impostazione metodologica orientata alla ripetibilità e all'aggiornabilità del dato. In particolare, la disponibilità di una base georeferenziata solida permette oggi di collocare le evidenze archeologiche in un ambiente tridimensionale coerente, facilitando confronti diacronici e l'interoperabilità con dati provenienti da discipline diverse.

5. Fruizione digitale e valorizzazione: modelli e piattaforme

L'impiego di modelli tridimensionali *reality-based* pubblicati online rappresenta un passaggio strategico del progetto, non solo in termini di divulgazione ma anche per il confronto tra studiosi e il monitoraggio delle fasi di scavo. In questa fase iniziale, i modelli generati dalle campagne UAS del 2025 sono stati pubblicati su Sketchfab, una piattaforma che consente la navigazione interattiva.

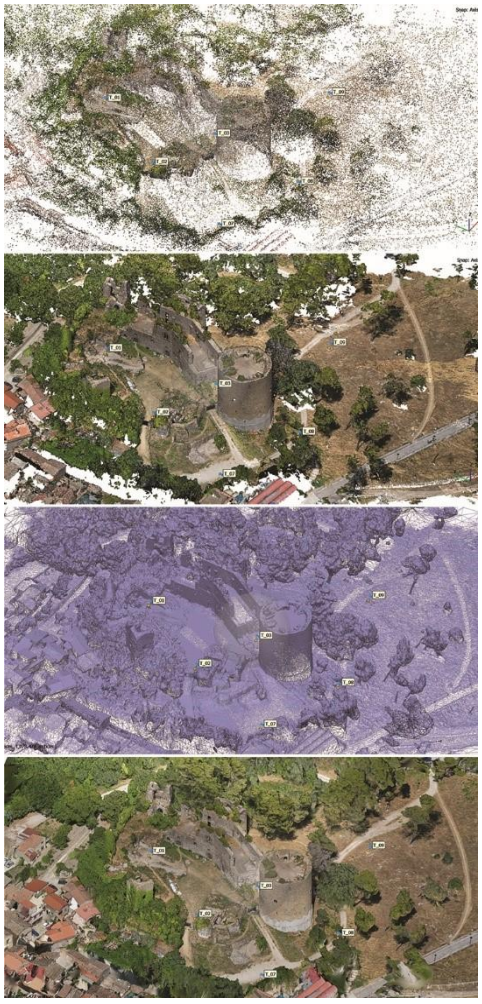


Fig. 9- Dall'alto verso il basso: nuvola di punti sparsa; nuvola di punti densa; modello mesh; modello mesh texturizzato (elaborazione grafica di Domenico Iovane & Rosina Iaderosa, luglio 2025)

Inoltre consente l'inserimento di annotazioni testuali (*hotspot*) e la fruizione immediata del dato spaziale, anche da parte di utenti non specialistici. L'adozione di questo strumento si è configurata fin dall'inizio come un primo esperimento di diffusione dei dati, pur in fase iniziale e con funzione di bozza del progetto sinergico. La piattaforma ha consentito di testare l'efficacia della pubblicazione remota dei risultati, con l'intento di migliorare progressivamente le modalità collaborative e di gestione del dato scientifico.

La scelta di Sketchfab è stata motivata da criteri di accessibilità, divulgazione, rapidità di implementazione e diffusione *cross-platform*, elementi che hanno reso possibile l'immediata condivisione dei modelli e la loro esplorazione da remoto (Gallou, 2022). Tuttavia, pur offrendo strumenti efficaci per la rappresentazione visuale, la piattaforma non consente una gestione collaborativa multiutente nativa: soltanto gli autori del modello possono modificare contenuti o aggiungere annotazioni. Pertanto, l'ambiente attualmente disponibile è gestito da un nucleo curatoriale, incaricato di aggiornare e strutturare il contenuto in base all'evoluzione dello scavo e delle interpretazioni (Fig. 10).



Fig. 10- Visualizzazione in ambiente Sketchfab del modello dell'aprile 2025 (elaborazione grafica di Domenico Iovane & Rosina Iaderosa, 2025)

Per gli utenti generici, la piattaforma consente una navigazione immersiva del castello e la consultazione di informazioni localizzate: gli *hotspot* possono contenere riferimenti storici, dati archeologici, immagini e link esterni, offrendo una narrazione integrata e multistrato (Longo et al., 2020). Per il team scientifico, invece, il modello funge da ambiente condiviso di osservazione, utile al confronto tra diverse fasi di documentazione (es. rilievo pre- e in corso di scavo), anche se non direttamente modificabile da tutti i membri (Fig. 11).

In prospettiva, l'infrastruttura digitale è pensata per essere espandibile verso ambienti più specialistici, come piattaforme *Web Geographic Information System* (WebGIS), *3D Heritage Online Presenter* (3DHOP) o sistemi Potree, che consentono maggiore personalizzazione, gestione dei permessi e connessione strutturata a dati esterni (es. schede stratigrafiche, unità murarie, fonti documentarie).

L'integrazione con questi ambienti permetterebbe una gestione differenziata degli accessi: da un lato una versione divulgativa pubblica, dall'altro

una sezione ad accesso riservato per il team di ricerca, dotata di strumenti di editing, archiviazione e versionamento del modello (Gaspari et al., 2024).

Inoltre, la possibilità di caricare versioni successive dello stesso modello, riferite a differenti stati del cantiere (es. "Aprile 2025", "Luglio 2025", ecc.), apre alla costruzione di un archivio stratificato consultabile nel tempo, utile alla riflessione diacronica sul sito e alla sua gestione documentata. In questo quadro, il modello tridimensionale si configura come strumento operativo di lungo periodo, utile per la ricerca, la didattica, la comunicazione e la governance del bene.

L'adozione di Sketchfab costituisce un primo passo funzionale verso la fruizione digitale e la strutturazione di un ambiente documentale condiviso, destinato a essere progressivamente ampliato e articolato mediante soluzioni tecnologiche in grado di rispondere alle esigenze di aggiornabilità, interoperabilità e controllo scientifico.

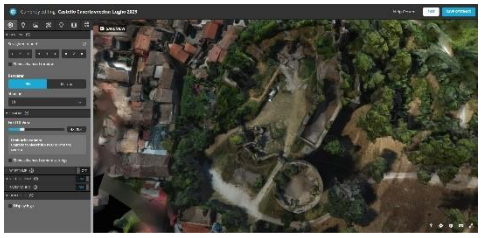


Fig. 11- Visualizzazione in ambiente Sketchfab del modello di luglio 2025 (elaborazione grafica di Domenico Iovane & Rosina Iaderosa, 2025)

6. Discussione metodologica

Le attività interdisciplinari condotte sul Castello di Casertavecchia evidenziano la validità di un approccio integrato tra ricerca archeologica, rilievo digitale e rappresentazione architettonica, non solo in termini di documentazione e analisi, ma anche per la costruzione di strumenti di fruizione, comunicazione e condivisione del dato. La convergenza tra scavo e rilievo, avviata nel 2025, ha rappresentato un momento cruciale per lo sviluppo di una metodologia multilivello, orientata tanto alla conoscenza quanto alla valorizzazione del sito. Le ricerche archeologiche condotte dal Dipartimento di Lettere e Beni culturali dell'Università della Campania hanno già messo in luce l'enorme potenziale informativo ancora custodito dal complesso fortificato, pur in un quadro in cui le modalità pregresse di intervento, non sempre rispettose dei criteri della ricerca archeologica, rendono oggi difficile un'estensione sistematica delle indagini stratigrafiche all'intera area del castello (Busino, 2025).

In questo contesto, il contributo del rilievo digitale si dimostra particolarmente efficace per garantire un livello documentale elevato anche in aree non più direttamente accessibili allo scavo. Sorvolando sulle prospettive legate alla valorizzazione monumentale in senso stretto (Busino, 2022), l'attività in corso apre a una riflessione metodologica che guarda anche al rapporto tra fortificazione e paesaggio come chiave interpretativa più ampia.

7. Conclusioni

L'insediamento di Casertavecchia, posto su una delle balze del monte Tifata, suggerisce la necessità di una lettura estesa, capace di collegare la morfologia del territorio alle dinamiche insediative e difensive. Tale prospettiva, ancora da esplorare pienamente, costituisce un ulteriore ambito di convergenza disciplinare. In sintesi, il progetto costituisce un caso studio emblematico, dove lo scambio tra archeologia e disegno non solo ha migliorato la comprensione del sito, ma ha contribuito a definire un metodo replicabile, capace di dialogare con le esigenze contemporanee di tutela, gestione e comunicazione del patrimonio fortificato mediterraneo.

Ringraziamenti

Pur nella piena condivisione della struttura e dei contenuti complessivi del contributo, si specificano le seguenti attribuzioni individuali: i paragrafi '1. Introduzione', '6. Discussione metodologica' e '7. Conclusioni' a Ornella Zerlenga; i paragrafi '2. Breve inquadramento cronologico e culturale' e '3. Le indagini archeologiche dal 2021: settori di scavo e dati rilevanti' a Nicola Busino; il paragrafo '4. Il rilievo digitale: finalità, tempi e metodi' a Domenico Iovane; il paragrafo '5. Fruizione digitale e valorizzazione: modelli e piattaforme' a Rosina Iaderosa. Le immagini sono attribuite singolarmente in didascalia.

Bibliografia

Busino, N. (2015) Appunti per ricerche archeologiche nel castello di Casertavecchia. In: Busino, N. & Rotili, M. (a cura di) *Insediamenti e cultura materiale fra tarda antichità e medioevo*. Atti del Convegno di studi Insediamenti tardoantichi e medievali lungo l'Appia e la Traiana Nuovi dati sulle produzioni ceramiche, 23-24 marzo 2011, Santa Maria Capua Vetere. San Vitaliano (NA), Tavolario Editore, pp. 341-353.

Busino, N. (2022) Esperienze di archeologia medievale nel Casertano: prospettive di archeologia pubblica? In: Senatore, A., Mancini, R., Albini, A., Scaduto, M.L. & De Tommasi, A. (a cura di) *Archeologia pubblica, paesaggi e culture e innovazione sociale. Alcuni casi di studio in Campania e Molise. Studi in onore di Giuseppina Bisogno e in ricordo di Carmine Digiglio*. Firenze, All'Insegna del Giglio, pp. 83-96.

Busino, N. (2024) Casi di attività produttive da due insediamenti medievali della Campania settentrionale. In: Ebanista, C. & Rotili, M. (a cura di) *Tecnologia e simbologia fra tarda antichità e medioevo* (Giornate sulla tarda antichità e il medioevo, 14). Bari, Edipuglia, pp. 575-590.

Busino, N. (2025) Ricerche archeologiche nel castello di Casertavecchia: nuovi dati e prospettive di ricerca. In: Zerlenga, O. & Cirillo, V. (a cura di) *Defensive architecture of the Mediterranean*, vol. XXI. Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 10-12 April 2025, Caserta, pp. 1467-1474.

Busino, N. & Tomeo, A. (2022) Ricerche archeologiche nel castello di Casertavecchia: nota preliminare. In: Milanese, M. (a cura di) *IX Congresso nazionale di Archeologia medievale*. Atti del Congresso nazionale, 28 settembre–2 ottobre 2022, Alghero. Sesto Fiorentino (FI), All'Insegna del Giglio, pp. 312-317.

Gallou, E. (2022) Heritage and pathways to wellbeing: From personal to social benefits, between experience, identity and capability shaping. *Wellbeing, Space and Society*, 2022(3), articolo 100084.

Gaspari, F., Barbieri, F., Fascia, R., Ioli, F., & Pinto, L. (2024) An Open-Source Web Platform for 3D Documentation and Storytelling of Hidden Cultural Heritage. *Heritage*, 7(2), 517-536.

Longo, D., Boeri, A., Turillazzi, B., & Orlandi, S. (2020) Cultural heritage and interoperable open platform: Strategies for knowledge, accessibility, enhancement and networking. In S. Syngellakis & S. Hernández (a cura di), *Sustainable development and planning XI*. Southampton (UK), WIT Press, pp. 371-382.

Mendoza, M. A. D., De La Hoz Franco, E. & Gómez, J. E. G. (2023) Technologies for the preservation of cultural heritage—A systematic review of the literature. *Sustainability*, 15(2), articolo 1059.

Napolitano, S. (2023) La ceramica 'sporadica' dal castello di Casertavecchia: i ritrovamenti della Protezione Civile. In: *IX Ciclo di studi medievali*. Atti del Convegno, 6–7 giugno 2023, Firenze. Vibo Valentia, Libriitalia.net Edizioni, pp. 331-335.

Remondino, F. & Campana, S. (2014). *3D recording and modelling in archaeology and cultural heritage*. Oxford, British Archaeological Reports.

Westoby M.J., Brasington J., Glasser N.F., Hambrey M.J. & Reynolds J.M. (2012) Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications, *Geomorphology*, 179, 300-314.



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

edUPV
Universitat Politècnica de València