

# 15 DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN

Marco Giorgio BEVILACQUA, Denise ULIVIERI (Eds.)



DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN  
Vol. XV



PROCEEDINGS of the International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast  
FORTMED 2023

DEFENSIVE ARCHITECTURE OF THE MEDITERRANEAN  
Vol. XV

Editors  
Marco Giorgio Bevilacqua, Denise Olivieri  
Università di Pisa

PISA  
UNIVERSITY  
PRESS

 edUPV  
Universitat Politècnica de València

International conference on fortifications of the Mediterranean coast FORTMED 2023, 6. <2023 ; Pisa>  
Defensive architecture of the Mediterranean, vol. XIII-XV : proceedings of the International conference on fortifications of the Mediterranean coast FORTMED 2023 : Pisa, 23, 24 and 25 March 2023 / editors Marco Giorgio Bevilacqua, Denise Ulivieri. - 3 volumi. - Pisa : Pisa university press, 2023.

Contiene:

[Vol. 1]: Defensive architecture of the Mediterranean, vol. XIII / editors Marco Giorgio Bevilacqua, Denise Ulivieri

[Vol. 2]: Defensive architecture of the Mediterranean, vol. XIV / editors Marco Giorgio Bevilacqua, Denise Ulivieri

[Vol. 3]: Defensive architecture of the Mediterranean, vol. XV / editors Marco Giorgio Bevilacqua, Denise Ulivieri

725.18091638 (23.)

I. Bevilacqua, Marco Giorgio II. Ulivieri, Denise I. Architettura militare - Fortificazioni - Mar Mediterraneo - Coste - Congressi

CIP a cura del Sistema bibliotecario dell'Università di Pisa

**UPI**

UNIVERSITY  
PRESS ITALIANE

Membro Coordinamento  
University Press Italiane

Series *Defensive Architecture of the Mediterranean*

General editor: Pablo Rodriguez-Navarro

The papers published in this volume have been peer-reviewed by the Scientific Committee of FORTMED2023\_Pisa

© editors: Marco Giorgio Bevilacqua, Denise Ulivieri

© editorial team: Iole Branca, Valeria Croce, Laura Marchionne, Giammarco Montalbano, Piergiuseppe Rechichi

© cover picture: Giammarco Montalbano, Piergiuseppe Rechichi

© papers: the authors

© publishers: Pisa University Press (CIDIC), edUPV (Universitat Politècnica de València)

Published with the contribution of the University of Pisa

© Copyright 2023

Pisa University Press

Polo editoriale - Centro per l'innovazione e la diffusione della cultura

Università di Pisa

Piazza Torricelli 4 · 56126 Pisa

P. IVA 00286820501 · Codice Fiscale 80003670504

Tel. +39 050 2212056 · Fax +39 050 2212945

E-mail [press@unipi.it](mailto:press@unipi.it) · PEC [cidic@pec.unipi.it](mailto:cidic@pec.unipi.it)

[www.pisauniversitypress.it](http://www.pisauniversitypress.it)

ISBN 978-88-3339-794-8 (three-volume collection)

ISBN 978-88-3339-797-9 (vol. 15 and electronic version)

© Copyright edUPV (Universitat Politècnica de València) 2023

ISBN: 978-84-1396-125-5 (three-volume collection)

ISBN: 978-84-1396-129-3 (electronic version)

ISBN: 978-84-1396-128-6 (vol. 15)

PROCEEDINGS of the International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast FORTMED 2023

Pisa, 23, 24 and 25 March 2023

L'opera è rilasciata nei termini della licenza Creative Commons: Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale (CC BY-NC-ND 4.0).

Legal Code: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.it>



L'Editore resta a disposizione degli aventi diritto con i quali non è stato possibile comunicare, per le eventuali omissioni o richieste di soggetti o enti che possano vantare dimostrati diritti sulle immagini riprodotte.

L'opera è disponibile in modalità Open Access a questo link: [www.pisauniversitypress.it](http://www.pisauniversitypress.it)

## Organization and committees

### Organizing Committee

#### Chairs:

Marco Giorgio Bevilacqua. Università di Pisa

Denise Olivieri. Università di Pisa

#### Secretary:

Lucia Giorgetti. Università di Pisa

Stefania Landi. Università di Pisa

#### Members:

Iole Branca. Università di Pisa

Laura Marchionne. Università di Firenze

Massimo Casalini. Università di Pisa

Valeria Croce. Università di Pisa

Andrea Crudeli. Università di Pisa

Monica Petternella. Università di Pisa

Piergiuseppe Rechichi. Università di Pisa

Giammarco Montalbano. Università di Pisa

### Scientific Committee

Almagro Gorbea, Antonio. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Spain

Bertocci, Stefano. Università degli Studi di Firenze. Italy

Bevilacqua, Marco Giorgio. Università di Pisa. Italy

Bragard, Philippe. Université Catholique de Louvain. Belgium

Bouزيد, Boutheina. École Nationale d'Architecture. Tunisia

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

Castrobarba Barba, Angelo. The Polish Academy of Sciences, Institute of Archaeology and Ethnology.  
Poland – Università degli Studi di Palermo. Italy

Croce, Valeria. Università di Pisa. Italy

Cherradi, Faissal. Ministère de la Culture du Royaume du Maroc. Morocco

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

Dameri, Annalisa. Politecnico di Torino. Italy

Di Turi, Silvia. ITC-CNR. Italy

Eppich, Rand. Universidad Politécnica de Madrid. Spain

Fairchild Ruggles, Dorothy. University of Illinois at Urbana-Champaign. USA

Faucherre, Nicolas. Aix-Marseille Université – CNRS. France

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  
Giorgetti, Lucia. Università di Pisa. Italy  
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  
Landi, Stefania. Università di Pisa. Italy  
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  
Maurici, Ferdinando. Regione Siciliana-Assessorato Beni Culturali. Italy  
Mazzoli-Guintard, Christine. Université de Nantes. France  
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  
Parrinello, Sandro. Università di Pavia. Italy  
Pirinu, Andrea. Università di Cagliari. 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 Toscana. Italy  
Ruiz-Jaramillo, Jonathan. Universidad de Málaga. Spain  
Santiago Zaragoza, Juan Manuel. Universidad de Granada. Spain  
Sarr Marroco, Bilal. Universidad de Granada. Spain  
Spallone, Roberta. Politecnico di Torino. Italy  
Toscano, Maurizio. Universidad de Granada. Spain  
Ulivieri, Denise. Università di Pisa. Italy  
Varela Gomes, Rosa. Universidade Nova de Lisboa. Portugal  
Verdiani, Giorgio. Università degli Studi di Firenze. Italy  
Vitali, Marco. Politecnico di Torino. Italy  
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. Università degli Studi di Firenze  
Teresa Gil Piqueras. Secretary of FORTMED. Universitat Politècnica de València  
Roberta Spallone. FORTMED advisor. Politecnico di Torino  
Julio Navarro Palazón. LAAC, Escuela de Estudios Árabes, CSIC  
Luis José García Pulido. LAAC, Escuela de Estudios Árabes, CSIC  
Ángel Benigno González Avilés. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Escuela Politécnica Superior Universidad de Alicante

**Organized by:**



**UNIVERSITÀ DI PISA**  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
DELL'ENERGIA, DEI SISTEMI,  
DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI

**With the collaboration  
and the contribution of:**



**With the patronage  
and the contribution of:**



**With the patronage of:**



**Partnership:**



**With the patronage of:**







## Table of contents

**Preface**..... XV

### Contributions

#### CHARACTERIZATION OF GEOMATERIALS

Stone materials and construction technology in the Piscinì tower (South-western Sardinia, Italy):  
archaeometric investigations and digital survey..... 941  
*S. Columbu, D. Fancello, G. Verdiani*

Mannu tower (Central-western Sardinia, Italy): from petrographic, geomorphological investigations  
and digital survey to intervention proposal ..... 949  
*S. Columbu, R. T. Melis, P. E. Orrù, V. Demurtas, D. Fancello, G. Verdiani, G. Deiana*

The Rocca Vecchia fortress in the Gorgona island (Tuscany, Italy): building materials and  
conservation issues ..... 957  
*F. Fratini, S. Rescic, D. Pittaluga, F. De Vita*

The building materials of the Rocca della Verruca fortress (Tuscany-Italy)..... 965  
*G. Pancani, A. Arrighetti, F. Fratini, S. Rescic*

Caracterización arqueométrica de maderos históricos en las torres nazaries del reino de Granada ..... 973  
*L. Pérez-Lomas, J. Ruiz-Jaramillo, L. J. Garcia-Pulido*

Fortezza medicea di Volterra: progetto della ‘messa in sicurezza’ (restauro e recupero) del  
camminamento di ronda e degli elementi architettonici a sporgere -‘beccatelli’- del lato nord della  
cortina perimetrale (1472/1474) ..... 981  
*D. Taddei, C. Calvani, A. Taddei, A. Martini*

#### DIGITAL HERITAGE

Application of new survey technologies for 3D restitution and the architectural study of the Spanish  
fort Gourraya in Bejaia (Algeria) ..... 991  
*N. Abderrahim Mahindad, S. Haoui Bensaada*

The Fort of the Holy Savior in Messina. Historical cartography and digital surveys..... 997  
*A. Altadonna, G. Martello, A. Nastasi, F. Todesco*

Drawing and interactive architectural walkthrough to communicate complex spaces ..... 1005  
*A. Basso, A. Meschini, M. Russo*

Studio preliminare sul complesso fortificato di Trogir (Croazia) basato su un approccio multi-  
disciplinare ..... 1013  
*S. Brizzi, M. Ricciarini, S. Bertocci, C. Riminesi*

Fruizione digitale dei paesaggi perduti. Il sistema fortificato di Palazzo d'Avalos a Procida.....	1021
<i>P. D'Agostino, G. Antuono, A. Maglio, A. Carannante</i>	
Digital survey and 3D virtual reconstruction for mapping historical phases and urban integration of the fortified gates in the city of Pavia, Italy.....	1029
<i>R. De Marco, F. Galasso</i>	
Fortificación y control estratégico del Camino de la Raya en el s.XV: análisis geoespacial del dominio visual de un territorio de frontera .....	1037
<i>J.J. Fondevilla Aparicio</i>	
Il ruolo del rilievo integrato nell'interpretazione dell'edificio storico: Rocca di Sala a Pietrasanta (Lu) .....	1047
<i>G. Frosini, L. Parodi, A. Di Paola, S. Vecchio, S. Garuglieri, B. Verona</i>	
Levantamiento digital y modelización 3D de la Torre Rubia, del siglo XVI en Molinos Marfagones (Cartagena, Región de Murcia) .....	1055
<i>J. García-León, P. E. Collado-Espejo, P. J. Martínez-Serrano</i>	
Levantamiento fotogramétrico de las atalayas medievales del Altiplano más septentrional de Granada.....	1063
<i>L. J. García-Pulido, J. Ruiz-Jaramillo</i>	
Taranto underground: digital survey and virtual exploration of the hypogea along the Aragonese walls .....	1073
<i>G. Germanà, G. Verdiani, S. Giraudeau</i>	
Digital artefacts for the knowledge and documentation of the fortified heritage. The Castle of Torres Vedras in Portugal .....	1081
<i>F. Guerriero</i>	
Castelnuovo: una fortezza dimenticata.....	1089
<i>C. Monteleone, F. Panarotto</i>	
Le rocce raccontano: la cripta, le prigioni e i sotterranei del castello di Otranto. Dal rilievo al modello di fruizione virtuale.....	1097
<i>G. Muscatello, C. Mitello</i>	
Rilievo architettonico remote sensing della Fortezza della Verruca sui Monti Pisani, Toscana (Italia).....	1105
<i>G. Pancani, M. Bigongiari</i>	
Analysis and definition of intervention strategies for the conservation of the boundary walls in Verona.....	1113
<i>S. Parrinello, R. De Marco, E. Doria</i>	
Digitalizzare, ricostruire e fruire il Castello di Montorio. Un tassello nella definizione della rotta culturale dei castelli scaligeri.....	1123
<i>F. Picchio, A. Pettineo</i>	
Levantamiento gráfico integral para el análisis de la Fortaleza de Santa Ana en Oliva (Valencia) .....	1131
<i>P. Rodríguez-Navarro, T. Gil Piqueras, A. Ruggieri</i>	

La fotogrametría SfM mediante UAS para la documentación de las fortificaciones de la Alpujarra (Granada y Almería, España) .....	1139
<i>J. Rouco Collazo, J. A. Benavides López</i>	
A 3D integrated survey of fortified architectures: the medieval Canossa castle.....	1147
<i>M. Russo, F. Panarotto, G. Flenghi, E. Rossi, A. Pellegrinelli</i>	
Architetture fortificate in Istria: analisi, restituzione BIM e comunicazione avanzata di due forti a Pola .....	1155
<i>A. Sdegno, V. Riavis, P. Bašić</i>	
Elementi fortificati dal territorio di Palmi e Seminara: la cittadella di Carpoli .....	1163
<i>F. Stilo, L. Pizzonia</i>	
Documentation, understanding and enhancement of Cultural Heritage through integrated digital survey: Ínsua fort in Caminha (Portugal) .....	1171
<i>R. Volzone, P. Becherini, A. Cottini</i>	
CULTURE AND MANAGEMENT	
L'antico castello di Alba: studi per la conservazione e la valorizzazione di un sito archeologico.....	1181
<i>F. Ambrogio</i>	
Culture, tourism and fortifications-Educational centre on St. John's Fortress in Šibenik, Croatia .....	1189
<i>G. Barišić Bačelić, I. Lučev</i>	
Bunker landscapes. From traces of a traumatic past to key elements in the citizen identity.....	1195
<i>G. Cherchi, D. R. Fiorino, M. R. Pais, M. S. Pirisino</i>	
Fortified city's heritage and urban archaeology. The Neapolitan fortified port town through the archaeological discoveries .....	1203
<i>T. Colletta</i>	
Da struttura fortificata a centro per la comunità: il caso del castello di Hylton a Sunderland (UK) .....	1211
<i>D. Dabbene</i>	
Identification and Prioritization of Conservation Measures at the Castle of Gjirokastra, Albania .....	1219
<i>R. Eppich, E. Mamani, L. Hadzic, J. Alonso, M. Núñez García, I. Martínez Cuart</i>	
Andar per castelli: Calendasco lungo la via Francigena .....	1227
<i>M. M. Grisoni, N. Badan, D. Zanon</i>	
Le mura invisibili.....	1237
<i>M. Malagugini, S. Saj</i>	
Adaptive Reuse for Fortifications as a Strategy towards Conservation and Urban Regeneration. The case of 'Canto di Stampace' in Pisa .....	1245
<i>L. Marchionne, E. Parrini</i>	
La Cittadella di Alessandria, 'Faro' di pace in Europa .....	1253
<i>A. Marotta</i>	

Identidad y memoria: nuevos enfoques para la gestión de los castillos en la provincia de Alicante (España) .....	1261
<i>J. A. Mira Rico, G. Jover Roig</i>	
Recupero dei camminamenti in quota delle mura urbane limitrofe al Giardino Scotto di Pisa.....	1269
<i>M. Pierotti, M. Guerrazzi, G. Masiello</i>	
The Military Heritage and its natural environment of the Veracruz-Mexico Royal Road .....	1277
<i>D. Pineda Campos</i>	
La Real Piazza di Pescara: prospettive per la ricerca di un'identità urbana .....	1285
<i>M. Pirro</i>	
Torri nel paesaggio urbano. La 'turrata' Forio d'Ischia tra alterazioni e possibilità di valorizzazione delle architetture fortificate.....	1291
<i>A. Ragosta</i>	
Architetture fortificate e gestione dell'emergenza post-sisma: nuovi possibili strumenti per il rilievo del danno .....	1299
<i>E. Zanazzi</i>	
MISCELLANY	
Revitalization of tower fort Fort Monte Grosso and the restoration of the fortified path of Pula .....	1309
<i>P. Boljunčić</i>	
Il progetto incompiuto di Massimo Carmassi per il restauro della Fortezza Nuova di Pisa.....	1317
<i>A. Crudeli</i>	
The Castle of Cleto in Calabria. Singular characteristics of a fortress.....	1325
<i>C. Gattuso, D. Gattuso</i>	
Strategie di conoscenza e di progetto: un nuovo percorso urbano per il borgo storico di Massa Marittima .....	1331
<i>E. Giomini, S. Pieri, M. De Vita</i>	
Esplorazione visuale del dibattito intorno al secondo fianco .....	1339
<i>M. Pavignano</i>	





## Preface

The heritage of military architecture brings together many fields; it's been called an "inexhaustible source of research and perspectives" for architects, engineers, archaeologists, historians, and operators in the field of cultural heritage. The subject of knowledge and valorization of fortification works presupposes a multidisciplinary approach aimed at recognizing the different values found in the constructions. Only recently has there been an awareness of the importance of this heritage, which is in constant danger; such attention has helped in defining a series of international strategies "for the protection, conservation, interpretation and preservation of fortifications and military heritage" (ICOMOS Guidelines on fortifications and military heritage, 2021).

FORTMED 2023 moves within this rich cultural context in the belief that the dissemination of data is the essential tool for sharing knowledge.

The international conference Fortifications of the Mediterranean Coast, FORTMED 2023, opens its sixth edition in Pisa. The conference, organized by the Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTeC) of the University of Pisa, in collaboration and with the contribution of the Municipality of San Giuliano Terme, will be held on March 23, 24, and 25, 2023, at the Centro Congressi Le Benedettine.

The original idea of FORTMED, borne of the initiative of a Polytechnic University of Valencia research group coordinated by Pablo Rodríguez-Navarro, was "bringing together researchers working on this topic at a conference whose main objective would be knowledge exchange for the better understanding, assessment, management and exploitation of the culture and heritage developed on the Mediterranean coast in the modern era, bearing in mind the need for the dissemination of the results" (FORTMED 2015, vol. 1).

Thus, the FORTMED 2015 conference, organized at the Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio of the Universitat Politècnica de València (October 15, 16, and 17, 2015), was created with the hope that it would be carried on by other research groups and institutions, which would take over the baton to make FORTMED an established reality. And so, it was.

The second edition of the conference, organized at the Dipartimento di Architettura of Università degli Studi di Firenze (November 10, 11, and 12, 2016) and chaired by Giorgio Verdiani, expanded the theme to "the whole family of fortifications of the Mare Nostrum, (from Spain, to France, Italy, Malta, Tunisia, Algeria, Morocco, Cyprus, Greece, Albania, Croatia, etc...) mainly dating from the 15th to the 18th centuries, but not excluding other countries or other fortifications or coastal settlement capable to raise specific interest from the point of view of the suggestions, the methodologies, the complex and inspiring history" (FORTMED 2016, vol. 3).

FORTMED 2017, the third edition, curated (chaired) by Víctor Echarri Iribarren, held on October 26, 27, and 28, 2017, at the Escuela Técnica Superior de Arquitectura of the Universitat d'Alacant, focused "on western Mediterranean fortifications (Spain, France, Italy, Malta, Croatia, Albania, Greece, Turkey, Cyprus, Tunisia, Algeria and Morocco) dating from the 15th to the 18th centuries, including the rest of Mediterranean countries and the fortifications of this era that were built overseas (Cuba, Puerto Rico, Philippines, Panama, etc.)" (FORTMED 2017, vol. 5) and introduced the theme of "Port and Fortification."

The fourth edition of the conference, organized at the Dipartimento di Architettura e Design of the Università Politecnica di Torino, in the Valentino Castle venue (October 18, 19, and 20, 2018), chaired by Anna Marotta and Roberta Spallone, broadened the field of interest in terms of "space, including both



Northern Europe (i.e., Sweden) and Far Eastern (i.e., China) countries; and in [terms of] time, involving studies both on Middle Age defensive architecture and contemporary military buildings and settlements (from the 19th to 21st century)” (FORTMED 2018, vol. 7).

The fifth conference, FORTMED 2020, went through the vicissitudes caused by the COVID-19 pandemic. Initially scheduled for March 26, 27, and 28, 2020, in Granada, it was then moved to an online conference held on November 4, 5, and 6, 2020, organized by the Escuela de Estudios Árabes of Granada under the coordination of Julio Navarro Palazón and Luis José García-Pulido. Fortunately, the web platform allowed for the inclusion of “live talks by invited lecturers, recorded videos, and presentations with the possibility for attendees to comment on and discuss each presentation” (FORTMED 2020, vol. 10). On this occasion, given the relevance of Islamic architecture in the Mediterranean and the previous studies carried out by the Escuela de Estudios Árabes of Granada, this theme was included in the conference.

For this sixth edition, the idea is to foster the solidification of a collaborative, integrated, and up-to-date vision that leads research on this theme to the highest levels, ferrying it into the 21st century. This means also recognizing the value of contemporary architectural heritage (e.g., bunkers built during World War II) and addressing new issues related to its preservation and restoration.

The focal centers of FORTMED 2023 investigations are fortifications in the Mediterranean (Spain, France, Italy, Malta, Tunisia, Cyprus, Greece, Albania, Algeria, Morocco) without excluding other Mediterranean countries and other fortifications built overseas (Cuba, Puerto Rico, Philippines, Panama...).

The conference has an interdisciplinary nature, to which architects, engineers, archaeologists, historians, geographers, cartographers, heritage workers and administrators, tourism professionals, and experts in heritage restoration-conservation and dissemination have contributed.

The results of the research presented at FORTMED conferences over the years are collected in the volumes of the Defensive Architecture of the Mediterranean Series, which with Pisa amounts to 15.

FORTMED 2023 received numerous contributions, which demonstrates the growing interest of scholars in the topic of promoting knowledge, preservation, and enhancement of the heritage of fortified architecture. All the submitted papers were double-blind and peer-reviewed by the members of the Scientific Committee, and among them, about 160 were selected, with authors from Algeria, Austria, Colombia, Croatia, France, Greece, Italy, Morocco, Poland, Portugal, and Spain.

The contributions are collected in these three volumes (vols. 13, 14, and 15), organized according to their content into thematic sections, representing different topics and ways of approaching the study of defensive heritage: Historical research, Theoretical concepts, Research on Built Heritage, Characterization of geomaterials, Digital Heritage, Culture, and Management, and finally Miscellany.

We hope FORTMED 2023 will strengthen knowledge exchange and sharing for better understanding, evaluation, management, and enhancement of the culture and heritage of fortified architecture.

The entire organizing committee gives special thanks to Pablo Rodríguez-Navarro, president of FORTMED©, and to all the members of the Advisory Committee for their valuable advice and constant presence during all phases of the organization of the conference. Heartfelt thanks go to all the members of the Scientific Committee for their expertise and the time they were willing to devote to thoroughly reviewing the submitted proposals.

We also thank the University of Pisa and the administrative secretary of the DESTeC for their active support in the organization of the conference. Special thanks go to the Organizing Committee members for their valuable cooperation. We also thank the municipality of San Giuliano Terme for cooperation in the organization and support.

Heartfelt thanks go to the scientific associations and institutions that were willing to grant their patronage: UID Unione Italiana Disegno, Istituto Italiano dei Castelli – Sezione Toscana, ICOMOS Italia (Consiglio Internazionale dei Monumenti e dei Siti. Comitato Nazionale Italiano), AISTARCH (Associazione Italiana di Storia dell’Architettura), CSSAr (Centro di Studi per la Storia dell’Architettura), Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori della Provincia di Pisa, municipality of Pisa, municipality of Vicopisano, and Museo Multimediale Rocche e Fortificazioni Valle del Serchio.

Finally, we would like to express our gratitude to all the authors for the quality of their contributions, their attitude regarding the adequacy of the reviews, and their patience throughout the editing process and registration.

The hope is that those who will pick up the baton of the next FORTMED edition will realize increasingly effective synergies and networking opportunities.

Marco Giorgio Bevilacqua, Denise Olivieri

FORTMED2023 Chairs



## **Contributions**



## **Characterization of geomaterials**



# Stone materials and construction technology in the Piscinnì tower (South-western Sardinia, Italy): archaeometric investigations and digital survey

Stefano Columbu<sup>a</sup>, Dario Fancello<sup>b</sup>, Giorgio Verdiani<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Department of chemical and geological sciences, University of Cagliari, Cagliari, Italy, columbus@unica.institution,

<sup>b</sup> Department of chemical and geological sciences, University of Cagliari, Cagliari, Italy, <sup>c</sup> Department of Architecture, University of Florence, Florence, Italy, giorgio.verdiani@unifi.it

## Abstract

The tower of Piscinnì (WGS84: 38°54'15"N 8°46'40"E) is located within a beautiful coastal enclave on the coast of *Teulada* (South-western Sardinia). The mighty building stands on a promontory dominating the wild and suggestive panorama of the beach surrounded by Mediterranean vegetation. It was built at the end of the XVI century and still stands out for its size and conservation state. It had a great strategic importance since it was meant to guard both the landing area towards the valley behind, and the homonymous pond, exploited in the XVI century by the merchant Pietro Porta as a fish reserve. In the Spanish period (between the XVI and XVII centuries), the tower was reinforced and guarded by an armed garrison. The area was previously frequented by the Punic and Roman people, who set up several sandstone and conglomerate quarries, used to build the villages and port structures of the various coastal settlements, e.g., Bithia (near to Chia village). The tower of Piscinnì is set in a very lively jagged coastline, characterized by rapid transitions from one landscape to another: from fine-grained, whitish sand beaches (as the not-so-far renowned Tuerredda and Capo Malfatano) to gravelly coves, from “rias” and ponds to high cliffs of intrusive magmatic (e.g. granitoids) and metamorphic rocks. The research involves several interdisciplinary work phases: 1) petrographic and physical-mechanical analysis of the building materials (stones and mortars) to understand their state of conservation, durability and their source in the surrounding area; 2) digital survey of the tower using photogrammetric techniques and 3d Laser Scanner technology to define the geometric-structural aspects; 3) stylistic-architectural analysis of the building and the load-bearing structures to understand the technologies and construction phases and any static-structural criticalities.

**Keywords:** fortifications, chemical-physical degradation, conservation, lasergrammetry.

## 1. Introduction

### 1.1 Environmental context

The tower of *Piscinnì* or *Pixinnì* (or *Pixini*, or *Pichini* or *Picinin*) is embedded in the beautiful coastal enclave of *Domus de Maria*, within the *Teulada* coastline at the south-western tip of Sardinia (Fig. 1). This area has been frequented since Punic and Roman times (Auriemma and Solinas, 2009). The tower stands on a promontory dominating the wild and evocative panorama of beaches and Mediterranean vegetation and can

be reached by a path from the coastal road to the shore. In addition to the main path, there are other footpaths that lead to two beautiful and isolated smaller coves, called Porto and Torre Piscinnì (Fig. 1, on the left), which complete the enchanting bay. North of the stretch of coastline there is the homonymous Piscinnì beach. The shoreline is constituted by fine white sand that plunges into wonderful crystal-clear waters that take on





Fig. 1- Panoramic view of Piscinni Tower and the landscape (Columbu, 2022)

shades between green and turquoise. Behind the shoreline is the large pond of *Piscinni*, which recedes in summer, is rich in plant diversity and has become a site of community interest. Being an area devoted to livestock farming, it is common, especially in the off-season, to encounter grazing cows or goats, which ‘relax’ between pond and beach.

This area is an enclave of the Municipality of *Domus de Maria* within the Municipality of *Teulada* thus is very close (southward) to the earthly paradise of *Tuerredda* and *Capo Malfatano*, two of the most resplendent and celebrated *Teulada*’s jewels. Northward, the two splendid gravelly-rocky beaches of *Campionna* (named after the islet that can be reached by sea in front of it), and *sa Cannu* (fishing pole) which takes its name from the fishiness of its seabed made up of heterometric rocks, from gravel to boulders. The whole stretch of coast is characterized by abrupt transitions from one landscape to another. *Rias* (i.e. drowned river valleys), sometimes hosting salty ponds inland, alternates with high rocky cliffs interrupted by gravelly coves, and with fine-grained, very clear sandy beaches.

### The tower and aims of the research

The tower is rightfully part of the defensive system wanted in Sardinia by the Spanish kingdom and sanctioned by Philip II in 1587 (Pillosu, 1957; Montaldo, 1992). It was completed between the end of XVI and the beginning of the XVII century (Montaldo, 1992). Along with the tower of *Budello*, *Porto Escuro* and *Las Ganas*, it was built at the expense of the Cagliari merchant Pietro Porta to protect the staff of the tuna fisheries (see Pillosu, 1957: p. 16), and then ceded to the Administration that armed and garrisoned the towers. The tower of *Piscinni* is thus distinguished not only by its size but also by its strategic importance since it was meant to guard both the landing place in the valley behind

and the homonymous pond, exploited by Pietro Porta as a fish reserve (Columbu et al., 2020). In Spanish times the tower was reinforced and protected by an armed garrison. It has a truncated cone shape with a circular plan and a flat roof and, in its upper part hosts a single-domed, vaulted room with a central pillar. The only opening, at a height of about six metres, was accessible by a wooden ladder. A staircase obtained into the thickness of the masonry connects the inner room with the terrace. The tower is made up by stones with irregular shapes, consisting of sedimentary rocks (i.e., limestone, sandstone) and rocks of metamorphic origin. During the Punic period, and then in the Roman one, the low cliffs bordering the tower on both sides were sites of intense quarrying activity to produce sandstone ashlar, to be used for building’s masonry, from the geological formation known as Tyrrhenian “Panchina”. The coast still shows evident remains of this 2500 years-old exploitation, as squared surfaces, block-shaped recesses, and the original quarry floor. The main aims to reach are: I) petrographic characterization of the lithologies and mortars used in the construction of the tower, II) definition of the degradation processes and evaluation of the restoration interventions carried out in both historical and recent times, III) digital survey of the tower by 3d laser scanner technologies and photogrammetry to define the structural and architectural features of the tower that, being characterized by a stony central column and a conical structure (Figs. 2, 3), belongs to the ‘sanzillas’ category.

### 2. Geological setting

The *Piscinni* area is characterized by the widespread occurrence of low-grade metamorphic rocks, belonging to the Variscan basement, locally overlaid by Quaternary sandstones. Metamorphic rocks are represented by the metasediments, intercalated with marbles and metavolcanics, of

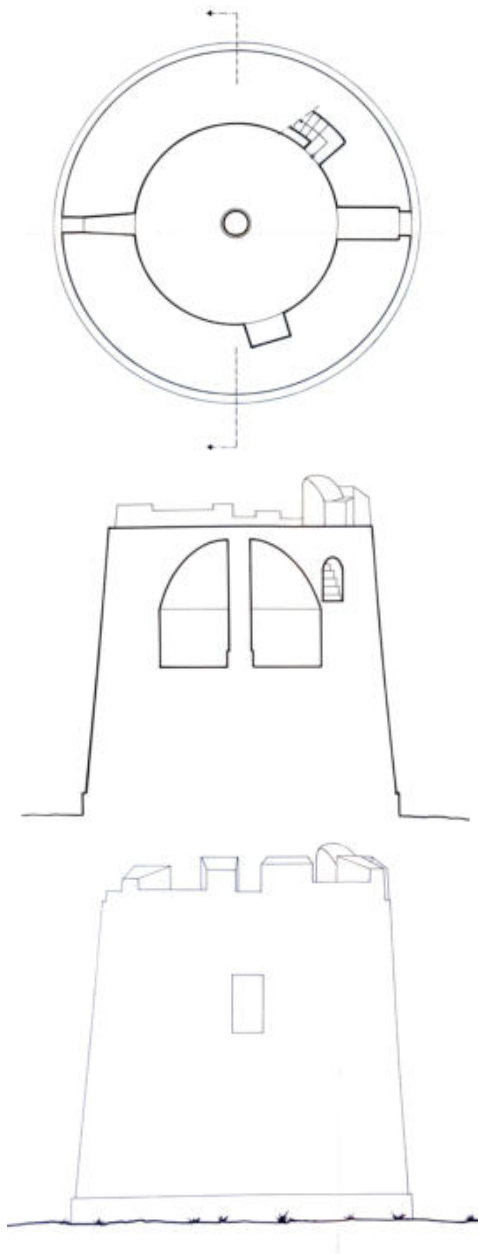


Fig. 2- Plan, section and north elevation of the Piscinni Tower (Montaldo, 1984)

the Bithia Tectonic Unit (BTU), an allochthonous unit of Upper Ordovician age ( $457.01 \pm 0.17$  Ma U/Pb dating on zircons from metavolcanic rocks; Pavanetto et al., 2012). About 1 km north from the tower, the BTU thrust over the para-autochthonous

metasediments of the Nebida Formation (Early Cambrian) (Pavanetto et al., 2012).

Quaternary calcarenites, formed in offshore to backshore environments during the last MIS5 interglacial (Pleistocene), unconformably lie on the Variscan basement, marking a gap of more than 450 Ma. They are mainly made up of quartz, feldspars, lithic fragments and bioclasts with a carbonate cement. Calcarenite outcrops form a narrow (10 to 50 m in width from the coastline), discontinuous strip along several kilometres of coast. Its thickness varies from 1 to 5-6 m and, in vertical surfaces, and preserves sedimentary structures as cross-bedding and ripples. Calcarenites were exploited as building materials in Punic-Roman ages, as testified by several quarries, some of which in proximity to the tower of Piscinni.

### 3. Methodological approach

The approach used in the study of construction materials and architectural aspects is based on different strategic intervention lines: evaluation of the formal and structural characteristics of the tower with dating the typological classification, analysis of the construction technique, lithological mapping, and analysis of the main petrographic and mineralogical features of stones and ancient mortars.

The lithoid materials (rocks, ancient mortars) used in the construction of the tower have been studied and analysed substantially on a macroscopic basis. In this first preliminary work, only the materials recognizable on the external surfaces of structure have been characterized. The macroscopic analysis of the entire external wall of the tower has also allowed the mapping and definition of the forms of degradation (e.g., exfoliation, flaking, alveolation, salt crystallisation, etc.) and to understand how the alteration processes of material evolve.

A digital survey by laserscanner and photogrammetry was carried out in June 2022 to obtain a digital model on which the sampling points, the results of the material analyses and the degradation forms can be placed. The digital survey establishes a link between the different approaches of this study. In addition, the survey has been extended to the surrounding landscape including the impressive cliffs on which the tower lays, the coastline and the remains of the



Fig. 3- The tower rising over the ancient cliffs (Verdiani, 2022)

Punic/Roman quarries, in order to integrate the geological, architectural and historical investigation in their valuable natural scenario.

#### 4. Results and discussion

##### 4.1. Petrographic characterisation of stones and mortars

The Piscinni tower is mainly built up with irregularly shaped, roughly squared ashlar, ranging in size from 10 up to 50 cm, bound together with a bedding mortar.

Discontinuous layers of more regular, flattened ashlar are placed at different heights, probably to set the horizontal plane during the building phase. The external wall was rendered with a lime-based plaster that was restored during the tower's history. The plaster is still preserved on the northward side (from NE to NW) hiding the underlying stones.

The nature of the ashlar can be seen in the SW to SE facing area where the plaster is almost totally ruined. They mostly consist of sandstone whose colour, grain size and sedimentary structures strongly resemble the nearby calcarenites outcropping around the coast.

Also, mineral phases, lithics and bioclasts, when recognizable at the naked eye or under a lens, match with those observed in the calcarenites from the quarries. Other rocks used in the wall are very rare irregular fragments of metasandstone and quartz pebbles from the Bithia Unit or from the basal conglomerate of the sandstone, consisting of reworked clasts of the same Bithia Unit. Finally, well-squared ashlar of a compact limestone form the jambs and threshold of the entrance door (architrave not visible) and the rest of the corbels

that once supported the machicolation above the door. Fragments of the same limestone, probably belonging to the collapsed corbels, lies at the tower base; the macroscopic analysis suggests that they belong to the 'Pietra Forte', a Miocene limestone outcropping in the Cagliari area that, thanks to its soundness, was commonly used to build valuable or fortified structures.

The study of mortars was carried out by subdividing them into: bedding mortar of stone ashlar (not always visible in situ), render mortars of walls, and plasters. The render mortars are used to close the centimetre-sized spaces between the stone ashlar and to prepare the substrate for the next finishing layer of plaster. From the macroscopic examination, it was not possible to understand whether they also act as a bedding mortars for the stone ashlar.

The bedding, as well as the render, mortars consist of a mainly silicate aggregate (almost totally quartz and feldspar), while the binder is lime-based (carbonates). The plaster mortars represent the external finishing that in the past completely covered the irregular truncated-conical wall of the tower. The presence of the original plasters is still observed in the north-facing part, but they have been likely reworked.



Fig. 4- The 3D laser scanner unit at work in June 2022 (Verdiani, 2022)

## 4.2. Decay of materials

As above-mentioned, the decaying state of geomaterials strongly differs from one side of the tower to another. The northern area still preserves most of the plaster whereas, moving in both clockwise and anticlockwise directions, the plasters are gradually more disrupted, up to the southern side where it totally lacks. An exception to this general trend is represented by a vertical, metre-thick belt in the northern area, where the plaster is significantly less preserved. This is likely due to rainwater flowing along the walls from the entrance door, which is a preferred way for water flow, down to the ground level. The main degradation form of the plasters are exfoliation, cracking and detachment. The bedding mortars, where exposed, have low compactness, tending to grind into flour when touched by hands.

Stone ashlars, well visible in the southern area, are mainly affected by alveolation and locally flaking. The former is better displayed by the sandstone ashlars, while the latter effect is more evident in the metasandstone fragments where it is enhanced by the natural foliation of the material. Contrary to what is expected in a seaside environment, salt efflorescences are not well developed and can be locally observed at the base of the tower.

## 4.3. Digital survey

A very preliminary digital survey intervention took place in Spring 2022 and took care of the quarries area using a Cam/2 Faro Focus3D S120, a classic 3D laser scanner based on phase-shift technology and with an operative distance of up to 120 metres. This very first survey was operated in the quarry area with a total amount of just nine scans, taken in high resolution (1/4 setting, with up to 44.4 million points for each scan) and in medium resolution (1/5 setting, with up to 28.4 million points for each scan), all the scans from this session were taken using the photographic colours feature of this scanner.

The full dataset was then aligned using the software Cam/2 Faro Scene and later moved to Autodesk Recap. The second 3D laser scanner intervention took place in June 2022, with the full coverage of the external surface of the masonry of the tower and extended coverage of all the cliffs beneath the tower (Fig. 4) and along the paths until reaching the area of the first 3D laser scanner session. In this second session, a Cam/2 Faro Focus 3D 70s unit was used. This model has

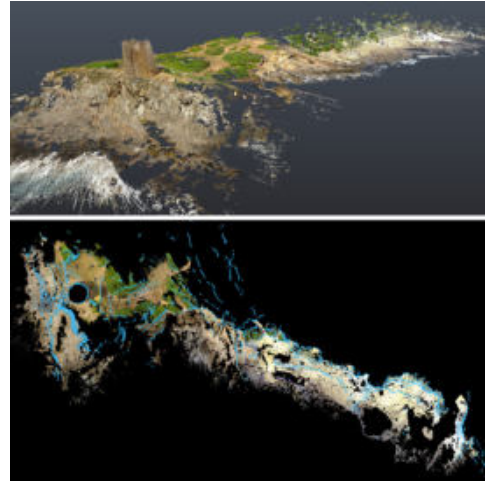


Fig. 5- The full point cloud with all the scans taken in the area aligned, perspective and top views (Verdiani, 2022)



Fig. 6- Front of the tower in orthographic projection, retouched point cloud with photographic colour mapping (Verdiani, 2022)

similar features to the previous one, it represents its evolution with higher accuracy in measurement and with an operative distance of up to 70 metres. The new dataset was based on 32 scans, taken once again with a resolution of 1/4 and 1/5 and using the photographic colour features. In this case, the files from each dataset were directly imported into Autodesk Recap and then aligned. Ending this phase, the two Recap projects were

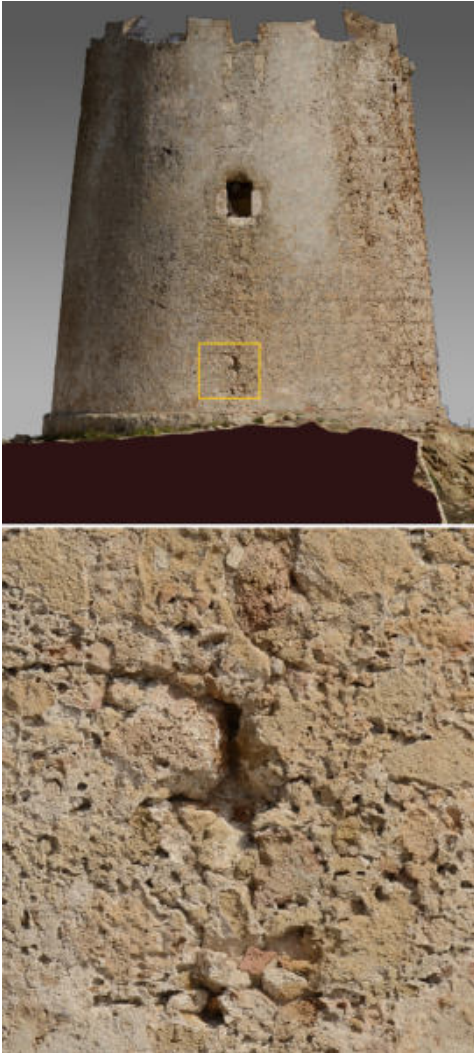


Fig. 7- Main front of the tower, with the access to the upper room, from the terrestrial photogrammetry, general view and enlargement evidencing the quality of the details (Verdiani, 2022)

aligned together to form a complete description of the cliffs, the quarry, and the tower (Figs. 5-6). Even if integrated with the photographic feature, the overall point cloud was not fully satisfactory for the representation of the fronts in the scale of details. So, it was decided to integrate the 3D laser scanner intervention with a specific photogrammetry session, exploiting the best features of the active and passive procedures for capturing the reality (Rodríguez-Navarro, 2012).

The session, operated from the ground using a Nikon D800e 36.3 Megapixel camera with FX (full frame sensor) mounting a Nikkor 24-120mm F4 zoom lens (used at 24mm), produced 309 shots covering the whole external surface of the tower with significant overlap.

All the pictures were processed using Epic Megagames Reality Capture SfM/IM software to produce one first complete 3D model of the external masonry using the classic process of alignment, polygonal surface creation, and texturing (Guidi et al. 2015). Following, a session of aerial photogrammetry was conducted using a Dji Mini 2, using the built-in camera at a resolution of 12 Megapixel. All the shots were taken according to programmed grids: two grids with the camera flipped at 90° (ortho-photogrammetry), one with a spacing of about three metres at 25 metres of height and another with about 1 metre spacing at 10 metres of height; a circular path around the tower targeting its central axis, at 15 metres of height and about 6 metres from the walls, taking a shot every 6°.

Another circular path at 10 metres of height was performed in manual flight mode to reach a further detail. This allowed to cover completely the top part of the tower and to have enhancement of the overall documentation of the landscape space around the fortification. Even in this case, the processing was operated using Reality Capture.

All the datasets coming from the 3D laser scanner, terrestrial and aerial photogrammetry were processed separately to check well their quality and possible weakness, and then the last processing was done by merging together the whole datasets into a single model with photographic quality. This last part was conducted using Reality Capture and exporting a final high-resolution model with full texturing.

The following steps in the data treatment provided the production of the classical orthographic representation of the four main fronts of the tower, the creation of a general top view in photographic and contour lines of the whole area, and a series of sections to put in evidence the relationship between the landscape and the tower.

Last but not least, the point cloud model defined in Autodesk RCP format was integrated with the information coming from the sampling, exploiting the annotation function available in Recap, using both the text comments, the links to online contents and the option for including images.



Fig. 8- View from the inland of the tower and of the seafront it dominates (Verdiani, 2022)

## 5. Conclusions

Primarily, the research allowed to characterize the building materials (i.e., rocks, ancient mortars) used in the tower and to define their origin. Irregular stone ashlar of varying shape (only rarely they are pseudo-squared or appear in regular shapes) and size were used for construction: from under a decimetre up to about 50 centimetres.

The variable size, shape, and nature (from sedimentary to metamorphic) of the building rocks, suggest that the raw materials were derived from in situ reworked stones from the Punic-Roman quarries, mixed with newly quarried ashlar and with rocks taken from pre-existing ancient structures referable up to the mediaeval period.

The first hypothesis is supported by the fact that the most frequently used lithologies are sandstones and arenaceous conglomerates belonging to the Plio-Pleistocene formation (the so-called Tyrrhenian “Panchina”), widely exploited in the Punic-Roman period by massive quarrying activity, as can be seen in the vicinity of the tower by the numerous ancient original quarry fronts and plans still visible today. Subordinate local

metamorphic rocks and occasional fragments of other rocks not belonging to the local outcrops were used as well. Regarding the degradation processes, it is possible to observe the presence of alterations, especially of the sedimentary facies (sandstones) and of the mortars, as they have a carbonate cement easily attacked by atmospheric agents, including the constant presence of marine aerosol (i.e., NaCl) and subordinately by the carbonic acid (formed by the interaction between meteoric water and CO<sub>2</sub> present in the air) that dissolves the carbonate “cement” of sandstones and of the lime binder of mortars.

The degradation is concentrated especially in the south-facing part of the tower, also due to the increased incidence of solar radiation and wind that generally blows from the South, so in this case, coming from the sea. Adequate and statistically significant sampling and study of materials (currently not yet executed) could certainly resolve the constructive and stone-compositional aspects.

The complete and accurate survey of the area, missing just some ‘impossible’ parts, like those flooded by water pools, allows a clear description

and measurement of all the morphology of the cliffs, quarry and of the tower itself. This creates a perfect base in which the information coming from the material studies can be placed, thus defining a perfect state of knowledge about the tower and its environment as it was in June 2022.

This work represents a valuable contribution, shareable with other scholars, and a perfect base for any kind of intervention, from the restoration to the accessibility enhancement and safety for the whole area. Such a documentation, already experimented in other contexts (Rodríguez-Navarro et al., 2015), should be a worthy base that, if performed following well-structured procedures, should represent a desirable tool applicable to any significant built heritage and for sure easily extendable to the fortification system along the Sardinian coasts.

## References

- Auriemma, R. & Solinas, E. (2009) Archaeological remains as sea level change markers: A review. *Quaternary International*, 206(1-2), 134-146.
- Columbu, S., Picchizzolu, G. M. F. & Cazzani, A. (2020) The construction materials and static-structural aspects of the Budello tower (Teulada, southwest Sardinia, Italy). In: Navarro Palazón, J. & García-Pulido, L.J. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean, Vol XII: Proceedings of FORTMED - International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast, 26-28 March 2020, Granada*. Granada, Universidad de Granada, Editorial Universitat Politècnica de València, Patronato de la Alhambra y Generalife, pp. 1485-1492.
- Guidi, G., Micoli, L.L., Gonizzi, S., Brennan, M. & Frischer, B. (2015) Image-based 3D capture of cultural heritage artifacts an experimental study about 3D data quality. *Digital Heritage*, 321-324.
- Montaldo, G. (1984) *Rilevamento Torre di Pixinni, Teulada (Cagliari)*. *Catalogo generale: n° 20/00030631. Soprintendenza ai Beni Ambientali Architettonici Artistici e Storici per le Province di Cagliari e Oristano, Istituto centrale per il Catalogo e la documentazione, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Italia*.
- Montaldo, G. (1992) *Le torri costiere in Sardegna*. Sassari, Carlo Delfino ed.
- Pavanetto, P., Funedda, A., Northrup, C. J., Schmitz, M., Crowley, J. & Loi, A. (2012) Structure and U–Pb zircon geochronology in the Variscan foreland of SW Sardinia, Italy. *Geological Journal*, 47(4), 426-445.
- Pillosu, E. (1957) *Le torri litoranee in Sardegna*. Cagliari, Tip. La Cartotecnica.
- Rodríguez-Navarro, P. (2012) Automated Digital Photogrammetry versus the systems based on active 3D sensors. 20, año 17, UPV, Valencia, Spain.
- Rodríguez-Navarro, P., Gil-Piquera, T. & Verdiani, G. (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. 1: Proceedings of FORTMED Modern Age Fortifications of the Western Mediterranean Coast, 15-17 October 2015, Valencia*. Valencia, Editorial Universitat Politècnica de València, pp. 321-328.

## Acknowledgements

The research presented here was coordinated by prof. Stefano Columbu, Department of Chemical and geological sciences, Cagliari University. The digital survey in spring 2022 was operated by Marco Piga and Pietro Marras. The final digital survey in June 2022 was coordinated by prof. Giorgio Verdiani, Dipartimento di Architettura, University of Florence. Digital survey group: Giorgio Verdiani, Dario Fancello, Pelin Arslan, Luca Albergoni. The terrestrial photogrammetry was operated by Giorgio Verdiani, and the aerial photogrammetry by Dario Fancello. Data processing and extraction by Giorgio Verdiani. All the activities from the Dipartimento di Architettura were supported by the Didalabs Laboratories System.

# Mannu tower (Central-western Sardinia, Italy): from petrographic, geomorphological investigations and digital survey to intervention proposal

Stefano Columbu<sup>a</sup>, Rita Teresa Melis<sup>b</sup>, Paolo E. Orrù<sup>c</sup>, Valentino Demurtas<sup>d</sup>, Dario Fancello<sup>e</sup>, Giorgio Verdiani<sup>f</sup>, Giacomo Deiana<sup>g</sup>

<sup>a</sup> Department of chemical and geological sciences, University of Cagliari, Cittadella universitaria di Monserrato, Cagliari, Italy, columbus@unica.it, <sup>b</sup> Department of chemical and geological sciences, University of Cagliari, Cittadella universitaria di Monserrato, Cagliari, Italy, <sup>c</sup> Department of chemical and geological sciences, University of Cagliari, Cittadella universitaria di Monserrato, Cagliari, Italy, <sup>d</sup> Department of chemical and geological sciences, University of Cagliari, Cittadella universitaria di Monserrato, Cagliari, Italy, <sup>e</sup> Department of chemical and geological sciences, University of Cagliari, Cittadella universitaria di Monserrato, Cagliari, Italy, <sup>f</sup> Department of Architecture, University of Florence, Florence, Italy, giorgio.verdiani@unifi.it, <sup>g</sup> Department of chemical and geological sciences, University of Cagliari, Cittadella universitaria di Monserrato, Cagliari, Italy

## Abstract

The Capo Mannu tower rests on a cliff edge in the central-western coast of Sardinia (Italy). It is placed on a 50-60 metres-thick aeolian sequence of Plio-Pleistocene age (Capo Mannu Fm.), that lies above Miocene to Lower Pliocene marine sediments (mainly limestones, sandstones, marly clays). Archival documents attested the decay state of the tower since 1620: "...les torres de Orfano Puddo, Scala Sal y Cabo Maño del Campidano de la ciutat de Oristany ha necessitat deser reparadas en moltes parts...". Repair interventions were carried out in 1784-1786, and in 1822 by the Towers Administration; the tower was garrisoned until 1846 and then abandoned. The decay of the building materials and of the tower structure is mainly due to the weathering and to the continuous gravitational collapses, triggered by the wave erosion that also produces the cliff retreat. The aim of research is to define: i) petrographic features and chemical-physical degradation of geomaterials; ii) building decay and geomorphological processes through the elaboration of a digital model of the tower and cliff. It will help to better understand the factors that affect the structure decay, and to refer the building materials to the original shape of the ruined tower. The digital survey will be mainly based on drone/UAV photogrammetry, with integration in 3D laser-scanner survey. In its final stage will try to propose possible interventions of consolidation and conservation in such a complex condition.

**Keywords:** degradation, chemical-physical processes, conservation, photogrammetry.

## 1. Introduction

### 1.1. Historical and architectural aspects

The tower rises 51 m. above sea level on the promontory of *Capu Mannu* (or *Capo Mannu*), in 1572 called *Capo las Salinas*, then later: Monte delle Saline di Oristano (in 1578), *Capitis Magni* (1590), *Cabo Maño* (1620), *Cabo Manno* (1639), *Cabu Mannu* (1729), *Cabidurimannu* (1740).

The tower history (recorded by archive documents) has been summarised and made available online by the Regional Agency of registry of the Sardinian Coasts (1).

In 1572 *Don Marcantonio Camos*, at the behest of Viceroy *Don Juan Coloma*, led an expedition of experts along the coastline of the island, to





Fig. 1- View of the Tower (photo by Verdiani, 2022)

identify the most strategic points for the erection of new coastal towers. He recommended to build the eighteenth tower at *Cabo del Las Salinas*, as an ordinary lookout tower manned by two men, with an internal cistern, which could be built at a total cost of 240 *scudi*. The tower is then mentioned in the project for the construction of numerous coastal watchtowers and defence towers prepared by Viceroy *Michele De Moncada* (1578-83), being already under construction.

The *Capo Mannu* tower was built between 1572 and 1580 to protect the salt pans, equipped with an internal cistern, but already in 1521, the Turkish geographer *Piri Reis* had noted in the *Capo Mannu* the presence of an unfortified guard post that arose to defend the Salina beach. The tower was also built to guard the cove of *Su Pallosu*, as certified in 1572 "... the Capo las Salinas can accommodate a good number of galleys, it possesses timber but no water...", and the tuna fishery that was already active in the 16<sup>th</sup> century. Together with the towers of 'Sa Mora' and 'Scala' e 'Sale', it guarded the whole coastal strip north of Sinis, up to the beach of Is Arenas and the cliffs of Santa Caterina. The tower was in visual contact with the towers of *Sa Mora*, *Scala Sale*, *Saline*, *Su Puttu*, *Pittinuri* and *Capo Nieddu*.

Architecturally, the tower is truncated cone-shaped, and it consisted of a single room with a domed vault (the tower keepers' quarters) accessed through a hatchway located about four metres from the floor. Originally, the tower must have had a diameter at the base of about nine metres, the diameter of the parade ground about eight metres, and a height of about 10 metres. Therefore, it was a "torre de armas" comparable in size to a "senzillas" already active since 1590. The guard service was initially carried out by two soldiers maintained by the city of Oristano,

and two horsemen paid by the *corallari* (coral harvesters) of Bosa. In 1584 the tower was in activity (as reported in the map called *Descripcion dela Isla y Reyno de Sardeña* of the 17<sup>th</sup> century), although Francesco Vico in his Carta gave it in 1639. The first maintenance and restoration works are documented in 1620 and later in 1692 (Regia Amministrazione delle Torri, in ASC). As Sardinia passed under Piedmont rule, in fact, several military engineers were commissioned to carry out a new survey of the island's coastline to point out and better define the state of the existing towers, still in operation or discharged. Among these engineers, the figure of *De Vincenti* undoubtedly stands out, who delivered to the viceroy *Saint Remy* a detailed report on the state of the towers, as well as the expenses required for the maintenance of that defensive system.

Among the 67 towers enumerated by the engineer also appears the tower of *Capo Mannu*. A person is put in charge of guarding the district comprised from the *Oristano Tower* to *Scala di Sale*. It is a watchtower between 1720 (so it appears from *Cagnoli's Report*, *De Vincenti's Report*, and *Colombino's Map*) and 1794, garrisoned by a garrison consisting of one commander and two soldiers, in which 1 artilleryman was included in 1801; it was equipped with two cannons, spingarda and rifles. In 1755 the factory required new maintenance work, at a total expense of five *scudi* (Royal Secretariat of State and War in ASC). In 1767 the tower was equipped with a cannon to defend the port of Paloso from attack by the Turks (Ripol Report). In 1822 the bricklaying contractors Salvatore Peddis and Antonio Contini received 1250 Sardinian liras from the Administration for their restoration work on the tower.



Fig. 2- Sketch map of Sinis sector (Abbazzi et al. 2005, modified). A-B: cross-section shown in detail in Fig. 7

In a Report by an unknown author kept in the Historical Archives of Turin, dated March 20, 1843, it is listed among the 63 towers still manned. In 1842 the tower was still operational in its functions with the presence of an alcalde and two soldiers, armed with two mortars and three rifles with bayonets. The tower was abandoned in 1846.

### 1.2. Aims of research

The research aims at studying the architectural morphological aspects, belongs to the “sanzillas” category, characterized by a central column in stone material (that supports the vault surmounted by the roof), a truncated conical wall structure.

The construction material features, and their decay processes also are the object of analysis, to know the petrographic and physical characteristics of stones that constitutes the base and the masonry of the tower, as well as all the internal structural elements.

Even the external finishing mortars that appear in several layers, due to different maintenance interventions over time, and the bedding mortars inside the wall, are the aims of this study. In detail the objects of research are: i) petrographic features and chemical-physical degradation of geomaterials; ii) building decay and geomorphological processes through the elaboration of a digital model of the tower and cliff. It will help to better understand the factors that affect the structure decay, and to refer the building materials to the original shape of the ruined tower. The digital survey is mainly based on drone/UAV photogrammetry, and 3D laser-scanner survey. In its final stage there will be a proposal for possible interventions of consolidation and conservation in such a complex condition.

### 2. Geological setting of sector

The studied sector is located in the northern part of the Sinis Peninsula in west-central Sardinia. Geologically, Sinis is characterized by Cenozoic sedimentary sequences and volcanics of the Plio-Pleistocene magmatic cycle (Fig. 2). The sedimentary rocks are mainly limestones and marls of marine environment grading upward to evaporitic limestones (Messinian). Plio-Pleistocene volcanics are represented by small and elongated basaltic lava-flows. Rare Oligo-Miocene volcanics in the North-East of the

region, and granitic rocks of Palaeozoic basement in the *Mal di Ventre* small island are also found. The Pliocene-Pleistocene sequence, where is the *Capo Mannu* Fm., overlies (probably with an erosional unconformity) a Middle Miocene-Messinian sequence resting on the Oligo-Miocene volcanic basement (Fig. 3). The sequence represents a shoreface unit followed by various dune units, locally overlain by Upper Pleistocene beach sandstones and conglomerates referred to the Tyrrhenyan transgression (Marine Isotopic Stage MIS 5e) and continental talus referred to the Marine Isotopic Stages MIS 4-2 (Carboni & Lecca, 1985; Carboni & Lecca, 1995; Lecca & Carboni, 2007). *Capo Mannu* Fm. consists of a calcareous and terrigenous 50m thick sand body, made up of four staked and laterally continuous dune units, overlain by three other dune units of lesser lateral continuity. On the whole, at least nineteen dune subunits can be identified in the aeolian complex (Carboni & Lecca, 1995; Abbazzi et al. 2008) (Fig. 3). Plio-Pleistocene aeolian deposits diffusely observed along the western coastline of the region along the *Capo Mannu* cliff (Carboni & Lecca, 1995).

### 3. Methodological approach

The approach used in the study of construction materials and architectural aspects is based on different strategic intervention lines:

- evaluation of the formal and structural characteristics of the tower with dating the typological classification,
- analysis of the construction technique, description of construction phases,
- lithological mapping and analysis of main petrographic and mineralogical features of stones and ancient mortars.

The rocks and ancient mortars used in the construction of the tower were studied and analysed on a macroscopic basis.

The study was addressed in this first preliminary work, in characterizing only the materials recognizable outside the tower structure. The recognition of the lithologies and the characterization of textural and structural aspects were made using an portable optical microscope in reflected light, which made it possible in some cases to recognize also the mineralogical phases through the study of the crystalline habitus. The study of mortars was carried out subdividing them

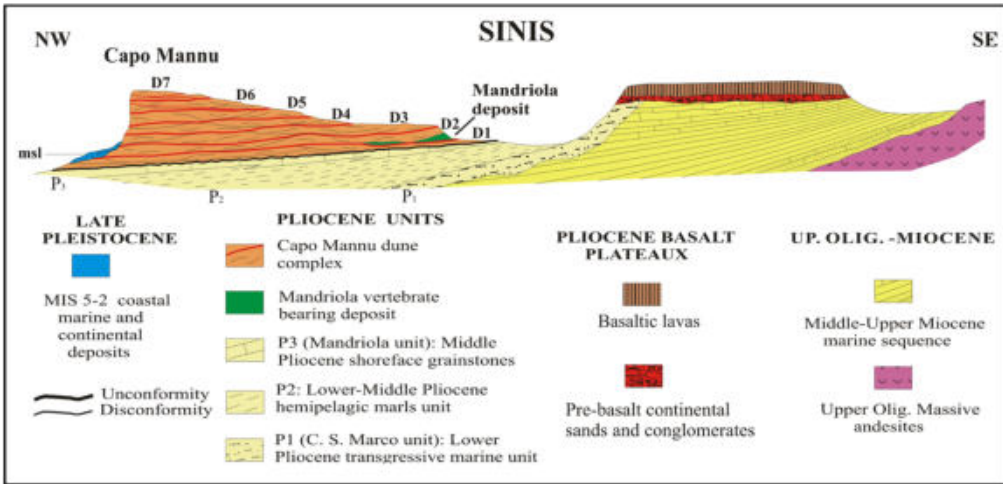


Fig. 3- Synthetic cross-section from the Capo Mannu to Capo San Marco of Sinis stratigraphic units (Abbazzi et al. 2005)

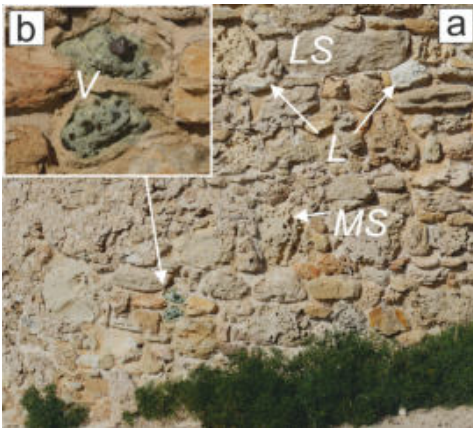


Fig. 4- a) external masonry showing the main rock types; b) detail of pyroclastic fragments; V= pyroclastite; LS= laminated sandstone; MS= massive sandstone; L= limestone (graphic elaboration by Fancello, 2022)

into: bedding mortar of stone ashlar (not clearly observable in situ), render mortars of wall and plasters. The render mortars are used to close the centimetre space between the stone ashlar and to prepare the substrate for the next finishing layer of plaster. From the macroscopic examination it was not possible to understand whether they themselves also function as bedding mortars for the stone ashlar. An adequate and statistically significant sampling and study of materials (currently not yet executed) could certainly resolve

these constructive and stone-compositional aspects. The plaster mortars represent the external finish that in the past was completely covering the irregular truncated-conical wall of the tower. The macroscopic analysis of the entire external wall of the tower has also allowed the mapping and definition of the forms of degradation (e.g., exfoliation, flaking, alveolation, salt crystallization, etc.) and to understand how the alteration processes of material evolve.

## 4. Results

### 4.1. Petrographic features and decay of construction materials

The tower is mainly built using local stones belonging to the Plio-Pleistocene sedimentary sequences, with subordinate Messinian limestone and rare volcanics (Fig. 4 a-b). The ashlar have different dimensions (from 10 to 60 cm) and irregular shapes, except for some well squared blocks commonly aligned to set the horizontal plane during the building and/or the restoration phases. The ashlar were bound with a bedding mortar and a render plaster used to fill the voids.

Interestingly, the finishing plaster is still preserved only on the north-west side, where the dominant wind blows from (see the left side of the tower in Fig. 1); this suggests a plastering intervention in more recent times, rather than being the original plaster. All mortars seem to be lime-based and their conservation state is not good, tending to



Fig. 5- Decay forms on the tower masonry. A= alveolation; EA= elongated alveolation (fissure); F= fracturing and flaking; K= karstification, (graphic elaboration by Fancello, 2022)

ground into flour to the touch. The observation of sandstone ashlar reveals the presence of different sedimentary textures. Some of them exhibit a developed stratification, with evident cross-cut laminations. Some other are more massive and lack a clear stratification. Also, grain size, colour, and compactness change from one ashlar to another, suggesting the materials supply from different stratigraphic levels. Miocene limestone can be recognized by the lighter colour, the more compact texture, and the lower number of terrigenous clasts. Rare fragments of greenish volcanics, likely pyroclastites with crystal- and litho-clasts and juvenile fragments, rarely are scattered along the external walls, apparently used to fill the voids between the irregularly shaped ashlar. The different nature of the stones results in different forms of decay (Fig. 5). The most common is the alveolation, evident in the poorly stratified to massive, and in the less compact sandstones. The stratified ones are also affected by alveolation, but voids are concentrated



Fig. 6- Aerial view of Capo Mannu cliff. Red line: plan position of cliff along the coastline and within the sea (graphic elaboration by Fancello, 2022)

along bedding planes and their coalescence often results in fissures, thus the typical aspect of the alveolation decay is lost.

Limestone ashlar are variably affected by the decay; many of them are perfectly sound, other are affected by surficial alteration (reddish oxidation patinas), other again are affected by fracturing, flaking and/or karstification. No significant differences are observed between ashlar at different heights of the masonry.

#### 4.2. Geomorphological features of the cliff

The tower is located near the *Capo Mannu* cliff, which is set on the *Capo Mannu* Fm. about 50 metres thick (Fig. 6). The stratigraphic sequence consists of the superposition of several dune units (Fig. 7), represented by sandstones with terrigenous and bioclastic lithic components with different degrees of cementation. The dune units are also separated by paleosols and colluvium (Carboni & Lecca, 1995). The whole cliff is affected by

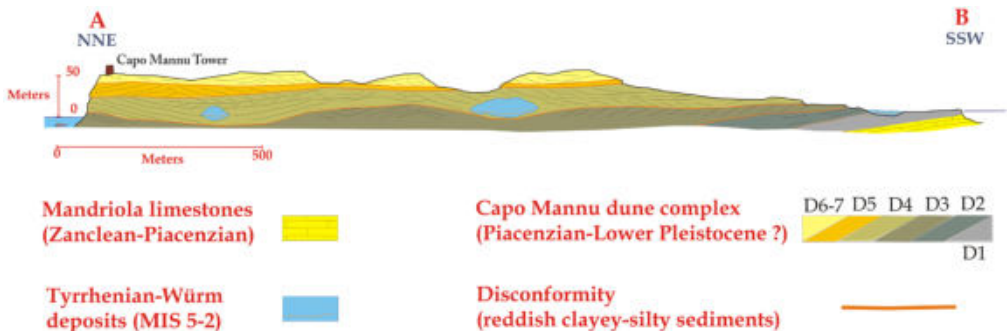


Fig. 7- Cross-section of Capo Mannu upper dune complex (Abbazzi et al. 2005)

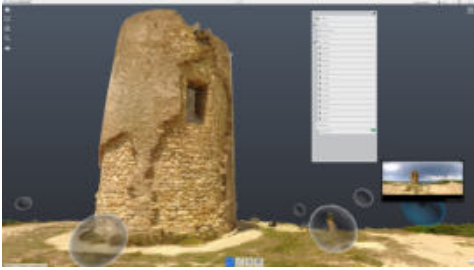


Fig. 8- View of the aligned 3D laser scanner point cloud of the Sa Mora Tower (graphic elaboration by Verdiani, 2022)

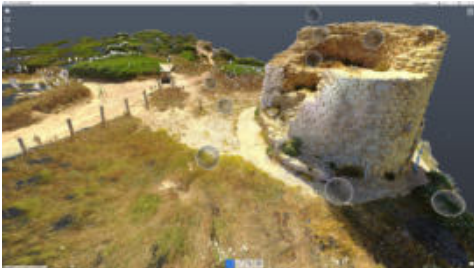


Fig. 9- View of the aligned 3D laser scanner point cloud of the Capo Mannu Tower (graphic elaboration by Verdiani, 2022)

landslide processes of collapse and overturning of sandstone blocks. These phenomena are most present in the sectors where sandstones with a weak or very weak degree of cementation and pronounced erosion by disintegration are exposed in the wall.

The sandstones, due to their high porosity, are subject to intense and easy absorption of meteoric water, continuous input of marine spray, as well as storm surge, resulting in a deterioration of the already poor geomechanical characters of the rock outcrop. In addition, the presence of paleosols and colluvium, which are even less competent than sandstones, make isolated sandstone blocks less stable by cracking and vertical joints on the cliff. Gravitational phenomena are also favoured by other factors such as the angle of layering, compositional and textural characters, and meteorological factors.

### 4.3. Digital survey of the tower

Even if the object of the main intervention on material analysis it was the *Capo Mannu* Tower, the digital survey was immediately extended to

both the towers in *Capo Mannu*, this choice was planned to define a base on which later organize all the information about materials, state of decay, specific aspect of the towers and of their territory. Documenting with a clear and fast procedure the conditions of these particular buildings was then a mandatory aspect. The procedure adopted for both was based on the integration of terrestrial 3D laser scanner survey, terrestrial photogrammetry and aerial photogrammetry using a UAV/Drone unit. The scanner in use was a Cam/2 Faro Focus 3D 70s, a unit with phase shift measuring technology that mix very good features with light weight of the instrument and rapid operations. It has an operative range of 70 metres and an accuracy of about one millimetres at ten metres of distance on matte surfaces, the full panoramic field of 360x320 degree allow to easily cover any architecture and gathering a large part of the natural environment around the towers.

The high accuracy of the dataset is also a valuable factor in front of the readability of the masonry. While the possibility of scanning at extreme close range made this scanner versatile for all the narrow passages that characterize the position of these towers on their cliffs. The approach to both towers was then similar, a simple sequence of scan stations around the main body of the tower, with some more scans dedicated to the top part of the one named “Capo Mannu”, which is crack open and easy to climb; and some extra scan from the distance for the one named “Sa Mora”, to add more information about the environment and having a better coverage of the top parts.

The resulting coverage was completed in the turn of one day, with 13 scans done for the “Sa Mora” and 15 for the “Capo Mannu”. All the scans were done using the photographic feature from the scanner, so to obtain also realistic RGB colours for the resulting point cloud model. The following alignment and optimization of the point clouds were done in Autodesk Recap Pro, so to have a resulting dataset easy to share and fully compliant with CAD procedures. To extend the quality of the details and the documentation of the top parts, an aerial and terrestrial SfM/IM (Guidi et al. 2015) photogrammetry survey was operated.

The aerial shooting was done using a UAV/drone DJI FC330, using its 12 Megapixel camera and producing 383 shots according to a grid with the camera pointing to the ground and with a series of shots taken in circle around the tower.

The ground photogrammetry was operated using a Nikon D800e, 36.3 Megapixel camera with a Nikkor 24-120mm F4 lens taking 274 shots. The overall set of pictures was then processed in Agisoft Metashape, using the classic procedure of alignment/sparse cloud generation, dense cloud creation, production of mesh and texturing (Rodriguez-Navarro, 2012). The resulting model shows a large part of the cliffs and of the ground around the tower, giving place for reference the samples and allowing the extraction of sections and other drawings which are useful for the analysis of the area and for creating proper bases for restoration, intervention and enhancement of the access to these two significant fortifications.

## 5. Discussion and conclusions

The study of the tower of *Capo Mannu* has made it possible to define its structural and architectural aspects and the characteristics of the geomaterials used in its construction. The tower has had several historical decay vicissitudes, followed by various restoration interventions since the early 1600s, highlighting clear processes of degradation both in terms of structure and materials, to which the artefact has undergone over the centuries.

Mainly local stones, basically of sedimentary origin (limestones, terrigenous sandstones, aeolian deposits, etc.) were used for its construction. Due to the prevalent carbonate composition of such lithologies and high porosity (which places meteoric water in communication with the rock matrix), they show poor chemical and physical resistance in response to the action of atmosphere agents. Indeed, in this coastal area, there is the constant presence of wind (often very strong) and marine aerosol with constant contribution of easily soluble salts (i.e., halite). The degradation is due, in the physical aspect, to the continuous cycles of solubilisation and crystallization of salts and, in the chemical aspect, to a dissolution of the carbonate component by rainwater both on the sandstones and on the binder of the bedding mortars and plasters (today no longer observable).

The degradation of the stone leads at the microstructural level to a decohesion and disintegration of the matrix (especially the sandstones and aeolian deposits) and a consequent retreat of the vertical profile of the tower wall in the advanced stage of alteration. The decay processes that affect the construction materials also occur on the cliff outcrop representing the substrate of tower,

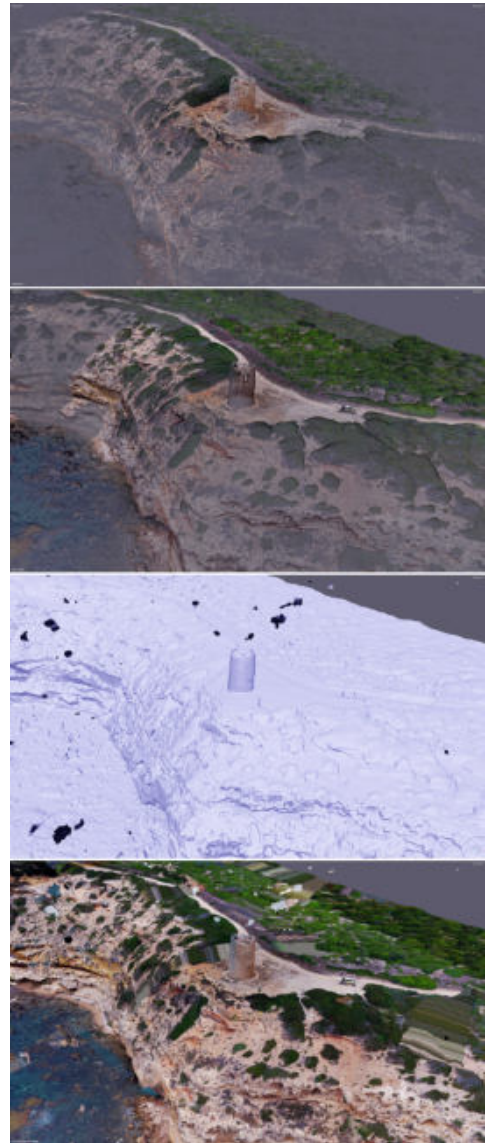


Fig. 10- Sequence of the photogrammetry processing for the Sa Mora tower, from the sparse cloud to the textured model (graphic elaboration by Verdiani, 2022)

which is subject to continuous geomorphology readjustment processes in continuous changing. Thus, the position of the tower near the cliff and a substrate that is not stable in terms of mechanical strength of the rock mass, lead to further factors of degradation, with numerous collapses of the tower, as highlighted by the 3D digital survey

that showed the absence of a large upper part of the structure. Developing proper project of knowledge and documentation allows an effective and efficient enhancement of the possibility of future intervention, at the same time it increase the knowledge about the relationship between nature, territory and human settlement, especially in situations where the territory is showing rapid changes like it is for *Capo Mannu*, where almost all the past buildings and road structures are gradually going in ruins. The monitoring of the built heritage and of its environment is then fundamental, the use of digital technologies allows an efficient state of knowledge that when connected to interdisciplinary skills may bring to significant results in terms of safeguard of the Patrimony and dissemination. Previous projects focused on fortifications have indicated how these procedures may be efficiently applied (Rodríguez-Navarro et al. 2015), would be proper to see this same solution, fortified by years of experience, applied for a rich patrimony like the one of the Sardinia Coasts offers.

## References

- Abbazzi, L., Carboni, S., Delfino, M., Gallai, G., Lecca, L. & Rook, L. (2008) Fossil vertebrates (Mammalia and Reptilia) from Capo Mannu (late Pliocene, Western Sardinia, Italy), with description of a new Testudo (Chelonii, Testudinidae) species. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 114 (1), 119-132.
- Abbazzi, L., Carboni, S., Delfino, M., Gallai, G., Lecca, L. & Rook, L. (2005) Fossil vertebrates (Mammalia and Reptilia) from Capo Mannu (late Pliocene, Western Sardinia, Italy), with description of a new Testudo (Chelonii, Testudinidae) species. In: Rodríguez Vidal, J., Finalyson, C. & Giles Pacheco, F. (eds.) *Libro de Actas VI Reunión de Cuaternario Ibérico*. Malaga, Gibraltar.
- Guidi, G., Micoli, L. L., Gonizzi, S., Brennan, M. & Frischer, B. (2015) Image-based 3D capture of cultural heritage artifacts an experimental study about 3D data quality. *Digital Heritage*, 2, 321-324.
- Lecca, L. & Carboni, S. (2007) The Tyrrhenian section of San Giovanni di Sinis (Sardinia): stratigraphic record of an irregular single high stand. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 113 (3), 509-523.
- Carboni, S. & Lecca, L. (1985) Osservazioni sul Pleistocene Medio-Superiore della penisola del Sinis (Sardegna occidentale). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 104, 459-477.
- Carboni, S. & Lecca, L. (1995) Le Pliocène de Capo Mannu (Sardaigne occidentale): transition marin littoral-continental dunaire. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 320 (2), 1203-1210.
- Rodríguez-Navarro, P. (2012) Automated Digital Photogrammetry versus the systems based on active 3D sensors. In: Garcia, F. L. (ed.) *Revista de EGA*, 20, año 17, UPV, Valencia, Spain.
- Rodríguez-Navarro, P., Gil-Piquera, T. & Verdiani, G. (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. 1: Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortifications of the Western Mediterranean Coast, 15-17 October 2015, Valencia*. Valencia, Editorial Universitat Politècnica de València, pp. 321-328.

## Acknowledgements

The research presented here was coordinated by Prof. S. Columbu, Department of Chemical and geological sciences, Cagliari University.

The digital survey in June 2022 was coordinated by Prof. G. Verdiani, Dipartimento di Architettura, University of Florence. Digital survey group: G. Verdiani, D. Fancello, P. Arslan, L. Albergoni.

The terrestrial photogrammetry was operated by G. Verdiani, and the aerial photogrammetry by G. Deiana. Data processing and extraction by G. Verdiani. All the activities from the Dipartimento di Architettura were supported by the Didalabs Laboratories System.

Thanks to Proff. Salvatore Carboni and Luciano Lecca for useful information regarding the geology of the Sinis area.

## Notes

- (1) <https://torricostiere.squarespace.com/torre-di-capo-mannu>

## The Rocca Vecchia fortress in the Gorgona island (Tuscany, Italy): building materials and conservation issues

Fabio Fratini<sup>a</sup>, Silvia Rescic<sup>b</sup>, Daniela Pittaluga<sup>c</sup>, Francesca De Vita<sup>d</sup>

<sup>a</sup> CNR-ISPC-Institute of Heritage Science, Sesto Fiorentino, Italy, [fabio.fratini@cnr.it](mailto:fabio.fratini@cnr.it), <sup>b</sup> CNR-ISPC-Institute of Heritage Science, Sesto Fiorentino, Italy, [silvia.rescic@cnr.it](mailto:silvia.rescic@cnr.it), <sup>c</sup> Department of Architecture (DSA), University of Genoa-ISCUM, [daniela.pittaluga@unige.it](mailto:daniela.pittaluga@unige.it), <sup>d</sup> AlefRestauro e Conservazione, Parma, Italy, [alefrestauro@gmail.com](mailto:alefrestauro@gmail.com)

### Abstract

The ancient fortress known as Rocca Vecchia (Old Fortress) dominates the Gorgona island from a rocky spur on the western side, at about 200 m s.l.m. It was built by the Republic of Pisa and dated to the 13th century, but it seems that the settlement was originally represented by a single tower dating back to the 11th century, as evidenced by the dating of some ceramic finds in recent archaeological excavations. This tower was erected above previous structures that could also be very ancient. Around this structure, still identifiable in the current structure, other parts were added, up to give it a polygonal and asymmetrical plan, with three quarters of the perimeter exposed on a cliff overlooking the sea. The whole structure is currently in a severe state of conservation. The collapses are evident with the fall of some roofs and most of the summit ridges and with the presence of structural lesions. The action of the marine aerosol, in particular on the seafront, has caused extensive phenomena of alveolization in the bricks and in the stone ashlars with erosion of the plasters and bedding mortars. The study will examine the composition of the artificial stone materials (bricks, bedding mortars, plasters). The results will be useful from the historical point of view (origin of the raw materials from inside or outside the island) and for the future conservation intervention which, under the auspices of the former director of the jailhouse, will have to involve a group of prisoners who will also have the task of the subsequent maintenance.

**Keywords:** Pisan Fortress, geomaterials, building techniques.

### 1. Introduction

Gorgona (Urgon of Pliny, Orgon of Pomponius Mela) is the smallest island of the Tuscan archipelago within the national park of the same name (Fig. 1). Gorgona was frequented in Etruscan times and inhabited in Roman times (at Piano dei Morti the ruins of a building from the late Republican period are visible), but some findings suggest that it has been inhabited since prehistoric times. In the 5<sup>th</sup> century AD, hermit monks founded the monastery of St. Maria and St Gorgonio, in whose church the relics of St. Gorgonio were venerated (Rutilius Namazianus, 1990). The island was then inhabited intermittently in the 12<sup>th</sup>-13<sup>th</sup> centuries and subject to frequent barbarian invasions. Monks and small military

garrisons resisted, guarding the island until the 17<sup>th</sup> century. After a period of abandonment in 1869, an agricultural penal colony was established, still active today (Errico & Montanelli 2000).

The construction of the Rocca Vecchia fortress is dated to the period of Pisan occupation, 1283 (Fig. 2).

Actually, the discovery of some ceramic findings would indicate that the tower was built on previous structures that could be much older than the Pisan period. Around the oldest nucleus, which is still recognisable, subsequent interventions during the Pisan period transformed the tower into a more complex medieval fortification, in such a way



that it can be defined as a fortress. The polygonal asymmetrical plan shows three quarters of the perimeter exposed on a cliff overlooking the sea. From the 16<sup>th</sup> century onwards, the Florentines further modified the fortification with architectural elements in the Renaissance style.

The fortress played an important role in protecting the borders of the Pisan Republic. In fact, its strategic position made it possible to control a large part of the Corsica Channel and to warn in time with smoke or light signals the guardians of the republican borders.

The fortress carried out its defensive functions also during the period of Florentine domination until it became part of the prison in 1800.

The Rocca Vecchia fortress, from the grey colour of the rock on which it stands, used also as building material, is perched on the edge of a rock overlooking the sea of the ‘Costa dei Cantoni’.



Fig. 1- The Gorgona island with the localization of Rocca Vecchia (from Google Earth, Image © 2022 TerraMetrics, modified)



Fig. 2- The Rocca Vecchia fortress dominating Gorgona from a rocky spur on the western side of the island (photo by Fabio Fratini, 2021)

A narrow three-ramps staircase opening into a large courtyard gives access to the fortress. To the period of the Pisan domination dates the part leaning against the eastern wall where there is a patrol walkway built in the same thickness of the wall, as well as a sentry box, some arched windows and the only access door above which is a machicolation. Inside the structure there is a room, with a barrel-vaulted roof, at the apex of which is a square trapdoor, probably a defensive exit for access to the upper floor (Fig. 3).

On the walls of this room, there are remains of plaster with red decorations depicting lilies. This oldest part probably had a simple function as a watch tower.

Adjacent to this core and subsequent, as evidenced by the stratigraphic reading of the masonries, there is a structure reconstructed in 1997 consisting of a multi-storey building with large windows, a two-pitch roof with a wooden support structure and a roof covering of folded tiles and imbrex. The original structure collapsed in 1990. In the courtyard there is an ancient cistern and a large tank probably excavated in the early 1960s, to the detriment of other ancient volumes that would have been present. There is another cistern with an adjoining well in front of which was another semi-subterranean construction with a barrel vault. The shape and position of the cistern in relation to the previous building seem to confirm the later construction of this part in relation to the tower.

The perimeter walls of the southern side is characterised by the presence of a daring arch which functioned as a solid base to support the masonry above it and it has allowed the increasing the volumes of the fortress (Fig. 4). A chapel dedicated to St. Mary and St. Gorgonio was



Fig. 3- Room with a barrel-vaulted roof at the apex of which is present a square trapdoor (photo by Fabio Fratini, 2021)



Fig. 4- The daring arch in the southern side of the perimeter wall (photo by Fabio Fratini, 2021)

present inside the fortress which was also the seat of the parish priest. In 1723, a new church was built inside to replace the old chapel. The update of cadastral plots carried out in 1933, testifies that the fortress was reserved for traffic lights and then completely abandoned. [FF, SR, DP, FD]

## 2. The conservation conditions

The fortress is in a precarious state of conservation (falling roofs, summit ridges) with worrying structural problems due both to its position overlooking the sea and probably to the various extensions and reconstructions carried out without paying attention to the structure as a whole. There are extensive alveolisation phenomena due to the action of marine aerosol on both the bricks and the stone blocks, with erosion of the plasters and mortars. Moreover, a dense vegetation consisting of particularly aggressive species such as the fig tree has grown. Due to the present state of conservation, an intervention is being planned that will at least immediately secure the structure and subsequently address the entire complex (Mazzoncini, 1965; Naldi & Pedicchio, 1988; Specchia, 1992; Naldi, 2009; Guarducci et al., 2013 and 2016). It should be remembered that the island hosts a detention centre where, since the 1980s, inmates have been involved in various work projects with the aim of improving social reintegration and significantly reducing recidivism (Buzzelli & Verdone, 2018). Therefore, under the aegis of the former director of the prison, the idea is to involve a group of inmates in conservation work, who will also have the task of subsequent maintenance. By analysing the composition of artificial stone materials (bricks, bedding mortars and plasters), the research aims not only to provide

results that will help to identify the origin of the raw materials used (local or imported) and thus to place them in a historical context, but also to give indications on the type of materials to be used in restoration work. [DP, FD]

## 3. Geology and building materials

The island of Gorgona, located in the northern Tyrrhenian Sea, is the most northerly island of the of the Tuscan archipelago, about 34 km off the coast and about 65 km from Capo Corso (Corsica Island). From a geological point of view, the island is the easternmost buttress of the Alps, just west of the first Apennine outcrops on the Tuscan coast.

Two stacked tectonic units are distinguished within the metamorphic succession (Franchi, 1869; Mazzoncini, 1965; Capponi et al., 1990; Carmignani et al., 1995; Bortolotti et al, 2001; Pandeli et al., 2001; Orti et al., 2002; Carmignani & Lazzarotto, 2004):

- the lower Metasedimentary Unit (including the Metasandstone of Cala di Pancia, the Calcschists of Punta Gorgona and the Prasinites of Cala Martina);
- the upper Ophiolitic Unit (consisting of the Serpentinites of Cala Maestra and the Metabasites of Punta Maestra).

The calcschists of Punta Gorgona represent the lithological unit that constitutes the majority of the metasedimentary succession found in the central and western part of the island. The mineralogical composition of calcschists, as reported by Capponi et al. 1990, is calcite, light-coloured mica, biotite and quartz. The rock is more or less schistose depending on the amount of mica and this allows easy splitting into both roofing slabs and masonry ashlar. However, this schistosity is also a decay factor because it favours exfoliation of the rock. The building materials of the fortress well represent the geology of the island and the extensions and reconstructions carried out over the centuries. Calcschists are found in the buttress and corners but in the overhanging wall, the bricks are more present, with different distributions depending on the sides. Pietra Serena from the mainland (Macigno Formation-Tuscan Nappe) is found in the Renaissance-style windows as well as in the fire mouths built in the thickness of the eastern and north-eastern perimeter walls (Fig. 5-6). [FF,SR]



Fig. 5- Calcschists in the corner (photo by Fabio Fratini, 2021)



Fig. 6- A fire mouths in Pietra Serena (photo by Fabio Fratini, 2021)

#### 4. Materials and methods

Bricks, bedding mortars and plasters were sampled with the permission of the Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio for the Provinces of Pisa and Livorno and the Direzione del Carcere di Gorgona. The following investigations were carried out:

- the mineralogical composition was determined using a PANalytical X'PertPRO diffractometer with CuK1 = 1,545 Å radiation, operating at 40 KV, 30 mA, investigated range  $2\theta = 3-70^\circ$ , equipped with an X' Celerator multidetector and High Score data acquisition and interpretation software;
- the petrographic study was carried out on thin sections (30 microns thick) observed under a transmitted polarised light optical microscope (ZEISS Axioscope. A1 equipped with a camera 5 megapixel resolution).

The collected samples are reported in Table 1 and Figure 7. [FF, SR]

Number	type
6,14,16	Bricks
1(a, b), 5,7,8,13,15, 17,18,19,20	Bedding mortars
11, 10	Paving mortars
2, 3, 4(a,b), 12	Plaster mortar

Tab. 1 - Collected samples



Fig. 7- Localization of samples (orange = bricks; green = mortars) (graphic elaboration by Silvia Rescic)

#### 5. Results and discussion

The results of the petrographic study of the mortars are shown in Table 2. The mortars mostly consist of air hardening lime binder and only in a few cases it seems to be a slightly hydraulic lime. Shape, particle size distribution and the composition of the aggregate are variable and there does not appear to be a correspondence between these characteristics and the type of use of the mortar (bedding, plastering, paving).

The study in thin section allows in some cases to discriminate between local and externally sourced raw materials.

For instance, the presence in the aggregate of calcschists or crushed bricks containing calcschists, points out a local origin (samples 3, 5, 9, 11, 19, 20) while the presence of organogenic limestones, micritic limestones, natural pozzolan and siltites testifies an origin from the continent (samples 4a, 4b, 7, 12, 13) (Figs. 8, 9).

As for the binder, the presence of under burned micritic limestones fragments points out a provenance of three lime binder from outside

N°	<i>Binder</i>		<i>Aggregate</i>		<i>Other</i>
	<i>Amount (B/A)*</i>	<i>Kind of lime</i>	<i>Shape/Grain size</i>	<i>Composition</i>	
<b>Bedding mortar</b>					
1a	abundant (1-1/2)	aerial	angular/unimodal (80µm-1.5mm)	crushed bricks, rare quartz	
1b	scarce (1/3-1/4)	aerial	angular/unimodal (200-300µm)	quartz, rare crushed bricks	
5	abundant (1-1/2)	aerial	subrounded/bimodal (200-400µm, 500-800µm)	quartz, feldspars, crystalline carbonate rocks, calcschists, crushed bricks containing calcschists	under burnt marble fragments
7	scarce (~1/3)	aerial	subrounded/bimodal (200-400µm, 800µm 1 mm)	organogenic limestones, secondary quartz, quartzites	
8	abundant (~1/2)	slightly hydraulic	angular/unimodal (200-400µm)	quartz, feldspars, micas	under burnt marble fragments
13	abundant (~1/2)	aerial	subangular-subrounded/unimodal (400-600µm)	quartz, feldspars, sparitic calcite, organogenic and micritic limestones	
15	scarce (1/3-1/4)	aerial	subangular to subrounded/unimodal (200-300µm)	quartz, feldspars, sparitic calcite	
17	scarce (~1/3)	slightly hydraulic	angular/unimodal (300-500µm)	quartz, feldspars, sparitic calcite	
18	scarce (~1/3)	aerial	angular/unimodal (150-300µm)	quartz, feldspars, sparitic calcite	
19	very abundant (1/1-1/2)	aerial	angular/bimodal (200-300µm, 1-1.5mm)	quartz, feldspars, micaschists, calcschists	
20	abundant (~1/2)	slightly hydraulic	angular/unimodal (200-400µm)	quartz, feldspars, sparitic calcite, calcschists	
<b>Plaster mortar</b>					
2	abundant (~1/2)	aerial	angular/bimodal (200-300µm, 500-800µm).	quartz, crushed bricks	rare micritic limestone lumps
3	abundant (~1/2)	aerial	angular/bimodal (100-200µm, >1 mm)	quartz, secondary crushed bricks, calcschists	
4a	scarce (~1/3)	aerial	angular-subangular/bimodal (200-400µm, 800µm-1.5mm)	quartz, secondary pozzolana, rare pyroxenes	
4b	quite abundant (1/2~1/3)	aerial	angular/unimodal (200-400µm)	quartz, secondary micritic limestones, micas	
9	abundant (~1/2)	aerial	angular/unimodal (200-500µm)	quartz, feldspars, micritic limestones, crushed bricks, calcschists	under burnt marble fragments
12	scarce (~1/3)	slightly hydraulic	angular/unimodal (200-300µm)	quartz, feldspars, sparitic calcite, micritic calcite, siltites	
<b>Paving mortar</b>					
10	very abundant (1/1-1/2)	aerial	angular/bimodal (50-100µm, 800 µm-1.5mm)	crushed bricks, rare quartz	
11	abundant (~1/2)	mixed aerial lime/earth	angular/bimodal (200-400µm, 1-3mm)	calcschists, crushed bricks, quartz	

\*B/A= binder/aggregate

Tab. 2 - Petrographical description of the studied mortars

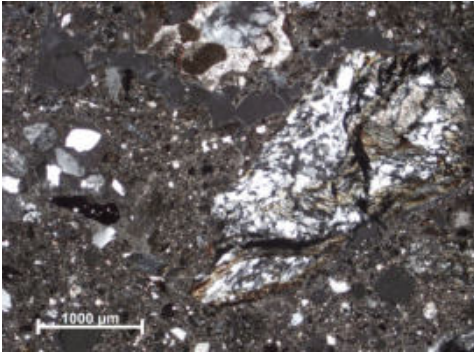


Fig. 8- Bedding mortar with a grain of aggregate consisting of calcschist (local origin) (image at the optical microscope in thin section, crossed polarized light) (photo by Silvia Rescic)

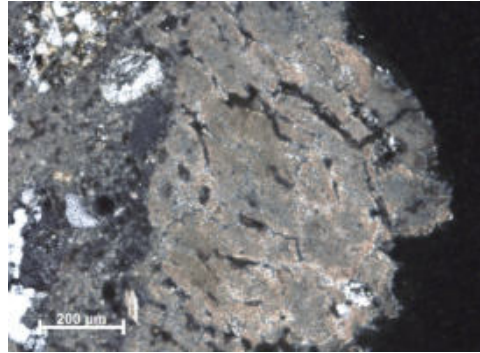


Fig. 10- Bedding mortar with an under-burnt fragment of marble (local origin) (image at the optical microscope in thin section, crossed polarized light) (photo by Silvia Rescic)

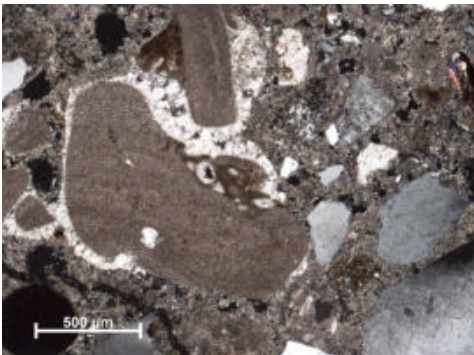


Fig. 9- Bedding mortar with a grain of aggregate consisting of veined micritic limestone (image at the optical microscope in thin section, crossed polarized light) (photo by Silvia Rescic)

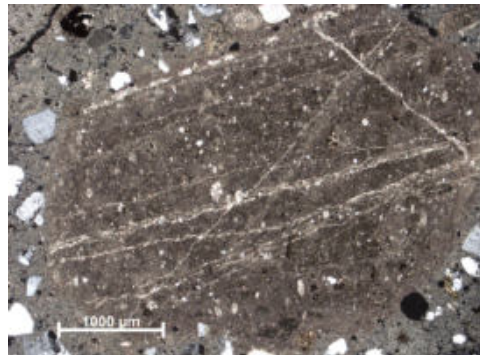


Fig. 11- Bedding mortar with an under burnt fragments of micritic limestone (image at the optical microscope in thin section, crossed polarized light) (photo by Silvia Rescic)

the island (sample 2), while the presence of under burned marble fragments indicates a local production of the binder (samples 5, 8, 9) (Figs. 10-11). Concerning this last aspect, both historical sources and recent scientific articles confirm our interpretation.

Indeed, Guarducci et al. (2013) indicate that in the first decade of the 1700s, during the Carthusian colonisation, “three tuff quarries provided the lime and a kiln worker arrived from Lucca to burn the materials for the new buildings”. Again, the same authors reports that in Dolcini’s map made between 1739 and 1749 by the engineers-geographers of the Lorraine Army Corps of Engineers under the direction of Colonel Odoardo Warren (ASF, Segreteria di Gabinetto, 695), two kilns are also among the buildings reported (the

Torre Nova, the Certosa Fathers’ Hospice, the church, several warehouses).

In addition, the illustrative notes of the geological map of Italy Sheet No. 111 Livorno (Malatesta, 1954) also mention the presence of three limestone quarries above the prison colony, which were still active in 1953.

Indeed, the most recent geological study of the island (Orti et al. 2002) reveals the presence of sporadic outcrops of crystalline limestones, such as a layer 5 metres thick, of massive to stratified, locally saccharoid marble body, whitish to dark grey in colour, intercalated within the calcschists near to Casa Bellavista where the remains of an ancient kiln are reported (personal communication). The same article indicates that the marbles were quarried in the past.

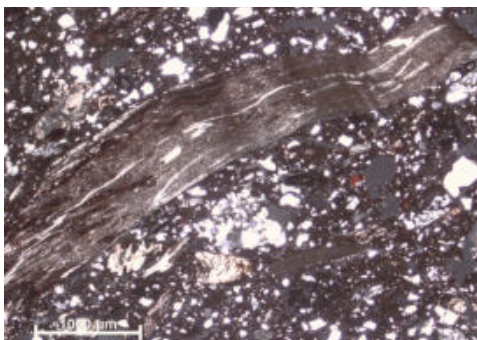


Fig. 12- Brick with the presence of a calcschist in the framework (image at the optical microscope in thin section, crossed polarized light) (photo by Silvia Rescic)

As for the bricks, the petrographic study allows to identify samples 6 and 14 as locally produced from a coarse-grained earth rich in calcschists (samples 6, 14) (Fig. 12). Sample 16 is of uncertain attribution being obtained from a finer earth that may have been locally selected or from the coast. Therefore, the petrographic analysis confirms a local production of bricks testifying the presence of an ancient kiln in Piazza d'Armi as reported in literature (Specchia, 1992). [FF, SR]

## 6. Conclusions

The material culture developed in the various territories depends on the availability of the local raw materials. In the case of Gorgona island, this study made it possible to verify and confirm what is reported in the historical sources regarding a local supply for the production of lime and bricks used in the first construction phase of the fortress. Indeed, a local supply for the production of lime was not so simple because on the island there are only limited outcrops of suitable carbonate rocks. These are thin layers of grey marble and this indicates considerable skill in the search probably

## References

- Bortolotti, V., Fazzuoli, M., Pandeli, E., Principi G., Babbini, A. & Corti, S. (2001) The geology of central and eastern Elba. *Ofioliti*, 26 (2a), 97-150.
- Buzzelli, S. & Verdone, M. (2018) *Salvati con nome. Carcere e rieducazione non violenta: il modello dell'isola di Gorgona*. Torino, Giappichelli.
- Carmignani, L., Decandia, A., Disperati, L., Fantozzi, P. L., Lazzarotto, A., Liotta D. & Oggiano G. (1995) Relationships between the Tertiary structural evolution of the Sardinia-Corsica-Provençal Domain and the Northern Apennines. *Terra Nova*, 7, 128-137.
- Carmignani, L. & Lazzarotto, L. (coord.) (2004) *Carta geologica della Toscana* (scala 1: 250.000). Università di Siena, Regione Toscana. Firenze, Litografia Artistica Cartografica.
- Capponi, G., Giammarino, S. & Mazzanti, R. (1990) *Geologia e morfologia dell'Isola di Gorgona*.

also dictated by the need for a local supply of raw materials rather than having to bring them from the mainland. However, there are more recent interventions in which bricks and mortars made of materials from the Tuscan coast were used.

In particular, the bedding mortars of the oldest internal nucleus are generally rich in binder with an aggregate of local origin (presence of calcschists). On the contrary mixtures poor in binder with a not local aggregate (presence of organogenic limestones) can be present as representative of subsequent interventions. The bedding mortars of the external masonry (in the portion built in calcschists) are realised with an abundant binder and an aggregate of local origin, while the interventions of the Medici period are characterized by mixtures poor in binder with a non-local aggregate. As for the plasters of the oldest nucleus, in analogy with the bedding mortars, there are fat mixtures with local aggregate and lean mixtures with aggregate from the Tuscan coast. This information will be useful to be better to define the different construction phases and for the future conservation intervention. [FF, SR, DP, FD]

## Author contributions

Authors' contributors are indicated by the initials of their names at the end of each paragraph: FF (Fabio Fratini); SR (Silvia Rescic); DP (Daniela Pittaluga); FD (Francesca De Vita)

## Acknowledgements

We would like to thank the "Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le Province di Pisa e Livorno" and the Direction of the Gorgona Prison, for the opportunity they gave us to carry out the sampling that made this study possible.

*Quaderni Mus. St. Nat. Livorno*, suppl. 2, 115-137.

- Errico, C. & Montanelli, M. (2000) *Gorgona. Storia dell'isola dal XVI al XIX secolo*. Pisa, Il Borghetto.
- Franchi, S. (1869) Prasiniti ed anfiboliti sodiche provenienti dalla metamorfosi di rocce diabasiche presso Pegli, nelle Isole Giglio e Gorgona ed al Capo Argentario. *Boll. Soc. Geol. It.*, 15, 169-181.
- Fratini, F., Pecchioni, E., Pittaluga, D. & Pandeli, E. (2016) How archeometry can help history and geology: the case of the Genoese towers in Capraia Island. In: Verdiani G. (ed.) *Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII centuries, Vol. 4: Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 10-12 November 2016, Firenze*. Firenze, Didapress, pp. 249-254.
- Guarducci, A., Piccardi, M. & Rombai, L. (2013) *Atlante della Toscana tirrenica: Cartografia, Storia, Paesaggi, Architetture*. Livorno, Debatte.
- Guarducci, A., Piccardi, M. & Rombai, L. (2016) *Torri e fortezze della Toscana tirrenica. Storia e Beni Culturali*, Livorno, Debatte.
- Malatesta, A. (1954) *Note illustrative della carta geologica d'Italia Foglion. 111 Livorno* (scala 1:100000). Firenze, Litografia Artistica Cartografica.
- Mazzoncini, F. (1965) L'isola di Gorgona. Studio geologico e petrografico. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.*, 72, 185-237.
- Naldi, A., Pedicchio, D. (1988) *Gorgona, aspetti storico-naturalistici*. Bologna, Nuova Fortezza.
- Naldi, A. (2009) *L'isola di Gorgona nel Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano*. Livorno, Debatte.
- Orti, L., Morelli M., Pandeli E., Principi G. (2002) New geological data from Gorgona Island (Northern Tyrrhenian Sea). *Ofioliti*, 27, 133-144.
- Pandeli, E., Puxeddu, M. & Ruggieri, G. (2001) The metasiliciclastic carbonate sequence of the Acquadolce Unit (Eastern Elba Island): new petrographic data paleogeographic interpretation. *Ofioliti*, 26 (2a), 207-218.
- Rutilius Namatianus, C. (1990) *De reditu (Il ritorno)*. Introduzione, traduzione e commento di A. Mazzolai, Grosseto, Sodales et fideles.

## The building materials of the Rocca della Verruca fortress (Tuscany-Italy)

Giovanni Pancani<sup>a</sup>, Andrea Arrighetti<sup>b</sup>, Fabio Fratini<sup>c</sup>, Silvia Rescic<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Department of Architecture (DIDA), University of Florence, Florence, Italy, giovanni.pancani@unifi.it, <sup>b</sup> École normale supérieure, Université PSL (AOROC UMR 8546), Paris, France, andrea.arrighetti@ens.psl.eu, <sup>c</sup> CCNR-ISPC-Institute of Heritage Science, Sesto Fiorentino, Italy, fabio.fratini@cnr.it, <sup>d</sup> CNR-ISPC-Institute of Heritage Science, Sesto Fiorentino, Italy, silvia.rescic@cnr.it

### Abstract

The Rocca della Verruca fortress rises on the summit of the homonymous mountain, on the eastern side of the Pisan Mountain. It is located in a strategic position which allowed to control the whole mouth of the Arno River. The fortress remained under the Pisan influence until the 15<sup>th</sup> century, when the Florentine rule began. After the Florentine takeover, the fortress was inspected by illustrious architects, such as Giuliano da Sangallo and Leonardo da Vinci, who planned to improve its defensive structure. It was the moment when the medieval fortress began to be modernized with the insertion of circular towers and pentagonal bastions, in the same way as the other castles conquered during the wars: the modernization of the defences was attributed to Luca del Caprina and Giuliano da Sangallo. The paper will examine the geomaterials used in the building with a particular focus on mortars and bricks studied according to mineralogical and petrographic methodologies and will verify both the variations occurred during the construction phases and the relationships with the local supply sources.

**Keywords:** Pisan fortress, Tuscany, geomaterials, building techniques.

### 1. Introduction

This study is part of a research project which purpose is to understand the heritage value of the Verruca fortress and its state of conservation in view to envisage adequate measures aimed at the conservation and enhancement of this historical architecture. Archaeological investigations aimed at identifying the stratigraphic wall units and the building's evolution phases were carried out together with a laser scanner and photogrammetry survey integrating with high quality drone images. These data were integrated with investigations on structural issues, reporting information on the presence of lesions and masonry deformations that allowed to obtain a picture of the mechanisms of the instability (Pancani & Bigongiari, 2020). This research examines the building materials of the fortress with a particular focus on the composition of the artificial stone materials

(bricks, bedding mortars). The results will be useful from the historical point of view and for the future conservation intervention. Indeed, the characterization of bricks and mortars can have considerable potential in the archaeological studies of masonries because these materials contain a lot of technological information, starting from the raw materials to arrive at the 'recipe' of their realization. Their study contributes to the characterization of the masonries even when they are realized with the same stone materials and with similar processing and finishing. [GP, AA, FF, SR]

### 2. Geographical and historical notes

The Rocca della Verruca fortress is located in the eastern part of the Pisan Mountain on the summit of the homonymous mountain at 537 m.



a.s.l. Its position was strategic because it allowed to control the lower Arno valley and a large part of the seacoast. Indeed, in the Middle Ages the coastal line was much closer to Pisa. This allowed to control the presence of the pirates which in the early Middle Ages had caused serious damage to the Pisan economy and settlements (Dall'Antonia et al. 2001). Moreover, from the fortress it was possible to control the entire network of lakes and rivers, around the Bientina depression, which allowed the connection with Lucca, no longer present today (Ceccarelli Lemut, 2008) (Fig. 1).

The Verruca fortress appears for the first time in the imperial diploma of Henry II of 1020, listed in the possessions of the imperial monastery of San Salvatore di Sesto, closely linked to the Marquis Ugo of Tuscany (Kurze, 1989).

The birth and development of the Verruca fortress are related to the events of the nearby monastery of San Michele founded in 996 in the place of a chapel dedicated to the saint, attested since 861 and owned by the Aldobrandeschi family. The archaeological excavation was conducted since 1996 allowing to discover the entire site (Francovich & Gelichi, 2003).

The fortress remained under the Pisan rule until the 15<sup>th</sup> century, when it was besieged by the Florentines and conquered with the entire Pisan territory. With the Florentine takeover, the fortress was inspected by renowned architects, such as Giuliano da Sangallo and Leonardo da Vinci (Pedretti, 1972), who planned to improve its defensive structure with the insertion of circular towers and pentagonal bastions, as it was the case of the other castles conquered during the wars. The modernization of the defences

was attributed to Luca del Caprina and Giuliano da Sangallo (Taddei, 2007), despite the absence of documents attesting their work. Studies comparing designs, models and surveys of civil and military architectures made by Sangallo have been carried to verify the belonging of some of the Verruca structures to the master's design intentions (Frommel et al. 2018). With the period of peace established by the Florentines and the increasingly less strategic importance of this defensive position, the Verruca fortress was gradually abandoned starting from the 16<sup>th</sup> century, leaving the structures to deterioration caused by time and, in more recent times, by the strong fires that affected Mount Serra. [GP, AA]

### 3. The structure of the fortress

Although seriously damaged by historical vicissitudes, it is evident that today's structures are not all belonging to the same construction phase: there is not a unitary project, but as it is usual in the medieval period, the buildings were only redesigned in part to be adapted to the new defensive needs. The Verruca was a watchtower, in visual relationship with a system of surrounding towers, and was fortified with the intention of resisting the typical assaults of the Middle Ages, with high walls and battlements, where the shooting units were positioned. The medieval fortress had walls surrounding the tower. With the process of modernization, the walls of the fortress were rebuilt and probably enlarged by adapting the wall sections to the resistance necessary to deflect the blows of the artillery. Only the portions of masonry around the access door and the battlements to the west are attributable to typical characteristics of the medieval period and can be considered part of the original walls (Pancani & Bigongiari, 2020). The rest of the walls is the result of an enlargement obtained with the construction of embankments. As it is usual for the enceinte of the 15<sup>th</sup> century defences, against them there was a system of barrel-vaulted galleries. The construction techniques of the fortress walls are of different types, a first one typical of the medieval period and a second of the modern expansion. The oldest structures have a greater attention to the processing of regular and homogeneous construction elements, while the new portions have irregular elements and the almost total absence of horizontal wall texture. The characteristic inclined scarp, which allowed the architectures to resist the blows of the firearms,



Fig. 1- The position of Rocca della Verruca fortress in relation to the ancient topography (from Google Earth, Image © 2022 Terra Metrics, modified)



Fig. 2- Fortress mesh with texture, only photogrammetry (photo by Giovanni Pancani)

appears regularly on the northern side and in the pentagonal bastions; there is no trace of it on the southern side, where the wall rises vertically.

At present, the plan is quadrilateral with two round corner towers on the east side, the result of 16<sup>th</sup> century renovations, and two sharp-edged bastions on the west side (Fig. 2).

The entrance, which is reached by a steep staircase carved into the rock on the east side, still retains traces of the hinges and locking devices and allows entry into the fortress. Inside, the underground structures such as the cistern, the access corridors to the lateral towers and a gabled building (identified as a firehouse), which is missing its roof, are still well preserved. The two largest sides of this structure show an entrance with a monolithic lintel and, on the south side, two splayed windows. In addition, remains of a donjon are present in the rocky peak in the centre of the fortress. The perimeter walls no longer have the battlements (in some places the remains can be glimpsed), but on the inside some of the stone corbels that served as supports for the patrol walkway are still visible. These walls in some places reach considerable height, well over 4 metres (Benvenuti, 2004). [GP, AA]

#### 4. Geological setting

Mount Verruca, on which the fortress stands, forms the nucleus of an anticline structure and is part of the Monte Pisano chain, a mountain system that reaches 900 metres in height and separates Pisa and Lucca. This mountain is part of the “Middle Tuscany Ridge”, a geological alignment that represents the deepest part of the structural edifice of the Northern Apennines, in which it is possible to observe the basement of the Tuscan metamorphic units, consisting of relicts of the

ancient European Hercynian chain. Three tectonic units have been recognised in Monte Pisano, which can be traced back to the deformation of the continental margin of the Adria plate (Carosi et al. 2006): the Monte Serra, the Santa Maria del Giudice and the Falda Toscana Tectonic Units. The Monte Serra Tectonic Unit and Santa Maria del Giudice Tectonic Unit are composed of Triassic silicoclastic deposits (Verruca Formation) discordant on Hercynian and post-Hercynian successions (Phyllites and quartzites of Buti, San Lorenzo Shales and Breccie di Asciano), and Triassic-Cenozoic carbonate deposits; these two successions were affected by metamorphism in Green Schists facies and are separated by the “Faeta fault zone”, a band of tectonic faults approximately 2 km thick.

The Falda Toscana Tectonic Unit crops out in the Monti d’Oltre Serchio and, sporadically, on the south-western slopes of the Monte Pisano: only locally it is affected by a very low metamorphic grade.

In particular, the summit of Mount Verruca is constituted by the basal member of the Verruca Formation (Middle Triassic age, belonging to the Monte Serra Tectonic Unit) which crops out in vertically arranged layers. This member consists of poorly graded polygenic meta-conglomerates with a matrix-supported to clast-supported texture (traditionally called ‘Verrucano’) and subordinately of coarse meta-arenites.

The clasts, consisting of sericitic quartzites, reddish quartziferous porphyry, phyllites, white quartz and purplish-pink quartz, show a good degree of rounding, poor grading, and grain size from below



Fig. 3- The northeast round bastion which clings directly to the conglomeratic rock of the mountain peak (photo by Fabio Fratini, 2022)



Fig. 4- A fire mouth with the hole and lintel made of Verrucano conglomerate (photo by Fabio Fratini, 2022)



Fig. 5- The trilithic lintel of the gateway made of Verrucano conglomerate (photo by Fabio Fratini, 2022)

1 cm to about 20 cm. The matrix, locally purplish because rich in hematite, consists of quartz, chlorite, and sericite. At the base of the summit, the Violet Schists member crops out. These are violet quartzitic phyllites with interlayers of pink, white or rarely grey or light green quartzites. In the area surrounding the Verruca peak, the Formation of Phyllites and Quartzites of Buti (belonging to the Palaeozoic basement), consisting of an alternation of medium-fine-grained grey quartzitic meta-sandstones and greenish grey or purplish phyllites and metasiltites, and the Monte Serra Quartzite Formation (Upper Triassic age) (Monte Serra Tectonic Unit) consisting of greenish grey to pinkish grey to purplish quartz meta-sandstones, can be also observed.

## 5. Stone buildings materials

Many of the rocks described in the previous paragraph were used to build the fortress, which

clings directly to the conglomeratic rock of the mountain peak (Fig. 3).

In particular, the meta-conglomerate was used in the fire mouths (for the hole and as lintel and threshold) (Fig. 4), in the gateway (in large regularly hewn ashlar and in the trilithic lintel) (Fig. 5), in the first construction phase of the gabled building (in large regularly hewn ashlar and in the lintels of the openings). It was also used sporadically in the perimeter walls in small blocks. Indeed, these walls, as well as the donjon, were predominantly made of small, roughly hewn ashlar of grey to green - purple quartzite from the other geological formations present in the area surrounding the peak (Fig. 6). Quartzite, in small, regularly hewn ashlar, was also used in the second construction phase of the gabled building. Also, in quartzite (in the light green variety) is the threshold of the gateway to the fortress in which the trace of a hinge is visible (Fig. 7).

Other materials include quartziferous phyllites (violet to grey green) used as roof slabs of the gabled building, which now form the collapse layer inside the building, and elements of local white Monte Pisano marble, present as the threshold of some of the small windows of the same building. [FF, SR]

## 6. Materials and methods

Among the materials used in the construction of the fortress there are also bricks and bedding mortars. The bricks in particular have been used in the basement of the north-east tower, in the construction of many of the vaults of the underground rooms, in the construction of the splayed openings of the fire mouths and in the numerous renovations of the perimeter walls to fill in the gaps (see Figg. 3-4).

Bricks and bedding mortar were sampled according to the different construction phases. Their position is reported in Fig. 8. The following investigations were carried out:

- the mineralogical composition was determined on the ground samples using a PANalytical X'PertPRO diffractometer with CuK1 = 1,545 Å radiation, operating at 40 KV, 30 mA, investigated range  $2\theta = 3-70^\circ$ , equipped with an X' Celerator multidetector and High Score data acquisition and interpretation software;
- the petrographic study was carried out on thin section (30 microns thick) observed under a

transmitted polarised light optical microscope (ZEISS Axioscope. A1 equipped with a camera (5-megapixel resolution).

Regarding the mortars, there are many characteristics to investigate, as the amount and type of binder, the grain size and composition of the aggregate, the type of lime lumps. This makes it possible to differentiate them, to confirm different construction phases and to identify new ones. Concerning the binder, the study of lumps gives information about the kind of carbonate stone that was burnt to produce the lime (Pecchioni, E., Fratini, F. & Cantisani E., 2014; Pecchioni et al. 2014; Scala et al. 2021). As for the bricks, the amount and kinds of framework (use of a lean or fat earth) can be recognized. The mineralogical analysis via x ray diffraction will give information about the possible use of a marly clay (presence of

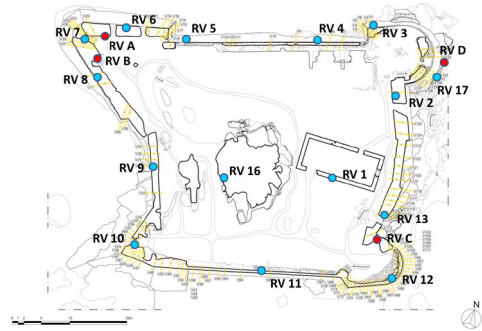


Fig. 8- Localisation of the samples: in blue, the bedding mortars; in red, the bricks (graphic elaboration by Silvia Rescic)

calcium silicates) and will give an estimation of the firing temperature. [FF, SR]

## 7. Results

The mineralogical-petrographic study of the bedding mortars shows that all of them were made with an air hardening lime binder without the addition of hydraulic additives. From the manufacturing point of view, it also appears that this lime was adequately purified from under burnt limestone fragments as evidenced by their absence in the mixtures. Compositionally, the aggregate does not show differences and consists of crystal clasts of quartz and calcite, lithic fragments of quartzite, quartz-micaschists, and micritic limestones. There are, however, differences in terms of the mixing recipe among the different construction phases. The earliest mortars (first phase of the gabled building [sample RV1], core of the jamb of the gateway [sample RV 13]) show a mixture with little amount of binder and a fairly coarse-grained aggregate (> 2 mm) (Fig. 9).

The mortars of the north, west, south, and east sides walls and of the sharp-edged bastions of the west side have a fine-grained unimodal aggregate (100-300µm) and a relatively abundant binder (with a binder/aggregate ratio of 1/2-1/3) (Fig. 10). The mortars of the 16<sup>th</sup> century circular bastions on the east side show an aggregate with a medium unimodal grain size (400-500µm) and an abundant binder (binder/aggregate ratio of 1/2) (Fig. 11).

Overall, it can be stated that all the bedding mortars, both medieval and more recent, were carefully prepared with adequate aging and selection of lime putty as evidenced by the



Fig. 6- The small, roughly hewn ashlar of grey to green-purple quartzite constituting most part of the perimeter walls (photo by Fabio Fratini, 2022)



Fig. 7- The threshold of the gateway to the fortress made of a light green variety quartzite with the trace of a hinge (photo by Fabio Fratini, 2022)

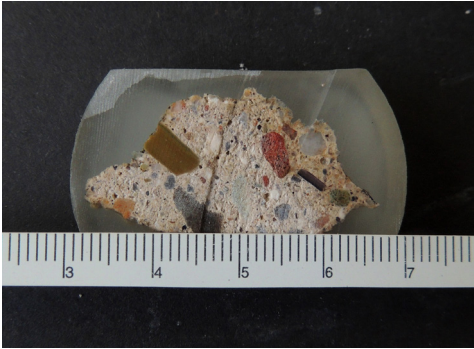


Fig. 9- Cross section of a bedding mortar of the earliest building phases, with a fairly coarse-grained aggregate (photo by Silvia Rescic)



Fig. 10- Cross section representative of the bedding mortar of the north, west, south, and east sides walls characterized by a fine-grained unimodal aggregate (photo by Silvia Rescic)

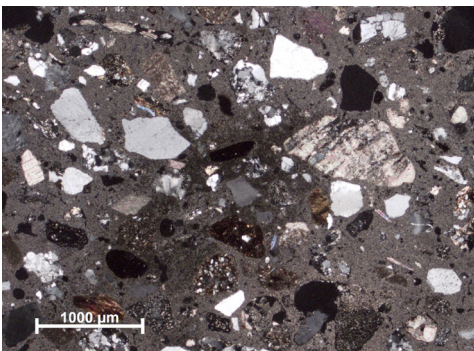


Fig. 11- Bedding mortar of the 16<sup>th</sup> century circular bastions with a medium grained unimodal aggregate (image at the optical microscope in thin section, crossed polarized light) (photo by Silvia Rescic)

low amount of lumps. Furthermore, the more recent mortars show a particular selection of the aggregate grain size.

Regarding the origin of the raw materials to produce mortars, the lime was most likely produced close to the outcrops of the carbonate rocks found at the base of the mountain (current localities of Caprona and Uliveto Terme). These carbonate rocks belong to the Rhaetic Limestone Formation (Upper Triassic age) of the Falda Toscana Tectonic Unit) and to the Marble Formation of the Monti Pisani (Lower Jurassic age) of the Monte Serra Tectonic Unit. The aggregate also seems to come from the plain at the base of the mountain because it shows the presence of marble and limestone fragments, lithotypes that do not outcrop in the vicinity of the fortress.

The bricks show mixtures of homogeneous appearance with a quite abundant framework of fine grain size (50-200  $\mu\text{m}$ ) and a scarce presence of argillaceous rock fragments (Fig. 12). As for the groundmass, some bricks show a not birefringent aspect while others are birefringent, indicating in this case a lower firing temperature but still starting from the same raw materials which are the clayey sediments of the alluvial plain at the base of the mountain.

Regarding the conservation condition of these materials, there are no particular problems. The Verrucano conglomerate is a rock of high cohesion, difficult to shape due to its heterogeneity. The stonemasons that in the Middle Ages shaped them

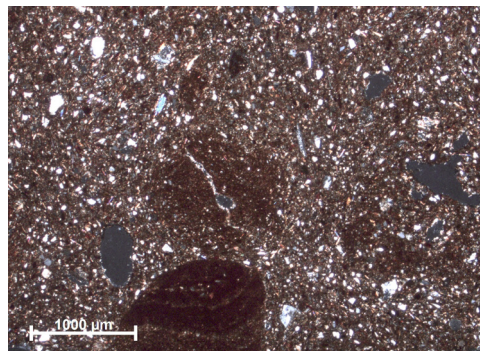


Fig. 12- Brick with a quite abundant framework of fine grain size and random presence of argillaceous rock fragments (image at the optical microscope in thin section, crossed polarized light) (photo by Silvia Rescic)

into large, regular blocks had considerable skills. The quartzites also show good durability. Only the finer and schistose varieties may show exfoliation phenomena. They were certainly easier to work than conglomerate due to their homogeneity and oriented texture, which facilitated their splitting into regular surfaces. As for bricks and mortars, both show considerable cohesion. This is explained by a careful production process with raw materials free of soluble salts. Furthermore, concerning the mortars, the petrographic study has revealed noteworthy recrystallization phenomena in the binder matrix, a process that contributed to increase their cohesion. [FF, SR]

## 8. Conclusions

The building materials used in the Rocca della Verruca fortress reflect the nature of the rocks outcropping in the surroundings. In fact, given its perched position, difficult to reach even today (almost two hours' walk from the plain below), it was necessary to exploit the local stone resources. Thus, in the perimeter walls and in the internal buildings it is possible to recognise rocks belonging to the Verrucano formation, the Violet Schists, the Buti Phyllites and the white

marble of Monte Pisano. As for the artificial stone materials, the bricks were produced by firing the clayey sediments of the alluvial plain at the base of Mount Verruca while the bedding mortars, both medieval and more recent, are made of a local aggregate, from the plain at the base of the mountain, consisting of quartz, quartzite, quartz-micaschists, sparitic and micritic limestones. The lime binder was produced from the carbonate rocks outcropping at the base of the mountain (current localities of Caprona and Liveto Terme) belonging to the Rhaetavicula contorta Limestone Formation and the Monti Pisani Marble Formation. As regards the conservation conditions of these materials, the stone ashlar do not show any specific problem of decay, as they are made of rocks of good cohesion and durability. Likewise, concerning bricks and bedding mortars, the care in the selection of the raw materials and processing ensured a good durability. [GP, AA, FF, SR]

## Author contributions

Authors' contributors are indicated by the initials of their names at the end of each paragraph: GP (Giovanni Pancani); AA (Andrea Arrighetti); FF (Fabio Fratini); SR (Silvia Rescic).

## References

- Benvenuti, G. (2004) *La Rocca della Verruca e il sistema difensivo del Monte Pisano*. Agnano Pisano, Stamperia Editoriale Pisana.
- Carosi, R., Montomoli, C., Pertusati, P., Sarti G., Frassi C. & Leoni L. (2006) *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000*. Foglio 273 Pisa, CNR-ISPRA -Selca Firenze.
- Dell'Antonia, B. & Mazzanti, R. (2001) Geomorfologia e idrologia. In: Paglialunga, S. (a cura di) *Tombolo. Territorio della Basilica di San Piero a Grado*. Ente Parco Regionale Migliarino, S. Rossore e Massaciuccoli, pp. 7-66.
- Ceccarelli Lemut, M. L. (1998) Dagli atti pubblici alla novellistica: fonti per lo studio della viabilità. In: Ceccarelli Lemut, M.L. & Garzella, G., (a cura di) *La via Francigena e il Basso Valdarno. Vie di terra e d'acqua nel Medioevo fra l'Elsa e il mare. Prospettive della ricerca e primi risultati*. Pontedera, Bandecchi e Vivaldi, pp. 21-40.
- Francovich, R. & Gelichi, S. (2003) *Monasteri e castelli fra X e XII secolo. Il caso di San Michele alla Verruca e le altre ricerche storico-archeologiche nella Tuscia occidentale*. Firenze, All'Insegna del Giglio Edizioni.
- Frommel, S., Gaiani, M. & Garagnani, S. (2018) Designing and building during the Renaissance. A method to study Giuliano da Sangallo. *Disegnare idee immagini*, 29(56), 20-31.
- Kurze, W. (1989) Monasteri e nobiltà nella Tuscia altomedievale. In: Kurze, W. (a cura di) *Monasteri e nobiltà nel senese e nella Toscana Medievale. Studi diplomatici, archeologici, genealogici, giuridici e sociali*. Siena, Accademia Senese degli Intronati.
- Pancani, G. & Bigongiari M. (2020) Digital survey for the structural analysis of the Verruca fortress. *Procedia Structural Integrity*, 29, 149–156.
- Pecchioni, E., Fratini, F. & Cantisani E. (2014) *Atlas of the ancient mortars in thin section under optical microscope*. Firenze, Nardini Editore.
- Pecchioni, E., Quaresima, R., Fratini, F. & Cantisani E. (2014) Importance of mortars characterization in the structural behaviour of monumental and civil buildings: case histories in L'Aquila. In: Lollino,

- D., Giordan, C., Marunteanu, B., Christaras, I., Yoshinori, C. & Margottini C. (eds.) *Engineering Geology for Society and Territory vol.8-Preservation of Cultural Heritage*. London, Cham Springer International Publishing, pp. 387- 391.
- Pedretti, C. (1972) La Verruca. *R.Q.*, 25 (4), 417-425.
- Scala, A., Gabbrielli, F., Giamello, M. & Mugnaini, S. (2021) Archaeometric analysis of building mortars used in the historic centre of Siena (Italy) between the 13<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> centuries. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 35, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102790>.
- Taddei, D. (2007) Giuliano e Antonio da Sangallo. In: Viganó, M. (a cura di) *L'architettura militare nell'età di Leonardo. Guerre milanesi e diffusione del bastione in Italia e in Europa*. Bellinzona, Casagrande edizioni.

## Caracterización arqueométrica de morteros históricos en las torres nazaríes del reino de Granada

Lucía Pérez-Lomas<sup>a</sup>, Jonathan Ruiz-Jaramillo<sup>b</sup>, Luis José García-Pulido<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Arte José Val del Omar, Granada, España / Universidad de Málaga, España, [luciaperlomas@uma.es](mailto:luciaperlomas@uma.es),

<sup>b</sup> Universidad de Málaga, Málaga, España, [jonaruizjara@uma.es](mailto:jonaruizjara@uma.es), <sup>c</sup> Escuela de Estudios Árabes (CSIC), Granada, España, [luis.garcia@eea.csic.es](mailto:luis.garcia@eea.csic.es)

### Abstract

The analysis and identification of historical mortars is essential for decision-making in restoration processes. In addition, its mineralogical-petrographic analysis, as well as its chemical characteristics, can provide relevant information that allows determining the chronological sequence of later interventions, which makes it possible to delimit and define different construction phases. Based on the defensive towers of the Nasrid kingdom of Granada, the study has been approached from an archaeometric point of view for the characterization of the historical mortars of their factories, obtained from both their coatings and the constituent materials of the walls. In this paper the preliminary results obtained in the Torre de Pimentel or de los Molinos and the Torre del Salto de la Mora or de la Sal, both located on the coast of the province of Malaga, are shown. A comparison is established between the two types of towers, verifying their material constitution with the historical and constructive analysis, through the analysis and interpretation of the information extracted from the X-ray diffraction tests (XRD).

**Keywords:** mortero histórico, torres nazaríes, arqueometría, materiales.

### 1. Introducción

Los morteros son materiales básicos en construcción que han tenido innumerables formas de uso, ya sea como elementos de unión de otros materiales en fábricas de piedra o ladrillo, como parte del tapial o como revestimiento superficial de paramentos (Alonso et al. 2011). Se vienen empleando desde la Antigüedad, en general, son mezclas homogéneas de uno o más conglomerantes inorgánicos, árido (arenas) y agua en proporciones adecuadas, pudiendo contener, además, aditivos (Gaspar, 1996). El resultado final es un material compuesto por una serie de granos embebidos en una matriz de naturaleza variable, con una textura semejante a la que presentan las rocas sedimentarias. El agua se pierde con el tiempo, a la vez que fragua y se endurece el mortero. Los áridos, de tamaño variable, son normalmente materiales pétreos naturales de composición silícea o carbonatada

y se caracterizan por su comportamiento inerte. Como ligante se utilizan distintos materiales (arcillas, cales, yeso, cemento...) que por distintos procesos dan cohesión al conjunto. Entre ellos, se distinguen los aglomerantes que solo sufren cambios físicos (como la compactación en las arcillas), y los conglomerantes que experimentan transformaciones químicas, como la cal (CaO) que, en presencia del anhídrido carbónico atmosférico (CO<sub>2</sub>), se transforma en carbonato cálcico (CaCO<sub>3</sub>) y cristaliza como calcita (Alonso et al. 2009).

En este sentido, el análisis y caracterización de morteros antiguos tiene gran importancia en el campo del Patrimonio según Martín Pérez (1990), porque permite, en primer lugar, estudiar las relaciones entre la composición de los morteros y la cronología de las construcciones y, por otro



lado, analizar el estado de conservación del monumento. Si el mortero está en buen estado, se puede utilizar para la restauración de un mortero de composición similar que esté en armonía con la construcción antigua o, en caso contrario, realizar un estudio más completo para conocer las razones por las que el material no ha cumplido con la función asignada (Ontiveros, 2001).

Por lo tanto, la metodología debe incluir una fase previa que tenga en cuenta la observación detallada del monumento y la toma de muestras, seleccionando lugares que presenten importantes indicios de alteración y zonas donde el material esté en buenas condiciones; y por otro, la documentación bibliográfica acerca de la historia del edificio.

## 2. Objetivos

El reino nazarí de Granada abarcó las zonas montañosas del sudeste de la Península Ibérica, donde se estableció una frontera natural con el reino de Castilla entre 1232 y 1492. Para su control y comunicación visual con los principales núcleos de población se estableció una red de torres defensivas. En la actualidad existen repartidas en la costa de Málaga más de una treintena de atalayas de origen nazarí. Tras la conquista castellana, muchas de estas perdieron su utilidad defensiva, aunque con adaptaciones militares y de artillería, siguieron utilizándose como elementos de vigilancia y control en el territorio (Ruiz-Jaramillo & García-Pulido, 2018; García-Pulido & Ruiz-Jaramillo, 2020a; García-Pulido & Ruiz-Jaramillo, 2020b). En la actualidad, pese a tener una protección y catalogación como bienes de interés cultural (BIC), muchas de ellas presentan un precario estado de conservación.

En este trabajo se analizan 11 muestras de distintos tipos de morteros extraídos de dos torres vigías, la Torre de Pimentel y la Torre del Salto de la Mora, ambas situadas en el litoral de la provincia de Málaga (Fig. 1) con los objetivos de:

1. obtener una descripción material de las torres;
2. realizar la caracterización químico-mineralógica de los morteros constitutivos y de revestimiento;
3. establecer una comparativa entre los distintos tipos de torres constatando su constitución material con el análisis constructivo. Con esta información, además, podemos diseñar procedimientos de restauración que sean

compatibles con los valores patrimoniales del monumento (Gutiérrez-Carrillo et al. 2017).

## 3. Características arquitectónicas y constructivas

En general, las torres de planta cuadrada suelen ser de origen nazarí y por lo tanto anterior a los Reyes Católicos. Tenían como misión principal la vigilancia, siendo por tanto altas y delgadas y con paredes verticales. A muchas de ellas ha habido que hacerles posteriormente un recrecido en su base para amortiguar la oscilación del viento. Solían estar construidas con mampostería de piedra y verdugadas de ladrillo, utilizando también este material en las esquinas, aunque no eran tan frecuentes como las de planta circular y sus dimensiones variaban de unas a otras de forma sustancial (Fernández, 2019). Nos hemos detenido en dos de ellas, la Torre de Pimentel y la Torre del Salto de la Mora, por su singularidad y por su buen estado de conservación. Por otro lado, presentan sistemas constructivos distintos, lo que nos permitirá realizar una comparación entre composición de los morteros utilizados en el tapial y en los muros de mampostería.

### 3.1. Torre de Pimentel

Está situada en la población malagueña de Torremolinos (Fig. 2a). Fue levantada en época nazarí, en la primera mitad del siglo XIV, siendo uno de los eslabones de la cadena de torres defensivas que se erigieron a lo largo de la costa del antiguo Reino de Granada. Su interés prima por su buen estado de conservación y por su ubicación, situada en la parte alta de un acantilado, sirvió para la defensa de los manantiales y los molinos harineros que existían en la zona.



Fig. 1- Situación de las torres en la provincia de Málaga (Luis José García Pulido y Jonathan Ruiz Jaramillo)



a)



b)

Fig. 2- a) Torre de Pimentel o de los Molinos; b) Torre del Salto de la Mora o de la Sal (a; <https://www.pueblosdemalaga.com/torre-de-pimentel-de-torremolinos/>, b; Luis José García Pulido y Jonathan Ruiz Jaramillo)

Tiene forma de prisma rectangular y una altura aproximada de 17 m. La mitad inferior de la torre es completamente maciza, encontrándose el primer nivel a unos 9 m de altura y el segundo a unos 14 m aproximadamente. La última planta o azotea es la cubierta, con una superficie de 14 m<sup>2</sup>. Los pisos o plantas son soportados con bóvedas de cañón y de espejo, generando distintos espacios interiores. Está orientada de norte a sur. La fábrica original de ladrillo trabado con el tapial mixto se puede observar en la fachada, dejando huella de cómo fue su sistema constructivo en el paramento, mediante líneas de mechinales donde se disponían las agujas del tapial, desaparecidas actualmente. Para impermeabilizar esta fábrica y obtener mayor fijación de las agujas habría sido revestida con mortero de cal.

### 3.2. Torre Salto de la Mora o Torre de la Sal

La segunda de estas denominaciones de esta torre haría alusión a haber servido en el siglo XVIII como almacén para una industria de salazones próxima (Fig. 2b) (Fernández, 2019). Se encuentra situada junto a la playa, sin obstáculos que impidan su visión, en el término del municipio de Casares, a 91 km de la ciudad de Málaga. Juan Temboury (Temboury, 1975) la describe cuadrada, con lados de 9,20 m y una altura de 10,60 m, teniendo la entrada situada a 5,40 m de

altura en la fachada norte, opuesta al mar, que posteriormente se ha recreado en 0,30 m. Situada en dicha reforma está el hueco de acceso actual. Fue construida en la segunda mitad del s. XVI, tal y como puede apreciarse en un grabado de Anton van Den Wyngaerde de 1567, recibiendo modificaciones en los siglos posteriores. La obra está realizada en mampostería con la utilización de ladrillo en huecos, troneras garita y pretilos, estando enlucida por el exterior (IAPH, 2022). El primer piso presenta huecos de medio punto en los muros norte y sur, para vigilancia, realizados con ladrillo. En el terrado existe una garita cuadrada de 1,80 m de lado cubierta con bóveda esférica de ladrillo.

### 4. Materiales y metodología

Con el fin de obtener la mayor información posible sobre el estado actual de conservación de las torres, se comenzó con la observación visual directa de estas con el fin de establecer los criterios más adecuados para la toma de muestras; aspectos macroscópicos relevantes de los materiales, funcionalidad de estos en el edificio (como unión de elementos constructivos, revestimientos, etc.) la historiografía de los materiales, e indicadores de alteración y patologías que presentaban (Igea, 2011).

A partir de ahí, se realizó la documentación fotográfica de los puntos de muestra y paralelamente se llevó a cabo la documentación gráfica mediante croquis.

#### 4.1 Toma de muestras

En la Torre de Pimentel se han recogido un total de catorce muestras (Fig. 3) de distintos tipos de mortero en diferentes localizaciones; en la planta primera se extrajeron cuatro muestras, SA-1 y SA-2, que corresponden al mortero de juntas utilizado para la formación de las jambas del hueco, y las muestras SA-3 y SA-4 que corresponden al mortero utilizado en la construcción del tapial. Se observó que existía una diferencia de coloración en los distintos estratos que formaban el tapial (Pérez-Lomas, Ruiz-Jaramillo & García-Pulido, 2020). Otras cuatro muestras se localizan en la planta segunda que pertenecen tanto a mortero

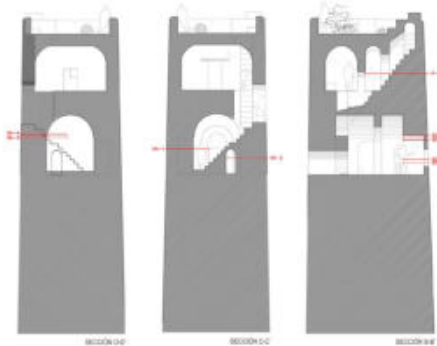


Fig. 3- Localización de las muestras de Torre de Pimentel (Lucía Pérez Lomas)

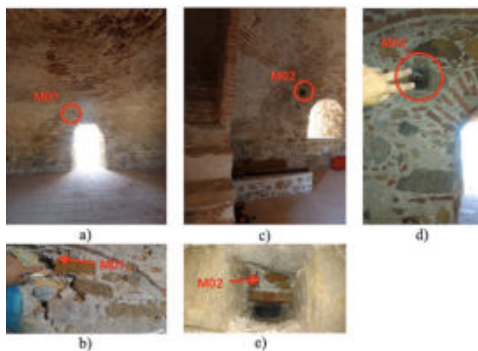


Fig. 4- Puntos de muestreo de la Torre del Salto de la Mora. Muestra M01 (a) y (b); Muestra M02 (c), (d) y (e) (Luis José García Pulido y Jonathan Ruiz Jaramillo)

	Muestra	Descripción	Localización	Altura
Torre Pimentel	SA-1	Mortero de juntas	P. Primera Jamba	≈ 1,0 m
	SA-2	Mortero de juntas	P. Primera Jamba	≈ 0,5 m
	SA-3	Tapial	P. Primera Muro interior	≈ 2,8 m
	SA-4	Tapial	P. Primera Muro interior	≈ 2,8 m
	P-1	Mortero de juntas	Escalera Arco dintel	≈ 1,0 m
	SO-0	Mortero de revestimiento	P. Segunda Muro interior	≈ 0,7 m
	SO-1	Mortero de revestimiento	P. Segunda Muro interior	≈ 0,5 m
	SO-2	Mortero de juntas	P. Segunda Arco	≈ 1,7 m
	SO-3	Mortero de juntas	P. Segunda Bóveda	≈ 1,7 m
	Torre Salto	M01	Mortero de unión	P. Baja Mampostería
M02		Mortero de unión	P. Primera Mampostería	≈ 1,1 m

Tabla 1- Resumen de muestras analizadas, tipo de mortero, localización y altura (Lucía Pérez Lomas)

de revestimiento como a mortero de juntas. Las dos primeras, SO-0 y SO-1, corresponde a dos capas de revestimiento diferentes, y creemos, a priori, a dos periodos constructivos distintos. La muestra SO-2 se toma del mortero de juntas utilizado para la realización del arco del hueco situado en la planta segunda, y la muestra SO-3, pertenece al mortero utilizado en la construcción de la bóveda de cañón. La última muestra, P-1, se localiza en la escalera que comunica la planta primera y segunda. Se aprovecha una parte que está casi desprendida del arco para no dañar el sistema constructivo. En el caso de la Torre del Salto de la Mora, solo se extrajeron dos muestras representativas para su caracterización mineralógica y petrológica; la muestra M01, tomada en la planta baja del mortero de unión del muro de mampostería, y la muestra M02, extraída de la oquedad del muro en la planta primera. En la Fig. 4 se muestran los puntos de muestreo. Este número limitado de muestras también está en línea con la elección de implementar una metodología menos invasiva (Gutiérrez-Carrillo & Arrizzi, 2021) de acuerdo con la Ley de Patrimonio Histórico y Arquitectónico Español. En la Tabla 1, se proporciona una descripción del tipo de mortero, la localización y la altura de extracción de todas las muestras.

#### 4.2 Técnica analítica

Para la caracterización químico-mineralógica de los morteros de revestimiento y de los morteros constitutivos del tapial y de la mampostería de las dos torres vigias se ha utilizado la técnica analítica

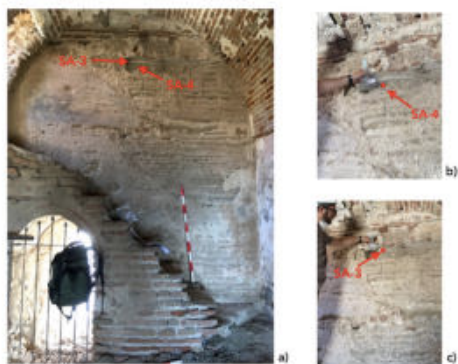


Fig. 5- Puntos de muestreo del tapial de la Torre de Pimentel. Sala de acceso. Localización general de las muestras SA-3 y SA-4 (a); muestra SA-4 (b); muestra SA-3 (c) correspondientes a las distintas tongadas del tapial (Lucía Pérez Lomas)

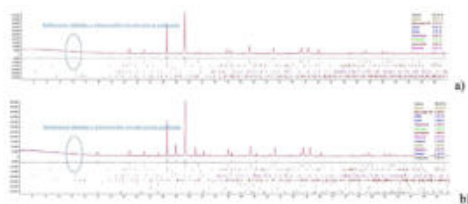


Fig. 6- Difractogramas de las muestras de mortero M01 (a) y M02 (b) de la Torre del Salto de la Mora (Lucía Pérez Lomas)

de la difracción de rayos X (XRD), condicionada fundamentalmente por la disponibilidad de las muestras. Es un procedimiento útil para caracterizar los compuestos cristalinos de materiales antiguos, es decir, aclara la naturaleza de las fases mineralógicas presentes en las muestras y las cuantifica. XRD ha ganado un interés creciente en las últimas décadas ya que demuestra ser suficientemente no destructivo (Pineda, Robador & Pérez-Rodríguez, 2013).

Los datos de difracción de rayos X de polvo usando radiación  $\text{CuK}\alpha 1$  ( $1.5406\text{\AA}$ ) se registraron en los Servicios Centralizados de Apoyo a la Investigación (SCAI) de la Universidad de Málaga, usando un difractómetro de PANalytical, modelo X'Pert PRO MPD, que consta de cargador de muestras automático y portamuestras giratorios. En el camino de haz incidente el sistema óptico de este equipo consta de un monocromador primario que hace que la radiación que llega a la muestra sea monocromática.

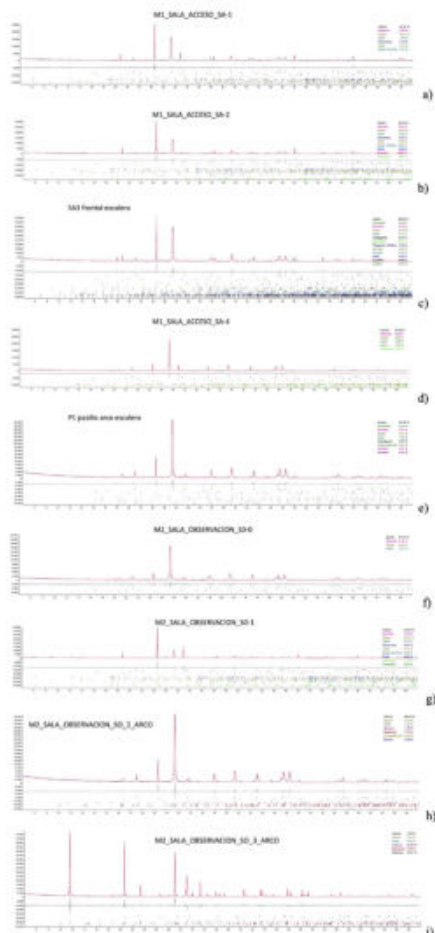


Fig. 7- Difractogramas de las muestras de mortero SA-1 (a), SA-2 (b), SA-3 (c), SA-4 (d), P-1 (e), SO-0 (f), SO-1 (g), SO-2 (h) y SO-3 (i) de la Torre de Pimentel (Lucía Pérez Lomas)

El sistema de detección consiste en un X' Celerator, con la longitud activa al máximo. Las medidas se realizaron de  $4^\circ$  a  $70^\circ$  ( $2\theta$ ) con calidad Rietveld cuantitativo y durante 3 horas.

El tubo trabajó a 45kV y 40Ma y las muestras se giraron durante la medida con objeto de aumentar la estadística de partículas. La identificación cristalina y el análisis cuantitativo de fases se ha llevado a cabo por el método de Rietveld empleando el software de PANalytical High Score Plus.

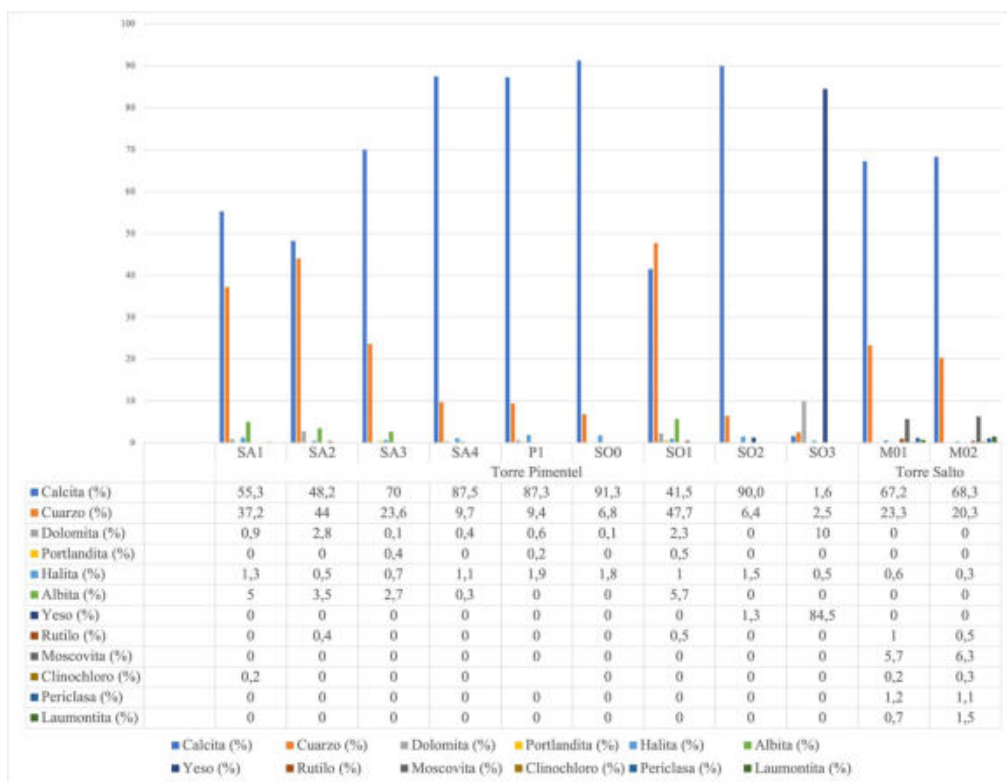


Fig. 8- Cuantificación aproximada de las distintas fases cristalinas identificadas en los morteros, y gráfico comparativo entre las distintas muestras tomadas en ambas torres (Lucía Pérez Lomas)

## 5. Resultados

Las principales fases minerales, como suele ocurrir en muestras históricas de mortero, aplicables a las muestras de mortero de este estudio son  $\text{CaCO}_3$  o calcita y silicatos ( $\text{SiO}_2$ ) (Cayme, 2022). La calcita es el principal mineral en el aglomerante de cal y los silicatos representan los agregados añadidos (Cayme & Asor, 2017) que son de diversa naturaleza compuestos por moscovita ( $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_{10}$ , cuarzo y dolomita [ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ] (López, Blanc & García, 2020). Esta última, existe la posibilidad que derive del uso de una caliza dolomítica, siendo necesarias otras técnicas analíticas para determinar su origen. Se ha realizado, además, una cuantificación aproximada de las distintas fases cristalinas (Fig. 8). Aunque, los porcentajes obtenidos son orientativos debido al carácter puntual de la toma de muestra para este tipo de análisis. De las muestras extraídas de la Torre de Pimentel, cuatro de ellas, SA-4, P-1, SO-0 y SO-2, presentan un porcentaje de calcita ( $\text{CaCO}_3$ )

que oscila entre el 87-92% como componente mayoritario, mientras que el contenido en cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) se encuentra entre el 6-10%. Sin embargo, en las muestras SA-1, SA-2 y SO-1, la cantidad de calcita disminuye respecto a las muestras anteriores, situándose el contenido entre el 41-56%, produciéndose un aumento significativo del contenido de cuarzo, entre el 37-48%. En relación con la muestra SO-3, difiere del resto, y en este caso, nos encontramos ante un mortero de yeso utilizado como material de unión en la construcción de la bóveda de la sala de observación. En el caso de las muestras extraídas del muro de tapial (Fig. 5), en el análisis visual determinó que la muestra SA-3 presentaba un color blanquecino, mientras que la matriz de la muestra SA-4 tenía un color más grisáceo, poniendo de manifiesto, a priori, las distintas tongadas o capas que conforman el tapial calicastro. En los análisis por XRD se confirma que las tongadas se iban alternando con morteros de diferente composición, apareciendo en la muestra SA-4 un mayor contenido de calcita. La figura 8 indica también la presencia

de feldespato en forma de plagioclasa (albita) en pequeños porcentajes (0,3-5,7 %) en las muestras SA-1, SA-2, SA-3, SA-4 y SO-1. En la figura 7 pueden observarse los difractogramas representativos de las especies mineralógicas de las muestras de mortero extraídos en la Torre de Pimentel. Las muestras M01 y M02 corresponden a la Torre del Salto de la Mora; la principal fase mineralógica presente en ambas muestras es calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), cuyo porcentaje es de 67,2 % y 68,3%, respectivamente. Los áridos son silíceos, un 20-23 % de cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), y filosilicatos como la moscovita ( $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_{10}$ ) entre un 5,7-6,3% (pudiendo ser una fase accidental debida a impurezas presentes en la arena utilizada como árido); además aparecen porciones menores de periclase ( $\text{MgO}$ ), laumontita ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), rutilo ( $\text{TiO}_2$ ) y halita ( $\text{NaCl}$ ). Ambas muestras indican, a priori, que se trata de morteros de similares características. Los difractogramas (Fig. 6) de las muestras de mortero M01 y M02 de la Torre del Salto también indican que la muestra presenta un contenido no despreciable de clinocrisotilo, ( $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ), que no se ha podido ajustar, ya que no existe estructura publicada. El clinocrisotilo es uno de los componentes fundamentales del denominado asbesto o amianto, cuya procedencia también puede ser natural.

## 6. Conclusiones

El análisis mineralógico de las muestras de tapial y mortero de revestimiento en la Torre de

Pimentel, y de mortero constitutivo del muro de mampostería en la Torre del Salto de la Mora ha proporcionado información básica sobre los materiales constituyentes.

En general, este análisis muestra que los materiales que componen ambas torres están compuestos sobre todo por materiales silíceos, a modo de áridos, con altas cantidades de materiales calcíticos, lo que indica el uso de poca tierra y mayor cantidad de cal durante la fabricación del material, algo habitual en los morteros medievales, que solían ser ricos en este componente. En general, la superficie del conglomerante de cal está bien carbonatada, manteniendo así la estabilidad de los sistemas constructivos. Se observa la presencia de halita o cloruro sódico que es una sal muy común en las zonas de costa.

En la Torre de Pimentel, nos encontramos con tres tipos de morteros con composiciones diferentes, lo que indicaría tres etapas de intervención diferentes. Las muestras analizadas del tapial (primera mitad del s. XIV) se caracterizan por tener un alto contenido de calcita y con poca cantidad de áridos, incluso utilizando dosificaciones diferentes en las distintas tongadas.

En la Torre del Salto de la Mora, datada del s. XVI y realizada con mampostería, el análisis de las muestras indica que se utiliza el mismo tipo de mortero en toda su fase constructiva, y como ocurre en el caso del tapial, con un alto contenido en conglomerante.

## Referencias

- Alonso, F.J., Bustamante, R., Díaz, C., Monjo, J. & Salto, I. (2009) Glosario de morteros. *ReCoPar (revista electrónica)*, 6, 33-40.
- Alonso, F. J., Fernández-Crespo, M. & Carrizo, L. (2011) Caracterización petrográfica de morteros del conjunto medieval de la ciudad de Oviedo. *Trabajos de Geología*, 30(30). Disponible en: <https://reunido.uniovi.es/index.php/TDG/article/view/207> (Consultado: 22/07/2022).
- Cayme, J. M. (2022) Chemistry of 19th Century Lime Mortar on a tabique Pampango (Wattle-and-Daub) from the Philippines. *Ge-conservacion*, 21(1), 55-63.
- Cayme, J.M. & Asor, A. Jr. (2017) Calcium content of the lime mortars from 19 th century church ruins in the Philippines using volumetric analysis. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 21(5), 1080-1090.
- Fernández Cánovas, M. (2019) Torres de vigilancia en la costa del antiguo reino de Granada (s. XV-XVIII). *Informes de la Construcción*, 71(553), 276.
- Gaspar Tebas, D. (1996) Morteros de albañilería, clasificación y propiedades. *Degradación del Patrimonio Arquitectónico*. ISBN: 84-89365, 84-9.
- García-Pulido, L. J. and Ruiz-Jaramillo, J. (2020a) Las torres conservadas en el territorio de Vélez-Málaga (Málaga). En: Navarro Palazón, J. & García-Pulido, L. J. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII Centuries. Vol. 11: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 26-28 March 2020, Granada*. Granada, Universidad de Granada, Editorial

- Universitat Politècnica de València & Patronato de la Alhambra y Generalife, pp.1185-1192.
- García-Pulido, L. J. and Ruiz-Jaramillo, J. (2020b) Las torres de alquería nazaríes conservadas en el territorio de Marbella. En: García Porras, A. & Fábregas García, A. (eds.) *Poder y comunidades campesinas en el Islam occidental (SS. XII - XV)*. Granada, Editorial Universidad de Granada, pp. 405-442.
- Gutiérrez-Carrillo, M. L., Cardiel, I. B., Gaitán, J. M., & López, J. M. (2017) PREFORTI project: The preventive conservation of historic rammed-earth. En: *Vernacular and Earthen Architecture: Conservation and Sustainability*. London: CRC Press/Balkema, Taylor & Francis, pp. 447-452.
- Gutiérrez-Carrillo, M. L. & Arrizzi, A. (2021) How to deal with the conservation of the archaeological remains of earthen defensive architecture: the case of Southeast Spain. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 13 (131).
- Igea Romera, J. (2011) *Caracterización de los materiales de construcción del Mudéjar aragonés. Diseño de nuevos morteros para su aplicación en restauración*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Zaragoza.
- López Martínez, T., Blanc García, M. del R. & García Bueno, A. (2021) Metodología para el estudio de morteros arqueológicos de revestimiento. *Ge-conservacion*, 19(1), 31-44.
- Ontiveros Ortega, E. (2001) Programa de normalización de estudios previos y control de calidad en las intervenciones: morteros empleados en construcciones históricas. Metodología de estudio. Fundamentos (1ª parte). *Revista PH*, 37, 84-93.
- Pérez-Lomas, L., Ruiz-Jaramillo, J. & García-Pulido, L. J. (2020) *Protocolos y muestreo de análisis de materiales para el estudio cronológico y técnicas de intervención: La Torre Pimentel de Torremolinos, Málaga. Congreso Rehabend 2020. Granada, 24-27 marzo 2020*. Almería, Circulo Rojo, pp. 187-194.
- Pineda, P., Robador, M. D. & Pérez-Rodríguez, J. L. (2013) Characterization and repair measures of the medieval building materials of a Hispanic-Islamic construction. *Construction and Building Materials*, 41, 612-633.
- Ruiz-Jaramillo, J. & García-Pulido, L. J. (2018) Guarding the border: watchtowers of the Nasrid Kingdom of Granada. Characterization and vulnerability assessment. En: *Heritage 2018: 6th International Conference on Heritage and Sustainable Development*. Granada, Green Lines Institute for Sustainable Development, pp. 1511-1518.
- Temboury Álvarez, J. (1975) Torres almenaras (costa occidental). *Instituto de Cultura*. Excma, Diputación Provincial de Málaga.
- IAPH (2022) *Guía digital del patrimonio cultural de Andalucía*, disponible en: <https://guiadigital.iaph.es/bien/inmueble/17331/malaga/casares/torre-salto-de-la-mora> (Consultado: 14 junio 2022)

## Fortezza medicea di Volterra: progetto della ‘messa in sicurezza’ (restauro e recupero) del camminamento di ronda e degli elementi architettonici a sporgere -‘beccatelli’- del lato nord della cortina perimetrale (1472/1474)

Domenico Taddei<sup>a</sup>, Caterina Calvani<sup>b</sup>, Antonio Taddei<sup>c</sup>, Andrea Martini<sup>d</sup>

<sup>a</sup> DESTeC, University of Pisa, Italy, d.taddei@ing.unipi.it, <sup>b</sup> DESTeC, University of Pisa, Italy, caterina.calvani@libero.it, <sup>c</sup> Freelance Engineer, Florence, Italy, antonio.taddei@gmail.com, <sup>d</sup> Italian Institute of Castles - Tuscany Section, Italy, am.mac@libero.it

### Abstract

The restoration and consolidation of the protruding apparatus of the Medici fortress of Volterra (1472-1474) aims to preserve this fortified architecture. In 2016, after the restoration of the keep of the “new fortress”, it was reopened to the public 542 years after its construction, creating the possibility of using it without intervening in the prison function of the complex. The north curtain consists of a very extensive front, from the “citadella” to the main door, attributed to Francesco di Giorgio known as il Francione (1425-1495) Florentine “architect” who also built the structures of Colle val d’Elsa, Pietrasanta, San Gimignano, Sarzana, Sarzanello, to the façade adjacent to it, attributed to M. Mazzei in the mid-19th century. The restoration of the curtain with 233 corbels on brick arches with shelves in “panchino di Volterra” and the control of rainwater on the patrol walkway gives the opportunity to enhance the knowledge and study of a construction typology in the context of fortified architecture. Renaissance of the Italian school called “transizione” with the use of the first artillery. This extraordinary complex is the result of the expansionist policy of Lorenzo “il magnifico” following the Alum War, for hegemony over the city of Volterra and to strengthen the control of the borders towards the Republic of Siena. It was born as a military garrison with a captain, a bomber, nine soldiers. At the time of Lorenzo only a part was used as a prison, it will be definitively transformed into a detention house during the Lorraine Grand Duchy in the mid-1800s.

**Keywords:** Volterra, external curtain wall.

### 1. Introduzione

La messa in sicurezza e il restauro architettonico della cortina esterna della fortezza di Volterra (1472-1474) - Casa di Reclusione - comprende n. 233 beccatelli, posti nella “muraglia” nord costruita nel periodo rinascimentale (Fig. 3), compresa la cortina nord della “citadella nuova” (Fig. 2) e il “baluardo” realizzato alla metà dell’800 (Fig. 1). Mensole/beccatelli che hanno permesso di approfondire lo studio delle metodologie applicate nella progettazione delle architetture militari del periodo di *transito*. Ricerca che ha portato allo studio-lettura critica di una

serie di opere di architettura fortificata in Toscana e nelle Marche che hanno caratterizzato questo periodo, identificandosi con la realizzazione della fortezza volterrana, il tutto per comprendere un grande artista, non che artefice e “capo scuola” dell’architettura militare del primo Rinascimento: Francesco di Giovanni di Matteo detto il Francione. I riferimenti e le comparazioni sono rivolti sia ad individuare le ragioni dell’iter progettuale, sia per raggiungere “la sicurezza dell’esistere”, che corrisponde ad una collaudata metodologia che, con i dovuti limiti, genera architettura: dalla



‘funzione alla forma’ e viceversa. Ecco perché è importante lo studio dell’autore o come in questo caso di un intero gruppo di ‘architettori’ (bottega), costruttori di opere di architettura militare. Altresì interessante lo studio sulla situazione politica e le ragioni che indussero la Repubblica fiorentina, nella metà del secolo XIV, a dare inizio alla costruzione-ristrutturazione di tante opere a carattere fortificato-militare.

La fortezza di Volterra, voluta da Lorenzo il Magnifico, grandiosa macchina da guerra fissa sul territorio che domina tutt’oggi la città al margine est delle mura, è composta dalla ‘cittadella nuova’, dalle cortine murarie che delimitano la piazza d’Armi, dalla costruzione più antica chiamata ‘Rocca pisana’, torrione e cassero, dalla ‘femmina’, bastione poligonale esterno al perimetro della città, e dal ‘bastione ottocentesco’ (Fig. 4)

### 1.1. Francesco di Giovanni di Matteo

Francesco di Giovanni di Matteo detto il Francione nacque a Firenze nel 1425 e vi morì nel 1495, architetto, poco conosciuto, dalle

molteplici attività, ebbe bottega nella città natale; anche il Vasari non lo tratta, lo enuncia solamente quando descrive gli inizi della vita artistica dei due fratelli Sangallo, fu tuttavia un artista importante e fecondo nella Firenze Quattrocentesca, non solo per le innumerevoli opere, ma soprattutto per la bottega, in quanto in essa si formarono e vi lavorarono artisti con personalità spiccata che caratterizzarono la prima metà del ‘500, non sappiamo però dove fosse ubicata. Il Vasari, nel suo accenno, lo riporta già maestro in quanto Giuliano e Antonio da Sangallo furono portati dal loro padre alla sua bottega per imparare un mestiere sicuro, da persona molto stimata e competente. Infatti, “li mise all’arte d’intagliare il legno e Giuliano imparò tutto bene quello che il Francione gl’insegna” (Vasari, 1973). Il Francione aprì la bottega di legnaiolo quando la famiglia Medici fondava il suo potere. Subito si accattivò l’ambiente fiorentino, oltre che per i numerosi modelli lignei di architettura, anche per lavori di falegnameria come sedie, scanni e panche per la magistratura, dove applicò l’arte di intaglio del legno a diverse tonalità, studiando persino la prospettiva in funzione delle rappresentazioni, esempi ne sono gli schienali degli scanni dei cori di diverse chiese fiorentine e pisane. Come riporta il Vasari, il Francione era “agli intagli di legno e alle prospettive attendeva: e insieme cose infinite di architettura insegnò a Lorenzo de’ Medici” (Vasari, 1973) e ancora in collaborazione con il Sangallo: “insieme molte cose d’intaglio e di architettura operato per Lorenzo dei Medici” (Vasari, 1973). Nel 1461 il Francione fu impegnato all’esecuzione del coro di Santa Maria Novella a Firenze, sempre in questo anno gli venne conferito l’incarico di costruire le strutture lignee del tetto del Duomo di Pisa, andate distrutte nell’incendio del 1595. Nel 1470 terminò il modello per la Chiesa di S. S. Flora e Lucilia di Arezzo, che i frati volevano ricostruire e forse prese parte a questo lavoro come maestro di legname. Le prime notizie sicure sull’inizio dell’attività del Francione come architetto militare sono del 1472, quando partecipò insieme all’esercito della Repubblica Fiorentina all’assedio e al saccheggio della città di Volterra,

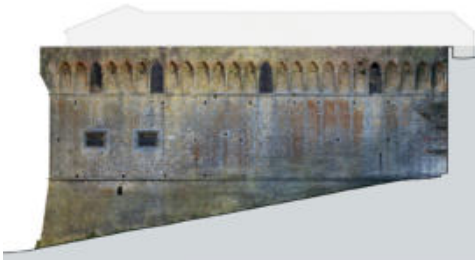


Fig. 1 - Rilievo foto-raddrizzamento della cortina costruita alla metà dell’800, 1° stralcio (Archivio Taddei, 2021)



Fig. 2 - Rilievo foto-raddrizzamento della cortina nord della cittadella nuova, 4° stralcio (Archivio Taddei, 2021)



Fig. 3 - Rilievo foto-raddrizzamento della cortina rinascimentale, 2°/3° stralcio (Archivio Taddei, 2021)

ribellatasi a Firenze. Subito dopo gli venne dato l'incarico di costruirvi la fortezza che verrà quasi subito trasformata in carcere. La fortezza nuova è attribuita al suo modello e ha una forma quasi quadrata con agli spigoli grossi torrioni cilindrici (rondelle) e al centro di essa, nel cortile interno, un grosso torrione cilindrico a mo' di maschio o mastio (donjon). Le proporzioni della scarpatura e dell'elemento verticale sono completate da un elegante coronamento a sporgere di beccatelli, mensole di arenaria e archetti ogivali in cotto, elemento che caratterizza tutti i camminamenti di ronda della struttura, dando una immagine di grande coerenza stilistica e omogeneità a tutto il complesso, sicuramente costruiti in tempi diversi. L'apporto delle conoscenze trasmesse al Francione dal Duca di Montefeltro e dall'Ing. Gentile Veterani - esperto di grande ingegno al seguito del Duca - riguardavano l'applicazione massiva (sperimentazione) delle archibugiere (o bombardiere) all'interno (troniere a cielo chiuso) e all'esterno delle murature della "fortezza nuova", sugli spalti nei camminamenti, per risolvere i problemi della difesa radente. L'inserimento delle artiglierie (archibugi, spingarde, bombarde) costituisce, per molti aspetti, specie con le fortificazioni costruite negli anni a venire, un modello inesauribile di esperienze e un preciso punto di riferimento per le future fortificazioni. Lo troviamo anche incaricato alle fortificazioni di Colle Val d'Elsa insieme a Giuliano da Sangallo (maestro d'ascia), La Cecca e Paolo di Francesco. A Colle il coronamento superiore in beccatelli a tutto sesto, il rapporto formale tra scarpa e l'elemento verticale della Porta Volterrana, che troveremo anche a Volterra, nelle rondelle di San Gimignano, a Sarzana e Sarzanello, indicano non solo l'attinenza di questo architetto ai canoni dell'architettura di "transito", ma la conoscenza delle teorie e dell'opera di Francesco di Giorgio Martini, i cui trattati erano stati divulgati in questi anni. Nel 1485 i fiorentini conquistarono Sarzana, e il Francione, insieme con Francesco d'Angelo detto La Cecca e Domenico di Francesco detto il Capitano, venne incaricato di costruire la fortezza di Sarzana e successivamente il forte di Sarzanello.

## 1.2. La fortezza: dalla fine del '400 alla fine dell'800

Attribuibile al Francione anche il torrione poligonale detto 'femmina' vicino alle fortificazioni costruite dalla Repubblica di Pisa.



Fig. 4- La fortezza di Volterra: arancio 'cittadella nuova', verde 'rocca pisana', magenta 'femmina', bianco 'muraglie', azzurro 'bastione ottocentesco' (Archivio Taddei, 2021)

Sempre al Francione, dato le proporzioni (rapporti dimensionali tra cortina verticale, ridondone e scarpa) e i materiali dei manufatti (mattone e pietra 'panchino'), sono attribuibili anche le 'muraglie', cortine longitudinali che collegano la cittadella con la "femmina", con camminamento di ronda posto sopra i beccatelli, nel loro parapetto sono state inserite due "bombardiere" a chiave rovescia tra le mensole 48-49 e 60-61 e sulle cortine erano presenti delle piccole porte (di soccorso?) oggi tamponate.

Nel 1816 la fortezza di Volterra viene ufficialmente denominata: Casa di detenzione e nel 1832 vengono iniziati importanti lavori di ristrutturazione del complesso diretti dall'Ing. Francesco Mazzeo Mazzei (1806-1869), come riportano vari disegni depositati all'Archivio di Stato di Firenze. Sempre attribuibile al Mazzei è la realizzazione del 'bastione', con grandi vani all'interno, alla sinistra dell'accesso e la nuova sistemazione dell'ingresso al carcere, la rampa viene sostituita con le scale. Nel 1859 Leopoldo II, dopo l'impresa dei Mille, lascia il Granducato e la Toscana entra a far parte del nuovo Stato.

## 2. Progetto Esecutivo

Ai fini della redazione del Progetto Esecutivo, verifica, ripristino, restauro, conservazione e riuso-recupero degli elementi architettonici a sporgere della muraglia perimetrale nord, è stata per prima eseguita una fase conoscitiva, analisi della documentazione storica, a cui è seguita una seconda fase sempre conoscitiva, ma dello stato dei luoghi, mediante sopralluoghi e rilievi geometrici, materici e dei degradi presenti ad oggi, analisi conoscitiva necessaria per verificare la reale composizione della struttura muraria esistente e lo stato di conservazione della stessa e dei beccatelli.



Fig. 5- Beccatelli della cortina rinascimentale, 2° stralcio (Archivio Taddei, 2021)



Fig. 6- Beccatelli della ‘Cittadella nuova’, 4° stralcio, (Archivio Taddei, 2021)



Fig. 7- Beccatelli della cortina rinascimentale, 3° stralcio, con ‘bombardiera’ nel parapetto, (Archivio Taddei, 2021)



Fig. 8- Beccatelli della cortina realizzata nella metà del 1800, 1° stralcio (Archivio Taddei, 2021)



Fig. 9- Cortina muraria interessata dal progetto esecutivo: camminamento di ronda (Archivio Taddei, 2021)

## 2.1. Metodologie di rilievo dello stato di fatto

La metodologia di recupero-restauro di un bene architettonico notificato o di un'architettura fortificata, fermo restando il rapporto preliminare tra informazione e conoscenza per la salvaguardia del bene, ha regole precise di impostazione metodologica, così come quelle definite dal D. Lgs. 42/2004. Il restauro è inteso come "l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del bene medesimo, alla protezione ed alla trasmissione dei suoi valori culturali". Non è solo un problema etico e deontologico, normativo e legislativo, ma di conoscenza, un sistema di rilevamento indispensabile per la salvaguardia e la valorizzazione di un bene. In questo caso il rilievo dello stato di fatto è stato redatto con una metodologia mista a più step, il primo è stato diretto, con le misurazioni prese manualmente, il secondo, per verifica e comparazione del primo, è stato fotogrammetrico con il raddrizzamento dell'immagine, in modo da avere la lettura fedele della tessitura del paramento murario. Quindi è scontato affermare che il corollario "conoscenza=salvaguardia" è il presupposto da prendere in esame in quanto primo elemento di una qualsiasi metodologia di progettazione-restauro nell'ambito del recupero architettonico.

## 2.2. Descrizione del Progetto Esecutivo

Il Progetto Esecutivo prevede la suddivisione della cortina muraria in quattro lotti o stralci (Fig. 10), ognuno dei quali ha per oggetto un numero definito di mensole/beccatelli:

- 1° stralcio, trattasi della porzione tra la 'rampa di castello' e l'ingresso dell'Istituto realizzata alla metà del 1800, che si compone di 26 mensole/beccatelli numerati dal 207 al 233;
- 2° stralcio, trattasi della porzione tra l'ingresso istituto' e il cancello di accesso carrabile realizzata nel periodo rinascimentale, che si compone di 17 mensole/beccatelli numerati dal 1 al 17;
- 3° stralcio, trattasi della porzione tra il 'cancello carrabile' e la cortina nord della 'cittadella nuova' realizzata nel periodo rinascimentale, adiacenti all'attuale parcheggio, che si compone di 131 mensole/beccatelli numerati dal 18 al 149;
- 4° stralcio, trattasi della porzione tra la cortina nord della 'cittadella nuova' e il cancello del cortile del forno realizzata tra 1472/74, che si

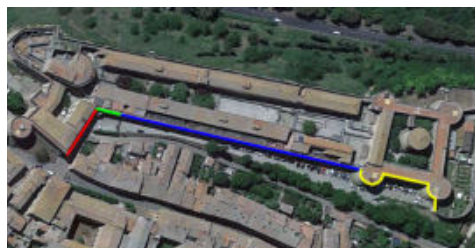


Fig. 10- Cortina muraria interessata dal Progetto Esecutivo: rosso (1° stralcio), verde (2° stralcio), blu (3° stralcio), giallo (4° stralcio) (Archivio Taddei, 2021)

compone di 56 mensole/beccatelli numerati dal 150 al 206.

Le due caratteristiche principali della cortina muraria interessata dal progetto sono: la costruzione in varie epoche e l'impiego di materiali diversi.

## 2.3. Tipologie di intervento

Tenendo conto delle esigenze culturali e scientifiche bisogna verificare se la reale fruibilità può essere applicata anche agli elementi oggetto della presente, camminamento di ronda e cortina esterna. Questa è la parte più delicata del problema perché entriamo nel merito di variegati interessi di recupero formale e messa in sicurezza: uno tra tutti è quello riguardante il reinserimento del manufatto in attività gestionali (culturali e funzionali, quali il parcheggio) e/o economiche di un'Amministrazione dello Stato. L'obiettivo tuttavia sarà la valorizzazione e la maggiore conoscenza del bene stesso. Tale problematica può essere confrontabile con l'odierno modo di considerare un'architettura fortificata e non solo riferibile alla realizzazione di restauro fine a sé stesso senza trovare il giusto inserimento nella vita contemporanea. Alcune volte vengono esasperate le possibilità di fruibilità di quegli spazi tanto da stravolgere la lettura di quella particolare architettura. Pertanto possiamo indicare come obiettivi fondamentali le seguenti tipologie d'intervento:

- restauro architettonico conservativo;
- reversibilità e identificazione dell'intervento;
- messa in sicurezza del manufatto a livello strutturale e funzionale;
- messa in sicurezza degli spazi interni e adiacenti;

- fruibilità rivolta verso il pubblico (attività culturali, turistiche) e la gestione della Casa di Reclusione (camminamento di ronda e parcheggio delle auto).

Da un punto di vista tecnico le opere vanno: dal restauro e consolidamento del materiale lapideo della cortina muraria e dei beccatelli, alla regimazione delle acque meteoriche del camminamento di ronda con l'adeguamento delle pendenze per lo scolo all'esterno delle acque in modo che queste, con la sua sgocciolatura, non interessino né le superfici della cortina verticale, né quelle inclinate della scarpa. Inoltre, verrà realizzato un impianto di illuminazione con plafoniere a terra in modo che il percorso pedonale sia fruito in modo ottimale non solo per esigenze interne della Casa di Reclusione, il percorso delle sentinelle, ma anche da utenti esterni.

#### **2.4. Stato di conservazione della pietra 'panchino', litotipo della città di Volterra**

Quanto riguarda lo stato di conservazione della pietra si riferisce ad una osservazione macroscopica effettuata da terra e pertanto, al fine di elaborare una valutazione puntuale è necessaria un'ispezione ravvicinata operata da un cestello mobile. Si renderà infatti necessaria, oltre che un'attenta osservazione delle varie parti che costituiscono i beccatelli, la saggiatura degli stessi con martello in legno al fine di rilevare le zone o gli elementi lapidei in fase di distacco.

La pietra 'panchino' è una roccia arenacea grigia e ruvida, risulta particolarmente pericolosa per quanto riguarda la durabilità, in quanto la presenza di minerali a reticolo espandibile (vermiculite, smectite e clorite-vermiculite), in condizioni di elevata umidità, hanno la capacità di assorbire acqua all'interno con un conseguente aumento di volume, in condizioni di bassa umidità, perdono acqua diminuendo così il volume. I continui e ripetuti cicli di rigonfiamento e ritiro, fenomeni legati alla circolazione dell'acqua, generano tensioni che portano alla disgregazione della roccia. Quindi un ruolo importante nella degradazione della pietra viene assolto dalla presenza e dal ristagno di acqua, che nel caso della muraglia diventa particolarmente nociva sui beccatelli e sul guanciale di raccordo con gli archetti, attraverso l'infiltrazione di questa dal soprastante camminamento di ronda.

Questa presenza di acqua favorisce anche la proliferazione della 'patina biologica' che copre pressoché uniformemente la superficie lapidea, conferendo ad essa un aspetto grigiognerastro, anch'essa causa, per il rilascio di sostanze acide dall'apparato radicale, del degrado della pietra. I maggiori fenomeni di degrado che si osservano nelle mensole dei beccatelli e sul guanciale, sono presenti sotto forma di 'alveolizzazione', 'mancanze' ed 'esfoliazione'; con molta probabilità ad una indagine ravvicinata e puntuale si potranno rilevare anche fenomeni di "fratturazione", particolarmente pericolosi per la stabilità degli archetti soprastanti e quindi del camminamento. Alcune staffe in ferro oramai ossidate, inserite in passato su alcuni beccatelli, stanno a testimoniare la presenza di una tale criticità. Su altri beccatelli, invece, vi sono delle stratificazioni nerastre dovute a rinzaffi di malta cementizia che coprono la superficie allo scopo di integrarne le 'mancanze'.

#### **2.5. Criteri generali d'intervento sulla pietra**

La prima fase da mettere in opera per il restauro riguarda la rimozione della patina biologica e delle piante superiori. Per quanto attiene lo stato del degrado del materiale lapideo si impone la necessità di intervenire con metodologie di rigenerazione artificiale e successivamente con prodotti protettivi. Pur di condurre il restauro nell'ottica del restauro conservativo, si può ipotizzare l'integrazione delle mancanze più ampie sugli elementi delle mensole dei beccatelli e del guanciale che potrebbero essere realizzate con lo stesso litotipo, se disponibile, o in alternativa con malta premiscelata a basso contenuto salino. Le vecchie stuccature in malta cementizia rimosse e quelle decoese saranno integrate con altre in malta premiscelata a basso contenuto salino. La protezione della superficie lapidea sarà realizzata con la stesura di un prodotto a base di fluoro che svolga anche funzione aggregante.

Le fasi operative sono:

1. Pre-consolidamento
2. Pulitura
3. Consolidamento
4. Stuccatura
5. Integrazioni
6. elementi in ferro

7. Protezione superficiale/aggregante
8. Documentazione grafica, fotografica, video.

Al termine dell'intervento dovrà essere redatto un programma di manutenzione, cui attenersi per il buon esito del restauro nel tempo, da attuarsi attraverso un monitoraggio visivo e strumentale.

### 3. Conclusioni

Possiamo affermare che il protagonista di questa operazione è il monumento e in particolare

la muraglia nord (camminamento di ronda, parapetto, 233 mensole/beccatelli, ridondone, cortina verticale, scarpa) sia nel rispetto delle varie 'carte sul restauro' e delle ricerche analitico-conoscitive, sia nella proposta di riuso e di riqualificazione, sicurezza del passaggio pedonale esterno e del parcheggio auto adiacente, oltre alle opere di consolidamento necessarie per la salvaguardia del bene architettonico, nel rispetto delle normative e dei regolamenti vigenti.

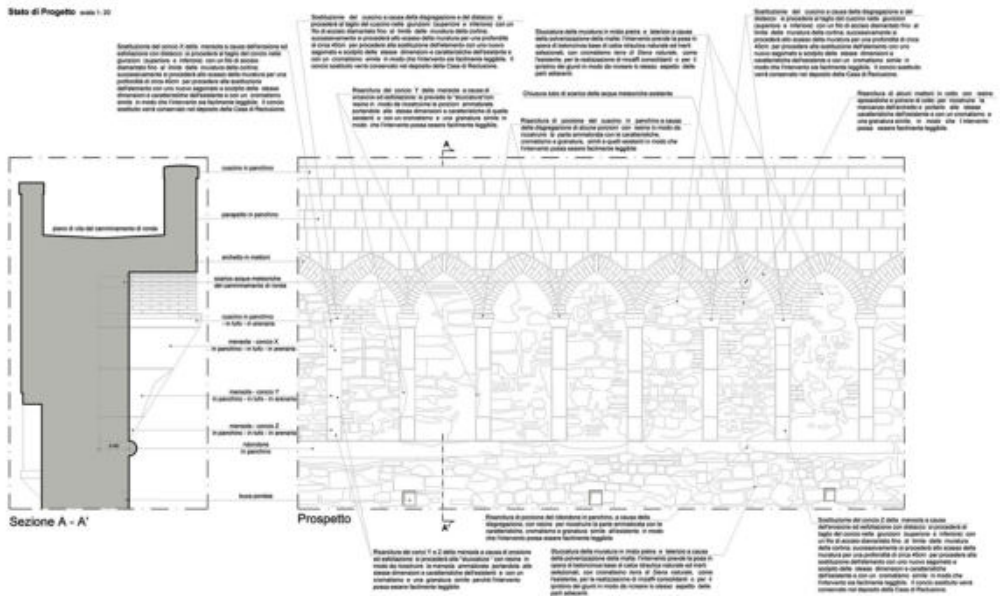


Fig. 11 - Progetto Esecutivo: particolare 'tipo' dell'intervento per il restauro della cortina muraria esterna (Archivio Taddei, 2021)



Fig. 12 - Progetto Esecutivo: mensole/beccatelli con indicazione delle tipologie di intervento (Archivio Taddei, 2021)

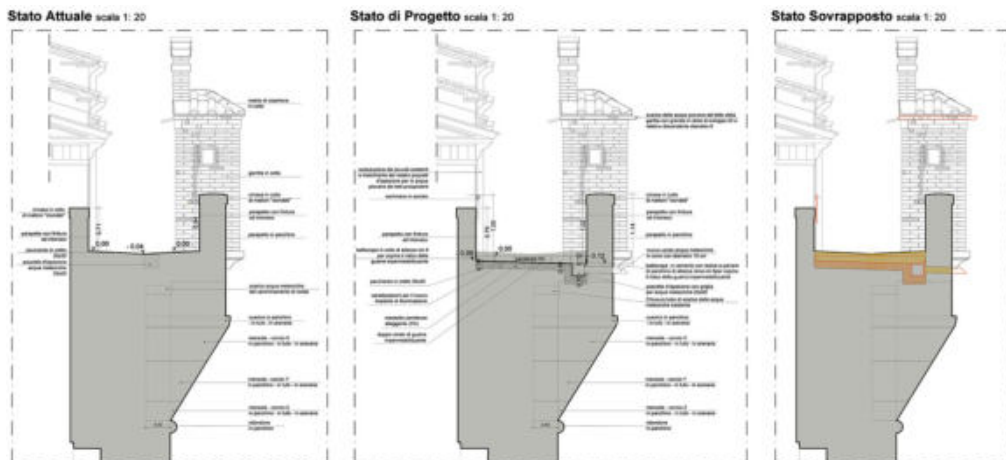


Fig. 13- Progetto Esecutivo: camminamento di ronda, particolare della sezione per la regimazione delle acque meteoriche (Archivio Taddei, 2021)

## Bibliografia

- Bonatti, F. & Ratti M., (1991) *Sarzana*. Genova, Sagep.
- Cassi Ramelli, A. (1964) *Dalle caverne ai rifugi blindati*. Milano, Adda Editore.
- Davidsohn, R. (1977) *Storia di Firenze*. Firenze, Sansoni.
- Severini, G. (1970) *Architetture militari di Giuliano da Sangallo*. Pisa, IGV Lischi & Figli.
- Taddei, D. (1977) *L'opera di Giuliano da Sangallo e l'architettura militare del periodo di transito, Sansepolcro*. Firenze, Sansoni.
- Taddei, D. (1987) *Una Fortezza Rinascimentale a Poggibonsi*. Poggibonsi, Lalli.
- Taddei, D. (1992) *La sicurezza dell'esistere. Le architetture fortificate al tempo di Lorenzo*. Cortona, Grafica l'Etruria.
- Taddei, D. & Naldini M., (2003) *Architettura Fortificata in Toscana*. Firenze, Ed. Polistampa.
- Taddei, D. (2004) Apparati a sporgere. In: Taddei D. (a cura di), *Le parole del Castello Nomenclatura Castellana*, Firenze, Ed. Plan, pp. 23-28.
- Taddei, D. (2008) Giuliano e Antonio da Sangallo il vecchio. In: Viganò, M. (a cura di) *L'Architettura militare nell'età di Leonardo*. Bellinzona, Ed Casagrande, pp. 231-253.
- Taddei, D. (2018) Il Francione e la fortezza di Volterra - la sua bottega e i suoi allievi. *Castellum n. 58*, IIC, pp. 31-50.
- Taddei, D., Calvani, C., Pistolesi, R., Taddei, A. & Martini, A. (2020) Recupero architettonico e strutturale del "mastio" e del suo cortile della fortezza nuova di Volterra. In: Julio Navarro Palazón, J. N. & García-Pulido, L. J. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. Vol. XII: Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 26-28 March 2020, Granada*. Granada, Universidad de Granada Editorial - Universitat Politècnica de València - Patronato de la Alhambra y Generalife, pp. 1425-1432.
- Vasari, G. (1973) *Le opere di Giorgio Vasari*, Firenze, Ed Sansoni.
- Warren, O. (1979) *Raccolta di piante delle principali fortezze del Granducato di Toscana*. Firenze, Studio Per Edizioni Scelte.
- Young, G. F. (1934) *I Medici*. Firenze, A. Salani.

## **Digital Heritage**





# Application of new survey technologies for 3D restitution and the architectural study of the Spanish fort Gourraya in Bejaia (Algeria)

Naima Abderrahim Mahindad<sup>a</sup>, Samira Haoui Bensaada<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Institute of Architecture and Urban Planning (I.A.U), Department of Built and Urban Cultural Heritage, Laboratory ETAP, University Blida 1, Algeria, mahindadnaima@gmail.com, <sup>b</sup> Institute of Architecture and Urban Planning (I.A.U), Department of Built and Urban Cultural Heritage, Laboratory ETAP, University, Blida 1, Algeria, haouisamira@gmail.com

## Abstract

The Fort of Gouraya is an ancient military edifice built in the 16<sup>th</sup> century, during the Spanish occupation of the town of Bedjaia, on the northern coast of Algeria. It is located on the highest mountain peak, 672 m above sea level: a position which gave it considerable importance, as it protected the town from any foreign incursion, particularly from the sea. This fort was refurbished in 1830 following the French intervention so that it could simultaneously fulfil two functions: to resist a possible attack and to control the town and its surroundings as well as the maritime traffic of the region. It is a building of great patrimonial value and represents a vital period in the history of the city of Bejaia. Unfortunately, today it is completely ruined and only a few sections of the walls remain. Through the use of new digital tools, such as the laser scanner and photogrammetry, we have been able to reproduce an architectural representation of the building in its current state, as well as a virtual model of the whole of the edifice. By applying these new tools to the endangered architectural heritage, we have been able to preserve its image through 3D restitution, modelling and digital simulations. Such a restitution has not only highlighted the different phases in the evolution of the building, but it has also put forward an interpretation of the elements that have fallen into ruin, or have completely disappeared. It has, therefore, proved itself to be a valuable tool not only for understanding this building, but also for preserving the image and memory of the heritage and archaeological site. Its restitution and reopening to the public thus represents the culmination of this whole chain of operation.

**Keywords:** Fort Gouraya, 3D scanner, photogrammetry, modelling.

## 1. Introduction

### 1.1. Heritage and new digital tools

Digital conservation is a new concept, not only in the heritage sector, but also in the field of architectural studies and building archeology. It has only become widespread during the last ten years (Borel et al. 2010) and consists of using 3D digitisation, combined with digital video and photography, to build up a comprehensive picture of a site or structure. This method allows architect restorers and archeologists to digitally reconstruct how the edifice looked in the past,

and from it, draw up a complete inventory to help them develop a conservation, restoration or rehabilitation project.

At the present time, digital technology not only allows for the generation of both 2D and 3D images but also offers the possibility of managing collected data and new investigative techniques (DeLuca, 2006). For example, laser scanner readings create point clouds which precisely represent the dimensions of a building in 3D (including all its deformities and structural

anomalies); photographic and thermographic surveys, taken by drones, can highlight the state and the behaviour of an edifice under various conditions (Aleman & Babineau, 2021).

In Algeria, the use of such technology is new. It is only in recent years that it has been used to help draw up reliable documents and plan restoration interventions, after an architectural survey and modelling, of a fairly large site.

This article examines the feasibility of using both this new technology, and photogrammetric modelling, at the Gouraya Fort (Fig.1), a heritage defensive site, on the east coast of Algeria. It presents new and ground-breaking research from which, it is hoped, that lessons can be learnt.

## 1.2. The problem of an architectural and archeological study at the Gouraya Fort

The fort is situated on Mount Gouraya, 672 m above sea level, overlooking the town of Bejaia. Its strategic location made it an important site for all the mediaeval dynasties that successively governed in Bejaia. It was also key to the surveillance and protection of the town and its surrounding territory. With regard to the restoration project of this fortress, its position



Fig. 1- General View of the Fort of Gouraya (Mahindad, 2022)

hampers the success of traditional and manual surveys of the site because certain parts of the edifice, notably the northern side, are inaccessible.

In addition, although this fort, which dates back to the mediaeval period, has been the focus of several studies (Mahindad, 2002), few traces remain and certain parts are partially in ruins. Information about the Gouraya Fort is, thus, incomplete, even sketchy, notably stratigraphic data and the identification of the different structures related to each period of its construction. With the aim of resolving these problems, an architectural and archeological study was carried out using digital tools and techniques.

## 2. Presentation of the Gouraya Fort

### 2.1. History

The town of Bejaia, formerly the capital of the Hammadid dynasty from around 1067, was considered as the pearl of the Maghreb throughout the whole of the Mediaeval period (until the XI century) and even after the fall of the Hammadid empire. Since its foundation, many prestigious and defensive buildings could be found in the town, one of them being the Gouraya Fort. It was built in the 11<sup>th</sup> century on the site of a marabout (Lalla Gouraya) (El Merini, 1870). The site owes its mystical character to folklore. Legend has it that two holy sisters, “Yemma (mamam) Yamna” and “Yemma Gouraya”, lived at the site and that one of them, Lalla Gouraya, is actually buried there (Lapene, 1839). With the Spanish occupation, around 1509, the site was transformed into a military stronghold for the purposes of observation and surveillance (Yahiaoui, 2018) before being overhauled and rebuilt by the French in 1834 (Carette, 1853).

### 2.2. General description

After the French conquest in 1835, a report, drawn up by military engineers, stated that the Gouraya Fort, although of Spanish origin, was in fact, abandoned and in ruins (Lemerancier, 1833). It consisted of a four metre square reduit, made of earth, built in one of the corners of a platform, surrounded by a drystone retaining wall (Fig. 2). Underneath the platform, whose screed was almost destroyed, was a well-preserved tank with a volume of 55000 litres. To the side of the marabout, and outside the retaining wall, was a stone shack covered with thatch.

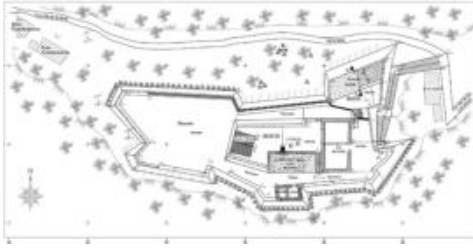


Fig. 2- Plane of the Fort (Rafik Mahindad, 2022)

In their redevelopment project at the fort, the French kept only the tank, which is still there today, as well as the foundations of the retaining wall and the buttresses. According to the draft drawn up by the military engineers, the new French fort covered approximately 1633 m<sup>2</sup> and consisted of three separate platforms

The first platform adjoins the entrance hall and is 672,02 m above sea level. It provides access to the two other platforms. Today, it houses the ruins of an edifice, whose function is unknown, a succession of three recesses surmounted by barrel vaults and two other small buildings, one of which is in ruins, while the other is used as public sanitary facilities.

The second platform is 676,38 m above sea level and consists of a ruined building, of which only a few cement plastered walls remain standing, and a bastion made of brick, where the mortar has partially fallen away in places, revealing damage to the walls. There is a building at the very end of this platform which must have served as an ammunition store. It consists of thick stone walls and its corners are all made from dressed stone. It is covered by a barrel vault surmounted by a brick roof. This platform is bordered by a 1.50 m high stone parapet.

The third platform is 669,02 m above sea level.



Fig. 3- The aerial view of the Fort of Gouraya (Dr Ladjouz, University Abderrahmane Mira of bedjaia, 2022)

It consists of a building with two rooms, one of which housed an old oven, now demolished. Its thick walls are made of stone and its apertures are framed by brick arches.

### 3. Digitization of the Gouraya Fort and 3D survey

#### 3.1. Implementation and methodology of the survey

In 2022, a restoration project began at the Gouraya Fort, and, it is with the help of the engineering company, Mahindad, in charge of the project, and the collaboration of the Architect of Historical Monuments, Dr. Khima, that we were able to carry out a three-dimensional survey of the site.

Several different methods were used to carry out a survey and digitization of the entire edifice, both inside and outside. First of all, a 3D scanner was used to survey the geometry of the site and the shell of the building. Then, thanks to the collaboration of Dr. Ladjouz and his team, from the Department of Architecture at Abderrahmane Mira University in Bejaia, the inaccessible parts of the site were surveyed by using a drone (Fig. 3). The photogrammetry complemented the survey, providing more detailed images of the architectural elements and buildings as well as aerial views.

With regards to the survey made by the 3D scanner, the apparatus was placed at several different positions and a 360° scan of the environment was undertaken. The images taken at the different positions, known as stations, were assembled and processed within the scanner itself. We were able to obtain a block for each level and a network of points that formed a closed loop all around the fort. The aerial photogrammetry was carried out by the educational team at Abderrahmane Mira University in Bejaia, and supervised by Dr. Ladjouz, It consisted of taking photos of the edifice and establishing ground control points, a series of square, checkerboard targets, placed on the ground, to ensure accurate readings of the terrain, and a faithful reconstruction of the digital model (Fig. 3).

From a fusion of the data obtained by the two Methods, we were able to create a complete and detailed point cloud, which was georeferenced by Dr. Khima to obtain altimetric measurements and geographic coordinates for the entire area of the edifice (Fig. 4).

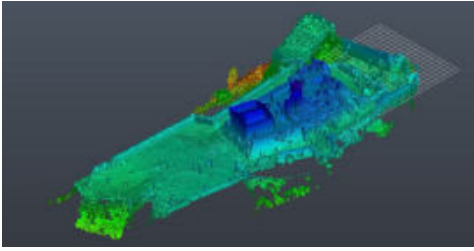


Fig. 4- Detailed point cloud (Khima, 2022)

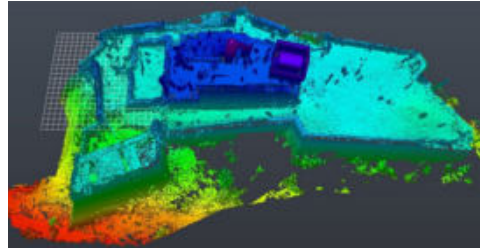


Fig. 5- Detailed point cloud (Khima, 2022)



Fig. 6- Ortho plan (Khima & Mahindad, 2022)



Fig. 7- Graphic rendering of the facade (Mahindad, 2022)

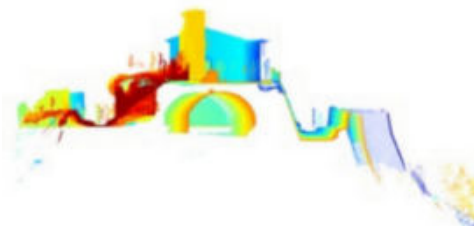


Fig. 8- Localisation of the position of the water tank (Khima & Mahindad, 2022)

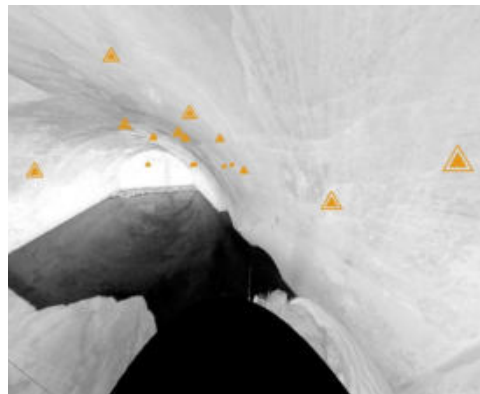


Fig. 9- View of the water tank (Khima & Mahindad, 2022)

### 3.2. Data Processing

From the cloud points obtained (Fig. 5), we were able to generate two types of architectural images, as well as useful documents to analyse and interpret the different data (Fig. 6). This documentation can, therefore, have different formats : 2D and 3D. The first step was to draw up survey drawings and elevations: plans and sections (Fig. 7), which could help describe and interpret data during analysis and diagnosis of the edifice. We were also able to obtain a detailed survey of all the constituent parts of the edifice, including those which are rendered inaccessible due to the topography of the site (Fig. 8). Moreover, the 3D scanner survey allowed us to locate the position of the water tank which, although mentioned in historical writings, was not actually visible at the site (Fig. 9).

The second step, still underway, is to create a digital model of the Gouraya Fort , which will

help us establish the state of the building today. From this model, we will be able to introduce new data, especially those related to building systems.

It is important to note, here, that the digital model can be improved with the addition of data relevant to the edifice. This will allow us to include details concerning the knowledge of spaces and the layout of the buildings. It is a work still in progress but one which will allow us to incorporate archeological data relative to the edifice.

### 4. Conclusions

In the case of the study of the Gouraya Fort, the various data obtained by means of the 3D scanner, photogrammetry and 3D modelling are still being

processed. However, they have already allowed us to create a unique 2D and 3D graphic file, at once complete and detailed, of the ensemble of the edifice, even of the most inaccessible parts. Nevertheless, the results set down in this article were obtained during the first step of the study, related to the collection and processing of data. The second stage of the study will only be completed on finalisation of the 3D modelling of the entire edifice.

Through the use of software dedicated to geographical information, the digital model, that

will eventually be obtained, will be improved by the integration of new, semantic data, related to archeological and historical information. This step will allow us to have, in a single interface, the graphics representation of the geometry of the building (the digital model) and all the data concerning it (attribute table).

Finally, this research, which is the first to apply IT tools and digitization to a study of a defensive site in eastern Algeria, will certainly help shed a new and innovative light on buildings of this type.

## References

- Abderrahim Mahindad, N. (2002) Essai de restitution de l'histoire urbaine de la ville de Bejaia. [MA Thesis]. Alger, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme d'Alger.
- Aleman, C. & Babineau, E. (2021) Stgm architecture : Quelles sont les différentes méthodes d'investigation de l'architecte du patrimoine?, available at: <https://stgm.net/fr/actualites/quelles-sont-les-differentes-methodes-dinvestigation-de-larchitecte-du-patrimoine> (Accessed: 12 April 2022)
- Borel, L., Cabarrou, M., Dubourg, S. & Egels, Y. (2010) D'X,Y à X,Y,Z, de nouveaux outils pour l'étude architecturale et archéologique. Restitution 3D, lasergrammétrie et photogrammétrie : le cas de la citerne el-Nabih à Alexandrie. In: Vergnieux, R. & Delevoic, C. (eds) *Actes du Colloque Virtual Retrospect 2009, Archéovision 4*. Bordeaux, Editions Ausonius, pp. 215-228.
- Carrette, E. (1853) *Recherches sur l'origine et les migrations des principales tribus de l'Afrique septentrionale et particulièrement de l'Algérie*. Paris, Imprimerie imperiale.
- DeLuca, L. (2006) relevé et multi-représentations du patrimoine architectural. Definition d'une approche hybride de reconstruction 3D d'edifices. [MA Thesis]. Aix-en-provence, École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Centre d'Aix-en-provence.
- El- Merini, A. (1857) Unwân El-Akhbar , trad. Ch.Feraud « Exposé des événements qui se sont passés à Bougie ». In: *Revue Africaine*, 70, p. 245.
- Lapene, F (1839) *26 mois de séjour à Bougie*. Paris, Anselin successeur de Maginel.
- Lemercier (1833) *Rapport sur la place de Bougie*, S.H.A.T, Article 8 Section. S.H.A.T: 1H891, *Les fortifications*.
- Yahiaoui, M. (2018) *Yemma Gourraya, patronne de Bejaia*. Algeria, edition Afiwem.



## The Fort of the Holy Savior in Messina. Historical cartography and digital surveys

Alessio Altadonna<sup>a</sup>, Giuseppe Martello<sup>b</sup>, Antonino Nastasi<sup>c</sup>, Fabio Todesco<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Ingegneria, Università degli studi di Messina, aaltadonna@unime.it, <sup>b</sup> Dipartimento di Ingegneria, Università degli studi di Messina, gmartello@unime.it, <sup>c</sup> Dipartimento di Ingegneria, Università degli studi di Messina, antonino.nastasi@unime.it, <sup>d</sup> Dipartimento di Ingegneria, Università degli studi di Messina, ftodesco@unime.it

### Abstract

The restoration of monuments is inevitably translated throughout the modification of the state of things, which means the modification of the only certain 'document' that makes it possible in understanding the history of the artefact, attributing chronologies to the different parts of which such architectures are composed of and in preparing calibrated projects for specific environmental requirements. Therefore, the documentation prior to the intervention is a necessity that in recent decades has had positive impulses throughout the use of laser scanning techniques making it possible to acquire a great deal of information that constitutes accurate apparatus for the project elaboration. The fort of the Holy Savior is located at the end of the neck of land facing the city of Messina, a curved shape similar to a sickle, which suggested to the Chalcidian Greeks the city name attribution of Zancle. The fortress was built in later periods and incorporates also a tower from the Norman era. From the Aragonese period onwards, but above all, as part of the reorganization of the strongholds ordered by Charles V, other fortification works were juxtaposed by Ferramolino, who also incorporated the remains of the Church of the Holy Saviour in the Phari language, which in the Norman period, all the so-called 'Basilian' churches of Valdemone depended. The survey of the fortress, which has undergone various tampering and transformations over the centuries, was carried out using photogrammetry and laser scanning techniques making it possible to identify and document important vestiges, recognizing certain historical events that affected the multi-layered site, as well as providing useful support for the design and control of the intervention.

**Keywords:** fort of the Holy Savior, fort Campana, Ferramolino, Charles V, fortifications.

### 1. Introduction

The city of Messina is characterized by a strip of land that in the Greek period assumed the name of Zancle, due to the formal assonance of the neck of land with the shape of a sickle. This strip of land facing the town has been an object of interest from all the populations that have alternated in the city governance. Since 1081 Roger I of Altavilla fortified the end of the sickle by erecting a tower, called Sant'Anna, for the defense and control of the city (Malaterra, 1928: p. 77). The strategic position of the site was confirmed in

the following centuries by the Angevins and then by the Aragonese with further fortifications, which incorporated the previous ones and were conformed with defensive techniques developed in response to the increasing firearm efficiencies (Fig. 1).

The purpose of this paper is to obtain information from the historical cartography and compare it with the reality detected with the most advanced survey techniques in order to achieve a wider



knowledge of the context, constituting a wealth of data to be used in the case of a project conservation of the monument.

## 2. The history of artifact

### 2.1 From the Normans to the Spaniards

Near the tower of Sant'Anna, in 1086, Roger I started the construction of a monastery dedicated to the Holy Savior in the phari language (AA.VV., 1902: p. 374). This construction was completed around 1122 and, after his coronation as King of Sicily, Roger II established the Archimandrite and subjected most of the religious centers of the Greek rite of the Valdemone and vast estates in Calabria (Scaduto, 1947: pp. 165). The fortress in 1282 was the scene of clashes, on the occasion of the Vespers war and also around 1350 when the Palizzi faction rebelled against the monarchy, barricading itself with the Angevin troops (Maurici, 1992: p. 241). Towards the end of the fifteenth century, the church and the monastery underwent substantial restorations and about a century later, in 1535, the monastery was demolished, observing the design of Charles V which provided a reorganization of the city walls and the defensive strongholds (Fig. 2).

The fort of SS. Salvatore was constructed in 1537 by the military architect Ferramolino from Bergamo who incorporated within the city walls the Tower of Sant'Anna and demolished the monastery, keeping only the church of the Holy Savior near the south-east bastion.

In 1549 the storehouse for munition exploded due to a lightning bolt that ruined the church, which was afterwards restored to its original condition. The fortress was completed in 1614 (Chillemi, 2012: p.170) and constituted one of the vertices of a defensive triangle which also included Fort Castellaccio and Fort Gonzaga, located behind the city in order to control the defense line towards the mountains. Both Fort Gonzaga and Castellaccio, probably the latter was built on a pre-existing building, were constructed by Ferramolino who, in the case of the Fort of the Holy Savior, was assisted by Maurolico (Maurici, 1992: p. 240).

### 2.2 The document monument

This paper, specifically, examines the Fort of the Holy Savior and gives an account of the first results of a research currently in progress. Starting from the consideration that the Fort of the Holy

Savior has always been used for military purposes, in which, usually the outline transformations, are motivated by practical rather than aesthetic necessities, frequently perceptible (1).

From the consideration that, regardless the paper documentation, the real data can only be inferred from the state of affairs of the investigated architecture, a metric survey was developed using laser scanning techniques. Unlike the traditional survey techniques, which can return a geometric model of the artefact, the laser scanner survey



Fig. 1- The port conformation of Messina. Note at the end of the neck of land, the fort plan of the Holy Savior (Plantas de todas las plaasy fortaleas del Reyno de Sicilia saca das deordende Su Magesta del Rey Phelippe Fourth year MDCXXXX)



Fig. 2- The port conformation of Messina. Note at the end of the tongue of land, the fort plan of the Holy Savior (Pierre Del Calleyo, 1734)

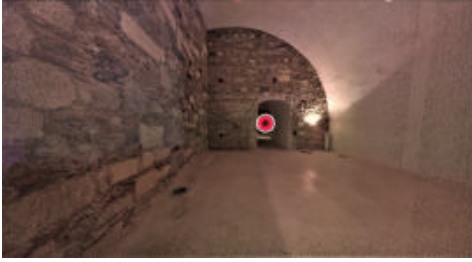


Fig. 3- Point cloud of the Forte Campana in RGB colors (graphic elaboration by A. Altadonna)

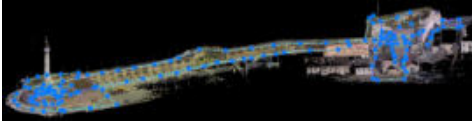


Fig. 4- The 150 station points and related connections made with Leica Cyclone Register 360 (graphic elaboration by A. Altadonna)

allows us to acquire a large amount of data and then decide in the post-production phase which profiles to obtain from the three-dimensional virtual model (overall point cloud). It should be noted, also, that the acquisition of such data constitutes a really important document for the upcoming renovation and process maintenance.

The possibility of using such technology permits an easier approach than in the past in developing a critical survey of the building. Evaluating the new stratifications, demolitions and in general all those transformations that have occurred during the history of the building. In order to acquire data that can constitute a valuable method for the upcoming design intervention phases and preserving the characteristics of the construction. It is also a digital document, a sort of facsimile, which freezes the actual state of the architecture on the date of the survey which, can be interrogated for various insights, even at a later time.

### 2.3 The environmental survey

The survey operations were carried out using an integrated study; a scientific investigation process in which various survey procedures were put together in order to obtain the most possible and detailed information. In addition to the laser scanning processes, were also carried out, thermal imaging camera, visual relief and photographic survey (Fig. 3). In particular, the photographs

were reassembled and merged into a single image through the use of the photogrammetric software Agisoft Metashape.

In relation to the laser scanner survey, were performed 150 stations: the point clouds of the various setups were reassembled into a single overall cloud utilizing the Leica Cyclone Register 360 software. The 3d laser scanner used is a Leica BLK 360, purchased by Lab4R of the Engineering Department of the University of Messina.

The instrument employs a time-of-flight (TOF) which uses LiDAR (Light Detection and Ranging) technology that allows to acquire up to a maximum of 360,000 points per second, creating point clouds with millimeter precision. The accuracy of the instrument depends on the distance between the station point and the acquired surfaces. The instrument permits to obtain two different types of images: both panoramic and spherical images with an acquisition field of 360° by 300° thanks to the three integrated HDR cameras, and thermographic ones, due to the presence of an integrated thermal imaging camera. In fact, before the actual scan, the laser performs a photographic overview, and then begins to acquire the points using the laser beam. It has a range of 60m in diameter, with a point positioning accuracy of 4mm at 10m and 7mm at 20m. (Fig. 4). The functional drawings were represented, in post-production, eliminating the ‘noises’ from the raw output data in order to obtain profiles, images and details that can be used for the succeeding project phases.

### 2.4 The forts Campana and Holy Savior

As mentioned above, the architecture perceived today has been molded throughout stratifications over the centuries. The primitive Norman tower, still based on an antiquated defensive system, with the advent of firearms has seen a progressive transformation which, in the current phase, constitutes a document of the fortification theories developed in the Middle Ages. The Fort Campana, around the fifteenth century, incorporates the tower of Sant’Anna and is organized on two levels with terraces capable in hosting artillery pieces. The drawings, drawn up by Eng. Barbaro, designer of the votive stele dedicated to the “Madonna della Lettera” and grounded inside the Fort Campana, are found at the Superintendency archive of Messina (ASDM), illustrating a plan and section of the fort in 1932, before the construction of the votive stele (Fig. 5).

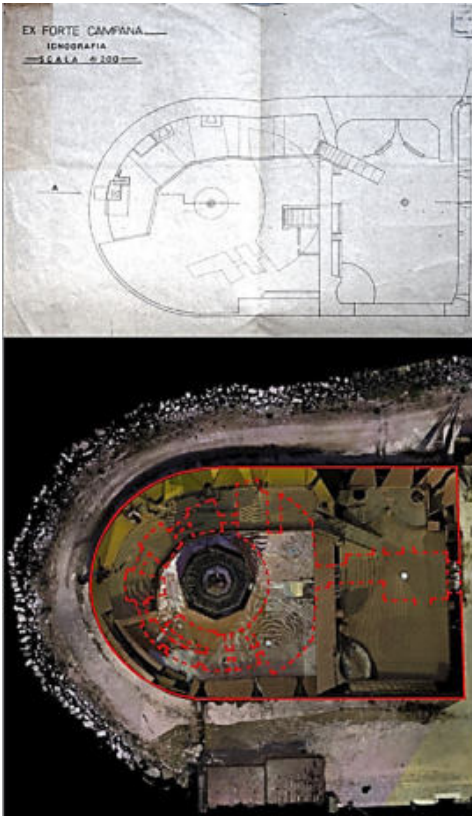


Fig. 5- Comparison between the 1932 plan (in alto, a) and the re-elaborated orthophoto from the point cloud (b) (5a Archivio Soprintendenza Messina; 5b graphic elaboration by A. Altadonna)

Examining the fort plan, it is clear what the defenders' fears might have been, by analysing the positioning of the firearms apertures, organized on two levels and for the most part oriented towards the mouth of the port (2).

The possibility in identifying the original structure is being evaluated, assuming that a reinforced concrete stele was inaugurated in 1934. Its foundation involved driving poles into the subsoil, with evident disturbance of the original layers relating to the Tower of Sant' Anna (Fig. 6).

The fort Campana, therefore, incorporated the previous tower, surrounded by a curtain wall connected to it and characterized by a series of concentric rooms covered with barrel vaults. The consistent thickness of the walls together with the curvilinear course of the external surfaces made it possible to deflect any artillery shots by

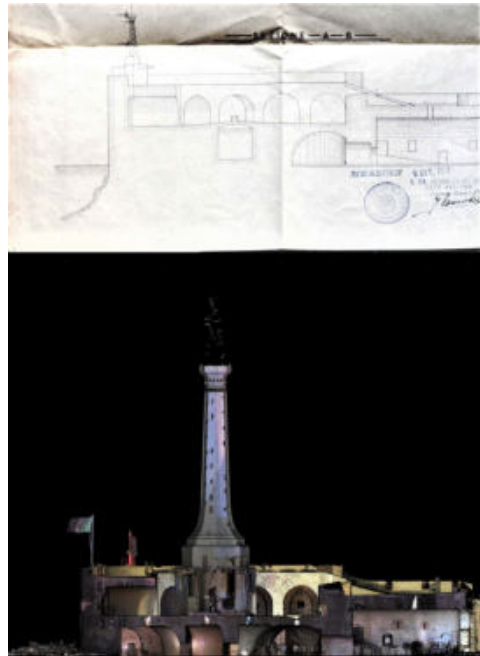


Fig. 6- Comparison between the cross section of 1932 (in alto, a) and the re-elaborated orthophoto from the point cloud (b) (6 a Archivio Soprintendenza Messina; 6b graphic elaboration by A. Altadonna)

dampening the impact force. The entrance to the fort came from the eastside through a portal in local stone that gave access to a high room delimited by two large rooms covered with a barrel vault and in which there is a slide that permits to transport with trolleys artillery and ammunition to the terrace level, equipped with firearm apertures able to cover any angle of shot.

The fort Campana cantonals highlight the different origins of the blocks used, consisting of limestone taken from the quarries of Bauso (pink limestone), as well as from the quarries of Tremonti (limestone polyps) or from other unidentified quarries, probably consumed (Fig. 7).

The mixed masonry is laid with a technique that remained in use until the nineteenth century, making use of brick leveling and also with the re-use of brick row piles separating the stone blocks, split and roughly cut on the facade. The firearm openings are entirely laid with brick sizes 24.5 / 11.5 / 4.5. In the first half of the sixteenth century the threat of incursions became more significant,



Fig. 7- Entrance, access ramp and laser scanner survey of the Fort Campana (graphic elaboration by A. Altadonna)

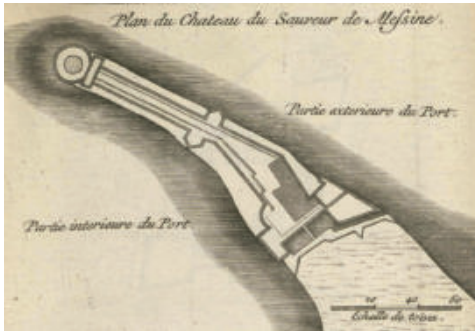


Fig. 8- The Fort of the Holy Savior (Pierre Del Calleyo, 1734: pag. 16c)

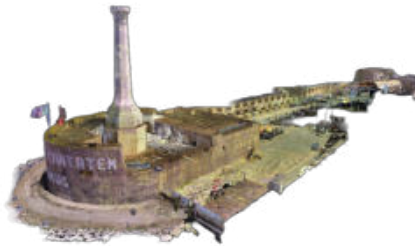


Fig. 9- Axonometric view of the walls from the point cloud (graphic elaboration by A. Altadonna)

which constituted for the Mediterranean an enormous impediment for the trade development. Therefore, a defensive strategy was implemented by the Emperor Charles V of Habsburg, based on the fortification of the main Sicilian strongholds, which would have ensured a more effective control of the seas and trade growth.

The consistency of the fort is perceived within the drawings supplied by Tiburzio Spannocchi, which give an account of the transformations carried out by Ferramolino (Spannocchi, 1578),

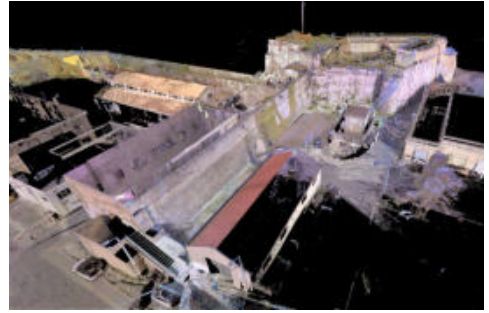


Fig. 10- Axonometric view of the city walls (Spanish door, Castellán's house and bastion) from the point cloud (graphic elaboration A. Altadonna)

and in the description of the marinas of the Sicilian Kingdom (Negro & Ventimiglia, 1992), confirmed afterwards also by the baron Agatino Apary (Calleyo, 1734). All these maps agree in defining the fortress in the consistency which was preserved until the 1908 earthquake (Fig. 8).

Starting from 1533, the presence of Antonio Ferramolino from Bergamo was documented in Messina for the modernization of the stronghold, during which he also designed the fort of the Holy Savior, on the neck of land San Ranieri, which afterwards will be built, based on a project by Giovanni Angelo Montorsoli and Francesco Maurolico, the Tower Lanterna as well as the Forte Castellaccio and Forte Gonzaga upstream of the fortified city walls (Aricò, 2011: pp. 139-159).

According to the current knowledge of things, it's impossible to establish what was precisely done by Ferramolino. However, it is possible to observe that the walls of Fort Campana were extended up to encircle the entire end of the peninsula, having their own autonomy and certifying a second walled enclosure further east, reinforced by two pentagonal intermediate structures and ending with a large bastion equipped with earlobes in the north-east corner (Fig. 9).

The position of this bastion allowed, in accordance with the defensive theories of the period, the control of the access gate limited by a moat and lever bridge, engaging the entire fortification, wet by water on each side (Fig. 10).

Analyzing proportions and comparing with vintage images, thus allows us to affirm that both openings, as well as the walls, are today in a good part buried. The walls are characterized by a scarp



Fig. 11- Orthophoto of the Spanish Door (graphic elaboration by A. Altadonna)

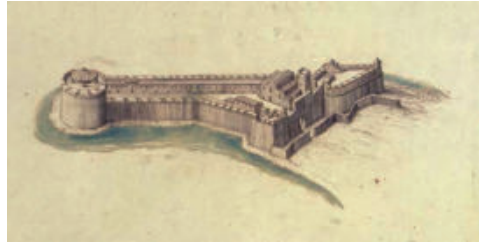


Fig. 13- View of the Fort of the Holy Savior (F. Negro, F., 1640: tav. 75)



Fig. 12- Detail of the Spanish Door and inscription (picture by A. Altadonna, 2021)

pattern with an angle at the foot of  $81^\circ$ , ending with a semicircular section limestone stringcourse placed at about 7.50 m from the current walking surface, with the function to dissuade escalations (Aricò N., 2011: p. 142).

There was another small opening on the left of the main ashlar's arch door, currently walled up, and equipped also with a drawbridge for crossing the moat (Fig. 11).

The access to the fort remained protected due to the expansion of the masonry wall entrance and of the orthogonal wall of the ramparts, of which only the north-east wall remains today, that permitted

to shoot towards any attackers. The restitution of the point clouds allows to extract the relative data concerning the outside and inside of the masonry wall that gives access to the fort, highlighting all the particularities of the context. Above the main entrance portal there is an inscription in Spanish which testifies the works carried out in 1614 and a Habsburg coat of arms with a vice regal eagle (Fig. 12).

On the lower level, the military quarters formed by a succession of vaulted rooms were sited along the walls that connected the entrance door to the fort Campana. On top were located the firearm openings oriented towards the sea access of the port and city. The particular angulations of the walls and the easy movement of the artillery placed in the different positions consented almost a complete coverage of fire (Fig. 13). Inside the fort, as mentioned, the church of the Holy Savior was preserved and the monastery structures were demolished. Examining two manuscripts held at the National Library of Spain, mss. 1 (*Plantas de todas las plaças y fortaleças del reyno de Sicilia ...*) and 787 (*Descripción de Sicilia y susciudades*), and published in a critical edition (Aricò, 1992), allows to give a meaning to some signs found on the site, identifying precise locations, as the "patrol road" (the battlements) and the "soldiers' houses" leaning against the walls, both to the north and south, including the church of the Holy Savior resting against the southern wall and approximately the castle's house in front. Whereas the military ground was close to the south-east bastion. The fort was separated from the peninsula of San Ranieri. The strip of land that encloses the port of Messina, was traversed by a moat of sea water, requiring thus a wooden drawbridge for the access. In analyzing the portal, highlights that today the entire floor plan has been modified by filling the moat and significantly raising it so that the base part of the portal is now underground.

From the records, it appears that next to the access door, there was a polygonal tower, probably from the Federician era, presumably demolished in order to organize the new configuration of the fort enclosure, which, permitted a free vision of the access from the north-east bastion. The masonry on the right of the portal illustrates numerous traces and interferences, however the interface demolition of the tower is no longer identifiable due to the posthumous interventions.

## 2.5 Elements for the qualification of the architectural context stratigraphies

As mentioned, the context is highly stratified and objective evidence can be found in many of these transformation phases. The most macroscopic transformations acknowledged in the Fort Campana is the first massive renovation work in the 30s of the twentieth century, concerning the insertion of the stele blessing Madonna. The votive stele was designed by Francesco Barbaro, Chief Engineer of the Technical Office of the Archbishopric of Messina and was inaugurated



Fig. 14- Detail connections between the Fort Campana and city wall enclosures at north (picture by the authors 2021)



Fig. 15- Orthophoto detail of the city wall regarding the military lodgings on the ground floor and the firearm openings on the upper level (graphic elaboration by A. Altadonna)

in 1934. The base is founded on a piling and the elevation structure consists of a cylinder in reinforced concrete, with double armor. Lastly, the stele is covered with shaped stone blocks from Trapani which currently exhibit various cracks due to the explosion of the concrete cover of the underlying structure (3).

This is the case of the Fort Campana which, in addition to the disorders of the central nucleus, once occupied by the Tower of Sant'Anna, and after the demolitions caused by the 1908 earthquake, has undergone numerous restorations and repairs that have significantly transformed the context, strongly contaminating the possibility of a detailed analysis. The connection between Fort Campana and the walled enclosure clearly evidence at north the chronological posteriority of the latter (Fig. 14).

While on the external side the curtain wall has been repeatedly maintained with reconstruction of the plaster, on the internal side, displays the traces of the demolished soldiers' quarters, resting against it. The roof constituted the walkway for the north-facing firearms apertures. Also evident are several masonry reconstructions, the closure of the firearms apertures and the drafting of a layer of plaster made after the demolition of these buildings, presumably after the earthquake of 1908.

The perimeter wall construction techniques of the Fort consist of a first level composed with a stone masonry roughly worked and set with poorly defined leveling, moreover a succession of vaulted rooms with an axis perpendicular to the masonry wall shooting direction. The upper level was instead characterized by a mixed masonry with roughly chopped limestone and recurrent brick leveling stones, in which opened the fire mouths. The firearms openings, currently buffered, are enclosed by a limestone frame and have a functional shape for the artillery practice (Fig. 15).

### 3. Conclusions

Developing a survey both with traditional methods and with the use of the laser scanner methodology has made it possible to acquire reliable data and archive information, which constitute a rich knowledge capable in documenting the state and transformations of the multi-layered architectural context of the Fort S. Savior. The interweaving acquired data, using laser scanning technology, and the comparison with historical sources highlight significant metric and morphological differences. However, the discrepancies between the sixteenth-century representation and the current relief demonstrates what were the salient characteristics highlighted in the documental historic drawing.

This acquisition corpus allowed, on one hand, to increase the knowledge on the specific fortification, on the other hand, to examine in detail the techniques and materials utilized in the various fortification phases, allowing to obtain new information in relation to the war economies that have supervised the construction of the fort. The study, in a phase for a deeper analysis and systematization, aims to compare the characteristics found in the architecture created in Messina by Charles V with the other ones present along the Sicilian periplus, formed to counter the Ottoman Turkish threat. Furthermore, the raw data

scan acquisition permits at any time to investigate and analyze, the entire cloud or portions of it, depending on the purpose of the survey, to derive geometric and material characteristics.

### Notes

(1) The research, the first results of which are presented here, is the result of a memorandum of understanding stipulated between the Municipality of Messina, the Department of Engineering of the University of Messina, the Superintendency for BB.CC.AA. of Messina, the Italian Navy and the Port System Authority of the Strait, for the simplification and coordination of procedures and for the implementation of initiatives for the urban, architectural and functional redevelopment and recovery of the 16th-century monumental complex of the falcate area, falling within the naval base of the port of Messina.

(2) The peninsula of S. Ranieri is the strip of land enclosing the port of Messina .

(3) The stele on which is the statue of the Blessing Madonna was designed by engineer Barbaro and inaugurated in 1934. The base is founded on a piling and an elevation structure consisting of a reinforced concrete cylinder with double reinforcement. Finally, the stele is clad with shaped limestone blocks that show several cracks due to the explosion of the concrete cover of the underlying structure.

### References

- AA.VV. (1902) *Guida alla città di Messina*. Municipio di Messina.
- ASDM, *Archivio Storico Diocesano di Messina, Lipari e Santa Lucia del Mela*.
- Aricò, N. (2011) *Il ritratto di Messina del 1554*. In: Soragni, U. & Colletta, T. (a cura di) *I Puntì di vista e le vedute di città secoli XIII-XVI*. Roma, Edizioni Kappa.
- Bertocci, S. & Bini, M. (2016) *Manuale di rilievo architettonico e urbano*. Torino, Città Studi edizioni.
- Del Calleyo, P. & Angulo Per Barone Agatino Apary (1734) *Description de l'Isle de Sicile et de ses cotes maritimes avec les plans de toutes ses fortereses*. Amsterdam.
- Chillemi, F. (2012) *Messina, un centro storico ricostruito*. Messina, Libreria Ciofalo editrice.
- Docci, M. & Maestri, D. (2009) *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*. Roma - Bari, Laterza.
- Fazello, T. (1573) *Le due deche dell'istoria di Sicilia, tradotte dal Latino in lingua toscana dal P.M. Remigio fiorentino del medesimo ordine*. Venezia, fratelli Domenico e Gio. Battista Guerra.
- Negro, F. & Ventimiglia, C.M. (1992) *Atlante di città e fortezze del Regno di Sicilia 1640*. In: Aricò, N. (a cura di) *Itinerari Siciliani*. Messina, Sicania.
- Malaterra, G. (1928) *De rebus gestis: Rogerii Calabriae et Siciliae comitis et Roberti Guiscardi*. In: Pointieri, E. (a cura di). Bologna, Zanichelli.
- Maurici, F. (1992) *Castelli medievali di Sicilia*. Palermo, Sellerio.
- Scaduto, M. (1947) *Il monachesimo bizantino nella Sicilia medievale. Rinascita e decadenza. Secoli XI-XIV*. Roma, Edizioni di storia e letteratura.
- Spannocchi, T. (1578) *Descripción de las marinas de todo el reino de Sicilia, con otras importantes declaraciones notadas por el Cavallero Tiburcio Spanoqui, del Ábito de San Juan, Gentilhombre de la Casa de Su Magestad; dirigido al Príncipe Don Filipe Nuestro Señor, en el año de MDXCVI*. Barcelona, Gustavo Gili Editor.

## Drawing and interactive architectural walkthrough to communicate complex spaces

Alessandro Basso<sup>a</sup>, Alessandra Meschini<sup>b</sup>, Michele Russo<sup>c</sup>

<sup>a</sup> University of Camerino, School of Architecture and Design, Ascoli Piceno, Italy, [alessandro.basso@unicam.it](mailto:alessandro.basso@unicam.it),

<sup>b</sup> Sapienza University of Rome, Department of History, Representation and Restoration of Architecture, Rome, Italy, [alessandra.meschini@uniroma1.it](mailto:alessandra.meschini@uniroma1.it), <sup>c</sup> Sapienza University of Rome, Department of History, Representation and Restoration of Architecture, Rome, Italy, [m.russo@uniroma1.it](mailto:m.russo@uniroma1.it)

### Abstract

The communication of Cultural Heritage based on interactive tools and heterogeneous data is a current research topic. The article investigates different ways of using 3D point clouds to improve the communication of complex artifacts. It evaluates a communication system based on an active and exploratory experience that triggers new cognitive processes and proposes a virtual place for learning about complex architectures. The case study analyzed is Porta San Sebastiano, one of the historical Roman gates. The representation of orthogonal projections is the first necessary step to explaining the whole building, but it is insufficient to provide a comprehensive overview of its complexity. The introduction of interactive 3D data navigation based on point clouds and linked 2D images allows for broader and more dynamic exploration. It serves as a complementary and integrative tool for the understanding complex asset.

**Keywords:** point cloud, representation, interactive navigation, visual communication.

### 1. Introduction

The communication of complex Cultural Heritage has been a researched subject over the past two decades, but it is constantly changing. On the one hand, this variation is due to the transformation of 3D survey tools, which are oriented toward massive acquisition. Conversely, it introduces complex dynamic data visualization platforms that manage multiple data. The widespread need for interactive and navigable data by a broader and less specialized audience confirms the importance of this topic. Experimentation with tools that can combine the management of heterogeneous data and their immediate use is central to this research path. The case study analyzed in the article is Porta San Sebastiano, located at the beginning of the Via Appia Antica, one of the best-preserved historical Roman gates. The current monument is a complex palimpsest derived from architectural transformations over approximately 1750 years

(Richmond & Jacobsen, 2013). The gate is part of the Roman city wall, built between 270 and 273 BC by Emperor Lucius Domitius Aurelianus to mark Rome's commercial boundary and customs offices. Therefore, before being a defensive system, the Roman city wall originated in the city's economic needs. In this context, Porta San Sebastiano, connected to the Arch of Drusus (Staccioli, 1969), represents an emblematic example of the transformations of the Roman city wall and its access system, which can be summarized in 7 different historical periods (Carnevali et al. 2020). A research pipeline has been experimented on this Cultural Asset, collecting iconographic and bibliographic information on the evolution of the building. Therefore, a 3D survey campaign aimed at geometric knowledge of the Gate and the Arch was planned. Finally, several 2D representations in orthogonal projection were





Fig. 1 - Integrated point cloud of the Gate and the Arch (graphic elaboration by authors)

produced from the 3D point cloud, defining scaled drawings for an initial communication of the Asset. Such representations are necessary but insufficient to provide a comprehensive picture of the complexity of the space. It was therefore prefigured to structure an interactive path based on interactive point cloud navigation and image data connections. The aim is to assess the potential of such tools as an integrative aid to the knowledge of complex Cultural Heritage.

## 2. Graphic representations

The building knowledge, preparatory to its subsequent representation, involves surveying activities to investigate the external surfaces' main geometric and material characteristics. In the case of Porta San Sebastiano and Arch of Drusus, the buildings were surveyed in 2020. The gate survey was based on integrating passive (total station and photogrammetry) and active (3D laser scanner) sensors. The passive approach allowed obtaining facades orthophotos. Besides, the 3D laser scanner was used for the 3D acquisition of all interior spaces (Carnevali et al. 2020). The morphological complexity of the gate is mainly defined by its vertical development, in which the presence of different staircases with variable layouts prevents the understanding of spatial articulation (Fig. 1).

A separate photogrammetric campaign was conducted for the survey of the Arch of Drusus.

In this case, the acquisition campaign indeed focused on using a compact camera and a telescopic rod, which will acquire a photographic set for the geometric reconstruction of the entire arch. The extracted point cloud was then used to define a textured polygonal model and ortho-images (Fig. 2) of the images, helpful in advancing some interpretative analyses of the artifact.

The point cloud was scaled and oriented in the gate system. The definition of an integrated 3D point cloud of the entire complex composed of the Gate and the Arch made it possible to extract the necessary information to represent plans, sections, and elevations. Mongian projections as a necessary but sometimes insufficient tool for representing complex spaces is a well-known topic. The introduction of multiple horizontal and vertical sections can represent the continuous volumetric variations and different spatial relationships between different rooms. However, the required number to describe such complexity is not feasible with the project timing, human efforts, and global cost. Nine plans, longitudinal and transversal sections, and two facades were drawn (Fig. 3).

Despite their communicative immediacy, such representations highlight a limitation in describing complex spatial articulations. This condition demonstrates the essential role of drawings as a tool to support knowledge, to which other forms of representation need to be added. Integrating traditional methods with immersive and interactive tools makes it possible to expand the communicative potential of drawing and Cultural Heritage interpretation (Staff, 2014).

In such sense, the use of game engines for dynamic representation of heterogeneous data may represent a possible solution, discussed in this article.

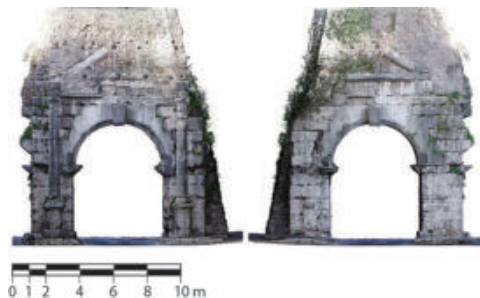


Fig. 2- Ortho-images (graphic elaboration by authors)

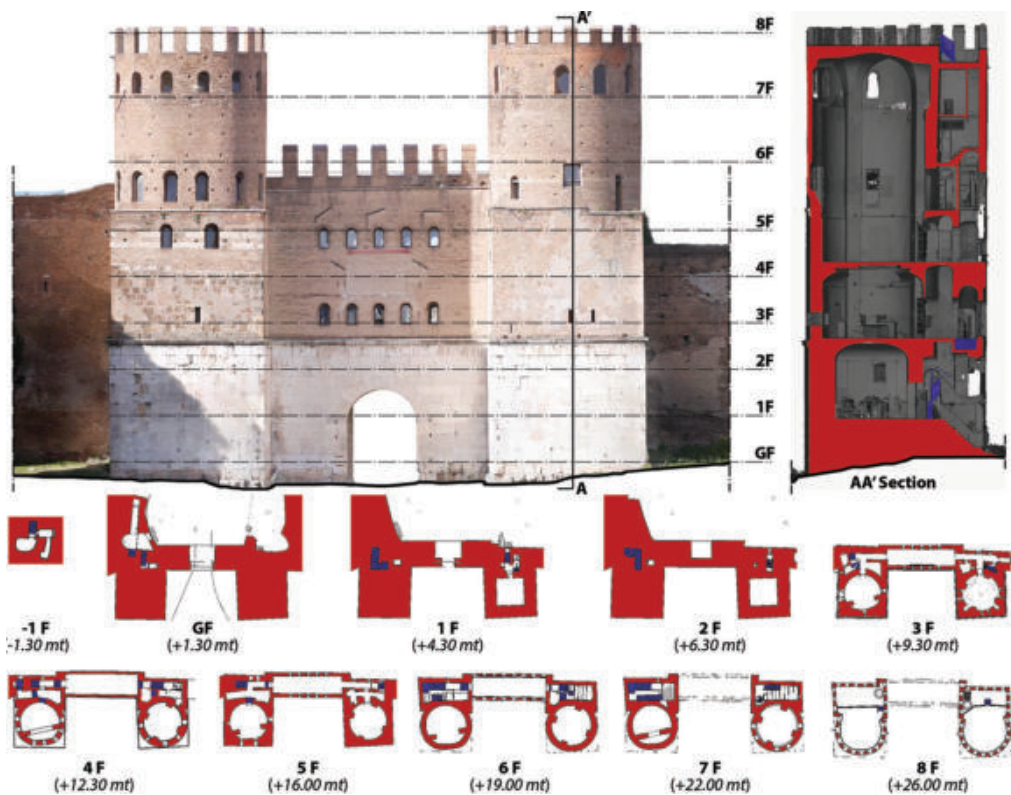


Fig. 3- Plans, section and orthoimage of the main gate façade (graphic elaboration by authors)


### 3. Sources-archival: research, analysis, articulation, and selection

The research and analysis of documentary sources (bibliographic and iconographic archival) represent an equally crucial moment of dual importance in the knowledge process besides survey activity. On the one hand, the sources have a primary role in the interpretation/restitution of the acquired data. On the other hand, it allows tracing the events that determined the modifications of the external conformation and internal articulation of the gate, as well as the urban evolution layout defined by the Gate and the Arch (Di Cola, 2017). Indeed, such an architectural-urban portion represents an emblematic example of the articulated events on the access system from the Roman walls. In this meaning, the historical-archival sources describe the main anthropic and natural events that have helped define its current state over the centuries. This documentary heritage consists of a vast and varied repertoire of cognitive data relating to the gate, the arch, and the surroundings (Zocchi, 2009). They are composed of maps, historical

paintings, and old photos. Besides, the drawings made for different purposes help reconstruct more specific aspects of its transformations. The period identified by the collected sources is from the 16<sup>th</sup> to the 20<sup>th</sup> century.

The specific case study and the research objectives guided the archival investigation, giving particular importance to the iconographic type sources. It necessitated the need for appropriate reorganization: first, a subdivision divided into main categories and types: historical cartography (pseudo-perspective, ichnographic), view (engraving, print, watercolor, painting), drawing (measured sketch, perspective, scaled technical, reconstruction), period photography. The preparation of a concise sheet then made it possible to organize essential information such as biographical data (year, title, author: draughtsman/engraver/photographer, printer, publisher), technical data (tools and techniques for making the type of drawing/engraving/photographic negative), brief description, location, references (Fig. 4). Significant selection work was finally

**SCHEDA n. 027**



**TITOLO**  
 *Veduta dell'Antica Porta Appia, della Porta S. Sebastiano (veduta presa nello Vignò incontro alla detta Porta)*

**DATI ANAGRAFICI**

<b>AUTORE</b>	Luigi Rossini
<b>ANNO</b>	1829
<b>STAMPATORE</b>	Mercati e Robiglio
<b>EDITORE</b>	Scudellari, Rossini

**CATEGORIA**      **TIPO**

<b>CARTOGRAFIA</b>	panorama prospettica	iconografica	orientamento	
<b>VEDUTA</b>	incisione	aligato	acquarello	
<b>DISEGNO</b>	tecnico in scala	schizzo	di rilievo	di ricostruzione
<b>FOTOGRAFIA</b>	storica d'epoca	contemporanea		

**DATI TECNICI - STRUMENTI E TECNICHE**

incisi, a bulino	incisi, a puntasecca	acquaforte	acquatinta	litografia
disegno a mano	disegno con riga	a matita	a penna	tecnica mista
dagherrotipo	gel. al sale d'argento	colordo	all'albumina	restaurazione

**DESCRIZIONE SINTETICA**  
*Disegno eseguito dal vero e poi inciso all'acquaforte di una particolare veduta della Porta Appia (San Sebastiano) vista dall'interno di Villa San Sebastiano.  
Dalle incisioni si può osservare chiaramente la traccia delle temperature nel corpo centrale e una condizione conservativa non buona nei due avancorpi delle torri.  
Inoltre l'incisione registra che all'epoca erano ancora presenti le coperture a spiovente sulle sommità di entrambe le torri.*

**COLLOCAZIONE**      **REFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

Istituto Centrale per la Grafica (ICG) Calcofonia; campionario R0254, Stampa S-CL2378_17972	Le Porte Antiche e Moderne del recinto di Roma con le Mura Prospetti e Pianta geometriche, Rossini Luigi, Roma 1830, Tav. XV
---	--

Fig. 4- Example of iconographic cataloging card (elaboration by authors)

necessary for the research objective of setting up a virtual urban-architectural walkthrough. To this end, a criterion was chosen that maintained an excellent coverage, chronological and typological diversification, of the viewable sources (Fig. 5).

#### 4. Designing an interactive-immersive walkthrough

A single data source as a point cloud can be exploited differently. It can be a primary geometrical source to support 2D drawings. Besides, it can be used as a virtual environment to prepare intuitive 3D exploration, relating data of different nature and formats. This latter approach provides access to new knowledge forms based on integrating complementary methods of 'communicating' a reality (Meschini & Feriozzi, 2019).

The specific research aimed to provide a multifaceted representation, more immediate and appropriate to the complexity of the artifact under study. Specifically, the intent is to set up a dynamic walkthrough of the point cloud to systematize the information obtained between survey campaigns and historical-archival investigations. It will also open different analyses (types of data) that can suggest a new 'data dialogue'

related to a single communication system. This 3D virtual environment allows exploring the space and visualizing the sequence of images in connection with the spatial articulation (current state) and historical information provided by the iconographic sources. Besides, it can facilitate understanding the artifact transformations.

Such a visual-narrative platform was constructed following a playful approach typical of video games marked by dynamic exploration and active space interaction. First, considering the variety of possible users, it aimed to ensure two alternative systems of access and navigation: virtual desktop and immersive with HMD viewer. Moreover, while giving the user maximum freedom in investigating the scene, it was chosen to set up an invitation between two alternative navigation paths, both inspired by a discovery approach and not a preordained/obligatory path. Many 'marker cones', distinguished only by different coloring, are scattered along the virtual paths, indicating the presence of information. The users can interact with them, consulting the iconographic documents and understanding their different colors' meanings. For this latter, refer to categorizing iconographic sources. The position of the images in the virtual scene, while maintaining a proper visual relationship with the point cloud, does not follow a criterion of chronological order. Instead, it invites playful ways of searching for and linking between them (Fig. 6). This experience allowed us to deepen the potential of such tools in posing themselves as 'places' for learning the complex qualities of an artifact.

#### 5. Integration of editable point cloud into a configurable immersive system

Today, point clouds derived from Lidar surveying processes and photogrammetric surveys can be imported into popular real-time rendering software, such as Unreal Engine and Twinmotion, in standard formats such as .E57 and LAS/LAZ, adhering to all those graphic-visual advances such as realistic light management and credible use of textures for material rendering. Newer versions of Unreal Engine 4 can work with point clouds by enabling the "LiDAR Point Cloud Plugin" with which users can easily import, view and edit point clouds saved in the aforementioned file formats. Thanks to such a system, project visualization specialists, architects, designers, and developers, who need to aggregate 3D models with laser-scanned data, can simultaneously see an entire

project, from scanned data to 3D models, which can be combined and thus work synergistically (Basso, 2020). It should be mentioned that the quality of work for current 3D visualization platforms is strongly influenced by the graphics card's capabilities and the hardware used by Ram and VRam. So, a very elaborate point cloud can quickly devour much computational memory, lowering the frame rate during the 3D exploration phase and reducing the overall visualization performance. On the other hand, with a powerful graphics support system, complex point clouds can be handled well, and exciting tools can be used to manage and edit 3D entities.

The case study in this research involves precisely using a Lidar point cloud on the Twinmotion platform (Epic Game) to combine data from laser scanners with modeled polygonal elements to create a series of dynamic virtual paths for Heritage enhancement. The workflow that was followed turned out to be smooth and intuitive and gave the possibility to import a complex cloud. Twinmotion 2022 allows the creative use of point clouds, with many of the features already

offered by its Unreal Engine 4 counterpart. It is also self-optimized, thanks to a proprietary algorithm according to the pc performance, to save visualization resources as much as possible. The import phase on Twinmotion follows a series of operations related to original/ not optimized point cloud: the scale and measurements were adjusted based on on-site metric references and then manually re-entered into the platform. Even though the software allows the import of a color point cloud, we opted to a more ethereal and plastic visualization, using exclusively a point cloud in grayscale. To render detailed elements that would better identify materials and shapes, by using a particular shader exclusive to display the depth of the cloud, a cleaner and more dynamic view of the spaces was chosen, more suitable for first-person exploration.

Once the point cloud of Porta San Sebastiano was loaded and scaled, we proceeded with the step of dynamically cleaning up excess points and closing hole elements, using simple closing polygons of the same color and shade applied to the same cloud (Fig. 7). The second step was to identify

		some iconographic resources	archival sources
cartography	pseudo-perspective		3-5) A.P. FRUTAZ, 1962, Le piante di Roma
	ethnographic		6, 8, 10) Archivio di Stato di Roma (ASR), Coll. disegni e piante 7) A.P. FRUTAZ, 1962, Le piante di Roma 9) Biblioteca di Archeologia e Storia dell'Arte (BIASA) di Roma, Fondo Lanziari 11) Biblioteca Nazionale di Roma
view	airwing		12) G. VASI, 1747, Delle magnificenze di Roma antica e moderna, libro primo 13, 15, 16) Istituto Centrale per la Grafica (ICG), Calcografia e Gabinetto Disegni e Stampe 14) Museo di Roma, Gabinetto Comunale delle Stampe
	watercolor		17, 18, 20) Museo di Roma, Gab. Comunale delle Stampe 19) Biblioteca Romana Sarti
drawing	sketch		21) Gabinetto Fotografico Soprintendenza Firenze 22, 26) Archivio Capizzano, Centro A. Capizzano – MAON, Rende (CS)
	technical drawing		27) Istituto Centrale per la Grafica (ICG), Gabinetto Disegni e Stampe 28-31) Archivio Centrale dello Stato (ACS), Progetti Moretti
photography	historical picture		32) Archivio Cederna, Roma 33) Library of Congress Prints and Photographs Division Washington, D.C., available online 34) ICCD Roma, Fondo Cugnani 35, 36) Archivio Fotografico Monumenti Antichi e Scavi; X Rip.

Fig. 5- Synoptic table of some iconographic resources selected for the architectural walkthrough beta testing (graphic elaboration by authors)

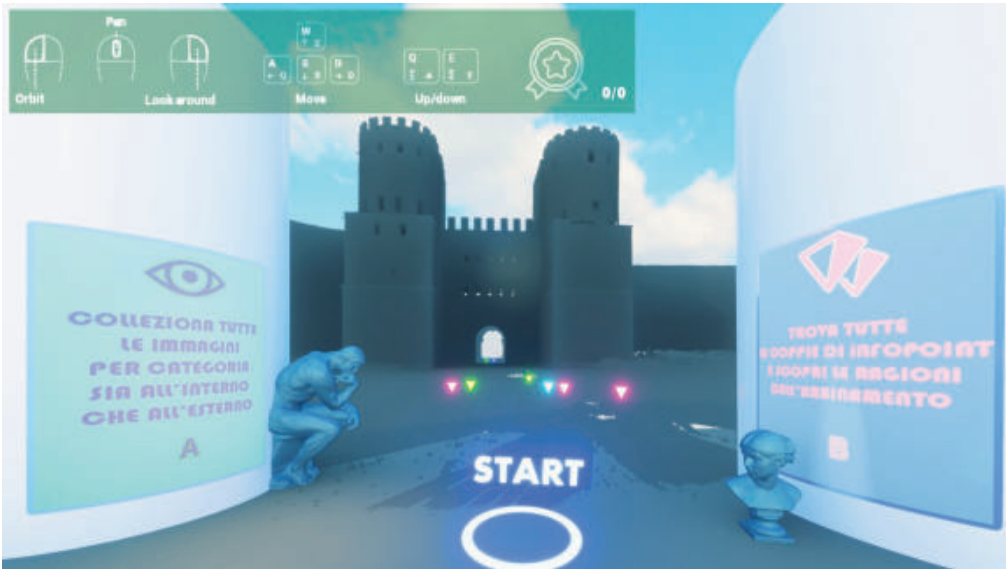


Fig. 6- Screenshot from the walkthrough: navigation paths options and ‘marker’ cones in the virtual environment (elaboration by authors)

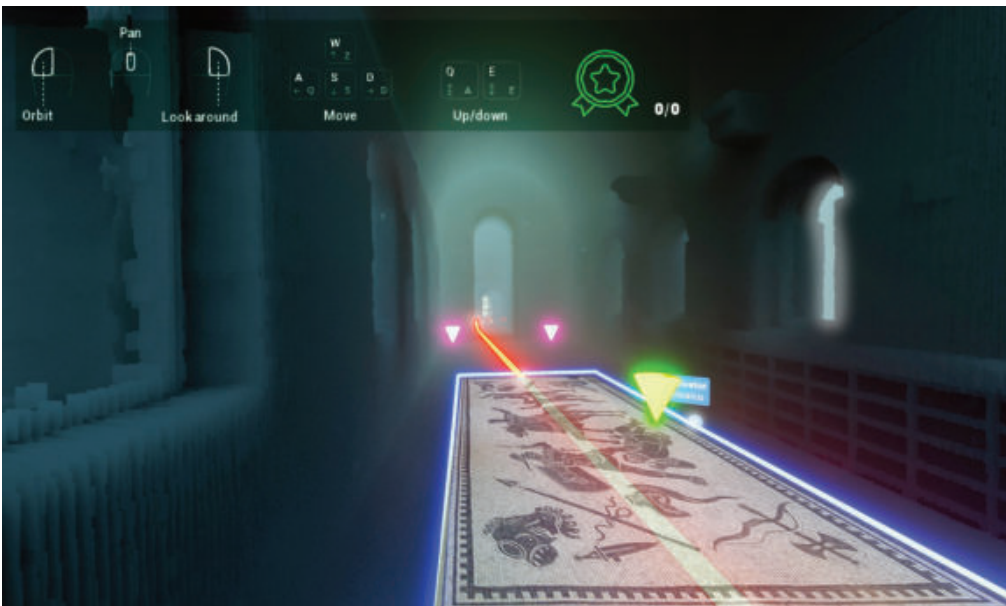


Fig. 7- Interactive interface of the interior of San Sebastiano galleries (elaboration by authors)

and mark animated pyramid-shaped placeholders, hotspots, or points of interest, distinguishing them by color according to the activatable content, in compatibility with the game dynamics of virtual exploration. Twinmotion was chosen precisely because it allows, with prearranged controls,

the spatialization of images within the model. The hotspot interaction can be activated through a simple proximity system, which scatters throughout the scenery to access the information content related to historical and artistic notions. For the interior exploration, a specific light

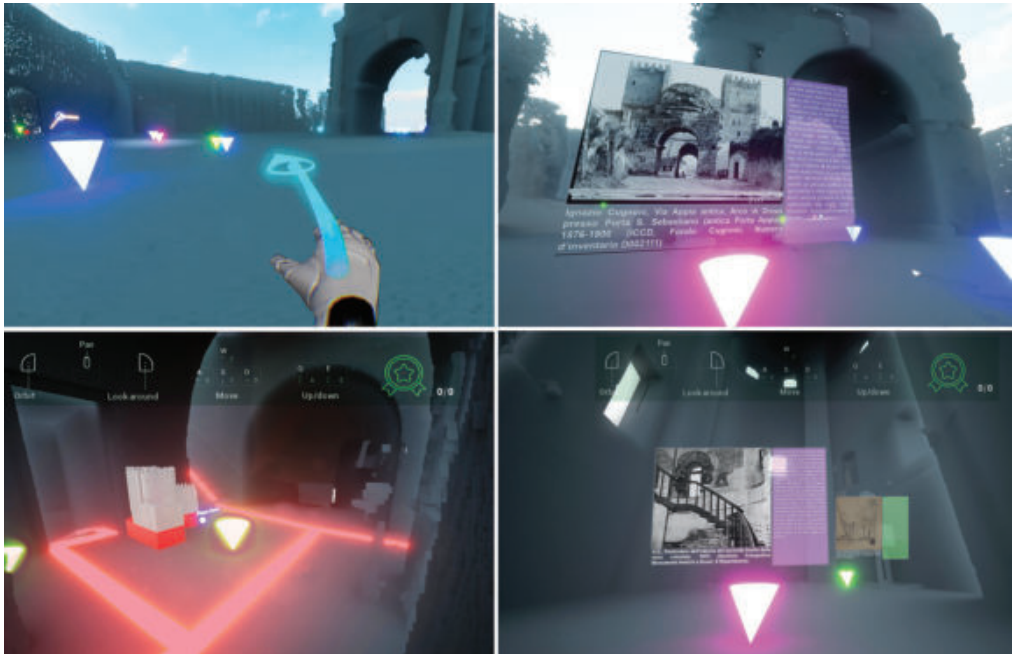


Fig. 8- Some in-game screenshots of the beta-serious game. Above interactions with the info points of the collectible outdoor spaces in HMD visualization in virtual reality mode. Below, some views of the interior spaces (elaboration by authors)

luminescent red ribbon (fil rouge) has been created to directly guide the virtual visitor to explore the spaces, which in their internal configuration are very complex. The operation is aimed at not letting the user get lost in the numerous articulated environments arranged on four above-ground floors and a basement, allowing all points of interest to be reached. From a strictly visual point of view, the point cloud representation is not aimed at realism, which could distract from the intention of a direct on-site visit of the architectural artifact. Instead, it looks like a simplified expeditious model that constitutes the primary structure to articulate a serious game based on exploring and acquiring content through a more intuitive system than canonical divulging systems such as audio guides or explanatory brochures. In addition, there is the possibility of exploiting this new approach on-site, using specific workstations equipped with systems compatible with virtual devices (Mures, 2016). Finally, some time was devoted to refining the digital environments. Regarding the point cloud visualization, a thickness value has been assigned thanks to the 'point size' function, based on a square shape of about 1.30 cm per point, assuring a textural consistency compatible with

a first-person exploration. With the specific 'cast shadows' function, this step also allowed the use of direct and indirect light sources available to Twinmotion to illuminate the environments and create suggestive lighting effects, making the exploration experience more appealing.

The application in the Twinmotion platform also allows the easy possibility to switch/bridge different plugins with respect to the more advanced Unreal 4 platform, operating many graphical enhancements. For example, it allows adding more advanced dynamic and animation effects (through Unreal's proprietary blueprints) or performing a migration-export to various compatible media, such as smartphone apps. This latter passage opens to mixing reality platforms like HoloLens or more simplified devices suitable for the essential exploration of virtual tours (Fig. 8).

## 6. Conclusions

The paper addresses the opportunities offered by technological innovations to amplify knowledge accessibility in the Cultural Heritage domain. It aims from one side at verifying how the provision

of specific virtual spaces, based on experience in an interactive and exploratory manner, can trigger new cognitive processes. On the other, how much do these aspects significantly affect the relationship between users, curators of the information conveyed, and institutions in charge of enhancing cultural heritage.

The role of these knowledge instruments is also amplified by the communicative limitations of the traditional representation methods. Concerning this, the proposed virtual and interactive itinerary, based on the related use of point clouds and image data linked to them, stands as a possible example for expanding the understanding of the artifact, building a cognitive bridge between the actual state and historical stratification.

## References

- Basso, A. (2020) *Ambienti Virtuali per nuove forme di Comunicazione*. Roma, Aracne Ed.
- Carnevali, L., Lanfranchi, F. & Russo, M. (2020) The ancient Roman gate along Appian way: San Sebastiano Gate. In: Navarro Palazón, J. & García-Pulido L. J. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. Vol. X: Proceedings of FORTMED 2020, 26-28 Marzo 2020, Granada*. Granada, Universidad de Granada, Editorial Universitat Politècnica de València, Patronato de la Alhambra y Generalife, pp. 447-454.
- Di Cola, V. (2017) Appunti sulle controporte delle Mura Aureliane e il caso della porta Appia. In: AA.VV. *Le Mura Aureliane nella storia di Roma I. Da Aureliano a Onorio. Atti del Primo Convegno Roma, 25 Marzo 2015*. Roma, Rome TrE-Press, pp.163-191.
- Meschini, A. & Feriozzi, R. (2019) Representing and Communicating the Cultural Heritage Construction of Virtual Urban and Architectural Scale Places for Learning. In: Luigini A. (ed.) *Arts and Heritage. Proceedings of EARTH 2018, Bressanone, 5-6 luglio 2018. AISC series, vol. 919*. Cham, Switzerland, Springer, pp. 326-335.
- Mures, O., Jasper, A., Padròn, E. & Rabunal, J. (2016) Virtual Reality and Point-Based Rendering in Architecture and Heritage. In: Amoruso, G. (ed.) *Handbook of Research on Visual Computing and Emerging Geometrical Design Tools*. Hershey PA, IGI Global, pp. 549-565.
- Richmond, I. A. & Jacobsen, T. C. (2013) *The City Wall of Imperial Rome: An Account of Its Architectural Development from Aurelian to Narses*. Yardley, Westholme Publishing Ed.
- Staccioli, R. A. (1969) *L'arco di Druso e la porta San Sebastiano*. Roma, Capitolium.
- Zocchi, A. (2009) *Via Appia. Cinque secoli di immagini. Un racconto da Porta San Sebastiano al IX miglio*. Roma, L'Erma di Bretschneider.
- Staiff, R. (2014) *Re-imagining Heritage Interpretation: Enchanting the Past-Future*. UK, Routledge.

In conclusion, the survey and its relative restitution constitute an indispensable prerequisite for knowing and documenting an asset. Besides, the experience carried out in this research demonstrated the possible application of different communication channels, which can offer an essential contribution to expanding knowledge.

## Author contributions

The research is the result of joint and integrated work among the authors. In writing the article, Michele Russo was responsible for paragraphs 1 and 2, Alessandra Meschini edited paragraphs 3 and 4, Alessandro Basso paragraphs 5. Michele Russo and Alessandra Meschini wrote the paragraph 6.

## Studio preliminare sul complesso fortificato di Trogir (Croazia) basato su un approccio multi-disciplinare

Sofia Brizzi<sup>a,b</sup>, Marco Ricciarini<sup>c</sup>, Stefano Bertocci<sup>d</sup>, Cristiano Riminesi<sup>e</sup>

<sup>a</sup> CNR-ISPC, Sesto Fiorentino (FI), Italy, sofia.brizzi@ispc.cnr.it, <sup>b</sup> University of Florence, Florence, Italy, sofia.brizzi@unifi.it, <sup>c</sup> University of Florence, Florence, Italy, marco.ricciarini@unifi.it, <sup>d</sup> University of Florence, Florence, Italy, stefano.bertocci@unifi.it, <sup>e</sup> CNR-ISPC, Sesto Fiorentino (FI), Italy, cristiano.riminesi@cnr.it

### Abstract

The city center of Trogir represents an important example of Romanesque, early Renaissance and Baroque architecture and is part of the UNESCO World Heritage list. In this paper, the authors propose a multidisciplinary approach for the reconstruction of the stratigraphic succession of the interventions and documentation at the masonry level of the Kamerlengo castle by combining digital, photographic and thermographic data. The Kamerlengo castle was built in the 15<sup>th</sup> century and, together with the Saint Mark chapel, represents the only part of the ancient fortification complex that is still present in the city. Today it has many conservation problems due mainly to the decay of the original parts and the prolonged absence of maintenance works. The first step in the conservation process is the diagnosis of the structural integrity of the fort. At this first stage, recognition using non-destructive techniques based on imaging systems such as a combination of IR thermography, photogrammetric surveys and visual inspection is preferable. Through IR thermography analysis it is possible to verify the presence of inhomogeneities in the masonry (air cavities, water infiltration, different materials, etc.), contributing to the reading of the construction phases of the castle. The study of the structural integrity was completed by the 3D laser scanner survey and the SfM photogrammetric survey, which also enables the morphometry and environmental aspects of the fort to be documented. The output produced at the end of this activity represents an important support for the definition of the diagnostic campaign and for the promotion of the site.

**Keywords:** digital integrated technologies, infrared thermography, 3D laser scanner, stratigraphic documentation, non-destructive techniques.

### 1. Introduzione

Il centro storico di Trogir, il palazzo di Diocleziano e la Spalato medievale sono tra i siti inclusi nella lista UNESCO della regione Spalato - Dalmazia, insieme alla pianura di Stari Grad sull'isola di Hvar. La Croazia è una piccola nazione con un grande patrimonio architettonico, monumentale e paesaggistico: fino ad oggi sette siti croati sono stati inclusi nell' UNESCO World Heritage. Il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze in collaborazione con la Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy di Split e il CNR Italia, con un'azione interdisciplinare realizzata tra le due Università e il

CNR ha attivato il workshop 'Reuso: il CENTRO STORICO UNESCO di Trogir, in Croazia, tra memoria e innovazione per la documentazione digitale del centro storico di Trogir' puntando, in particolare, ad un approfondimento sulle facciate della cattedrale di San Lorenzo, del Castello del Kamerlengo e della Fortezza di San Marco. Un'azione dettata dalla necessità di avere un quadro di riferimento dello stato dell'arte della città storica e dei suoi monumenti. Uno studio del patrimonio storico culturale della città costituisce il punto di partenza per la realizzazione di iniziative di valorizzazione e rigenerazione



durature nel tempo, così come previsto dalle direttive UNESCO WHC (Francia) e ICOMOS (Canada). L'esperienza compiuta ha consentito di ottenere una base documentale tridimensionale del patrimonio architettonico di Trogir e delle sue più rilevanti emergenze monumentali e potrà essere utilizzata come supporto per programmi di conservazione del patrimonio, offrendo la possibilità di una continua accessibilità digitale che garantisca nel tempo un punto fermo per il futuro monitoraggio sullo stato di conservazione del sito (Convenzione per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale 2003).

La conoscenza del territorio e dei suoi valori identitari accumulati nel tempo deve essere inevitabilmente meritevole di tutela ad ampio spettro. Oggi, tramite la documentazione digitale, diviene possibile garantire l'accesso a una notevole mole di dati che, anche da remoto, consentono l'interpretazione e l'approfondita descrizione morfologica e architettonica, giungendo fino a contesti ambientali e culturali, di insediamenti e manufatti. Questo processo di studio, discretizzazione e analisi di dati di rilievo, perché sia condiviso e diventi strumento di valorizzazione e memoria del luogo, necessita

di adeguate strategie di gestione e conservazione del dato digitale e lo sviluppo di adeguate metodologie di comunicazione. Tali azioni richiedono di investire nella ricerca di nuove ed efficaci modalità di fruizione del patrimonio digitale, capaci di determinare a lungo termine "politiche di sviluppo" della conoscenza, sempre più necessarie per approdare ad una gestione lungimirante del concetto di patrimonio culturale. L'output principale del progetto TROGIR è, in primo luogo, la costruzione di un supporto documentale per l'individuazione dei fenomeni di degrado naturale e patologico che incidono sul carattere prestazionale del castello del Kamerlengo a Trogir, individuandone cause, segni di dissesto e modalità di diagnosi, al fine di offrire modalità aggiornate di analisi e strumenti di pianificazione per opportuni interventi di ripristino utili a garantire la durabilità delle componenti edilizie nel tempo (Ricciarini, 2019). Una veduta di una parte del castello è mostrata in Fig. 1.

## 2. Cenni Storici di Trogir

La turbolenta storia di Trogir risale al 2000 a.C., quando si hanno testimonianze di un antico insediamento illiriano (fine III secolo, inizio II



Fig. 1 - Veduta della torre del castello del Kamerlengo (Marco Ricciarini, 2019)

poi divenuto colonia greca. Il quartiere greco di Tragurion durante il I secolo a.C. divenne il *tragurium municipium* romano. Con la fine dell'Impero Romano, tra il XI e l'inizio del XV secolo, Trogir riconosce il potere dei governanti croati e ungheresi, anche se occasionalmente è sotto il dominio veneziano. La città sembra un grande castello sull'acqua. Trogir ha avuto il suo più interessante sviluppo urbanistico e sociologico nel Medioevo, tra il XIII e il XIV. Con le sue trentadue chiese, i sei campanili, il forte di Santa Maria e del Castello Kamerlengo, il Duomo e la Loggia Pubblica in Piazza dei Signori, in parte ancora cinta da mura veneziane tra la Porta di Terraferma a Nord e Porta Marina a Sud, è dal Medioevo simbolo di italianità nella Dalmazia Centrale (Benyovsky, 2014).

Il contesto urbano dell'isolotto di Trogir, è caratterizzato dalla *Civitas*, ovvero la dominante parte circolare impostata sulla pianta originale dell'antica città greca, perfettamente centrata sul piccolo ponte di accesso all'isolotto, sia nella sua prima versione con la vecchia Porta di Terraferma più ad Est, che con la nuova e dal *Burgus*, che costituisce l'aggiunta della parte di città verso Ovest a pianta quadrangolare annessa all'originario nucleo per ospitare le persone più umili della città.

L'eccezionale conservazione del suo tessuto urbano di matrice medioevale determina una precisa identità alla città, in particolare l'edilizia romanica identificabile nei caratteri distintivi dello stile e che si manifestano nelle facciate delle abitazioni che compongono l'assetto dei quartieri del nucleo antico dell'isola. Dall'inizio del XV secolo fino alla fine del XVIII la città si trova all'interno della Dalmazia veneziana e dalla fine del XVIII ai primi del XIX sotto il controllo del governo francese. Dal XX secolo Trogir è all'interno della regione dalmata austriaca fino alla fine della Prima guerra mondiale, da allora in Jugoslavia e dal 1991, dopo l'ultima cruenta guerra europea, è diventata Repubblica di Croazia.

### 3. Stato dell'arte

Il castello del Kamerlengo, situato lungo la costa sud occidentale dell'isola di Trogir, è costituito da strutture murarie del tipo a sacco composte da un doppio paramento di conci di pietra calcarea legati da malta. Il materiale di riempimento tra i paramenti è dato da frammenti di pietra grossolani e informi, tenuti insieme da malta. Il castello

presenta una ricostruzione storica-evolutiva complessa, che lo ha visto oggetto, nel corso del XIX secolo, contestualmente alla demolizione di gran parte della cinta muraria veneziana, alla demolizione di tutti gli edifici situati nel suo cortile: la residenza del comandante del castello, gli alloggi della guarnigione e la cappella di San Marco. L'aspetto attuale della struttura è legato agli interventi di risanamento effettuati nel corso del XX secolo che hanno previsto il recupero e consolidamento delle strutture murarie, adattando un percorso per la visita degli spalti e delle torri e recuperando alcuni spazi della corte per un utilizzo a fini turistici (Bulfone Gransinigh, 2020). Nonostante tali lavori, la fortezza si presenta attualmente in uno stato di conservazione piuttosto compromesso: oltre a mostrate numerose criticità a livello strutturale (dissesti fondali), essa mostra anche un quadro di degrado avanzato delle superfici esterne ed interne, quali la presenza di numerose concrezioni calcaree e patine da biodegrado. In tale scenario l'utilizzo di tecniche non distruttive (*Non-Destructive Techniques*) e non a contatto (*Non-Contact Technique*) quali il rilievo digitale integrato e la termografia infrarossa permettono di ottenere una base di riferimento per una conoscenza integrata storica, architettonica e sperimentale dei beni monumentali (Costanzo et al. 2015; Martin et al. 2022). Inoltre, la sinergia tra le varie tecniche rappresenta un valore aggiunto in grado non solo di colmare eventuali lacune e carenze derivanti dai limiti applicativi degli strumenti, ma anche di valorizzare le peculiarità degli stessi (Morena et al. 2021).

### 4. Materiali e Metodi

In tale studio il primo passo per la definizione dello stato di conservazione del castello del Kamerlengo è stato l'utilizzo del rilievo digitale (laser scanner TLS e fotogrammetria SfM) accompagnato dalla termografia nell'infrarosso termico e da un'attenta ispezione visiva (Pamart et al. 2019). In particolare, il modello a nuvola di punti del castello del Kamerlengo di Trogir è stato necessario per redigere con accuratezza e rigore scientifico la morfologia architettonica del complesso edilizio, nonché gli orientamenti planimetrici delle strutture. Tramite questo sono state messe in evidenza le peculiarità e le criticità che frequentemente si riscontrano nelle fasi di diagnostica e di analisi strutturale. La ricostruzione delle termografie in scala è stata infatti possibile grazie ai dati ottenuti dal rilievo

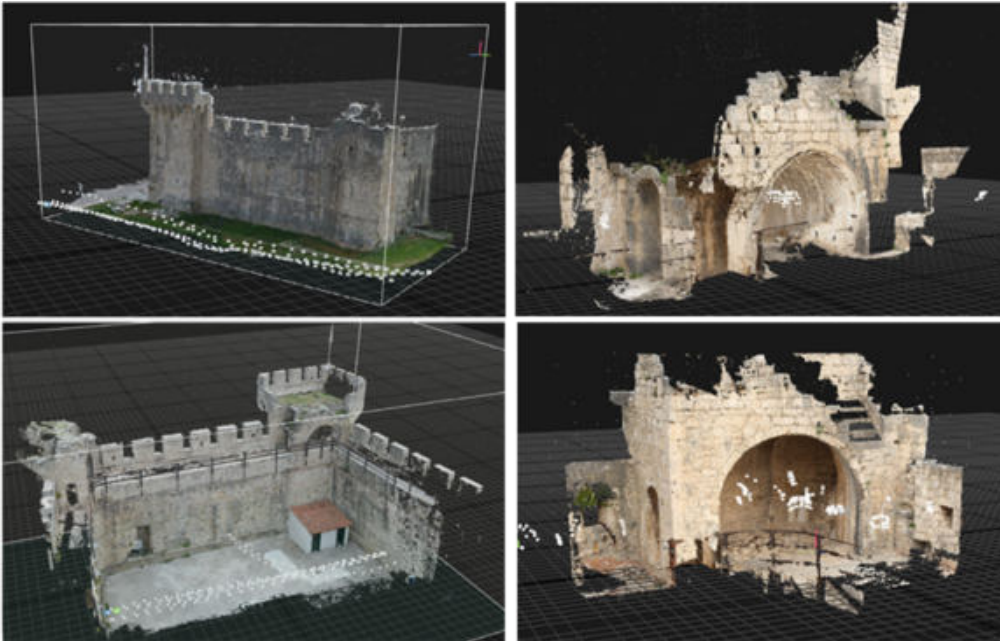


Fig. 2- Elaborazione dei modelli fotogrammetrici 3D ottenuti tramite tecnica SfM del lato Nord-Est esterno ed interno. (Stefano Bertocci, 2020)

digitale integrato. La nuvola di punti può essere infatti utilizzata non solo come riferimento affidabile per la realizzazione di disegni tecnici 2D, come piante e sezioni che, sovrapposti ai fotopiani ottenuti da fotogrammetria SfM, hanno permesso una valutazione preliminare dello stato di conservazione del complesso fortificato, ma anche per integrare i dati termografici utili per completare ed ottimizzare il quadro storico-evolutivo e conservativo del castello.

#### 4.1. Rilievo digitale

La campagna di indagine è stata affrontata avvalendosi dell'integrazione di strumenti tradizionali e strumenti informatici per il rilievo e l'elaborazione dei dati. Tranne che in alcuni casi eccezionali in cui il rilievo diretto era l'unica possibilità per ottenere informazioni attendibili, il lavoro è stato condotto per lo più tramite l'integrazione di diverse metodologie di rilevamento indiretto. Fra queste si è scelto di utilizzare la tecnologia offerta dai sistemi laser scanner 3D e dall'acquisizione di fotografie per la ricostruzione di modelli fotogrammetrici. Il castello del Kamerlengo è stato scansionato dal personale del Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze utilizzando la tecnologia del tempo di

volò. più specificamente, uno Z+F 5016. L'uso di questo tipo di strumentazione rende possibile l'acquisizione di grandi quantità di dati spaziali, geo-referenziarli e derivarne informazioni 3D in maniera abbastanza semplice. Parallelamente al rilievo laser scanner si è proceduto al rilievo dei prospetti esterni ed interni del castello tramite tecnica Structure from Motion (SfM) con sessioni fotografiche utilizzando una fotocamera digitale Nikon D3000, con un sensore CCD da 23,6 x 15,8 mm e con 12,1 megapixel di risoluzione. Le foto scattate sono state elaborate all'interno del programma Reality Capture. Dall'interpretazione di questi dati è poi possibile ottenere restituzioni virtuali con ambientazioni e visualizzazioni 3D prodotte per varie applicazioni quali la documentazione, conservazione, restauro virtuale, simulazione, didattica, animazione, cartografia, gestione territoriale (GIS), monitoraggio, etc.

#### 4.2. Indagine in termografia infrarossa

Ogni prospetto del castello è stato indagato mediante termografia IR in modalità passiva (Balaras et al. 2002; Kylili et al. 2014; Barreira et al. 2017; Moropoulou et al. 2018), ad eccezione del lato esterno nord a causa della presenza di un campo da calcio. L'indagine è stata eseguita

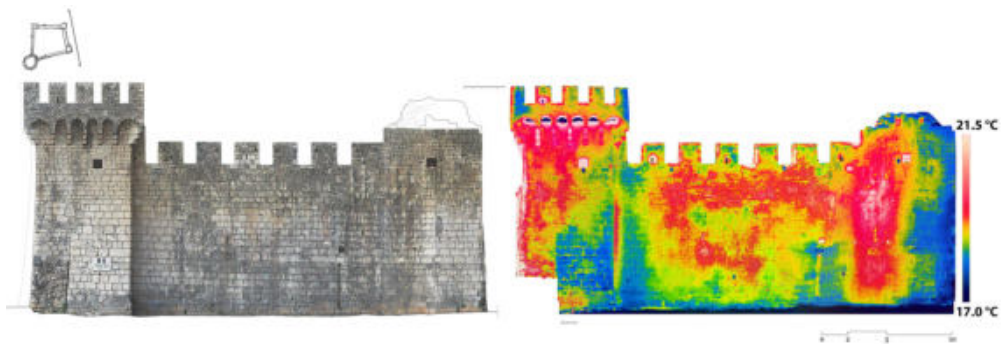


Fig. 3- Ortofotopiano del prospetto esterno nord-est con ricostruzione termografica IR long- range. (Sofia Brizzi, 2022)

in modalità passiva, cioè sfruttando la diversa capacità termica dei materiali che compongono la muratura e lo scambio che può avvenire tra di essi in determinati periodi della giornata a seguito delle condizioni meteo/ambientali delle stagioni (Brizzi et al. 2022). In una prima fase sono state scattate circa cento fotografie IR per ogni prospetto in modalità long-range, cioè posizionandosi ad una distanza dall'oggetto di circa 10 metri.

Gli obiettivi dell'indagine sono stati i seguenti:

- scoprire le trasformazioni effettuate nel corso degli anni: tamponamento di finestre, modifiche alle aperture - integrazioni di nuove pietre calcaree (Bordini et al. 2021);
- determinare la presenza di crolli strutturali, infiltrazioni d'acqua/fenomeni di umidità di risalita capillare dal terreno e vuoti d'aria (Rocha et al. 2018);
- consentire una lettura stratigrafica dell'edificio, utile per orientare ulteriori indagini analitiche e interventi di restauro;
- integrare i caratteri tipologici del complesso architettonico derivanti dal rilievo digitale, al fine di ottenere un'analisi completa ed una mappatura tipologica del complesso fortificato.

Il dispositivo utilizzato per l'indagine IRT è la termocamera FLIR T540, operante nell'intervallo spettrale 7-14  $\mu\text{m}$ , con una risoluzione di 464 x 348 pixels, sensibilità termica di (NETD) <30 Mk a 30 °C (ottica lenti di 42°) di 50mK, intervallo di temperatura da -20 °C a +350 °C e precisione di  $\pm 2\%$ . L'immagine termica è stata elaborata con il software FLIR e la ricostruzione dell'immagine panoramica è stata eseguita con il software Adobe Photoshop.

## 5. Risultati e Discussione

Il castello del Kamerlengo ha una pianta trapezoidale e una torre monumentale a base ottagonale nel lato sud-ovest con torri quadrate più piccole nei lati nord-ovest e sud-est. Attraverso il rilievo digitale integrato sono stati ottenuti gli ortofotopiani di tutti i lati del castello, utili a comprendere i caratteri morfo-metrici del castello e le diverse fasi storico-evolutive (Fig. 2). L'integrazione delle immagini IR long range con gli ortofotopiani ha permesso inoltre di determinare la presenza di discontinuità termiche (che variano da circa 11 a 27 °C, rispettivamente associati ad una scala di colore che va dal blu al rosso) dovuta all'utilizzo di diverse tipologie di conci e alla presenza di biodegrado.

Le maggiori anomalie sono state riscontrate nel prospetto del lato nord-est (Fig. 3), in cui è possibile notare i seguenti elementi:

- nuova integrazione dei conci nella maggior parte dei merli e in alcune aree delle torri laterali;
- forme rettangolari a temperatura minore rispetto all'intorno (circa 17 °C) corrispondenti, probabilmente, a delle tamponature o rifacimenti;
- abbondanti concrezioni calcaree, presenti su tutte le facce del castello, che arrivano fino a 4 m di altezza;
- numerose patine biologiche; di queste le più critiche dal punto di vista conservativo sono sicuramente la crescita di piante infestanti.

Alla luce di tali risultati è stato deciso di effettuare anche un'indagine short range, ovvero acquisendo

i termogrammi da una distanza ravvicinata dall'oggetto, pari a 3 m. Da questo esame è stato possibile osservare alcuni elementi caratterizzati da una certa disomogeneità termica, tra cui:

- vuoti d'aria presenti soprattutto in corrispondenza dei conci calcarei in cui si

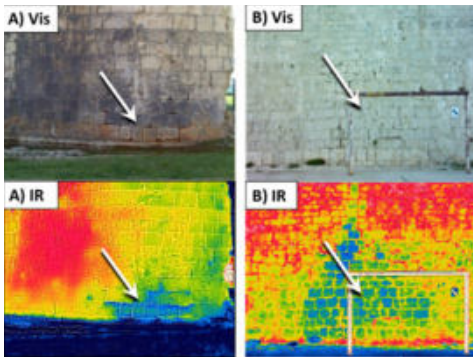


Fig. 4- Vuoti d'aria sul basamento del lato nord-est (A Vis e IR), vuoti d'aria in corrispondenza di lesioni strutturali nel lato ovest (B Vis e IR). (Sofia Brizzi, 2022)

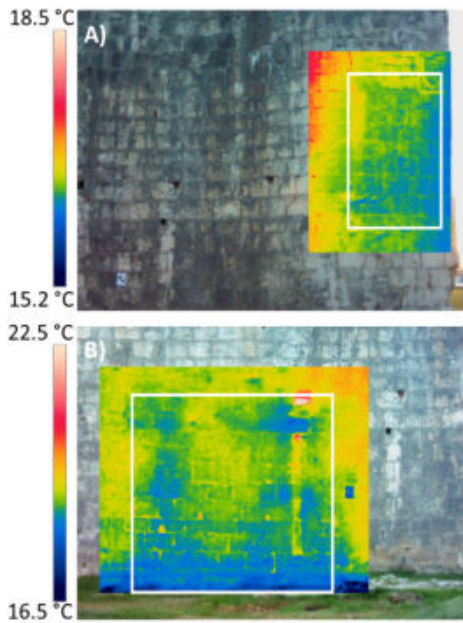


Fig. 5- Presenza di presunte aperture evidenziate da riquadri color bianco: una finestra (A) e una porta/nicchia (B) sul lato nord-est del castello. (Cristiano Riminesi, 2022)

registra la mancanza di malta di allettamento. Tali discontinuità sono presenti sia lungo il basamento del castello, dove l'umidità di risalita capillare può aver contribuito alla perdita di malta (Fig. 4A), sia in vicinanza delle lesioni strutturali che hanno provocato un distacco tra i conci (Fig. 4B).

- la presenza di due aperture sul prospetto nord-est, già rilevata in modalità long-range è stata confermata dall'esame short-range L'anomalia termica fatta corrispondere ad una presunta porta nel basamento del castello (Fig. 5B) coincide, nel lato interno, ad una nicchia nella muratura, ma non è da escludere che in passato si trattasse di un'apertura delle mura fortificate verso la città, mentre l'apertura in Fig. 5A, localizzata circa a metà altezza della torre minore di destra, sembra realmente corrispondere ad una tamponatura di una finestra.

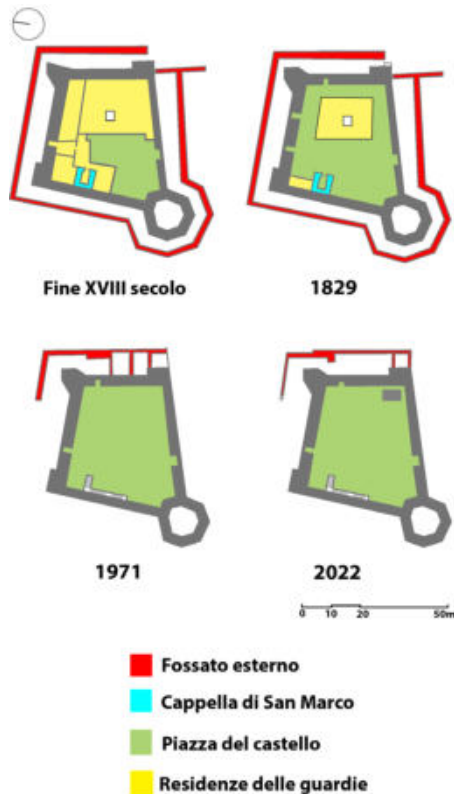


Fig. 6- Fasi storico-evolutive tratte da planimetrie storiche del castello del Kamerlengo. (Sofia Brizzi, 2022)

Attraverso il ritrovamento di planimetrie storiche (Kovačić, 2011) ridisegnate in scala (Fig. 6) è stato anche possibile comprendere l'evoluzione storica-evolutiva del castello e notare che già a partire dal periodo di dominio francese (fine XVIII) era presente, nel lato Ovest interno, una cappella dedicata a San Marco, in onore della precedente dominazione veneta. La cappella è stata poi distrutta nei lavori di metà '900, infatti oggi ne rimane traccia visibile solamente nell'infrarosso termico (Fig. 7).

Tramite le planimetrie si può inoltre confermare la presenza dell'apertura/nicchia nel lato Nord-Est, già presente a partire dal 1829. Pochissime tracce rimangono invece delle vecchie abitazioni delle guardie militari del castello.

## 6. Conclusioni

Il progetto di ricerca effettuato fornisce dal punto di vista della sperimentazione dei risultati un alto gradiente di attendibilità e scientificità del metodo, dovuto principalmente all'integrazione di differenti metodologie di ricerca di riferimento e la tecnologia digitale di elaborazione. I differenti procedimenti messi in atto conducono ad un significativo risultato: la realizzazione del modello digitale ottenuto da un accurato rilievo digitale integrato con termografia IR ha consentito

di sviluppare un processo metodologico affidabile per ottimizzare la conoscenza dell'edificio e per guidare le successive operazioni di restauro e manutenzione che possono essere adottate per una corretta conservazione del complesso fortificato del castello del Kamerlengo.

La documentazione del complesso architettonico potrà rappresentare inoltre un importante supporto anche per studi di illuminazione, pianificazione urbanistica, piano di gestione, studi di marketing, ecc., implementando lo sviluppo turistico, con tutti gli effetti moltiplicatori che esso comporta.

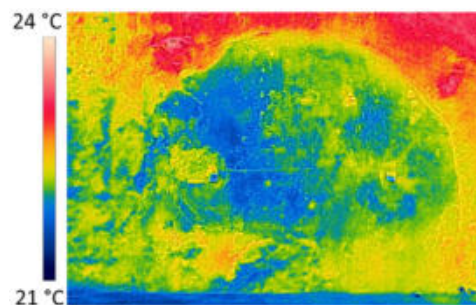


Fig. 7- Termogramma con evidenza delle tracce della cappella di San Marco (lato ovest). (Cristiano Riminesi, 2022)

## Bibliografia

- Balaras, C.A. & Argiriou, A. (2002) Infrared thermography for building diagnostics. *Energy and Buildings*, 34 (2), 171-183.
- Barreira, E., Almeida, R. M.S.F. & Moreira M. (2017) An infrared thermography passive approach to assess the effect of leakage points in buildings. *Energy and Buildings*, 140, 224-235.
- Benyovsky I. (2014) The Venetian Impact on Urban Change in Dalmatian Towns in the First Half of the Fifteenth Century. *Acta Histriae*, 22 (3), 573-616.
- Bordini E., Brizzi S. & Ferretti R. (2021) Analisi preliminari per la documentazione del Santuario del Beato Antonio Vici a Stroncone: il contributo del rilievo digitale e della termografia. In: Bellanca, C. & Mora Alonso-Munoyerro, S. (a cura di) *Roma, Capitale d'Italia 150 anni. Atti di convegno ReUso, Roma 2021*. Roma, Artemide, pp. 382-393.
- Brizzi S., Cottini A., Manganelli Del Fa R., Felici A., Bertocci S. & Riminesi C. (2022) Survey of the state of conservation of detached wall paintings by digital and IR techniques. The case study of Verde cloister in the church of Santa Maria Novella. In: Furferi, R., Giorgi, R., Seymour, K. & Pelagotti, A. (a cura di) *The Future of Heritage Science and Technologies: Materials Science. Proceedings of Third International Conference, Florence Heri-Tech 2022, 16-18 maggio 2022, Florence*. Springer, pp. 82-93.
- Bulfone Gransinigh F. (2020) Le fortificazioni dell'isola di Traù in Dalmazia. Valore simbolico e appartenenza culturale. *EcoWebTown Journal of Sustainable Design*, 22, 245-255.
- Costanzo, A., Minasi, M., Casula, G., Musacchio, M., & Buongiorno, M. F. (2014) Combined use of terrestrial laser scanning and IR thermography applied to a historical building. *Sensors*, 15(1), 194-213.
- Kovačić, V. (2011) The citadel in Trogir. A Contribution to the Study of the Fortifications of the early 15th Century. *Prilozi povijesti umjetnosti u Dalmaciji*, 42 (1), 95-120.

- Kylili, A., Paris, F.A., Petros, C. & Soteris, K.A. (2014) Infrared Thermography (IRT) applications for building diagnostics: A review. *Applied Energy*, 134, 531-549.
- Martin, M., Chong, A., Biljecki, F., & Miller, C. (2022). Infrared thermography in the built environment: A multi-scale review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 165.
- Morena, S., Bordese, F., Caliano, E., Freda, S., De Feo, E., & Barba, S. (2021) Architectural Survey Techniques for Degradation Diagnostics. An Application for the Cultural Heritage. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, 449-454.
- Moropoulou A., Avdelidis N. P., Karoglou M., Delegou E. T., Alexakis E. & Keramidas V. (2018) Multispectral Applications of Infrared Thermography in the Diagnosis and Protection of Built Cultural Heritage. *Applied Science*, 8 (2), 284.
- Pamart, A., Morlet, F. & de Luca, L. (2019) A fully automated incremental photogrammetric processing dedicated for collaborative remote-computing workflow. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 565–571.
- Ricciarini M. (2019) Rilievo digitale integrato per la descrizione del complesso fortificato di Trogir. In: Parrinello, S. & Picchio, F. (a cura di) *Dalmazia e Montenegro - Le fortificazioni Venete nel Bacino del Mediterraneo Orientale Procedure per la conoscenza e la Documentazione Digitale del Patrimonio Storico Fortificato*. Pavia, Pavia University Press, pp. 49-56.
- Rocha, J.H.A, Santos, C.F. & Póvoas Y.V. (2018) Evaluation of the infrared thermography technique for capillarity moisture detection in buildings. *Procedia Structural Integrity*, 11, pp. 107-113.

## Fruizione digitale dei paesaggi perduti. Il sistema fortificato di Palazzo d'Avalos a Procida

Pierpaolo D'Agostino<sup>a</sup>, Giuseppe Antuono<sup>b</sup>, Andrea Maglio<sup>c</sup>, Andrea Carannante<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, Italia, pierpaolo.dagostino@unina.it, <sup>b</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, Italia, giuseppe.antuono@unina.it, <sup>c</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, Italia, andrea.maglio@unina.it, <sup>d</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, Italia, and.carannante@gmail.com

### Abstract

The technological evolution, which the digital world is constantly imposing, now makes it possible to test new methods of investigation and multidisciplinary information management, from the architectural scale to the urban and territorial one, for the knowledge, management, and enhancement of the fortified cultural heritage. With respect to these research orientations, the contribution highlights the unprecedented potential offered by the georeferencing and digital archiving of historical sources for the re-modeling and digital gaming enjoyment of the lost fortified architectural heritage, able to tell the users of virtual tourism the memory history of a complex scenario visible today only through the sources and documents related to it. Therefore, with the opportunity to test and verify the foregoing for the architectural-fortified and landscape complex of Palazzo d'Avalos on the island of Procida in the province of Naples (Italy), the contribution highlights the integration potential of the iconographic-archival and cartographic component in the definition of a 3D game model, starting from an integrated digital survey project, exploring its possible interactions and information organization in optimized semantic instances usable in AR / VR.

**Keywords:** historical fortified integrated systems, cultural serious Game, d'Avalos Palace, Carlo Vanvitelli.

### 1. Introduzione

Negli ultimi anni, l'evoluzione tecnologica che il mondo del digitale va costantemente imponendo nell'ambito dei beni culturali, porta a testare nuove possibilità di strutturazione ed interazione del cosiddetto gemello digitale, per la conoscenza, gestione e valorizzazione del patrimonio culturale (Trizio, Demetrescu & Ferdani, 2021).

A tal fine, il presente contributo<sup>1</sup>, nel discernimento dei nuovi linguaggi digitali, propone un organico metodo di correlazione informativa per la strutturazione di un modello parametrico *object-oriented* per la fruizione interattiva, basata su tecniche di *visual scripting*, finalizzata alla descrizione e visualizzazione multidimensionale del patrimonio architettonico

di contaminazione tra architettura e paesaggio, in grado di raccontare le condizioni strutturali dell'oggetto di studio nelle sue configurazioni perse o sovrascritte, ovvero nelle diverse fasi sequenziali di trasformazione nel tempo. Di fatto, un simile approccio amplifica la lettura spaziale nella dinamicità e, nell'interattività che tali modelli presentano come requisito strutturale, spostando nel digitale una percezione sensoriale che aiuta a scremare, in forme non invasive, le superfetazioni storicizzate in paesaggi urbani, i quali vengono sovrascritti e personalizzati in relazione a esigenze e destinazioni d'uso.

Pertanto, l'occasione di contribuire alla conoscenza, gestione e valorizzazione del



patrimonio culturale fortificato di Palazzo d'Avalos sull'isola di Procida, nella provincia di Napoli (Italia), ha permesso di definire un protocollo metodologico che fa del modello di gioco un mezzo per ricostruire la memoria storica dei luoghi, ampliare l'impatto comunicativo-esperienziale, stimolare un maggiore coinvolgimento e accrescere i dati cognitivi strutturati in mondi interattivi che rispondono alla domanda di la trasmissione di informazioni interdisciplinari differenziate per percorsi interattivi e scale di rappresentazione (Empler, Caldarone & D'Angelo, 2021). L'obiettivo è raccontare a diverse tipologie di utenti, dai professionisti ai comuni fruitori del turismo virtuale, la configurazione storica di un complesso scenario architettonico fortificato, oggi frammentario ed in parte dimenticato.

## 2. Il processo metodologico

È sempre più chiaro come le possibilità offerte dalla tecnologia digitale, in termini di interazione e interattività tra utente e contenuto informativo, stiano mutando il modo stesso con cui immaginare e articolare la comunicazione del patrimonio culturale in forme inedite, mutuando – e in parte adattando – quelle derivanti dal mondo del *gaming* e dell'*entertainment*. Se parole come *metaverso*, *xrealities* ecc. iniziano ad essere presenti nel glossario di un pubblico – non solo di nativi digitali - sempre più ad agio nell'usare strumenti oltre che nel sentire familiari simili neologismi (Huggett, 2020; Allam et al., 2022), pare sempre più comprensibile immaginare le ricadute che delle siffatte infrastrutture digitali possono avere nell'offrire nuove forme di narrazione del detto

patrimonio culturale e dell'architettura più nello specifico (Fisher, 2022).

Come spesso accade, il processo intellettuale che la consapevolezza di tali nuovi strumenti a disposizione di diversificati domini applicativi, produce una rigorosa fase di *testing* mirata alla comprensione circa la fattibilità di una traduzione diretta del portato tecnologico nell'ambito specifico. Ciò assume particolare rilevanza, poi, quando la narrazione e la lettura informativa passa principalmente per un vettore grafico-visuale oltre che meramente testuale, cosa che induce a comprendere anche la plausibilità operativa oltre che di metodo. Con questa consapevolezza, appare opportuno cogliere occasioni pratiche alla stregua di prototipi di merito, per declinare le nuove possibilità di interazione con un cosiddetto gemello digitale di un organismo edilizio ed architettonico, conducendo una sperimentazione di ricostruzione parametrica *object-oriented* – locuzione atta a definire, più che un neologismo, un nuovo paradigma oramai parte del glossario tecnico di quanti operano nell'ambito della modellazione solida – nella contaminazione delle inedite possibilità di lettura informativa dei contenuti interattivi, basati su tecniche di *visual scripting*, ampliando le modalità di comunicazione del patrimonio culturale, sia alla scala architettonica che a quella urbana e territoriale. La proposta in discussione si caratterizza della definizione di un approccio metodologico per la strutturazione, il popolamento e l'accesso all'informazione di un ambiente digitale che raccoglie e sistematizza il materiale storiografico iconografico e grafico-tecnico (Fig. 1).



Fig. 1- Schema metodologico del processo digitale di ricostruzione e fruizione dell'antico complesso fortificato di Palazzo d'Avalos di Procida (elaborazione grafica degli autori)

Pertanto, con l'obiettivo di stimolare il coinvolgimento maggiore da parte dell'utente, il *workflow* metodologico ha previsto le fasi di:

- Acquisizione ed analisi delle fonti storiografiche;
- Acquisizione ed analisi dei dati metrici, nell'integrazione delle tecnologie di rilievo.
- Modellazione 3D, nella descrizione e ricostruzione geometrica degli elementi.
- Implementazione del modello, nella caratterizzazione semantica degli elementi architettonici;
- Strutturazione del modello di virtualizzazione e fruizione, integrato ed aperto, non univoco verso un solo tipo di pubblico.

L'occasione di testare e verificare quanto premesso è stata offerta dalla possibilità di interagire con il complesso paesaggistico ed architettonico dell'isola Procida, in provincia Napoli (Italia), focalizzando l'attenzione in particolare sull'antico percorso di accesso e di difesa alla baia a nord-ovest del Palazzo d'Avalos, oggetto in più riprese di profonde trasformazioni, in un complesso contesto orografico che oggi conserva pochi degli elementi di un'antica configurazione oggi deducibile solo attraverso la lettura e l'integrazione

delle fonti storiche (Fig. 2). Attraverso processi di virtualizzazione (Bertocci & Parrinello, 2015), i modelli grafici digitali di sintesi consentono di ampliare la lettura spaziale delle condizioni strutturali dell'oggetto di studio nelle sue configurazioni perdute o sovrascritte, ovvero nelle diverse fasi sequenziali di trasformazione nel tempo. Di fatto, un simile approccio sposta nel digitale una percezione sensoriale che aiuta a scremare, in forme non invasive, le superfetazioni storicizzate in paesaggi urbani, i quali vengono sovrascritti e personalizzati in relazione a esigenze e destinazioni d'uso.

### 3. Il complesso fortificato attraverso le fonti

Nella configurazione architettonico-paesaggistica dell'isola di Procida, la nuova dimora fortificata, voluta dal Cardinale Innico d'Avalos nel 1560, costituisce un episodio architettonico centrale, determinando la trasformazione e l'evoluzione dello spazio urbano storicizzato oggi noto come 'Terra Murata', dei percorsi di accesso e di risalita dal mare, nonché delle aree e delle strutture difensive, testimonianza della storia politica, militare e urbanistica dell'isola. È la documentazione storiografica la sola che ci testimonia compiutamente l'articolazione delle strutture fortificate, oggetto di un complesso



Fig. 2- L'Isola di Procida. Inquadramento satellitare (1 e 2) e presa prospettica dell'area di interesse (3) con in evidenza le aree di probabile collocazione delle strutture di accesso e di difesa al Palazzo d'Avalos (elaborazioni grafiche da immagini Google Earth, 2022)

progetto di trasformazione e rifunzionalizzazione a cavallo del XIX sec. (Assante, 2007) (Fig. 3). Difatti, già a partire dal XVIII sec. le fonti storiche manifestano la realizzazione di una scala di accesso al mare composta di tre rampe, (Di Liello & Rossi, 2017; Iodice & Fratta, 2017), oggetto di un progetto di adeguamento, ad opera di Ferdinando Fuga nella seconda metà del XVIII sec., e ricostruzione, da parte di Carlo Vanvitelli nella prima metà del XIX sec. (Alisio, 1976), che prevedeva una maestosa cordonata ad archi rampanti in raccordo ai primi tratti risalenti alla prima edificazione. Pertanto, con la dominazione borbonica, gli ulteriori adeguamenti conducono tanto a trasformare il volto del palazzo fortificato, in quello di una Reggia, quanto ad ampliare le strutture difensive e rendere più sicuro ed accessibile la scala d'accesso del palazzo al mare (Alisio, 1976), utilizzata dai d'Avalos e dalle loro truppe per l'approvvigionamento, oggi quasi interamente scomparsa, se non per un elemento della cordonata ad archi rampanti che sosteneva la terza rampa.

Oggi, sono diverse le percezioni e le fruizioni dell'area dell'antico accesso dal mare e delle strutture fortificate del promontorio (Fig. 4). L'area appare gravemente alterata nella configurazione d'impianto originaria, dovuta allo stato di abbandono in cui versano le architetture e alla quasi totale scomparsa delle infrastrutture di difesa e di accesso dal mare. Tuttavia, nel più ampio repertorio della documentazione cartografica e tecnica, che nel corso dei secoli si è sedimentata (Cirillo, 2008), le cartografie militari della prima metà del XIX secolo costituiscono una preziosa documentazione da cui dedurre e ricostruire l'organizzazione generale delle opere antropiche, particolareggiando l'impianto della scala, la cui configurazione spaziale è manifesta in una delle vedute di Achille Vianelli del 1823. Dalle cartografie militari, si desumono le prime rampe della scala e la batteria di cannoni sulla punta della baia, con un progetto successivo che mostra il prolungamento della scala verso il mare e la costruzione di un piccolo molo, oltre all'ammodernamento della cannoniera e l'aggiunta di una fortificazione al di sopra della baia. Le tracce si trasformano in fonti di informazioni a sostegno della ricostruzione digitale delle trasformazioni dell'antico sistema fortificato, fino ad ora non ancora sistematicamente ed accuratamente esplorato, verificato a partire da un rilievo attento alle vestigia sopravvissute alle trasformazioni storiche.



Fig. 3- Analisi comparative di carte e vedute storiche: 1- Pianta di Procida dalla Corricella a Punta Pizzaco, 1812 (Biblioteca Nazionale di Napoli, sez. Manoscritti e Rari, fondo Palatino, CG 5D38); 2- Carta Topografica dell'Isola di Procida (Di Liello & De Rossi, 2017); 3- Veduta di Palazzo d'Avalos, 1823 (Achille Vianelli, Napoli, Collezione Privata) (elaborazioni grafiche degli autori)



Fig. 4- Presa panoramica che da Palazzo d'Avalos guarda il promontorio dove si sviluppavano le strutture di accesso e di difesa (elaborazione grafica degli autori)

#### 4. Dal rilievo al modello di fruizione virtuale *gaming*

L'analisi diacronica delle trasformazioni delle strutture ed infrastrutture di difesa e di accesso al Palazzo, attraverso le fonti storiografiche, è stato coadiuvato da un'intensa campagna di rilevamento digitale che ha favorito la ricostruzione di un modello multiscalare di conoscenza dei luoghi, per ricondurre gli episodici elementi frammentari ad un disegno preordinato unitario, 'visibile' nel rapporto con gli elementi invarianti del sistema antropico (Fig. 4). Tra questi, uno degli archi rampanti della cordonata che sosteneva la terza rampa della scala di accesso dal mare e i resti delle strutture di avvistamento sul promontorio a nord-est.

La difficoltà di accesso al sito ha reso necessario l'operare con tecniche di rilevamento aerofotogrammetrico da SAPR, secondo metodologie consolidate (Barba et al., 2020), che, nella complementarietà dei dati *open LiDAR* del Geoportale Regionale – con dettaglio delle informazioni geografiche di 1,5 punti/5m – hanno consentito di restituire un modello *mesh* caratterizzato da una risoluzione variabile, ma sufficiente per descrivere la topografia dell'area e la geometria degli elementi architettonici sopravvissuti alle trasformazioni. Tale base informativa ha consentito di ricondurre gli elementi invarianti del sistema manufatto/contesto al progetto originario, nell'interpretazione formale e funzionale delle diverse parti della fortificazione descritte nelle fonti cartografiche ed iconografiche, addivenendo ad un modello virtuale attraverso cui rileggere l'impianto planimetrico ed altimetrico originario connesso alla dimensione figurativa e percettiva dei luoghi (Fig. 5).

L'interpretazione grafico-semanticale dello stato dei luoghi riferibile alla prima metà del XIX sec, nonché la decodifica degli elementi dell'iconografia di A. Vianelli – attraverso l'individuazione del punto di vista e del modello proiettivo della raffigurazione prospettica – hanno contribuito alla modellazione volumetrica dell'originario tanto del sistema di accesso, verificato nei valori morfologici del contesto orografico e nella sovrapposizione degli elementi preesistenti con la rappresentazione virtuale derivata, quanto di quello di difesa, riconducendo la ricostruzione digitale a strutture similari coeve (Fig. 3).

Per raggiungere un maggior livello di dettaglio della modellazione è stato utilizzato un approccio procedurale con l'elaborazione di *asset* modulari che, catalogati nella libreria digitale, favoriscono la loro riutilizzabilità e ricombinazione in un *gaming model object oriented* (D'Agostino, Antuono, & Elefante, 2022) (fig. 6) in *Unreal Engine*, impostato sul template prima persona per adattarsi alla visualizzazione VR delle varie fasi costruttive del manufatto, configurando scenari alternativi del patrimonio storico fortificato, impostati su diversi livelli informativi, leggibili nella fruizione anche in sovrapposizione rispetto all'attuale stato dei luoghi (Ippoliti & Meschini, 2010).

Nel motore grafico il modello è stato 'mappato' attraverso una *UVW Map* a più livelli materici in linguaggio di programmazione *visual scripting*, come per l'orografia descritta attraverso una progettazione parametrica *Material Blend*, a partire dalla discretizzazione dei fotopiani ricavati dal rilievo fotogrammetrico. La possibilità di lavorare su specifiche aree di un'unica *UVW Map* consente

di agire sui parametri di *macro-texture variation* e *reduce macro contrast* della rappresentazione per singolo *layer* alleggerendo l'elaborazione e la visualizzazione del contesto in *real time*. A ciò si è aggiunta la rappresentazione sintetica in *Triplanar Mapping* del modello architettonico del sistema di accesso e di difesa, data l'incertezza informativa della loro componente materica e colorimetrica. Talune informazioni tecnico-descrittive dei manufatti sono state richiamate nel modello attraverso la progettazione di widget pop-up, fissi e a comparsa, strutturati nel sistema di *gameplay* in *blueprint visual scripting*, con una settorializzazione delle informazioni per facilitare la lettura e l'interazione informativa (Mortara et al., 2014). In particolare, la creazione di un *widget pop-up* favorisce la libera navigazione dell'utente nella visualizzazione real-time dei dati storiografici e fotografici, verificando in un *digital walking tour* immersivo l'attendibilità geometrico-formale nella sovrapposizione con la documentazione iconografica. Coticché, l'accessibilità e l'interazione delle informazioni, organizzate nella piattaforma di gaming e a disposizione per un'utenza ampia e variegata, favorisce l'*edutainment* e la conoscenza del patrimonio culturale, attraverso modalità inedite

di *amusement* (Cervellini & Rossi, 2011) e comunicazione informativa prodotti all'interno di ambienti digitali atti a creare mondi virtuali ideati per ripercorrere il disegno delle trasformazioni di un certo contesto. Coticché lo sviluppo del modello di fruizione *gaming-reality based* del paesaggio fortificato di Palazzo d'Avalos, ha rappresentato una prima fase di alpha testing mirato a verificare la fattibilità di un'applicazione volta a condurre il visitatore alla scoperta della spazialità e della descrizione ontologica delle diverse parti dell'opera, in un museo virtuale (Parrinello, Picchio & Bercigli, 2016) che si integra mimeticamente ai tradizionali mezzi di comunicazione visiva, nell'interazione con gli elementi storico-informativi e parametrici del *cloud-object*.

## 5. Conclusioni

L'esperienza ricostruttiva del sistema fortificato di Palazzo d'Avalos evidenzia le potenzialità nella strutturazione di modelli con istanze semantiche ragionate e ottimizzate atti a creare mondi interattivi ideati per ripercorrere il disegno delle trasformazioni del contesto architettonico-paesaggistico.



Fig. 5- Ricostruzioni digitali del sistema fortificato: in alto viste del modello sulla base della ricostruzione fotogrammetrica visibile in basso (elaborazioni grafiche degli autori)

Peraltro, l'evoluzione nell'ambito della costruzione di modelli parametrici relazionali, per la comunicazione (Mortara et al., 2014) e la condivisione del Cultural Heritage (Antuono, D'Agostino & Maglio, 2021; Banfi, 2021), impone di fare un ulteriore passo in direzione di una virtualizzazione interattiva, delineando nuovi scenari, fruibili anche in realtà virtuale e aumentata, che si auspica possano essere indirizzati anche ai professionisti specialisti. Così, le informazioni tecniche contenute nel sistema, oltre che servire alle funzioni di intrattenimento in grado di coinvolgere attivamente la comunità e il turismo digitale, possono favorire la gestione di quel patrimonio culturale oggi dismesso e degradato.

## Bibliografia

- Alisio, G. (1976) *Siti reali dei Borboni*. Roma, Officina edizioni.
- Allam, Z., Sharifi, A., Bibri, S. E., Jones, D. S. & Krogstie, J. (2022) The Metaverse as a Virtual Form of Smart Cities: Opportunities and Challenges for Environmental, Economic, and Social Sustainability in Urban Futures. *Smart Cities*, 5 (3), 771-801.
- Antuono, G., D'Agostino, P. & Maglio, A. (2021) Enrichment and sharing for historical architectures. A multidisciplinary HBIM approach. *Eikonocity*, FedOA Press, 6 (2) 40-65.
- Assante, F. (2007) *La regina delle galere. Storia e storie del Carcere di Procida*. Napoli, Giannini Editore.
- Banfi, F. (2021) Modelli dinamici interattivi per il patrimonio costruito. In: Arena, A., Arena, M., Mediat, D., Raffa, P. (a cura di) *Linguaggi, Distanze, Tecnologie. Atti del 42° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione congresso della Unione Italiana per il Disegno, 16, 17 e 18 settembre 2021, Reggio Calabria e Messina*. Roma, Gangemi Editore, pp. 1998-2013.
- Barba, S., Limongiello, M. & Parrinello, S. (a cura di) (2020) *Drones. Systems of Information on cultural hEritage. For a spatial and social investigation*. Collana Prospettive multiple: studi di ingegneria, architettura e arte. Pavia, Pavia University Press.
- Bertocci, S. & Parrinello, S. (a cura di) (2015) *Digital Survey and Documentation of the Archaeological and Architectural sites*. Firenze, Edifir.
- Cirillo, O. (2008) *Carlo Vanvitelli - architettura e città nella seconda metà del Settecento*. Firenze, Alinea Editrice.
- Di Liello, S. & Rossi, P. (2017) *Procida: architettura e paesaggio: documenti e immagini per la storia dell'isola*. Roma, Nutrimenti.
- D'Agostino, P., Antuono, G. & Elefante, E. (2022) Management and Dissemination for Dismissed Religious Architecture. An Approach Fusing HBIM and Gamification. In: *EGA 2022: Architectural Graphics, vol. 2, Graphics for Knowledge and Production*. Cham, Springer, pp 399-407.
- Empler, T., Caldarone, A. & D'Angelo, E. (2021) Una Roma in cui giocare: ricostruzioni 3D e serious games dalla pianta del Nolli. In: Arena, A., Arena, M., Mediat, D. & Raffa, P. (a cura di) *Linguaggi, Distanze, Tecnologie. Atti del 42° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione congresso della Unione Italiana per il Disegno, 16, 17 e 18 settembre 2021, Reggio Calabria e Messina*. Roma, Gangemi Editore, pp. 680-699.
- Fischer, A. (2022) *Architecture as art in metaverse*. [Executive Master Thesis]. Zurich, University of Zurich.
- Huggett, J. (2020) Virtually real or really virtual: towards a heritage metaverse. *Studies in Digital Heritage*, 4 (1) 1-15.
- Iodice, R. & Fratta, A. (2017) *Palazzo d'Avalos e l'ex carcere di Procida: il complesso monumentale rinascimentale tra passato, presente e futuro*. Roma, Nutrimenti.
- Ippoliti, E. & Meschini, A. (2010) Dal 'modello 3D' alla 'scena 3D'. Prospettive e opportunità per la

## Note

(1) Il contributo è frutto del lavoro di ricerca congiunto degli autori, nell'ambito delle attività del RemLab (Laboratorio di Rilievo e Modellazione), del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale dell'Università Federico II di Napoli. In particolare P. D'Agostino è autore del paragrafo *Il processo metodologico*; A. Maglio è autore del paragrafo *Il complesso fortificato attraverso le fonti*; G. Antuono è autore del paragrafo *Dal rilievo al modello di fruizione virtuale gaming*; infine *Introduzione e Conclusioni e sviluppi futuri* sono in comunione tra gli autori, con la collaborazione nell'elaborazione delle immagini del dott. ing. A. Carannante.

valorizzazione del patrimonio culturale architettonico e urbano. / From the '3D model' to the '3D scene'. Prospects and opportunities for the enhancement of an architectural and urban cultural heritage. *Disegnarecon*, 3, 6, pp. 77-91.

Mortara, M., Catalano, C. E., Bellotti, F., Fiucci, G., Houry-Panchetti, M. & Petridis, P. (2014) Learning cultural heritage by serious games. *Journal of Cultural Heritage*, 15 (3) 318-325.

Parrinello, S., Picchio, F. & Bercigli, M. (2016) La 'migrazione' della realtà in scenari virtuali: Banche dati e sistemi di documentazione per la musealizzazione di ambienti complessi. Musei virtuali dell'architettura e della città. *Disegnarecon*, 9 (17) 14-19.

Trizio, I., Demetrescu, E. & Ferdani, D. (2021) Virtual reconstruction and restoration. Comparing methodologies, practices, and experiences. *Disegnarecon*, 14 (27) ed1-ed8.

# Digital survey and 3D virtual reconstruction for mapping historical phases and urban integration of the fortified gates in the city of Pavia, Italy

Raffaella De Marco<sup>a</sup>, Francesca Galasso<sup>b</sup>

<sup>a</sup> University of Pavia, Pavia, Italy, [raffaella.demarco@unipv.it](mailto:raffaella.demarco@unipv.it), <sup>b</sup> University of Pavia, Pavia, Italy, [francesca.galasso@unipv.it](mailto:francesca.galasso@unipv.it)

## Abstract

Over the centuries, the fortified route of the city of Pavia has undergone different phases of construction, expansion and reconstruction of the defensive walls, adapting both to the requirements of modern military fighting techniques and to the urban expansion plans. Its fortified gates have been preserved in the succession of the different city walls, Roman, Gothic and Spanish ones, identifying fundamental elements in the urban structure, while the architectural configuration of each one has undergone intense changes. From the original eleven gates, only three remain visible today in a critical state of preservation and lacking a cultural enhancement despite their key position in the city. Through joint research and didactic activities, a digital documentation programme is ongoing on the remaining portions of Pavia's walls, in order to document the state of preservation and to develop a preparatory knowledge to the integration of existing maps and virtual reconstructions. Starting from the data collected with close-range measuring instruments (Terrestrial Laser Scanner and UAV), a 3D modelling activity was carried out at the double architectural and urban scale. The 3D model of the architectural system was compared with historical photos and archival documents, to redefine in the digital space the construction and demolition phases of the monuments. These configurations were included in the spatial mapping of the historical centre and compared both with the current and historical urban asset, defining the role of the fortified ruins for the cultural promotion and military historical enhancement of Pavia.

**Keywords:** fortified gates, digital survey, virtual reconstruction, Pavia.

## 1. Introduction

The study of architectural permanences of ruined fortified systems at the urban scale enriches the method of analysing the design of the historic city by providing landmarks of urban form. It permits to certify historical research but also to suggest actions for enhancing monuments and ruins, linking apparently isolated architectural episodes to the narrative potential of the historical city on cultural and social perspective.

The city of Pavia, from its Roman foundation as 'Ticinum' colony (89 BC), developed its layout to assume a key role in the political control of the surrounding area, corresponding needs for its military defence. With the barbarian invasions it

became the capital of the Longobard reign (572 AD). The conquest by Charlemagne (774 AD), the political rule of Frederick I 'Barbarossa' (1155), the Duchy of Milan and Visconti's control (1360) were decisive for the preservation of its fortified route. In modern times, the key episodes in the architectural development of the fortified walls were the Battle of Pavia (1525), the Spanish (1730) and the Austrian (1800) domination. Between the 1730s and 1880s, urban planning interventions and the new urban mobility plan applied to the city of Pavia led to an extensive intervention on the fortified walls, to build the external primary road for accessing the historic centre (De Lotto, 2008).



The current configuration of ruins from the historical urban fortification of Pavia offers a fragmented panorama of remains, consisting of individual monuments or ruined portions dislocated in the city centre, lacking a cultural identification with respect to an historical valorisation of the urban monuments. Through a comparison of historical maps, photographic archives between 1800 and 1900, and on-site surveys over the last five years, it is possible to trace a general framework of the defensive typological elements adopted among the fortified routes. In particular, the urban gates represent characteristic elements, interested by stylistic, constructive, functional rehabilitation choices that over the centuries have influenced their demolition/integration in the city pattern (Fig. 1).

The presented research focused on the opportunity for digitization and virtual replication of the fortified gates in Pavia to suggest a project for enhancing the system of the historical city centre. The representation of the gate monuments in digital and reliable terms makes it possible to associate unique details and signs with the repertoire of available historical images. At the same time, it defines, as metric digital knowledge, an opportunity for enrichment of the available infographic urban databases.

Through the research pipeline, a close-range survey action was performed to focus on the geometric and landscape features of the present architectural layout of the gates. The first target was to develop a 2D technical representation, and then to reach a more complex and structured 3D modelling result. In this second target, the comparison with historical images and photos was considered essential for integrating a visual enrichment of historical features, developing the 3D model as a narrative vehicle of cultural information (Garagnani, 2008). In the specific case of the fortified gates in Pavia, the 3D modelling facilitated the understanding of the places and highlighted the relationships between the individual elements that compose them. Among the possible representations, three-dimensional models turned out to be flexible tools, between archival and present documentation data, that provided a database aimed at understanding the current state of the monuments, providing possibilities for interpreting the original state and their subsequent transformations. Through digital tools, it has been possible to extend the meaning of perception, representation and modelling, providing the opportunity to produce evolved scenarios for the transmission of a spatial/temporal type of information (Gaiani, 2004).



Fig. 1 - Cartographic map of the historical centre of Pavia (Spanish border), below the location of the gates of Porta Calcinara (West) and Porta Nuova (East) (Wenzel Hollar, from “Theatrum celebriorum urbium Italiae”, late 17<sup>th</sup> century)

## 2. Urban gates of the fortified walls in Pavia

Concerning the configuration of the historic city centre, the Roman walls included 11 fortified gates (Gianani, 1983), located in correspondence with the main territorial routes (as the Ticino River) or urban complexes (such as the eastern Palace of Theodoric). In the Gothic route, the correspondence of the new gates was kept in line with the previous border, even changing the name. The mediaeval gates were associated with the fortified type of the tower, distinguished by high masonry blocks surrounded by merlons, usually with a single span covered by a wooden

ceiling, a large single *fornice* (arched access) for guarded access, and other smaller *monofora* (single-light) windows, as to the possible internal walkway. With regard to the Spanish walls, the inclusion of pentagonal bastions in the fortified perimeter partly replaced the location of the corresponding gates, keeping only 4 of them fixed (*Porta Calcinara*, *Porta Ticino*, *Porta Nuova-Damiani* and *Porta S.Vito-Milano*), relocating other 3 and closing the remaining ones. Particularly following the renovations by the Austrians, the gates increasingly assumed a monumental aspect, differentiating from the uniformity of the walls. They were adopted with stylistic and decorative hierarchies from the model of the triumphal arch, often covered or with the insertion of stone elements, and predominantly with a single ‘fornice’. Their distinctive character supported the choice for their preservation from the great demolitions carried out in the 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> centuries, assuming the role of key monuments in the urban centre, as in the case of the gates *Porta Borgoratto*, *Porta Ticino* and *Porta Garibaldi*, or underweening some additions, as in the case of the neoclassical project for the reconstruction of the gate *Porta Milano* in 1850. Despite their monumental role, the last urban renewal interventions in the historic centre and the infrastructural realisation of the road system were decisive for their demolition, carried out between 1920 and 1950 (Zaffignani, 1988). Only the gates *Porta Calcinara* and *Porta Nuova*, belonging to the Gothic border, as well as the renovated gate *Porta Milano*, have been preserved till today, due to their location along the original mediaeval perimeter of the city, out from the external road. *Porta Calcinara* gate is located in the southwest portion of the Gothic walls, in correspondence with the original neighbourhood of masons from which it takes its name. According to historical sources, it dates as one of the most recent fortified gates built in the mediaeval period (14<sup>th</sup>-15<sup>th</sup> century). It consists of a single architectural tower block, with a squared plant delimited by masonry walls on three sides, and a main round-headed entrance arch. Above, a central *monofora* window is visible with lateral embrasures, while other *monofora* openings are present at the lower level and on the secondary sides. The gate has merlons at the top, and a roof made of wooden beams and brick tiles. *Porta Nuova* gate, originally *Porta Damiani*, is located on the south-eastern side of the Gothic route. The

name derives from the boats’ bridge, known as ‘new’ (*Nuovo*) bridge, which connected to the other side of the Ticino River, where the other two bastions (*Terzago* and *Porta Nuova* bastions) were located in the past (Fig. 2).

The present gate has not to be considered entirely as a mediaeval pre-existence, but it is the result of a stratification process over the centuries, starting from the original block dating back to the 14<sup>th</sup>-15<sup>th</sup> centuries. The gate consists of a quadrangular architectural block in masonry, open on three sides with round arches (Fig. 3).



Fig. 2- The location of fortified gates in Pavia: from the top, Roman, Gothic and Spanish walls’ path overlapped to the satellite map of the actual urban centre (Raffaella De Marco, 2018)

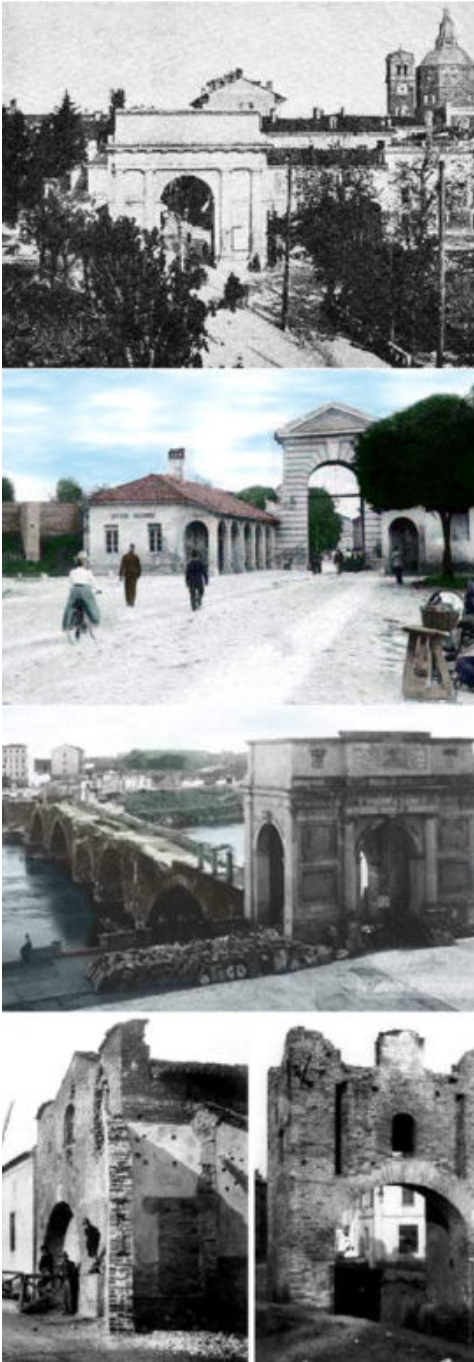


Fig. 3- Historical photos of the fortified gates in Pavia: from the top, Porta Borgoratto, Porta Garibaldi-S. Giustina, Porta Ticino (destroyed); below, Porta Nuova, Porta Calcinara, still conserved. (Musei Civici Pavia, 18th-19th c.)

The façade facing the river presents three *monofora* windows, including a ceramic basin similarly to several religious buildings in the historic centre of Pavia. Stone decorations are present on the arches, such as the marble motifs on the sides of the south portal. The gate was restored in the 1950s, due to the damages collected during World War II, and in 2001 it underwent an intervention of consolidation to remove the wooden supports, preventing possible collapses (Jurina & Demartini, 1995). Both gates are now located at a lower ground level than the main roadway, corresponding to the old mediaeval city level, and they are missing a cultural promotion within the city's historical heritage. Vegetation, as well as infiltration and degradation of materials, can be documented in both cases.

### 3. The research project for the valorisation of the walls remains

Since 2017, a research programme has been started by the Department of Civil Engineering and Architecture of the University of Pavia, aimed at documenting the remains of the fortified walls of Pavia to promote a mapping of the preserved portions and an assessment of their conservation conditions. Within DAda-LAB. laboratory, the research has included expeditious procedures for the documentation and modelling of the urban fortified routes, to allow the reconstruction of a digital database of documentation aimed to monitor and highlight the conditions of the wall ruins and the fortified gates within the urban context (Parrinello & De Marco, 2017).

The research has involved young researchers, PhD students and students, in the development of reliable 2D drawings and 3D models of the fortified walls, starting from digital documentation conducted *in situ* with the integration of point clouds from Terrestrial Laser Scanners (TLS), adopted on the monumental portions, and Mobile Laser Scanners (MLS), for the reconstruction of the entire route and the referencing of the monumental portions (De Marco et al. 2020). Integrations with photogrammetric point clouds were conducted, with an on-site aerial acquisition by Ultra-Light UAVs in respect of security requirements in dense urban contexts. The on-site survey was aimed at an update of the existing digital maps of the city's historic centre, developing detailed architectural models, such as for the fortified gates, to be referenced and integrated within the 3D territorial informative systems at the urban scale currently available for the city of Pavia.

#### 4. The post-production of data for the representation and knowledge of the historical artefact

The integrated database obtained from the acquisition campaigns contains an overlapping configuration of metric and photographic information that can be queried for multiple analysis. Thus, survey data were firstly discretized through 2D vectorial representations to decompose and identify the architectural features of the monumental gates (Fig. 4).

The 2D drawing supported the identification of elements on the historical significance of the monumental gates, as well as their construction characteristics, researching for the traces and signs in the masonry linked to their constructive conformation and insertion in the urban context. In particular, the wall texture has been digitised within a semi-automatic vectorization, ensuring a reliable detail while optimising the timing and validation of digital drawing actions (Parrinello & La Placa, 2019). This methodology produced valid automation results, although in some cases it was necessary to interpret and integrate the drawing manually, due to image definition. In this way, 2D drawings became a tool for functional interpretation, for the retrace of masonry conformations within temporal transformation, and regarding structural integrity (Fig. 5).



Fig. 4- Porta Nuova in Pavia. High resolution point cloud (1-3mm) from Terrestrial Laser Scanner survey (Raffaella De Marco, 2021)

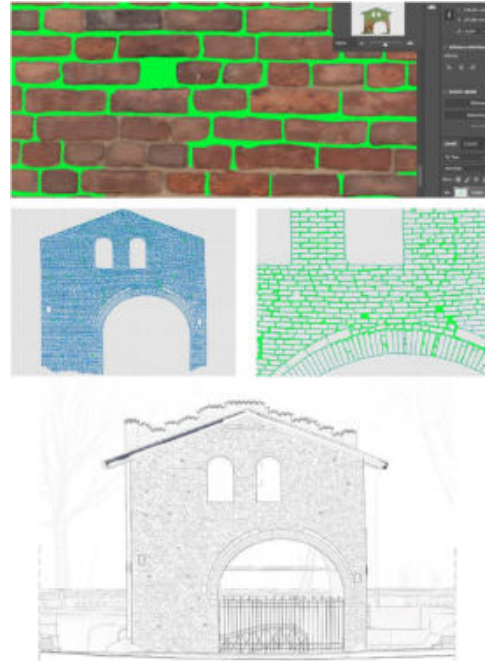


Fig. 5- Semi-automatic vectorization process. At first it was necessary to colour the mortar between the elements, highlighting the contours of the individual bricks. Then a 'Border' was exported to obtain the vector file representing the single bricks (Raffaella De Marco, 2021)

#### 4.1. Methodological approaches for multi-scale hybrid modelling (FG)

Starting from the vectorial data, NURBS-type models were developed by interpreting the geometric shapes from planar sections, previously discretized. Although a sufficient amount of data was available to allow automatic mesh-type modelling through the post-production of point clouds, the choice of representing the urban gates with NURBS surfaces made it possible to fully classify and represent the architectural, structural and typological apparatus. In addition, this modelling approach made it possible to obtain an ultra-light 3D model dataset, compatible on multiple platforms, preventing from high-poly model management typical of mesh modelling.

The main opportunity offered by the obtained 3D models was to experiment the compatibility of multi-scale hybrid models by making use of external urban modelling platforms dedicated mainly to infrastructure planning at the territorial

scale, projected in the direction of City Information Modelling assets. In detail, a hybrid NURBS-Mesh model was produced using context data from the Autodesk Infraworks platform, which allows users to model, analyse and visualise their infrastructure projects in a real-world context (Autodesk Inc, 2021) (Fig. 6).

Through the software features, it was possible to export an ultralight, non-detailed mesh model of the environment, based on Microsoft Bing open data. From the first evaluations, a substantial discrepancy in the morphology of the terrain was identified, with a total absence of context references to the basement and terrain elevations documented on site, or to the height of surrounding buildings. For this reason, the automatic mesh model has been updated with the support of environmental sections, 2D drawings and photographic data from the survey, allowing for a suitable integration of the NURBS model in relation to the open-source data system (Fig. 7).

The modelling actions took into account the relationship between the uncertainty of the three-dimensional model, derived from the discretization of the integrated three-dimensional database, and the simplification of the model, resulting from the desire to select and convey only the main geometric information considered essential for the description of the object at a given scale. This means that it was important to select the spatial information to be modelled in order to obtain and communicate a broad analysis and representation of the urban space surrounding the fortified remains, identifying the spatial transformations that the square and monument have undergone in centuries.

### 5. The geometrical and visual reconstruction of the lost image of the fortified gates (FG)

Beyond a three-dimensional modelling of the tangible monument, the proposed methodologies and tools have been considered as a key solution to represent the ‘intangible’ historical and cultural transformation of the fortified gates and walls’ ruins of Pavia routes. The basis of all 3D reconstruction projects is the creation of a virtual model, based on objective and simplified components of a historical image. While historical image sources provide fragmentary impressions, digital 3D reconstructions offer the possibility of conveying more accessible holistic perceptions. For this reason, the models of the fortified gates obtained in post-production were used as the basis for further investigation dedicated to the 3D



Fig. 6- Mesh model of the city of Pavia visible within the Autodesk Infraworks viewport. On the bottom, the details of the area near Porta Nuova. The monument of the gate is not reliable in its complexity, but it is greatly simplified, highlighting how the basic model from available territorial maps needs to be supplemented with additional architectural and urban details (Francesca Galasso, 2021)

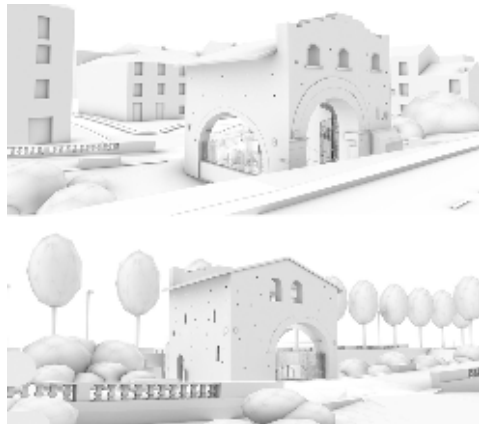


Fig. 7- View of the multi-scale hybrid model. The monument was developed through NURBS-type modelling, with all details derived from the documentation. The urban area was modelled through the integration of NURBS/mesh elements in order to describe the urban units, the main openings and building elements on the facades, and public furniture (Francesca Galasso, 2021)

reconstruction of the monuments, and in general of the fortified routes, from historical documentation and images. Although documentation and digital products provided the basis for representing global spatial relations, for an interpretive reconstruction of monuments, historical images turn out to be the key sources through which to reconstruct urban and territorial scenarios that no longer exist. In this particular case, information has been derived from non-measurable photographic images, referenced to the geometries of the 3D models,

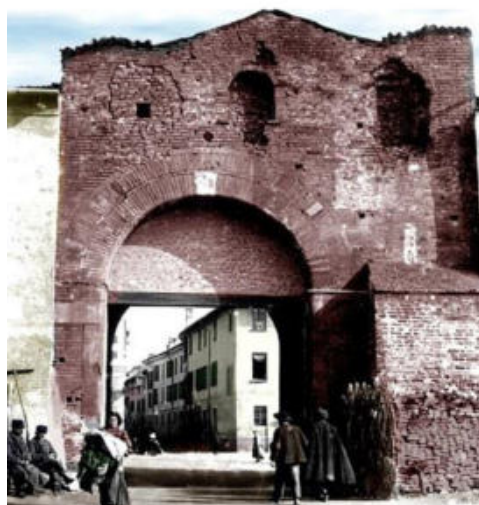


Fig. 8- Qualitative comparison between digital 3D hybrid model (on the top) and historical photo (on the bottom) of Porta Nuova (Francesca Galasso, 2021; Musei Civici Pavia, late 19th c.)

compared with additional historical documentary sources. To overcome uncertainties in the virtual reconstructions, the interpretation of shapes and elements relations was based on the survey data. In the same way, a correlation between the same elements, or even features that no longer exist, was developed comparing the 3D models to the historical photos. In particular, the correlation between the monuments and the surrounding urban features (aggregates, adjacent buildings) was focused to describe the city changes (Fig. 8).

The result of these interpretations highlights a different morphology of the terrain at the outer entrance of the gates to the city, confirmed by historical sources that testify the modifications that were carried out close to the walls immediately after World War II, which radically changed the city's infrastructural system. Moreover, the qualitative comparison between images shows, in the case of *Porta Nuova* gate, the presence of an internal masonry structure covering part of the round arch that identifies the entrance to the city, testifying the probable adaptation of the monument for other functions, with windows partly walled and covered by the internal structure. With the restoration in 2001, openings were unbolted and the internal structure freed, to obtain a single large room, with the upper floor accessible by a spiral staircase and a walkable internal balcony. Finally, the buildings behind the gate have been modified in openings and façades, becoming entrances to commercial premises, highlighting how historical urban changes have affected not only monuments, but also gates' surroundings.

## 6. Conclusions: the aim of virtual reconstruction of the fortified system (FG)

Apart from uses for educational purposes, the historical reconstruction of the fortified elements, starting from documented remains, would be configured as a research tool dedicated to the management and enhancement of Pavia's fortified heritage. The described activities, although applied on selected areas, have provided a methodological basis for developing new applications to additional urban areas related to the deconstructed fortified route. In this way, it would be possible to develop not only a multi-scale model of the fortified system, but also a temporal multi-phase model, suitable for a City Information System, to describe the different historical phases of the fortification routes related to the present urban development. It is intended to bring public knowledge on unknown

urban remains, through sequences of 3D static images or dynamic perspectives. Moreover, it would amplify the communicative aspects of a lost cultural trace, to empower historical realities and memories through Cultural Heritage. The research aim is central in elevating fortified remains to the role of recognized monuments in the territorial policy, capable of valorising the historical city of Pavia.

## Author contributions

The paragraphs 1, 2, 3 and 4 are by Raffaella De Marco

The paragraphs 4.1, 5 and 6 are by Francesca Galasso

## References

- Autodesk Inc. (2022) InfraWorks - Overview. Available at: <https://www.autodesk.it/products/infracworks/overview> (Accessed: 3 ottobre 2022).
- Bevilacqua, M.G. (2009) La difesa dell'accesso. La fortificazione delle porte urbane nella Pisa repubblicana. In: Ceccarelli Lemut, M.L. & Dringoli, M. (a cura di) *Castelli e fortificazioni della Repubblica Pisana*, Pisa, Pacini Editore, pp. 151-167.
- Busnelli, A. (1995) La cinta muraria di Pavia nel contesto storico. In: *Aspetti teorici e tecnici del restauro delle mura urbane - Atti del convegno. Associazione per le Città Murate di Lombardia, 3 giugno 1995, Pavia*. Pavia, Università degli Studi di Pavia.
- Calvano, M. & Wahbeh, W. (2014) Drawing the Memory. The image of the city through the integrated representation. *DisegnareCon*, 7(13), XI, 1-12.
- De Marco, R. (2020) A semi-automated urban modelling strategy. The 3D drawing of stratified historic city. In: Parrinello, S. (ed.) *3D Bethlehem. Management and control of urban growth for the development of heritage and the improvement of life in the city of Bethlehem*. Vol. 2, Firenze, Edifir, pp. 52-71.
- De Marco, R., Galasso, F. & Malusardi, C. (2020) Digital documentation of fortified urban routes in Pavia (Italy): territorial databases and structural models for the preservation of military ruins. 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, 4-6 November 2020, Granada*. Granada, Universidad de Granada, Universitat Politècnica de València, Patronato de la Alhambra y Generalife, pp. 349-356.
- De Marco, R., Miceli, A. & Parrinello, S. (2020) An assessment on morphological survey calibration and the automation of digital drawing for the reliable documentation and conservation analysis of out-of-scale buildings. In: *Proceedings of IMEKO TC4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage 2020, 22-24 October 2020, Trento, Italy*. Budapest, Hungary, IMEKO, pp. 226-231.
- Gabba, A. (1998) Le cerchie murarie di Pavia nei ruoli di difesa e di espansione. *Annali di Storia Pavese*, 26, 217-223.
- Gaiani, M. (2004) Del disegno e del modello: rappresentazioni per il disegno industriale. In: Migliari R. (a cura di) *Il disegno come modello*. Edizioni Kappa, Roma, pp. 45-55.
- Garagnani, S. (2008) Rappresentazione vs. modellazione: sintesi della percezione d'architettura nell'era digitale. *DisegnareCon*, 1(1), 1-6.
- Gianani, F. (1983) *Le mura e le porte di Pavia antica*. Pavia, Tipolitografia A e C S.r.l.
- Jurina, L. & Demartini, R. (1995) Il rilievo di Porta Nuova a Pavia. *TeMa*, 3/1995, 26-37.
- Novara, A. (2019) Dal rilievo laser scanner al modello digitale in VR. Dall'acquisizione dello stato di fatto alla realtà virtuale per un'esperienza immersiva unica. *GEOmedia*, 23(6), 18-23.
- Parrinello, S., La Placa, S. (2019) Vectorialization practices of the image drawing of the floor mosaics of the Basilica of Nativity in Bethlehem. *SCIRES-IT*, IX, 95-104.
- Parrinello, S. (2018) La documentazione delle porte urbane veronesi: progetto di analisi per la proposta di piani di recupero sul sistema fortificato. In: Minutoli, F. (a cura di) *ReUSO. L'intreccio dei saperi per rispettare il passato interpretare il presente salvaguardare il futuro*, Roma, Gangemi Editore, pp. 801-812.
- Srinaga, F. & Dewi, J. (2022) City Information Modeling as a tool for problem identification and solution in urban spaces development. *Malaysian Journal of Sustainable Environment*, 9(3), 21-40.
- Tolomelli, D. (2001) Le fortificazioni esterne: traccia per uno studio. In: Vicini, D. (a cura di) *Museo in Rivista. Notiziario dei Musei Civici di Pavia*, Pavia, Edizioni Cardano, pp. 57-59.
- Zaffignani, G. (1988) Centro storico: fattori di ampliamento. In: Vicini, D. (a cura di) *Pavia. Materiali di storia urbana. Il progetto edilizio 1840-1940*, Pavia, Comune di Pavia-Assessorato alla cultura, pp. 37-40.

# Fortificación y control estratégico del Camino de la Raya en el s.XV: análisis geoespacial del dominio visual de un territorio de frontera

Juan José Fondevilla Aparicio

Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, España, jjfond@gmail.com

## Abstract

After the conquest of the domains of Niebla by Alfonso X in 1262 (García Sanjuán, 2000:89), a process of ‘incastellamento’ of the territory began to reinforce the repopulating strategy of these possessions of *Gharb al-Andalus* linked to the primitive vassal kingdom of *Ibn Mahfūz*. In this process of structuring the historical territory, not only the incorporation of the primitive Andalusian fortifications, but also the strategic control of the main paths that crossed the border territory of Andévalo, putting in communication the center of power gained special relevance. For this purpose, the creation of new settlements around such paths near the Portuguese *raya* (Pérez Macías & Beltrán Pinzón, 1999; Pérez Macías, Beltrán & López Domínguez, 2001) was encouraged, building watchtowers and fortresses of new plant to ensure their guard, defense and visual dominance. Among them, the path named ‘Camino de la Raya’ (Fig.1), referred to in the medieval documentation as *carrera de Gibraleón a Mértola* (Anasagasti & Rodríguez, 2006). The councils of Niebla and Gibraleón struggle throughout the Late Middle Ages to exercise effective control over it. Their jurisdictional limits expand towards the spaces close to this tractor axis of commercial exchanges with the neighboring kingdom of Portugal for its tributary rival (Fig.11). The article develops the geospatial analysis from its visual aspect, restoring the perceptive landscape subject to visual dominance over the historical territory from watchtowers and castles. However, the study involved complementary analytical developments already systematized in studies of the other defensive nets (Fondevilla et al, 2021; Fondevilla, 2020; Fondevilla et al, 2022).

**Keywords:** Fortification of the territory, GIS, cumulative viewshed, visual prominence.

## 1. Conquista y control estratégico del territorio

Tras la conquista de la Cora de Niebla por Alfonso X en 1262 (García Sanjuán, 2000: p. 89), se inicia un proceso de “encastillamiento” del territorio para apuntalar la estrategia repobladora de estas posesiones del *Gharb al-Andalus* vinculadas al primitivo reino vasallo de *Ibn Mahfūz*.

En tal proceso vertebrador del territorio cobró especial relevancia no solo la incorporación de las primitivas fortalezas andalusíes, sino también el control estratégico de los principales caminos que surcaban este territorio arrayano del Andévalo onubense poniendo en comunicación los centros de poder. Para ello se fomentó la creación de nuevos asentamientos en torno a tales

caminos próximos a la raya lusa (Pérez Macías & Beltrán Pinzón, 1999; Pérez Macías, Beltrán & López Domínguez, 2001), labrándose atalayas y fortalezas de nueva planta para procurar su guarda, defensa y dominio visual.

Entre ellos destaca el Camino de la Raya (Fig.1), referido en la documentación medieval como *carrera de Gibraleón a Mértola* (Anasagasti & Rodríguez, 2006). Los concejos de Niebla y Gibraleón pugnarán a lo largo de la Baja Edad Media por ejercer un control efectivo sobre el mismo. Sus respectivos límites jurisdiccionales se expandían en confluencia hacia los espacios circundantes a este eje vertebrador de los tránsitos



comerciales con el vecino reino de Portugal en pos de su control tributario (Fig.11).

El artículo desarrolla el análisis geoespacial desde su faceta visual, pretendiendo restituir el paisaje perceptivo sujeto al dominio visual ejercido desde estas atalayas y fortalezas sobre el territorio histórico. El estudio comportó no obstante desarrollos analíticos complementarios ya sistematizados en estudios de otros conjuntos defensivos (Fondevilla et al, 2021; Fondevilla, 2020; Fondevilla et al. 2022).

## 2. Contextos geopolíticos confluyentes

La referida conquista de Niebla por Alfonso X ha de contextualizarse en primera instancia, por encima de otros motivos confluyentes en su oportunidad para los intereses de Castilla, de forma vinculada al marco geopolítico de las disputas fronterizas entre los reinos cristianos peninsulares de Castilla y Portugal por el dominio de este espacio geográfico del sudoeste peninsular, conocidas como ‘cuestión del Algarbe’ (Pérez Embid, 1975; Mattoso, 1990; De Ayala, 1994; Laredo Quesada, 1997; González Jiménez, 1998b).

No respondería pues tanto al automatismo de una continuación del proceso secular de conquista de los dominios andalusíes fundamentados en la existencia de un verdadero *casus belli*, sino que habrían de enmarcarse con mayor precisión en el contexto de la obtención de un argumentario jurídico ventajoso a la hora de reclamar de Portugal

la jurisdicción por derechos de conquista de los enclaves emplazados al este del Guadiana, que integraron el reino musulmán (García Sanjuán, 2000: p. 102). Los mismos fueron inicialmente arrebatados del dominio musulmán por la Corona de Portugal con el apoyo en lanzas de la Orden Militar de Santiago, lo que suponía una verdadera amenaza para la integridad territorial del reino musulmán de Niebla que propiciaría su vasallaje a Castilla, como freno a la expansión territorial lusa (García Sanjuán, 2000: p. 99).

Extinguido el reinado de Sancho II de Portugal, la suscripción del Tratado de Badajoz en 1267, por su sucesor Alfonso III de Portugal y Alfonso X de Castilla y León, cinco años después de la conquista de Niebla, demarcaba la frontera entre ambos reinos asentada en la línea definida por el cauce del río Guadiana. No obstante, este tratado no terminaría con la conflictividad en los concejos de realengo que integraban el primitivo distrito de Niebla durante el período alfonsí, dado que al estallar el conflicto sucesorio en la corona de Castilla generado por la rebelión de su hijo Sancho, el monarca haría donación en favor de su hija Doña Baeatriz de Guzmán, esposa de Alfonso III de Portugal, de toda su tierra. Pero la misma no se materializaría de facto, dado que Sancho IV no aceptaría los términos de tal donación confirmando en 1284 a Sevilla los privilegios concedidos en origen por Fernando III (Pérez Macías & Torres Toronjo, 2021: p. 60). No sería hasta la suscripción del tratado de Alcañices de

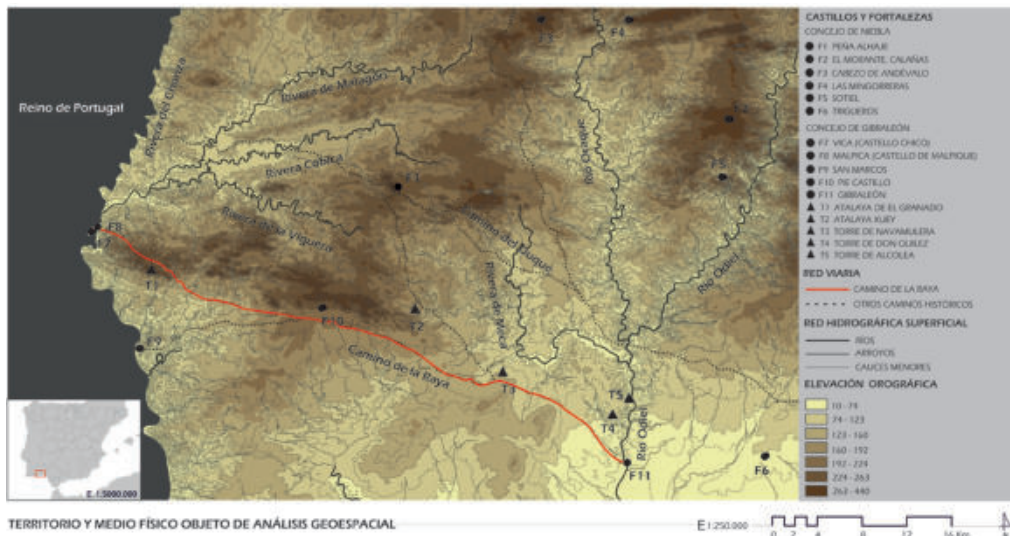


Fig. 1 - Representación del ámbito espacial de estudio sobre MDE a escala 1:250.000

1297, acordado durante la minoría de edad de Fernando IV de Castilla, cuando se demarcarían al fin los límites definitivos de la raya lusa, apoyándose en los cursos de las riveras fluviales del Chanza y del Guadiana (González Jiménez, 1998a: pp. 2-24).

### 3. Fortificación del Camino de la Raya

A lo largo de los siglos XIV y XV, en el marco de la estrategia territorial conducente a la fortificación del Camino de la Raya El condado de Gibraleón (Fig. 2) construyó en 1331 junto a la aldea del Castillejo el castillo del Castro (Ladero Quesada, 1992: p. 55), creándose un coto de homiciados en 1336 en el lugar de Los Castillejos para la fijación del poblamiento. Se pretendía consolidar con ello la dinámica repobladora directamente ligada a la erección de castillos y fortalezas nucleares en estas tierras de frontera (Ladero Quesada, 1992: p. 21).

No se ha documentado ocupación previa del cerro del castillo durante el período andalusí, siendo la factura de esta fortaleza encuadrable en cronologías bajomedievales directamente vinculadas a la conflictividad territorial entre Niebla y Gibraleón por el control estratégico de este territorio vinculado al Camino de la Raya (Pérez Macías, 2012: p. 18).

Este programa constructivo tendente a la fortificación del Camino de la Raya no se limitó a la labra de fortalezas nucleares que jalonaban el mismo, levantándose también torres atalayas estratégicamente emplazadas sobre altozanos que permitían un amplio dominio visual. Tal es el caso de la Atalaya de Don Quílez o la Torre de Navamulera, emplazada en la bifurcación de este camino hacia el castillo de Peña Alhaje.



Fig. 2- Vista aérea de la fortaleza de Gibraleón en la que se observa su emplazamiento estratégico junto al vado existente en el río Odiel, cuyo paso controlaba (Junta de Andalucía. Consejería de Turismo, Cultura y Deporte, 2018)

La primera de ellas es referida en *el Libro de la Montería* de Alfonso XI, ubicándola a mediados del s. XIV sobre el Monte Atalaya de Don Quílez (Valverde, 2009: p. 1234). El emplazamiento de la segunda es referido en las mismas fuentes documentales ubicándola en las cercanías de San Bartolomé de la Torre, en el Monte del Puntal de Navamulera (Valverde, 2009: p. 1242). La misma daría nombre al pueblo de San Bartolomé de la Torre siendo su labra fechada en el s. XV (Bedía & Teba, 1987). El profesor Pérez Macías (Pérez Macías, 2021: p. 64) refiere la citación del Camino de Sanlúcar, que transitaba desde Los Castillejos hacia esta fortaleza de San Marcos (Carriazo, 2012: p. 48).

El control de los ingresos aduaneros proveniente del comercio con el vecino reino de Portugal enfrentó a Niebla con Gibraleón, quienes sobre la misma frontera erigieron respectivamente las fortalezas referidas en la documentación medieval como castillo de Malpica (castello de Mapique), al Norte del Camino de la Raya y castillo de Mira (Castello Chico) al Sur del Camino (Carriazo, 2012: p. 53).

### 4. Análisis geoespacial del medio físico y de las cuencas visuales

#### 4.1 Análisis de visibilidad

Los análisis geoespaciales a través de SIG posibilitan la restitución del espacio perceptivo que cobra especial relevancia en el caso de las construcciones defensivas que han perdido buena parte de su materialidad y por tanto desde las que no resulta hoy posible asomarse a sus adarves para otear el horizonte y comprobar in situ sus posibles relaciones de intervisibilidad. Tal es el caso de los castillos y fortalezas analizadas que jalonaban el Camino de la Raya.

La cuenca visual es definida como la superficie del terreno que es vista desde un punto de observación, constituyendo en tal sentido el entorno visual de un punto que agrupa el conjunto de zonas visibles. Los estudios geo-espaciales de cuenca visual potencial (*viewshed*) parametrizan la superficie del terreno visible en el entorno del punto de observación a través de la intersección del haz de líneas de visión (*line of sight*) trazadas entre el punto de observación y la teselación de celdillas ráster (Wheatley, 1995) del modelo digital de elevaciones (MDE). La precisión de la cuenca visual potencial depende en todo momento

de la resolución del MDE ráster, siendo necesario ajustar los parámetros de exportación del MDE vectorial definiendo para ello un tamaño de celdilla, celda o tesela que resulte adecuado para garantizar la suficiente robustez y consistencia lógica de los resultados analíticos. Depende primariamente consiguientemente de la precisión de la construcción de la malla poliédrica TIN, obtenido en este caso a partir de las isohipsas o curvas de nivel vectoriales, que determinan la exactitud del modelo vectorial tridimensional que sirve de base a su conversión ráster (Wheatley & Gillings, 2002: p. 202).

El término *viewshed* fue acuñado por primera vez por Clifford Tandy en 1967, por analogía al concepto terminológico *watershed*, que refiere a las cuencas hidrográficas. Se asimilaba el ámbito de influencia de un cauce fluvial sobre el medio físico en su entorno, en la faceta visual al aspecto perceptivo referido en este caso a la cuenca visual, al espacio abarcado desde un punto de observación. Solo un año después era implementado para su uso en un programa computerizado de cálculo automatizado de visibilidad sobre el terreno.

La cuenca visual desde cada fortaleza calculada a través de un SIG, es definida como el conjunto de celdas del MDE ráster visibles desde el punto de observación, que define una traslación binaria que otorga un valor nulo a las celdas no visibles y un valor unitario a las visibles (Wheatley & Gillings, 2000). El resultado de la aplicación del algoritmo del cálculo al SIG es la generación de un nuevo mapa ráster en el que se traduce la teselación del territorio a un valor bivaluado binario en el que las celdillas del valor unitario responden a superficies del terreno vistas desde el punto de observación. Gaffney y Stančić (Gaffney & Stančić, 1991: p. 78) aplicaron esta metodología para generar un mapa de cuencas visuales de las torres atalaya en la isla de Hvar durante la Grecia Antigua. Ruggles et al. (Ruggles et al. 1993: p. 127) lo aplicaron de igual forma tempranamente para el cálculo de las líneas de visión desde los alineamientos de menhires en la isla de Mull. La fundamentación del sistema de cálculo se basa en la definición de sucesivos rayos visuales, que partiendo del punto de observación interceptan con las superficies visibles del MDE (Fisher et al. 1997: p. 582; Llobera, 2003: p. 29). La 'pendiente visual' se define como la tangente del ángulo formado por cada rayo visual con el plano horizontal de la entidad observada. Su cálculo considera la diferencia de cota existente entre los extremos del haz visual,

dividida entre la distancia medida entre ambos puntos en su proyección sobre el referido plano horizontal. Si la pendiente en el punto de destino es mayor que la del resto de puntos intermedios de la superficie orográfica dispuesta entre el mismo y el observador, el punto será visto, de lo contrario no existiría relación de intervisibilidad, quedando oculto tras los anteriores dotados de mayor pendiente visual, generándose un efecto obturación visual que lo ocultaría desde el punto de observación.

ArcGIS disponible en el módulo de análisis espacial tridimensional crea un ráster resultante del geoprocesamiento espacial de superficie que parametriza las celdas que son visibles desde el emplazamiento de observación elegido, asignándole un código binario a la tabla de atributos que le otorga un valor nulo a las celdas no visibles y un valor unitario a las visibles (Wheatley & Gillings, 2002:202).

#### **4.2 Restitución del dominio visual sobre el Camino de la Raya ejercido desde el sistema defensivo dispuesto para su control estratégico**

El camino de la Raya inicia su trazado en Gibrleón, sede del poder de la Casa de la Cerda desde el que se ejercía el control de toda su tierra.

La cuenca visual de esta fortaleza está muy volcada en el ejercicio de un control visual de los vados del cauce del Odiel, así como de las circulaciones a través de esta rivera fluvial que representaba también un camino de tránsito terrestre relevante. El castillo interactuaba visualmente con la Atalaya de Don Quílez. La cuenca visual asciende a 3.339,20 Ha, representando el 3,04 % de la superficie total de la cuenca visual acumulativa del sistema castral dispuesto en torno al Camino de la Raya (Fig.3).

La Atalaya de Don Quílez dispone de una amplia cuenca visual que se expande a lo largo del Camino de la Raya así como hacia el SE en torno a la Rivera del Odiel. Interactúa visualmente con el castillo de Gibrleón, con la Torre de Navamulera, la Torre de Xuey y el castillo de El Castro (Fig.4).

Asciende la misma a 42.675,50 Ha representando el 34,66% de la superficie total de la cuenca visual acumulativa. Hacia el norte entra en conexión visual con fortalezas integradas en el condado de Niebla como el castillo de Peña Alhaje o el castillo del Morante en Calañas.

Por su parte la Torre de Navamulera emplazada en

el término de San Bartolomé de la Torre se situaba estratégicamente en la bifurcación de este camino con el de Aroche, que transitaba hacia la fortaleza de Peña Alhaje. Desde sus terrazas se divisaba la Torre de Xuey, el castillo de El Castro, así como la Atalaya de Don Quílez. Asciende la misma a 15.411,50 Ha representando el 12,52% de la superficie total de la cuenca visual acumulativa. Hacia el norte, se divisaban fortalezas del castillo de Peña Alhaje o el castillo del Morante en Calañas. La Atalaya de Xuey, aun correspondiendo con una torre preexistente coadyuvaba de igual forma con el sistema defensivo dispuesto reforzando el control visual ejercido sobre el camino que transitaba hacia la fortaleza de Peña Alhaje en dirección SE-NO (Fig.6).

Su amplísima cuenca visual interactuaba visualmente con el castillo de Gibraleón, con la Torre de Navamulera, el castillo de El Castro, La Torre de Don Quílez e incluso con el desaparecido castillo de Trigueros. Asciende la misma a 37.192,10 Ha representando el 30,21% de la superficie total de la cuenca visual acumulativa. Hacia el norte entra en conexión visual con fortalezas integradas en el condado de Niebla como el castillo de Peña Alhaje o el castillo del

Morante en Calañas. El castillo de El Castro, desde su emplazamiento privilegiado en la ladera meridional de la Sierra de la Estrella, ejerce con su amplia cuenca visual un vasto dominio visual sobre el Camino de la Raya. Esta fortaleza nuclear en el sistema castral definido interaccionaba visualmente con la Torre de Navamulera, el castillo de San Marcos, Trigueros y la Atalaya de El Granado. La superficie abarcada por su cuenca asciende a 40.837,50 Ha, que supone el 33,17% de la superficie de la cuenca visual acumulativa de la red castral (Fig.7).

La atalaya de El Granado dirige su mirada hacia poniente abarcando el tramo del Camino de la Raya oculto visualmente desde el castillo de El Castro en su continuación hacia la Torre Fuerte de Malpica. Su cuenca visual es amplísima abarcando 61.405,20 Ha que se expanden hacia el oeste controlando espacios próximos a la raya y reforzando el control sobre el camino hacia el castillo de San Marcos, con el que interactúa visualmente (Fig. 8). La Torre Fuerte de Malpica (Castello de Malpique) dispone de una cuenca visual muy centrada en el control del paso fronterizo en el ámbito de Boca Chanza transitando el Camino de la Raya entre esta fortaleza y la de

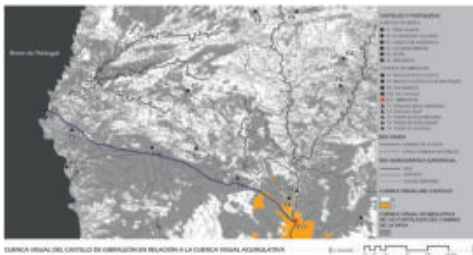


Fig. 3- Cuenca visual del Castillo de Gibraleón en relación a la cuenca visual acumulativa (E: 1/250.000)

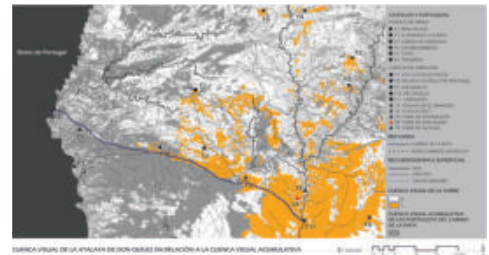


Fig. 4- Cuenca visual de la Atalaya de Don Quílez en relación a la cuenca visual acumulativa (E: 1/250.000).

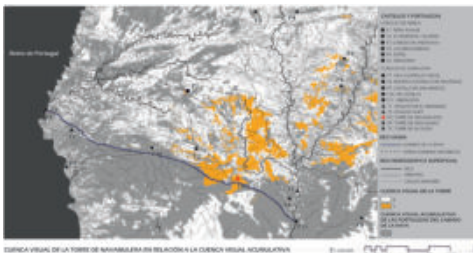


Fig. 5- Cuenca visual de la Torre Navamulera en relación a la cuenca visual acumulativa (E: 1/250.000)

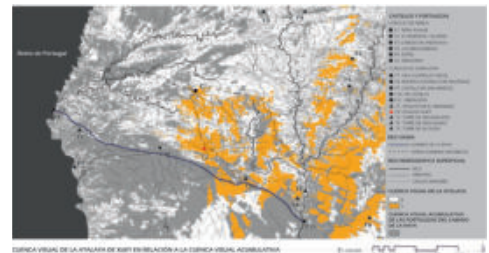


Fig. 6- Cuenca visual de la Atalaya de Xuey en relación a la cuenca visual acumulativa (E:1/250.000)

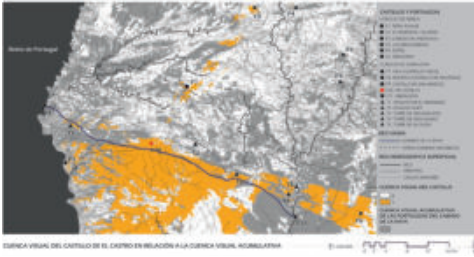


Fig. 7- Cuenca visual del castillo de El Castro en relación a la cuenca visual acumulativa (E:1/250.000)

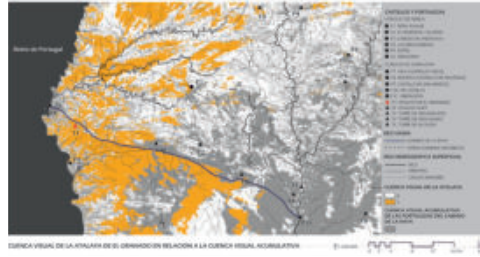


Fig. 8- Cuenca visual de la Atalaya de El Granado en relación a la cuenca visual acumulativa (E:1/250.000)

Vica (Castello Chico), esta última integrante del condado de Niebla, con la que pugnaba por el control tributario de estos caminos de tránsito comercial con el reino de Portugal. La cuenca visual acumulativa del conjunto de fortalezas que integraba el sistema castral dispuesto en torno al Camino de la Raya reforzaba su control visual en el ámbito de la confluencia de los caminos, mostrando su compacidad una nítida vertebración del dibujo defensivo destinado al control estratégico de esta arteria de comunicación tan relevante para los intereses señoriales (Fig. 9).

### 5. Conclusiones

Los análisis geoespaciales abordados permitieron definir con precisión el dominio visual ejercido por la red castral tejida en torno a la traza del Camino de la Raya, posibilitando el estudio de la complementariedad de sus cuencas visuales

y de sus índices de prominencia visual. De ellas se infiere con nitidez el patrón de fortificación dispuesto sobre este territorio histórico de frontera en el que se alternó la labra de fortalezas nucleares en enclaves estratégicos con la disposición de atalayas y torres fuertes apostadas sobre los caminos que surcaban este espacio geográfico, así como controlando los pasos hacia la frontera con el vecino reino de Portugal (Fig.10).

No obstante, el patrón no responde únicamente a la faceta perceptiva relativa al dominio visual, habiéndose analizado otros factores que inciden sobre el mismo de orden geopolítico y territorial. Así, más allá de los acontecimientos históricos, la caracterización de las formas del relieve orográfico del territorio sobre el que se erigen y al que prestan guarda y defensa resultó determinante, siendo sustento de su medio físico. Partiendo de la obtención de descriptores estadísticos globales

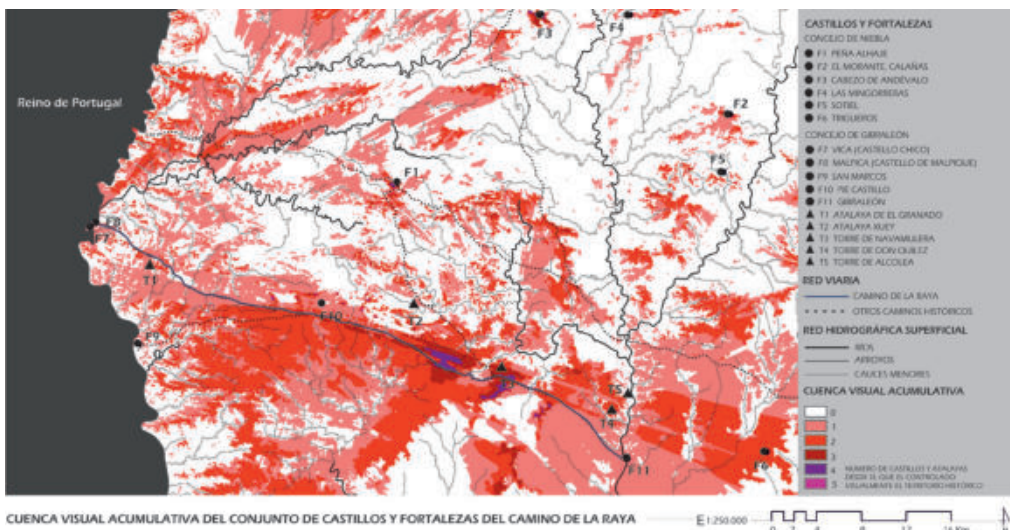


Fig. 9- Cuenca visual acumulativa de las fortalezas del Camino de la Raya (E:1/250.000)

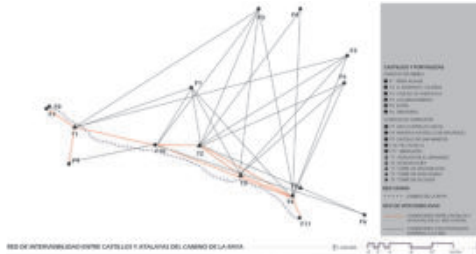


Fig. 10- Cuenca visual del castillo de El Castro en relación a la cuenca visual acumulativa (E:1/250.000)

a través del geoprocesamiento del MDE y sus modelos derivados que incidieron en variables orográficas como la pendiente, la curvatura, el gradiente topográfico o la rugosidad se obtuvieron índices sintéticos influyentes en estudio de la transitabilidad del espacio geográfico analizado (Fondevilla, 2020). Factores que fueron todos ellos ya considerados en el estudio de otros conjuntos defensivos desde desarrollos grafo-analíticos predictivos (Fondevilla et al, 2021; Fondevilla, 2019). El programa constructivo analizado responde a una lógica espacial y a fundamentaciones geopolíticas que difieren ostensiblemente de los patrones que pautaron la erección de las primitivas fortalezas andalusíes, que optaron por emplazamientos en altura, labrando castillos roqueros prominentes como el de *Alfayar de la Penna* o el castillo de Calañas, desde el que se ejercía un amplio control de sus dominios. La señorialización del territorio tras la conquista cristiana de estas tierras del Andévalo onubense primaría el ejercicio de un control estratégico de los caminos de tránsito que articulaban el fértil comercio con Portugal, para lo que se definió un programa constructivo auspiciado en origen por Alfonso de la Cerda a quien Fernando IV otorgaría para sí y para sus herederos el término de Gibrleón en 1306. Durante los siglos XIV y XV se completará el sistema castral con la construcción de atalayas y torres fuertes interrelacionadas visualmente que tejían un dominio visual efectivo sobre el Camino de la Raya y sus bifurcaciones hacia el camino de Aroche a través del castillo de Peña Alhaje, así como hacia poniente sobre el ramal que transitaba hacia el castillo de San Marcos de Sanlúcar de Gadiana.

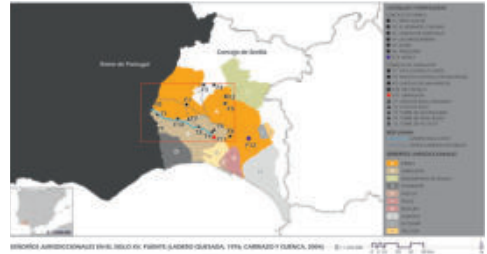


Fig. 11- Señoríos jurisdiccionales en el s. XV en torno al Camino de la Raya (E:1/1.000.000)

El control estratégico se cernía de igual forma sobre el cauce fluvial del Odiel, que vertebraba verticalmente este territorio histórico, y a cuyo dominio efectivo de su vado debe su emplazamiento la fortaleza musulmana de Gibrleón, cuyas fábricas fueron adaptadas a los nuevos condicionamientos poliorcéticos como sede del poder ejercido desde el marquesado sobre todo su término, en oposición a los intereses del condado de Niebla.

Los castillos de Mira y Malpica, erigidos respectivamente por los concejos de Gibrleón y Niebla a ambos lados del Camino en la zona de Boca Chanza, sobre la misma frontera con el vecino reino de Portugal ejemplifican de forma elocuente tal rivalidad. Los mismos fueron documentados en el contexto de las prospecciones arqueológicas llevadas a cabo en el municipio de El Almendro (Pérez Macías, López Domínguez & Beltrán Pinzón: 2001).

## Notas

Las distintas figuras relativas a las salidas cartográficas debidamente maquetadas a escala 1/250.000 y 1/1.000.000 que ilustran esta contribución al Congreso FORTMED 2023\_Pisa son resultantes de los desarrollos grafo-analíticos abordados en la investigación, correspondiéndose con elaboraciones gráficas del autor.

El presente artículo se enmarca dentro de los trabajos de investigación definidos entre los objetivos programáticos del Proyecto *Del castillo al palacio. Transformación, habitabilidad y pervivencia de la fortificación señorial* (PID2021-127438NB-100, Ministerio de Ciencia e Innovación. Gobierno de España.

## Referencias

- Anasagasti Valderrama, A.M. & Rodríguez Liáñez, L. (2006) *Niebla y su tierra en la Baja Edad Media. Historia y Documentos*. Huelva, Diputación Provincial de Huelva, Servicio de Publicaciones.
- Bedia García, J. M. & Teba Martínez, J. A. (1987) Informe arqueológico: un corte estratigráfico en la torre de San Bartolomé (Huelva). En: *Anuario Arqueológico de Andalucía*, 1986, III, pp. 155-160.
- Carriazo Rubio, J. L. (2012) Sobre un nombre sin castillo y un castillo sin nombre. En: Carriazo Rubio, J. L. (ed.) *Fortificaciones, guerra y frontera en el Marquesado de Gibraleón*. Huelva, Diputación Provincial de Huelva, Servicio de Publicaciones, pp. 45-58.
- De Ayala Martínez, C. (1994) Alfonso X, el Algarbe y Andalucía: El destino de Serpa, Moura y Mourao. En: *Historia Medieval: actas del II Congreso de Historia de Andalucía (Córdoba, 1991)*. Córdoba, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, pp. 289-304.
- Fisher, P. (1993) Algorithm and implementation uncertainty in viewshed analysis. *International Journal of Geographical Information System*, 7 (4), 331-347.
- Fondevilla Aparicio, J.J. (2020) La decostrucción del territorio fortificado: análisis espacial multivariante implementado a través de SIG y producción de cartografía predictiva. En: Pito Puerto, F. (ed.) *Modelos digitales de información en la tutela sostenible del patrimonio cultural. Contribución al conocimiento e innovación social*. Sevilla, Editorial Universidad de Sevilla, pp.195-224.
- Fondevilla Aparicio, J. J., Rivera Jiménez, T. & Ampliato Briones, A. (2018) La torre del Alto del viso y la fortaleza de Santaolalla (Huelva) en la Baja Edad Media: análisis geoespacial de un enclave estratégico. *Nuevas tecnologías aplicadas al estudio de las fortificaciones. Cuadernos de Arquitectura y Fortificación*, 5, 55-88.
- Fondevilla Aparicio, J. J., Rivera Jiménez, T. & Ampliato Briones, A. (2021) Implementación SIG de modelos predictivos del sistema castramental dispuesto por el concejo de Sevilla en torno a la Vía de la Plata. *Arqueología de la Arquitectura*, 9, 61-92.
- Gaffney, V. & Stancic, Z. (1991) *GIS Approaches to Regional Analysis: A case Study of the Island of Hvar*. Ljubljana, Filozofska fakulteta.
- García Sanjuán, A. (2000) La conquista de Niebla por Alfonso X. *Historia. Instituciones. Documentos*, 27, 89-112.
- González Jiménez, M. (1998a) Las relaciones entre Portugal y Castilla durante el siglo XIII. *Revista de la Facultade de Letras*, 15 (1), 1-24.
- González Jiménez, M. (1998b) Huelva tierra de frontera. En: Carriazo Rubio, J. S. & Miura Andrades, J. M. (eds.) *Huelva en la Edad Media 20 años después*. Huelva, Diputación Provincial de Huelva, pp. 15-35.
- Ladero Quesada, M.A. (1992) *Niebla, de Reino a Condado*. Huelva, Diputación provincial de Huelva.
- Ladero Quesada, M.A. (1997) La formación de la frontera con Portugal en los siglos XII y XIII y el tratado de Alcañices (1297). *Boletín de la Real Academia de la Historia*, tomo 194, Cuaderno 3, 424-457.
- LLobera, M. (2003) Extending GIS-based visual analysis: the concept of "Visualscapes". *International Journal of Geographical Information Science*, 17 (1), 25-48.
- Mattoso, J. (1990) As relaçoões de Portugal com Castela no reinado de Alfonso X o Sabio. En: Matoso, J. (ed.) *Fragmentos de uma composição medieval*. Lisboa, Editorial Estampa, pp. 73-94.
- Pérez Embid, F. (1975) *La Frontera entre los reinos de Sevilla y Portugal*. Sevilla, Sección de publ. Delegación de cultura.
- Pérez Macías, J.A. & Beltrán Pinzón, J.M. (1999) Osma, una aldea de Niebla en el Camino de la Raya. *Arqueología Medieval*, 6, 47-58.
- 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., López Domínguez, M.A. & Beltrán Pinzón, J.M. (2001) Prospección arqueológica superficial del Cerro de los Casares. *Anuario Arqueológico de Andalucía 1997*, III Actividades de Urgencia, 364-369.
- Valverde Gómez, J.A. (2009) *Anotaciones al libro de Montería de Alfonso XI*. Salamanca, Universidad de Salamanca.
- Wheatley, D. & Gillings, M. (2002): *Spatial Technology and Archaeology*. London and New York, Taylor&Francis.

- Ruggles, C. L. N., Medzykyj-Scott, D. J. & Gruffydd, A. (1993) Multiple viewshed analysis using GIS and its archaeological application: a case study in northern Mull. En: Andresen, J., Madsen, T. & Scollar, I. (eds.) *Computing the past: CAA92 Aarhus*. Aarhus University Press.
- Pérez Macías, J.A. (2012) Pie Castillo y la fortificación del Camino de la Raya. En: Carriazo Rubio, J. S. (ed.) *Fortificaciones, Guerra y Frontera en el Marquesado de Gibraltor*. Huelva, Diputación Provincial de Huelva, pp. 15-43.
- Pérez Macías, J.A. (2021) Aldeas y caminos de Gibraltor (ss. XII-XV). El puerto de Agalame. En: Carriazo Rubio, J. S. (ed.) *Fortificaciones señoriales del suroeste ibérico. La huella documental*. Madrid, Ediciones La Ergástula, pp. 51-82.
- Wheatley, D. (1995) Cumulative viewshed analysis: a GIS based method for intervisibility, and its archaeological application. En: Lock, G. & Stancic, Z. (eds.) *GIS and Archaeology: a European Perspective*. Londres, Taylor&Francis, pp. 170-185.
- Wheatley, D. and Gillings, M. (2000) Vision, Perception and GIS: developing enriched approaches to the study of archaeological visibility. En: Lock, G. (ed.) *Beyond the Map*. Amsterdam, IOS Press, pp. 1-28.





## Il ruolo del rilievo integrato nell'interpretazione dell'edificio storico: Rocca di Sala a Pietrasanta (Lu)

Greta Frosini<sup>a</sup>, Luca Parodi<sup>b</sup>, Angela Di Paola<sup>c</sup>, Simone Vecchio<sup>d</sup>, Sara Garuglieri<sup>e</sup>, Beatrice Verona<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Red Studio Società di Ingegneria s.r.l., Pietrasanta (LU), Italy, info@redstudioingegneria.com, <sup>b</sup> Archeol. Freelancer, Luni (SP), Italy, lucaparodi3@gmail.com, <sup>c</sup> Red Studio Società di Ingegneria s.r.l., Pietrasanta (LU), Italy, info@redstudioingegneria.com, <sup>d</sup> Red Studio Società di Ingegneria s.r.l., Pietrasanta (LU), Italy, info@redstudioingegneria.com, <sup>e</sup> Red Studio Società di Ingegneria s.r.l., Pietrasanta (LU), Italy, info@redstudioingegneria.com, <sup>f</sup> Red Studio Società di Ingegneria s.r.l., Pietrasanta (LU), Italy, info@redstudioingegneria.com

### Abstract

The subject of this paper is the architectural survey, realized with integrated methodology, of the Rocca di Sala fortress (Pietrasanta, Lucca, Italy) and the stratigraphic analysis of the elevations of the Palazzo Guinigi building, located inside the fortress. The task of surveying the fortress has been realized by us as a part of the ongoing feasibility study called “Restoration and reuse of the Rocca di Sala fortress and related access paths”, promoted by the Municipality of Pietrasanta. The medieval Rocca di Sala fortress (mentioned by historical sources since 1160 A.D.) is located on a promontory overlooking the old town-center. Because of the position, the fortification can be reached by citizens with difficulty: therefore, the feasibility study aims at solving the problem of accessibility to the fortified perimeter. Due to the complexity of this area, the project of new routes has requested the detailed knowledge of the characteristics of the promontory on which the fortress is; in fact, the hill has been modified over time by irregular paths, terraces and stretches of masonry, today partially underground and hidden by vegetation. The use of the 3D laser scanner technology, integrated with drones, made it possible to acquire plano-altimetric data, returning an accurate reading of both the hill and the entire fortified complex. The result of the relief campaign was a point cloud from which CAD drawings were obtained. These survey data were also the starting point of preliminary, archaeological investigations: in particular, a stratigraphic analysis of walls was carried out on the fifteenth-century Palazzo Guinigi using a photogrammetric relief by drone. Through the identification of various stratigraphic wall units (USM), it was possible to reconstruct the relative sequence of transformations of the façade of the building, allowing us to read part of the history of the fortress, directly on the monument.

**Keywords:** Pietrasanta, fortress, drone survey, stratigraphic analysis.

### 1. Introduzione

L'avvio dello studio di fattibilità tecnica ed economica, riguardante l'intervento di “Restauro e recupero della Rocca di Sala e relativo percorso di accesso” nel comune di Pietrasanta (LU), ha offerto l'occasione di iniziare un processo conoscitivo a supporto del progetto, volto all'acquisizione di dati documentali e morfometrici sia del promontorio su cui si innesta il complesso fortificato sia della

fortificazione stessa, posta in una zona dominante l'intero nucleo storico della cittadina versiliese, con un affaccio privilegiato verso il mare.

La Rocca di Sala, la cui prima attestazione documentaria risale agli inizi del XII sec. (Santini, 2005), si compone di una serie di nuclei fortificati che nel tempo hanno in parte defunzionalizzato

l'impianto originario e hanno portato a radicali trasformazioni ed ampliamenti nel corso del XIV sec., ad opera di Castruccio Castracani (Buselli, 1970). La rocca vera e propria si trova sulla sommità del colle e presenta una pianta quadrata con quattro torrioni angolari; al centro dell'impianto trovava posto la torre maestra, oggi non più conservata. Nel corso del Trecento si attesta anche un secondo perimetro fortificato (noto come *primo recinto*) a difesa della Rocca, che si estende verso valle, a pianta 'triangolare' con tre torrioni. Il torrione centrale, detto *di San Pancrazio*, è a difesa della porta d'accesso (Buselli, 1970). All'interno dell'area compresa



Fig. 1- Campione delle Strade situate dentro il circondario di Pietrasanta, 1783 (ASCP, Stradario Mazzoni) (<https://www.comune.pietrasanta.lu.it/allegati/19/map.jpg> Ultimo accesso 19 dicembre 2022).



Fig. 2- Fotografia aerea della Rocca di Sala scattata con drone (G. Frosini, 2020)

tra l'antemurale del *primo recinto* e la Rocca si trova il Palazzo quattrocentesco voluto da Paolo Guinigi, signore di Lucca (Bongi, 1871). A partire dal 1482 vi fu un graduale potenziamento delle strutture difensive oltre al miglioramento dei percorsi, ripiani e cordonate che conducevano alla Rocca, a seguito del suo passaggio sotto il dominio fiorentino (Buselli, 1970).

L'antico tracciato in ripida salita che conduce alla Rocca dall'estremità settentrionale di Piazza Duomo, è delimitato ad est da un alto muro di cinta mentre ad ovest si apre verso il Giardino della Lumaca, per poi seguire con una brusca curva verso est, costeggiando i terrazzamenti ad oliveta. L'ultimo tratto, ad est, corre parallelo alla cinta muraria fino a superare il terrazzamento murato su cui si trova il *primo recinto*, qui erano presenti cultivar e vigneti oggi ormai andati perduti, come dimostra la *Pianta di Pietrasanta* realizzata dall'ingegnere Niccolò Mazzoni nel 1784 (Fig. 1). È stata proprio la conformazione del paesaggio terrazzato, i percorsi scoscesi e la varietà dell'insieme di fortificazioni, disposte a quote differenti, a rendere necessaria l'esecuzione di un rilievo con metodologie idonee a poter raffigurare in maniera dettagliata la complessità del luogo, in modo da poter fornire tutte quelle informazioni necessarie alle fasi progettuali successive, con il fine di risolvere gli attuali problemi di accessibilità oltre che ottenere una solida base conoscitiva propedeutica al progetto di restauro delle emergenze. I dati acquisiti hanno così permesso di avviare indagini specifiche relativamente al campo dell'archeologia dell'architettura per il Palazzo Guinigi, compreso all'interno del complesso fortificato e che, attualmente, si trova in uno stato di avanzato degrado.

## 2. Rilievo architettonico

### 2.1 Premessa metodologica

La campagna di rilievi digitali della Rocca di Sala è stata pianificata allo scopo di ottenere un modello tridimensionale idoneo alla descrizione morfologica del complesso fortificato e allo scopo di garantire la definizione di un quadro diagnostico generale delle strutture murarie, con particolare attenzione a Palazzo Guinigi e ai torrioni, in grado di caratterizzare lo stato di conservazione del bene nel suo complesso.

Le difficoltà esecutive del rilievo, legate alla complessa morfologia del sito, alla limitata

accessibilità alla cinta muraria occidentale ed alla porzione occidentale del *secondo recinto* fortificato e alla necessità di eseguire il rilievo in tempi ridotti, hanno orientato la scelta verso l'esecuzione di un rilievo mediante laser scanner terrestre integrato da un rilievo fotogrammetrico tramite UAV.

La complessità del sito ha richiesto inoltre una fase preliminare in cui sono stati accuratamente preparati e simulati i piani di volo. Sono stati presi in considerazione la presenza di vegetazione fitta, il vento costante, i punti di forte interferenza del segnale radio e quelli di scarsa qualità del segnale GNSS, fattori che hanno fortemente circoscritto la scelta dei punti di decollo e di atterraggio e il posizionamento dei GCP per il controllo e l'integrazione delle due metodologie di rilievo (Fig. 2).

Il rilievo digitale è stato sviluppato principalmente con l'utilizzo di un laser scanner a tempo di volo Leica RTC 360°, che ha permesso un'acquisizione di dati massiva e con tempistiche ridotte.

Parallelamente, è stata svolta una campagna di rilievo fotogrammetrico attraverso l'impiego di droni UAS, per acquisire le informazioni morfologiche e materiche delle porzioni non visibili da terra. In seguito, le due metodologie sono state integrate, con l'obiettivo di ottenere un modello con un'elevata accuratezza geometrica e anche un'alta definizione fotografica.

## 2.2 Il rilievo laser scanner

La campagna di rilievo laser scanner (Fig. 3) è stata sviluppata su di un reticolo di scansioni distribuite in maniera tale da mantenere una sovrapposizione di punti, acquisiti da due prese adiacenti, intorno al 70%.

In totale sono state realizzate 411 scansioni, in cui ciascuna presa ha una densità di un punto ogni 12 mm a 10 metri di distanza (ovvero la densità della griglia di punti ottenuti per ogni singola presa, ad una distanza di 10 m dalla superficie rilevata, è di un punto della nuvola ogni 12 mm reali). Durante ogni scansione, lo strumento effettua l'acquisizione contemporanea di scatti fotografici, permettendo così di avere una visualizzazione a colori RGB delle superfici.

Ogni scansione è stata 'preallineata' direttamente sul campo, verificandone direttamente qualità e completezza. In post-produzione sono stati controllati ed ottimizzati i 'preallineamenti' di



Fig. 3- Immagine della nuvola di punti in RGB (G. Frosini 2020)

tutte le scansioni, arrivando alla registrazione finale della nuvola di punti. Oltre all'errore metrico espresso dal software di registrazione Leica Cyclone CORE®, è stato controllato che gli errori di disallineamento orizzontali e verticali non fossero superiori alle tolleranze fissate, in relazione alle esigenze di definizione e interpretazione delle stratigrafie murarie.

## 2.3 Il rilievo fotogrammetrico

La fotogrammetria viene definita, come una tecnica di rilievo digitale che permette la ricostruzione di oggetti tridimensionali attraverso set di immagini fotografiche dotate di alto grado di sovrapposizione e tali per cui l'oggetto di rilievo sia ripreso in più punti di osservazione possibile (Remondino et al. 2008).

La campagna di rilievo fotogrammetrico *close-range* è stata svolta utilizzando un drone DJI Mavic 2 Pro° dotato di camera con sensore CMOS da 1" 20 MP. Il numero di fotografie e le distanze di scatto sono stati calcolati, a seconda della camera e dell'obiettivo in uso, garantendo un GSD (*Ground Sample Distance*) massimo di 0,5 cm/pixel, con una sovrapposizione laterale del 90% ed una verticale dell'80%.

Successivamente, per la fase di calcolo ed elaborazione fotografica, è stato utilizzato il software Agisoft Metashape Pro°, basato su algoritmi di *Structure from Motion/Image Matching*, i quali consentono la ricostruzione digitale degli elementi rilevati e la creazione di nuvole di punti, mesh e texture. Il rilievo fotogrammetrico è stato referenziato rispetto al rilievo laser scanner tramite l'individuazione di target, posti su determinati punti della fabbrica.

Il rilievo con drone ha permesso di sopperire alle difficoltà operative connesse sia al basso grado di

leggibilità delle superfici murarie, sia all'assenza di impalcature di cantiere, che hanno comportato lo svolgimento delle attività di lettura stratigrafica e di documentazione esclusivamente dal livello del suolo. In questa prospettiva, attraverso la nuvola di punti, è stato possibile ottenere un rilievo dettagliato di porzioni di edificato altrimenti non accessibili e pertanto non documentabili mediante un semplice fotogramma.

Il rilievo fotogrammetrico della facciata del Palazzo Guinigi è stato quindi utilizzato sia come base per la collocazione topografica delle unità stratigrafiche murarie (USM) rilevate, sia in qualità di documentazione fotografica ad elevata risoluzione, da cui ricavare prese generali e di dettaglio, con la possibilità di ottenere rappresentazioni particolareggiate di porzioni di muratura poste a relativa distanza dall'operatore. Pur riconoscendo i benefici che il rilievo diretto comporta in termini di osservazione e valutazione critica del deposito costruito (Brogiolo & Cagnana, 2012), la possibilità di disporre di un

rilievo fotogrammetrico con dettaglio grafico ad elevata risoluzione ha offerto la possibilità di riconoscere, in sede di rielaborazione dei dati analitici, discontinuità stratigrafiche e caratteristiche costruttive altrimenti non rilevabili, in quanto non direttamente accessibili all'operatore, permettendo anche di apprezzare le differenze dimensionali di laterizi riferibili a distinte fasi edilizie

### 3. Lettura del costruito storico

#### 3.1 La metodologia d'indagine impiegata

Lo studio del corpo di fabbrica con le metodologie di indagine proprie dell'archeologia dell'architettura, sebbene ad un livello di approfondimento assolutamente preliminare, è da ricondurre, all'esigenza di delineare la sequenza delle attività di costruzione e demolizione che hanno interessato diacronicamente l'edificio, con l'intento di definire l'impianto originario del manufatto e le sue graduali trasformazioni (Fig.

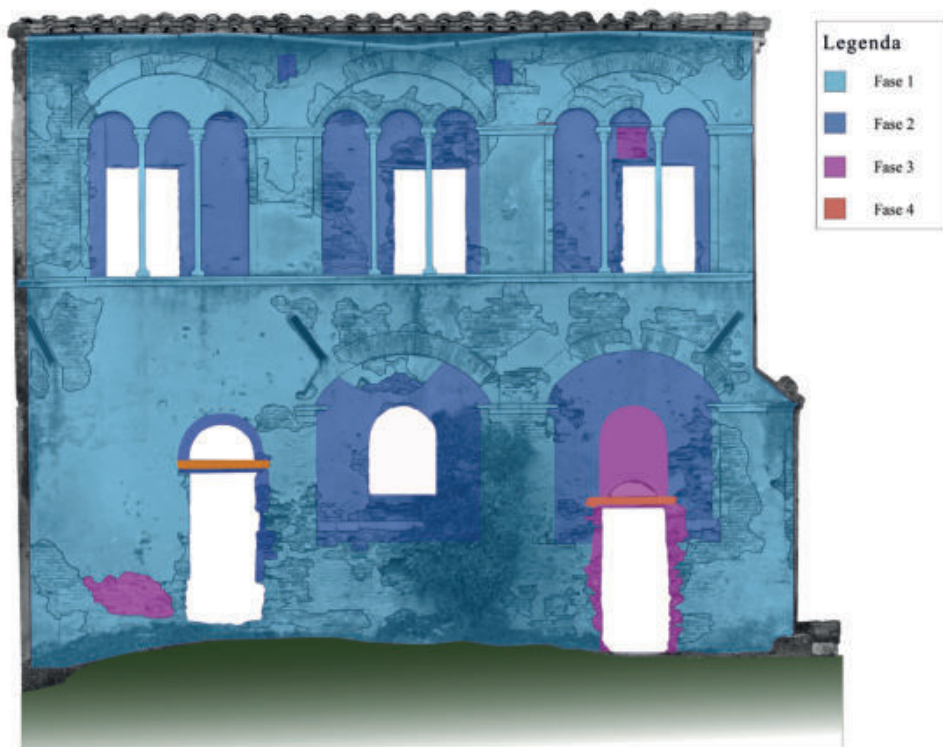


Fig. 4- Fasi di trasformazione: Fase 1- anno di fondazione (1408); Fase 2 - ultimi decenni del XVIII secolo; Fase 3 - tra il XIX secolo e i primi decenni del Novecento; Fase 4 - XX secolo (L. Parodi, 2022)

4).

In questa prospettiva, l'analisi stratigrafica degli elevati ha rappresentato il principale strumento di indagine, riconosciuto come veicolo necessario di conoscenza per il restauro architettonico e per l'elaborazione di un progetto critico di riqualificazione funzionale (Brogiolo & Cagnana, 2012).

La relativa complessità del deposito costruito, accentuata dalla diffusa presenza di intonaco che limita considerevolmente la leggibilità stratigrafica delle superfici murarie, ha suggerito una strategia d'intervento articolata in diversi gradi di approfondimento conoscitivo, secondo un approccio metodologico gerarchico e aperto, in grado di garantire un'acquisizione progressiva delle informazioni, fornendo una prima base di dati sulla quale impostare le successive indagini.

Il primo stadio operativo ha previsto l'analisi stratigrafica della sola facciata, ritenuta il prospetto con più elevato grado di potenziale informativo, al fine di ricostruire la sequenza relativa degli interventi principali che hanno progressivamente trasformato il manufatto architettonico, nonostante la consistente persistenza di rivestimento abbia impedito di documentare estensivamente porzioni contigue di muratura, ostacolando talvolta la corretta comprensione dei rapporti stratigrafici esistenti.

L'indagine, che ha preso avvio dall'osservazione macroscopica delle evidenze murarie, ha condotto all'individuazione delle tracce stratificate nel deposito costruito (Unità Stratigrafiche Murarie), documentate tramite un apparato schedografico in grado di evidenziarne i rapporti stratigrafici e gli aspetti costitutivi essenziali (materiale, lavorazione/finitura, modalità di posa in opera, malta), oltre alle caratteristiche formali e dimensionali degli elementi architettonici e dei laterizi che costituiscono le apparecchiature murarie.

L'insieme dei dati emerso dall'indagine analitica, affinato attraverso il raffronto tipologico tra le tecniche murarie documentate, ha condotto all'interpretazione degli interventi individuati e alla seriazione delle fasi edilizie che hanno trasformato diacronicamente il manufatto, fornendo una base di informazioni storico-archeologiche sulla quale impostare la proposta progettuale di restauro e riqualificazione funzionale dell'edificio. Un ulteriore *step* dell'indagine ha riguardato l'individuazione

di potenziali indicatori di cronologia assoluta e la contestualizzazione storica delle strutture documentate, elaborata sulla base delle informazioni fornite dalla mensicronologia dei laterizi e rapportando i dati acquisiti durante la fase analitica alle indicazioni ricavate dalle fonti bibliografiche, archivistiche e cartografiche.

L'indagine condotta sulle murature in elevato della facciata del Palazzo Guinigi ha restituito una visione diacronica degli interventi costruttivi che hanno gradualmente trasformato l'impianto originario, permettendo di delineare 4 fasi edilizie principali.

### 3.2 Palazzo Guinigi nelle fonti documentarie

L'edificio residenziale venne edificato al principio del XV secolo da Paolo Guinigi, signore di Lucca, nell'area compresa tra la rocca quadrilatera posta alla sommità del sito e l'antemurale trecentesco, realizzato da Castruccio Castracani a completamento dell'impianto fortificato a difesa di Pietrasanta.

La documentazione archivistica attesta l'opera prestata dai *magistri* Giacomo e Guglielmo da Como, incaricati della direzione del cantiere, coadiuvati da muratori e operai provenienti da Pietrasanta e da località limitrofe, insieme alla fornitura di laterizi e calce spenta da fornaci locali, Montignoso e Seravezza (Buselli, 1963). La costruzione della residenza si concluse entro il 1408, come documentano le lettere scritte da Paolo Guinigi durante la sua permanenza a Pietrasanta, riferite allo stesso anno e agli anni 1410 e 1415 (Bongi, 1871; Buselli, 1970).

Nei decenni successivi, il palazzo seguì le vicende politiche e militari che interessarono la città e il suo impianto fortificato, passati sotto il controllo fiorentino a partire dal 1484, conoscendo trasformazioni volumetriche e significative modificazioni funzionali.

Nonostante i ripetuti interventi volti al miglioramento delle opere difensive, attorno alla metà del Settecento, la rocca aveva ormai perso gran parte della sua valenza originaria, così come il Palazzo Guinigi, che aveva assunto, a partire dalla seconda metà del XVI secolo, la funzione di residenza ufficiale del conestabile e di fabbricato per l'acuartieramento delle milizie (Buselli, 1970).

Le più tarde trasformazioni del fabbricato, ormai privo della sua funzione di rappresentanza,

condussero alla riconversione delle strutture sopravvissute in edificio colonico, connesso alla gestione dei terreni agricoli e ortivi ricavati all'interno del complesso fortificato.

### 3.3 Le fasi di trasformazione del palazzo

Nella prima fase costruttiva documentata (Fase 1), relativa alla fondazione dell'edificio quattrocentesco (1408), il prospetto principale, realizzato con paramenti in laterizi, risulta articolato su due livelli, con il piano sopraelevato segnalato da una cornice marcapiano con profilo modanato e connotato dalla presenza di tre ampie trifore archivoltate con colonnine in marmo.

Le finestre sono inquadrare da archi a sesto ribassato impostati su pilastri in laterizi, che trovano piena corrispondenza nelle due arcate, in seguito pesantemente rimaneggiate, che occupano il settore centro-orientale del piano terra. La luce di queste ultime e la valutazione di alcune evidenze stratigrafiche rilevate in aderenza all'intradosso dell'arco occidentale lasciano ipotizzare l'originaria presenza di trifore anche in relazione alle arcate del piano terra, richiamando plausibilmente la tipologia formale delle finestre del piano sopraelevato. L'articolazione del piano terra era verosimilmente completata dalla presenza di un varco di accesso nel settore occidentale della facciata, in seguito riadattato e trasformato nel portale ancora oggi visibile, in accordo con l'interruzione delle arcate in corrispondenza dell'asse mediano del prospetto.

Significative informazioni circa l'originario sviluppo planimetrico del Palazzo Guinigi sono fornite dalle evidenze stratigrafiche (Fig. 5) registrate lungo il limite orientale della facciata: le interfacce negative e la conformazione dello spigolo esterno del pilastro posto alla base del prospetto costituiscono importanti indicatori che indicano la prosecuzione del corpo di fabbrica verso levante, presupponendo la presenza, al piano terra, di un ulteriore spazio con almeno un passaggio archivoltato.

Le indicazioni offerte dalle evidenze materiali sembrano trovare conferma e completamento nelle testimonianze fornite dalle fonti archivistiche e dalle rappresentazioni cartografiche redatte tra la metà e l'ultimo quarto del XVIII secolo. Tra queste ultime, assume una particolare rilevanza, anche in considerazione del grado di dettaglio, la *Pianta della Terra e Rocca di Pietrasanta* (Fig. 6) prodotta nel 1780 dalla bottega del cartografo

Luigi Giachi e dei figli Antonio e Francesco, funzionari tecnici al servizio dell'amministrazione lorenese in qualità di agrimensori e disegnatori/copisti (Buselli, 1970). Nella fonte il Palazzo Guinigi, ormai destinato a *quartieri per soldati e gli ufficiali*, è rappresentato come un corpo di fabbrica con sviluppo longitudinale, esteso verso est fino a raggiungere le mura di levante, alle quali si addossa.

L'illustrazione cartografica, rapportata alle evidenze materiali sopravvissute e alla descrizione dell'edificio fornita da fonti archivistiche (cfr. Buselli, 1963: Appendice I; Buselli, 1970), viene pertanto a delineare un edificio con sviluppo longitudinale prevalente, che appare contraddistinto da due volumi chiusi alle estremità e da un loggiato al centro in corrispondenza del piano terra.



Fig. 5- Evidenze stratigrafiche (L. Parodi 2022)



Fig. 6- Pianta della Terra e Rocca di Pietrasanta nel 1780 dalla bottega del cartografo Luigi Giachi e dei figli Antonio e Francesco ([https://www.europeana.eu/en/item/9200399/BibliographicResource\\_3000118403380](https://www.europeana.eu/en/item/9200399/BibliographicResource_3000118403380) Ultimo accesso 19 dicembre 2022)

Si tratta di una tipologia palaziale che sarà riproposta qualche anno più tardi, in forme amplificate, dallo stesso Paolo Guinigi nella sua residenza lucchese e che non appare in contrasto con la descrizione fornita da Antonio Chiariti in relazione al piano sopraelevato della residenza di Pietrasanta, al quale si accedeva tramite una scala esterna posta a levante e attualmente scomparsa.

Tale assetto si mantenne sostanzialmente invariato fino agli ultimi decenni del XVIII secolo, quando si assiste alla demolizione del loggiato e dell'ipotizzato corpo orientale, riducendo l'edificio al suo volume attuale. Questo evento, presupponendo attendibili le fonti cartografiche coeve, è cronologicamente ascrivibile agli anni compresi tra il 1780, anno di redazione della carta Giachi, e il 1784, data riportata nella rappresentazione della *Pianta di Pietrasanta* realizzata dall'ingegnere Niccolò Mazzoni, in cui il Palazzo Guinigi appare mancante della sua parte centro-orientale, coerentemente con altre fonti cartografiche dello stesso periodo (Maccari, 2003).

Agli stessi anni è plausibile riferire le evidenze stratigrafiche individuate sul prospetto analizzato e attribuite alla Fase 2. Gli interventi documentati, che conducono alla sostanziale modificazione delle ampie finestre architettoniche del periodo precedente, ridotte di dimensioni e trasformate in semplici prese di luce architravate o archivoltate, appaiono coerenti con la nuova destinazione d'uso del corpo di fabbrica sopravvissuto, convertito in edificio colonico. Un aspetto che contraddistingue le attività costruttive relative a questa fase consiste nell'impiego prevalente di laterizi, talvolta frammentari e verosimilmente di recupero, in combinazione con elementi litici grossolanamente regolarizzati, disposti caoticamente all'interno delle murature.

In una fase successiva (Fase 3), inquadrabile tra il XIX secolo e i primi decenni del Novecento, la facciata dell'edificio è interessata da attività che riguardano essenzialmente il settore orientale del piano terra, dove si assiste alla tamponatura della presa di luce archivoltata definita nella fase precedente e all'apertura di un nuovo varco, che si aggiunge a quello già esistente nella porzione occidentale (Fig. 7).

Questo intervento sembra sottintendere una nuova ripartizione degli spazi interni del piano terra, attraverso la definizione di ambienti separati e indipendenti, ognuno raggiungibile dall'esterno,



Fig. 7- Immagine storica del Palazzo Guinigi (Buselli F., *La rocca di Pietrasanta e il suo palazzo*, *Giornale Storico della Lunigiana*, Nuova Serie, Anno XIV, 1-4, 1963, p. 115).

con destinazioni d'uso diversificate, secondo la tipologia funzionale delle case coloniche diffuse sul territorio tra età moderna e contemporanea.

La destinazione ad uso agricolo dell'edificio si mantiene anche nella fase successiva (Fase 4), riferibile al XX secolo, quando si attuano interventi di consolidamento delle aperture, mediante l'inserimento di putrelle per il rafforzamento degli architravi in legno, e attività volte alla risarcitura di giunti e letti di posa con malta cementizia.

### 3.4 Premesse per l'approfondimento futuro

Allo stato attuale dell'approfondimento, la sequenza degli interventi delineata, ancorché sufficientemente attendibile nei suoi contenuti generali, richiama alcune proposte interpretative da intendersi quali semplici ipotesi di lavoro, nell'attesa di condurre ulteriori indagini in occasione della predisposizione del cantiere di restauro, attraverso l'estensione dell'analisi stratigrafica all'insieme dei prospetti del corpo di fabbrica, generali e particolari, e agli elementi orizzontali (solai, sistema di copertura). Si demanda, inoltre, a questa ulteriore fase dello studio la documentazione delle *Unità Stratigrafiche di Rivestimento* (USR), il completamento della raccolta dei dati mensiocronologici dei laterizi, finalizzata all'elaborazione di medie sufficientemente affidabili, e la definizione della sequenza degli equilibri statici e del degrado.

### 4. Conclusioni

La metodologia di indagine metrica adottata conferma le potenzialità del rilievo integrato drone-laser scanner in un luogo così difficilmente



accessibile. Il modello 3D ricavato è servito così quale base per la conoscenza del Palazzo Guinigi secondo l'archeologia dell'architettura. I risultati ottenuti dimostrano come il progettare grazie a conoscenze multidisciplinari sia un metodo efficace per garantire una buona pratica per la valorizzazione dei beni culturali.

## 5. Riconoscimenti

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo all'intervento di restauro e recupero della Rocca di Sala a Pietrasanta (LU) è stato affidato,

dal Comune di Pietrasanta, al RTP composto dall'Arch. Giuseppe De Leo e dall'Arch. Patrizia Stranieri per la progettazione architettonica, dallo Studio Technè per l'intervento di consolidamento strutturale, da Red studio s.r.l. per le operazioni di rilievo, dal Dott. Luca Parodi per l'approfondimento archeologico, dal Dott. Alessandro Curtopassi per la parte geologica, da ENVI AREA per l'ambito botanico e dall'Ing. Gianluigi Ottavi per progettazione degli aspetti idraulici.

## Bibliografia

- Bongi, S. (1871) *Di Paolo Guinigi e delle sue ricchezze*. Lucca, Ristampa anastatica Libreria Gullà.
- Brogio, G. & Cagnana, A. (2012) *Archeologia dell'Architettura. Metodi e interpretazioni*. Firenze, All'Insegna del Giglio.
- Buselli, F. (1963) La rocca di Pietrasanta e il suo palazzo. *Giornale Storico della Lunigiana*, Nuova Serie, Anno XIV, 1-14, 92-139.
- Buselli, F. (1970) *Pietrasanta e le sue Rocche*. Firenze, Giunti Editore.
- Micoli, L., Guidi, G., Angheliddu, D., & Russo, M. (2013) A multidisciplinary approach to 3D survey and reconstruction of historical buildings. In: 2013 Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage). *DigitalHeritage 2013*. Marseille, IEEE, 241-248.
- Marino L. (1990) *Il rilievo per il restauro: ricognizioni, misurazioni, accertamenti, restituzioni, elaborazioni*. Milano, Hoepli.
- Maccari, P. (2003) *Atlante storico delle città italiane. Toscana*. Vol. 11. Pietrasanta (Lucca), Bonsignori.
- Remondino, F., El-Hakim, S. F., Gruen, A. & Zhang, L. (2008) Turning images into 3-D models. *IEEE Signal Processing Magazine*, 25 (4), 55-65.
- Santini L. (2005) *La Versilia nel Medioevo. Dalle pievi ai castelli alle Terrenuove*. Massarosa (Lucca), Massarosa Offset.

## Levantamiento digital y modelización 3D de la Torre Rubia, del siglo XVI en Molinos Marfagones (Cartagena, Región de Murcia)

Josefina García-León<sup>a</sup>, Pedro Enrique Collado-Espejo<sup>b</sup>, Pedro José Martínez-Serrano<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España, josefina.leon@upct.es; <sup>b</sup> Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España, pedroe.collado@upct.es; <sup>c</sup> Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España, idepedrojms@yahoo.com

### Abstract

Rubia Tower, in Molinos Marfagones (Cartagena, Region of Murcia, Spain), is one of the fortress towers that were built in the Campo de Cartagena at the end of the 16th century, with the aim of serving as surveillance and protection for shepherds and farmers who worked the lands of the owner of the tower against the frequent incursions of Barbary pirates who landed on the nearby coasts. Therefore, this type of post-coastal towers or strong-houses, also called “repopulation towers”, formed the second line of the system of coastal defensive towers developed during the reign of Felipe II. This tower is privately owned and is in a good state of preservation, although with more modern buildings attached to both sides. It has a rectangular floor plan and a structure of masonry walls that originally had to be plastered in an ochre tone (hence the “Rubia” wording). The current access is through the ground floor of the house attached to the west wall, and to communicate with the two upper floors and to access the roof there is a spiral staircase in the northeast corner.

The objective of the work carried out has been to obtain complete digital documentation of the tower by means of digital photogrammetry. The difficulties in correctly developing this work methodology meant that the survey was completed with the use of a drone. It was possible to visually tour the entire building and, with 3D modeling, obtain three-dimensional scale models with hyper-realistic texturing. The result is graphic information that facilitates the formal and constructive analysis of the monument, necessary for an adequate comprehensive restoration proposal. The methodology followed and the results obtained are described in order to contribute to the conservation and dissemination of this Tower.

**Keywords:** Rubia Tower, Cartagena, drone, photogrammetry, graphic documentation, 3D modeling.

### 1. Introducción

La Torre Rubia es una construcción de finales del siglo XVI, de las también denominadas torres rurales, casas-fuerte o torres-fortaleza, y que se localiza junto a un camino rural en Molinos Marfagones (Fig. 1), diputación del municipio de Cartagena (Región de Murcia, España). Siempre ha sido de propiedad privada y al igual que ocurre con todas las fortificaciones históricas españolas, esta torre está protegida como Bien de Interés Cultural con la categoría de Monumento, por la Disposición Adicional Segunda de la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español. Por tanto, el

propietario de la torre está obligado a su correcta conservación y salvaguarda, además de permitir su visita, especialmente para su estudio integral. Algo difícil cuando se trata de propiedades privadas, como en el caso de la Torre Rubia.

Al tratarse de una torre de interior y algo alejada de la costa (está aproximadamente a unos 8 km de Cartagena), no debe considerarse como una de las numerosas torres de vigilancia y defensa que formaban parte de la red de fortificaciones que fueron construidas, por orden y bajo el control de

la Corona, durante los siglos XVI y XVII, para la defensa del litoral mediterráneo murciano y las poblaciones post-litorales y de interior (Fig. 1). Unas costas que en aquellos años sufrían continuas incursiones y ataques de piratas berberiscos procedentes del Norte de África (Alonso, 1990; Cámara, 1991; Gil, 2017; Velasco, 2017; Pérez, 2007), y que solían hacer incursiones al interior.

En el caso de la Torre Rubia, su función principal era la de proteger y defender a los trabajadores encargados de las tareas del campo y el tradicional pastoreo en los terrenos del propietario de la edificación (probablemente un personaje vinculado al concejo cartagenero y que residiría en la ciudad) así como el cercano aljibe. Por ello, a estas torres interiores se les ha denominado “de repoblación” (Munuera, 2021), pues su construcción permitió asentar núcleos de población en el campo (Fig. 2).

La construcción de la Torre Rubia, junto a la cercana Torre del Moro (en la diputación de La Magdalena), y en contacto visual con otras torres post-litorales y de las costas de Mazarrón y el Mar Menor, permitía recibir y transmitir los avisos (con señales de humo), de desembarcos piratas, pudiéndose preparar la población para la defensa (Rubio, 2000; García-León et al. 2020). Además, con esta torre se protegía y controlaba el importante paso ganadero entre las ciudades de Cartagena y Fuente Álamo (Alonso, 1990).

Debido a esto, se ha considerado el estudio integral (histórico, constructivo y del estado de conservación), de esta torre como ejemplo de casa-fuerte en entorno rural, con el fin de servir de base para su reconocimiento, facilitando así las futuras intervenciones de conservación (Fig. 3). Para ello, el primer objetivo ha consistido en obtener una documentación gráfica completa y detallada de la Torre a través de fotogrametría digital aérea (Remondino, 2011; Yastikli, 2007; Gabellone et al. 2019; Rodríguez-Navarro et al. 2018).

En este caso, las dificultades para el acceso a la cubierta y la existencia de construcciones anexas (viviendas de uso doméstico rural privado) y de distintos propietarios que no permitían entrar en las edificaciones ha hecho que la toma de datos para fotogrametría se realice mediante un dron y los puntos de apoyo y control con un GPS desde el exterior, sin ninguna medida interior. El análisis integral y el levantamiento gráfico, con modelos digitales tridimensionales, ha permitido documentar las características arquitectónicas y constructivas de la torre y su



Fig. 1- Localización de la torre de estudio en relación con las torres del siglo XVI para defensa del litoral en la Región de Murcia (elaboración gráfica de los autores)



Fig. 2- Situación de la Torre Rubia, junto al aljibe, como torre de repoblación, en un núcleo en una zona rural (imagen de los autores)



Fig. 3- Vista general de la Torre Rubia en la actualidad (imagen de los autores)

estado de conservación, lo que debe contribuir a su recuperación y puesta en valor como elemento patrimonial, además de servir de ejemplo para torres similares.

## 2. Análisis constructivo de la torre

En diseño, materiales y sistemas constructivos, es un claro ejemplo tipológico de las torres que se construyeron para la defensa del litoral de Murcia (Rubio, 2000). Como su función no era propiamente defensiva sino que se trata de una casa-fuerte, su sistema constructivo es más básico.

Está estructurada en tres plantas (baja más dos) y cubierta plana almenada con acceso a través de una escalera de caracol desde el interior, con una superficie construida total de 120,95 m<sup>2</sup>. La torre presenta una base prácticamente rectangular, con unas dimensiones de 5,34 m y 5,99 m. Esto nos hace pensar que en origen fue proyectada con un lado de 19 y otro de 22 pies castellanos, pues en el siglo XVI, en el antiguo Reino de Murcia se utilizaba la vara castellana y sus divisiones como patrón de medida (Collado, 2021), entendiéndose que el pequeño margen de inexactitud entre lo proyectado y lo medido actualmente es entendible por la falta de precisión en la ejecución de estas construcciones históricas. En planta baja, tiene una superficie de unos 32 m<sup>2</sup> y una ligerísima inclinación hacia el interior de 89,26° grados sexagesimales (según medición con el modelo tridimensional generado). La cubierta tiene una superficie de 28,39 m<sup>2</sup>, y la altura de la torre, desde el arranque de los muros hasta la cubierta es de 10,71 m. Si despreciamos de esta altura el remate superior de las almenas, considerando estos más modernos, podríamos estimar una proyección inicial de la altura total en 38 pies.

Para su construcción se siguió el sistema estructural y material que había implantado la Corona para las torres defensivas costeras, es decir, muros de carga realizados con mampostería de piedra labrada y mortero de cal, (Velasco, 2017), con bóveda de ladrillo macizo cubriendo la planta baja y forjado tradicional de vigas y entablado de madera (Fig. 4) en plantas 1ª y 2ª.

Las fachadas no presentan ornamentación y las ventanas se abren en la mampostería sin los recercados de ladrillo macizo de otras torres, por lo que presenta un aspecto general muy sencillo y austero. El acceso a planta baja es a través de una puerta, en el muro Oeste, pero que queda dentro de la vivienda adosada.



Fig. 4- Interior de la Torre, donde se aprecia el forjado tradicional de vigas y entablado de madera (imagen de los autores)

En origen, esta planta baja era independiente del resto, pues la escalera interior original (Fig. 5), de caracol, está en el ángulo noreste y solo comunica las planta 1ª, 2ª y cubierta. Por eso, en fachada Norte hay una puerta de acceso (muy probablemente original) a la torre a la altura de planta 1ª, que sigue usándose pues una escalera en el interior de la vivienda adosada sirve para acceder a esta puerta. Esta disposición de planta baja independiente y acceso a planta 1ª con una escala portátil se repite en este tipo de edificios destinados a proteger a la población (García-León et al. 2019).

El estado general actual de conservación de la torre es bastante bueno ya que sigue siendo vivienda aunque ahora con un uso esporádico, según su dueño, y solo en planta baja. En origen, los muros estarían revestidos al exterior con un revoco en blanco, que facilitaría su localización y la destacaría en el paisaje rural. Por desgracia, este revoco casi se ha perdido y el que queda ha tomado un tono claro arenoso. Las carpinterías son de madera y algunas puertas y ventanas sí podrían ser originales, al igual que los solados cerámicos de plantas 1ª y 2ª (los de planta baja son baldosas modernas).

La cubierta, junto a la planta baja, es el elemento que presenta más intervenciones contemporáneas (Fig. 6). Las almenas presentan un remate claramente nuevo, no tiene solado sino una losa de mortero de cemento y la escalera de acceso se ha cubierto con una placa de fibrocemento, impropio de esta edificación.



Fig. 5- Escalera interior de la torre (imagen de los autores)



Fig. 6- Imagen tomada por el dron de la cubierta (imagen de los autores)

### 3. Levantamiento digital y modelización 3D

Para la toma de datos in situ, se ha realizado un vuelo con dron Mavic 2 Pro con todo el equipo necesario y una toma de datos con GPS para los puntos de apoyo y control.

Como preparación a la toma de datos nos ayudamos de diferentes aplicaciones web, como es ENAIRE Drones ([www.drones.enaire.es](http://www.drones.enaire.es)), el cual permite conocer las restricciones de vuelo en la zona. Para nuestra torre encontramos la categoría de LER77, que prohíbe el vuelo recreativo y por tanto es necesario obtener un permiso de vuelo mediante gestión con el aeropuerto de San Javier (Plan director del nuevo aeropuerto de la Región

de Murcia, Orden FOM/1067/2006). Para la obtención de dicho permiso y anticipándonos a la toma de datos, es preciso presentar un plan de vuelo, el cual elaboramos mediante la aplicación Pix4DCapture.

Para emplazar la fecha de realización del vuelo nos hemos apoyado en la web de AEMET ([www.aemet.es](http://www.aemet.es)) que ofrece una predicción de la climatología bastante fiable, seleccionando una hora concreta en función de la velocidad y dirección del viento óptimas.

Es importante tener en cuenta otros factores, obtenidos mediante una web complementaria UAV Forecast ([www.uavforecast.com](http://www.uavforecast.com)) que nos facilita información sobre el número de satélites visibles a distintas horas del día, temperatura ambiente y la actividad geomagnética de la tierra, este último es uno de los valores más importantes puesto que su alta actividad puede ocasionar errores en los sistemas de navegación. Agrupada toda esta información, se realizó el vuelo el 14 de junio de 2022 a las 15:30 pm (hora local).

Para una obtención eficaz y completa de los datos necesarios establecemos tres vuelos distintos, siendo dos de ellos automáticos, por lo que seguirán un recorrido preestablecido, y un tercer vuelo manual. En los vuelos automáticos se determinó una altitud de 30 metros sobre el suelo, para evitar levantar polvo con las palas del dron sin perder nivel de detalle y una inclinación de la cámara de 70°. Con una focal de 10,26 mm, y a esa altura tenemos un tamaño de pixel en el terreno o GSD de 2,4 mm de lado. La técnica utilizada es la de toma de datos cruzados, mediante la que combinaremos diferentes trayectorias de vuelo.

Para el primer vuelo automático se programa una trayectoria circular indicando como eje central nuestra torre (Fig. 7), cuya particularidad incluye una variación de altura entre los 28 y 30 metros, generando un total de 83 fotografías.

El segundo vuelo automático describe una trayectoria en zigzag, iniciando en planta a 10 metros de la esquina noreste de la torre y finalizando a 10 metros de la esquina noroeste, realizando cuatro pasadas dirección Norte-sur hasta completar el recorrido, obteniendo un total de 84 fotografías.

Para el vuelo manual, situamos la cámara de la forma más perpendicular posible a las cuatro caras de la torre, completando con ella la toma de datos de imágenes.

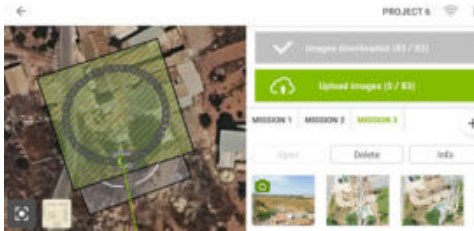


Fig. 7- Captura de pantalla aplicación Pix4Dcapture (imagen de los autores)

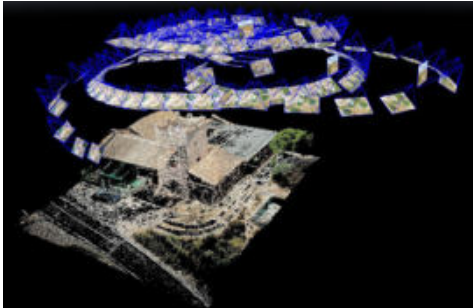


Fig. 8- Resultado de la orientación relativa con la posición de las cámaras en el momento de la toma, y la nube de puntos Pix4Ddiscovery (elaboración propia)

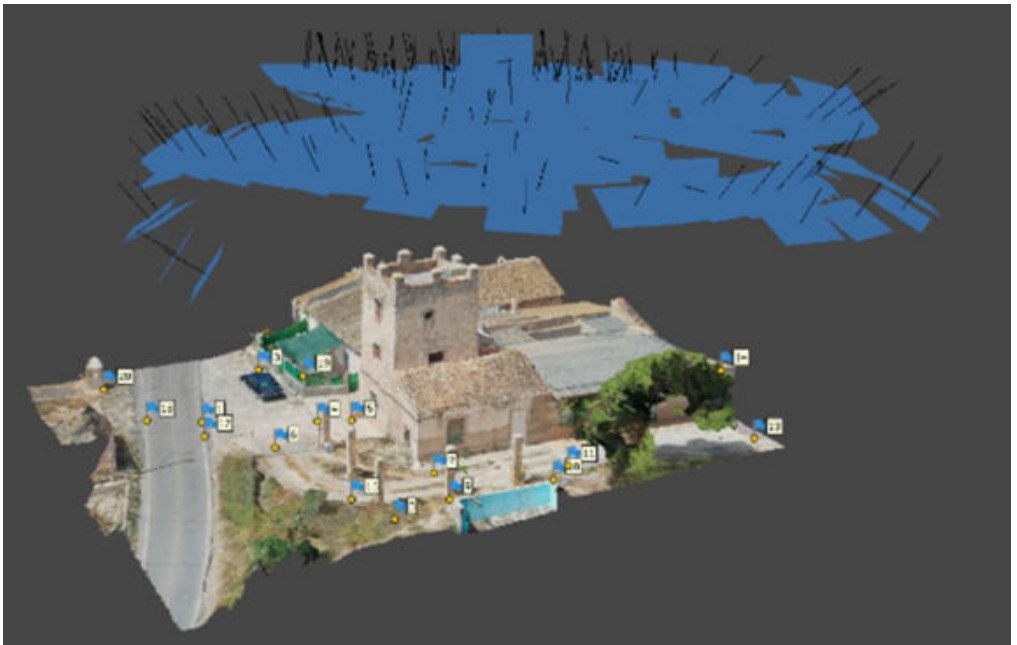


Fig. 9- Modelo realizado en Metashape, en el que se muestra la orientación relativa con la posición de las cámaras en el momento de la toma y los puntos de apoyo y control medidos para darle orientación y escala (elaboración propia)

La toma de datos mediante GPS se realizó, tomando veinte puntos de apoyo y control alrededor de la torre y perfectamente localizables en las imágenes, todos ellos son puntos naturales cuyas coordenadas se han introducido en el sistema de referencia ETRS89 proyección UTM huso 30.

Una vez completada la toma de datos, se ha realizado la orientación de las imágenes de modo conjunto y la generación del modelo tridimensional mediante dos programas, Pix4D y Agisoft Metashape.

La primera orientación se realiza teniendo en cuenta la posición de la cámara del dron en el momento de la toma, datos que vienen con las propias imágenes del vuelo fotogramétrico, este paso nos permite corroborar que la información obtenida durante el vuelo es correcta.

En este proceso el programa busca la identificación de puntos homólogos mediante un algoritmo que discrimina la información de cada pixel, verificando que en los dos programas generamos la nube de puntos 3D correctamente, obteniendo así la corrección de las imágenes y la posición de las cámaras, considerándolo un primer resultado favorable (Fig. 8).



Fig. 10- Modelo texturizado en Pix4D (elaboración propia)

Posteriormente se ha realizado la orientación absoluta con los puntos medidos mediante GPS, por el método RTK con precisión milimétrica y posteriormente se ha realizado la nube de puntos densa y con ella la malla de triángulos inicial (Fig. 9).

Esta malla ha tenido que depurarse en algunos detalles como la ventana de la planta baja, que al tener una reja ha supuesto ciertas complicaciones en el modelado, otro ejemplo serían aquellos elementos tan finos como cables de alta tensión que se confunden como sólidos entre si, esta depuración se ha realizado con el programa libre blender exportando el modelo obj desde los dos programas ya mencionados, finalmente se ha texturizado el modelo con las propias imágenes (Fig. 10).

#### 4. Resultados

Se ha realizado el análisis descriptivo, compositivo, material y constructivo de Torre Rubia, de planta rectangular.

Se ha conseguido la documentación digital externa de la torre mediante una toma de datos aérea, elegido porque era el método más idóneo según las características del objeto de estudio y las condiciones de acceso restringido, señalando que las medidas interiores son una estimación proporcionada en función de las medidas conocidas (Fig. 11).

Se ha realizado el modelo tridimensional de Torre Rubia con dos programas comerciales, para poder comparar los resultados entre ellos.

Tras la obtención de los modelos tridimensionales texturizados se ha realizado el análisis de los mismos, pudiendo considerar que ambos programas son adecuados y ofrecen un resultado de calidad, encontrando las mayores diferencias en el proceso de tratamiento de datos.

Las ventajas más destacables de Agisoft Metashape es que permite una mayor personalización de sus herramientas y procesos de trabajo, como la de agrupar en bloques las imágenes del modelo, lo cual permite realizar tratamientos por zonas.

En cuanto a Pix4D podemos destacar que desde el inicio presenta un menú más simplificado, lo cual agiliza la utilización del programa al mismo tiempo que limita la personalización del mismo.

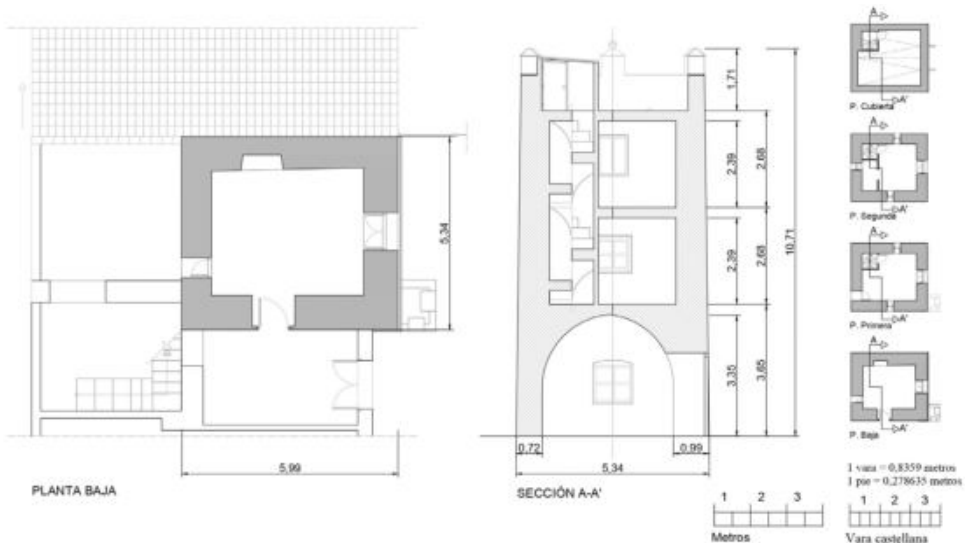


Fig. 11 - Sección horizontal en planta baja y sección quebrada vertical de Torre Rubia acotada (elaboración propia)

Ambos ofrecen un resultado de calidad, considerando como factor determinante en el resultado la calidad de las imágenes realizadas in situ.

Se ha realizado una comprobación de las dimensiones del modelo tridimensional generado, utilizando para ello los puntos de control, confirmando que las medidas tienen precisión subcentimétrica. Hecho que nos ha llevado a descartar una primera hipótesis sobre la geometría en planta de la torre, al ser la mayoría de estas torres de planta cuadrada y suponer que esta cumplía esa tipología al no poder medir en el terreno el resto de sus lados por la existencia de viviendas anexas a la torre, finalmente tras medir en el modelo sus dimensiones, hemos confirmado que se trata de una torre de planta ligeramente rectangular, de dimensiones actuales de 5,34 m x 5,99 m.

## 5. Conclusiones

Se ha realizado la documentación digital tridimensional de torre Rubia, y basándonos en ella se ha realizado el análisis constructivo y compositivo de la misma.

Con el modelo 3D generado se pueden hacer propuestas de restauración, conservación y puesta en valor (Collado-Espejo et al. 2018) que permitan de un modo respetuoso y compatible con los valores de estos singulares edificios históricos su conservación y mantenimiento en el tiempo.

Para el conocimiento general de su importancia por parte de la población es fundamental

la divulgación de estas torres que son de difícil acceso, de propiedad privada desde su construcción y que fueron fundamentales en los siglos XVI y XVII para la repoblación de las zonas costeras. Mediante financiación exclusivamente privada permitieron proteger a la población de los continuos ataques berberiscos de las costas Mediterráneas españolas e italianas, y que la población pudiese asentarse cercana a las costas.

Para ampliar la divulgación de esta torre puede realizarse la impresión 3D del modelo generado a escala, que permita realizar actividades inclusivas y divulgativas y también poner dicho modelo en plataformas digitales de libre acceso como Sketchfab (Peña-Velasco et al. 2021) para que puedan ser descargadas y visitadas desde cualquier dispositivo móvil.

Todo este estudio y análisis será la base para realizar una propuesta de restauración, conservación y puesta en valor de la misma, que permita comprender esta parte de nuestra historia. Para conseguir que sea de un modo inclusivo se confeccionarán paneles de fácil lectura acompañados de audioguías, textos en braille y tableros de materiales para reconocer al tacto las texturas con una recreación de la piedra en fachada, la madera de puertas y ventanas y el solado cerámico entre otros. De este modo seremos capaces de ofrecer a un amplio abanico de población la posibilidad de saber más a través de su patrimonio arquitectónico de esta parte de la historia poco conocida.

## Referencias

- Alonso, S. (1990) *Libro de los castillos y fortalezas de la Región de Murcia*. Murcia, Asociación Nacional de Amigos de los Castillos.
- Cámara, A. (1991) Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: una arquitectura para la defensa del territorio (II). *Espacio, Tiempo y Forma. Serie VII, Historia del Arte*, 4, 53-94.
- Collado-Espejo, P. E., García-León, J. & García-Vives, J. F. (2018) Estudio integral de la Torre Navidad, en Cartagena (España), para su correcta conservación, puesta en valor y musealización. En: Marotta, A. & Spallone, R. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. Vol. IX. Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 18-20th October, Torino*. Torino, Politecnico di Torino, pp. 1179-1186.
- Collado-Espejo, P.E. (2021) Patrón de medida y proporción como herramienta de análisis constructivo del Patrimonio Arquitectónico. Aplicación a varias techumbres de madera del siglo XVI en la Región de Murcia. En: Rodríguez Martínez, C. (ed) *Actas de las XXVII Jornadas de Patrimonio Cultural Región de Murcia, 5, 19, 26 de octubre y 2 de noviembre de 2021, Murcia*. Murcia, Tres Fronteras Ediciones, pp. 213-220.
- 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). En: *Proceedings of TC4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (MetroArchaeo 2019), 4 - 6 December, Firenze*.



- Budapest, IMEKO, pp. 254-258.
- García-León, J., Collado-Espejo, P. E. & Jiménez-González F. J. (2019) Negro Tower: Documentation, conservation, and restoration. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 489 - 496.
- García-León, J., Collado-Espejo, P. E., Fantini, F. & Jiménez-González, F. J. (2020) Levantamiento y modelización tridimensional de la Torre del Negro o de Arráez, torre post-litoral del siglo XVI en El Algar (Región de Murcia, España). En: Navarro Palazón, J. & García-Pulido, L. J. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. Vol. X. Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 26-28th March, Granada*. Granada, Universidad de Granada, pp. 309-316.
- Gil, A. (2017) La defensa de la costa de Lorca en los siglos XVI y XVII. *Revista ALBERCA*, 15, 169-240.
- Munuera, D. (2021) *La frontera mediterránea de Castilla. La costa del sureste hispánico en los siglos XIII al XVI*. Cartagena, Ediciones Nova Spartaria.
- Peña-Velasco, C., García-León, J. & Riquelme, M. A. (2021) Análisis mediante Geomática de retablos barrocos en el sureste español. La singularidad de un patrimonio religioso de interés turístico. *Cuadernos de Turismo*, 48, 429-455.
- Pérez, L. M. (2007) El patrimonio defensivo del Mar Menor en época moderna y contemporánea: Torres, fortalezas y baterías. *Cartagena Histórica*, 20, 4-18.
- Remondino, F. (2011) Heritage Recording and 3D Modeling with Photogrammetry and 3D Scanning. *Remote Sensing*, 3(6), 1104-1138.
- Rodríguez-Navarro, P., Gil-Piqueras, T. & Verdiani, G. (2018) Drones for Architectural Surveying. Their Use in Documenting Towers of the Valencian Coast. En: Castaño Perea, E. & Echeverría Valiente, E. (eds.) *Architectural draughtsmanship. From analog to digital narratives*. Berlino, Springer, pp. 1555-1566.
- Rubio, J. M. (2000) *Historia de las torres vigías de la costa del reino de Murcia (ss. XVI-XIX)*. Murcia, Real Academia Alfonso X El Sabio.
- Velasco, F. (2017) La construcción de torres de defensa en el litoral de Lorca, Mazarrón y Cartagena durante el siglo XVI. *MURGETANA*, LXVIII, 136, 57-83.
- Yastikli, N. (2007) Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning. *Journal Cultural Heritage*, 8(4), 432-427.

# Levantamiento fotogramétrico de las atalayas medievales del Altiplano más septentrional de Granada

Luis José García-Pulido<sup>a</sup>, Jonathan Ruiz-Jaramillo<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Estudios Árabes (EEA), CSIC, Granada, Spain, luis.garcia@eea.csic.es, <sup>b</sup> Dpto. de Arte y Arquitectura de la Universidad de Málaga, Málaga, Spain, e-mail: jonaruizjara@uma.es

## Abstract

The district of Baza took up more than a fourth of the Nasrid kingdom of Granada, the last Islamic region in the Iberian Peninsula (thirteenth to fifteenth centuries). This area encompassed the northern highlands of this region, the Almanzora river valley and other areas that would later be incorporated into the province of Almería. The province of Granada came to include the municipalities that nowadays constitute the Baza and Huéscar highlands. There are more than thirty preserved watchtowers in these areas. They are in strategic points with wide visibility, enabling communication through smoke signals during daylight or beacons at night. In the Nasrid period this system was reinforced, and new towers were built in locations of special relevance. They are usually made in masonry with gravel filling, with circular base and cylindrical or tapered shape, with the solid base and a single chamber with elevated access for the tower watch, from which the plume of smoke could rise through a hole in the terrace. The upper part was intended for the canopy and, if necessary, to make a beacon. This network not only allowed the information about what was happening in the district to reach the main fortresses, and ultimately, to arrive to the Alhambra citadel, the seat of the Nasrid dynasty. This paper is focused in the digital survey that has been carried out on the towers preserved in these areas, in the northern border of the Nasrid kingdom of Granada, allowing a scientific and comparative analysis of this group of defensive elements from a morphological, architectural and constructive point of view (1).

**Keywords:** Tower, borderline, Late Middle Ages, Nasrid kingdom, Baza, Huéscar.

## 1. Introducción

Por sus características geográficas, el altiplano al norte de la provincia de Granada constituye un buen ejemplo de un territorio con un marcado carácter fronterizo. Así, solo en la Edad Media hubo una veintena de momentos históricos en los que en estas tierras se intensificaron los conflictos bélicos, fruto de los cuales se produjeron procesos de edificación o de restauración de fortalezas (Carrión Sánchez, 2006: pp. 376-377).

Desde 1238, cuando Muḥammad I fundó el reino nazarí de Granada, se tuvo que perfeccionar el sistema defensivo. Entre 1241, la mayoría de las poblaciones del altiplano de Huéscar cayeron en manos castellanas, hasta que, en 1324, Ismaíl

I, recuperó el control del sector norte-noreste, organizando y reforzando estas zonas de borde (Sánchez Gómez, 1996: p. 17). En 1347, Yūsuf I inspeccionó más de una veintena de puestos fronterizos de la línea interior, entre los que se encontraban Baúl, Baza y Caniles. Durante el reinado de su sucesor, Muḥammad V (1354-1359/1362-1391), se perfeccionó el sistema defensivo, cifrándose en 400 las fortalezas en el reino nazarí y en 14000 el número de torres en tiempos de este monarca (Arié, 1984: p. 122; Sánchez Gómez, 1996: p. 16). Esta cantidad sería excesiva, pero, tanto las que aún se conservan, como el gran número de enclaves con topónimos

alusivos, podrían señalar que, al menos una centena llegaron a existir en este altiplano (Carrión Sánchez, 2006: p. 33, 44 y 49) (Fig. 1).

Antes de la conquista definitiva de estas zonas en 1489, a partir de 1432 los cristianos se apoderaron de Orce, Benzalema, Benamaurel, Huéscar, Galera y Castilléjar. Pero en 1445, Muḥammad X estableció en Baza su cuartel general, quedando en 1447 restablecida la antigua frontera.

Por último, en 1488, la campaña dirigida contra Almería, permitió obtener, sin lucha, parte de las poblaciones del altiplano, entre ellas Huéscar. Al año siguiente se procedió a tomar Baza tras seis meses de cerco, cayendo toda esta región definitivamente en poder de los Reyes Católicos.

En cuanto a la clasificación de estas estructuras defensivas, por encima de la mitad de las 60 conservadas son atalayas que presentan restos constructivos de distinta consideración. Se trata de una tupida red de torres vigías que se configuró como uno de los elementos clave para la subsistencia del reino nazarí.

### 1.1. Levantamiento gráfico de las atalayas

Como paso previo a su análisis y estudio, se han realizado diversas campañas de trabajo de campo en todas las torres conservadas en el altiplano de Baza y Huéscar, tanto en las que tienen alzados emergentes, como en las que tan solo presentan exiguos vestigios. Para ello se han obtenido series de fotografías terrestres y aéreas mediante un cuadricóptero provisto de cámara compacta. Se han tomado puntos espaciales con estación total, seleccionando indicadores bien visibles en las fotografías, que han sido procesadas introduciendo las coordenadas de dichos puntos. Esto ha permitido generar modelos tridimensionales fotogramétricos, documentando el estado actual en el que se encuentran estas atalayas. En aquellas que conservaban la sala superior, se han obtenido medidas y fotografías complementarias para correlacionar el exterior con el interior (Fig. 2). Dicha documentación fotogramétrica está sirviendo de base tanto para al análisis del estado en el que se encuentran las torres nazaríes como para la realización de otros estudios espaciales y ambientales. Como resultado se han obtenido dos modelos a diferentes escalas. El primero documenta el conjunto de las torres, permitiendo obtener ortofotografías de las plantas y alzados, así como secciones para aquellas que conservan espacios interiores. A partir de ellos se ha elaborado



Fig. 1- Torres conservadas en el Partido de Baza, la parte septentrional de dicho distrito coincide con el altiplano del norte del Reino de Granada (elaboración gráfica por los autores)

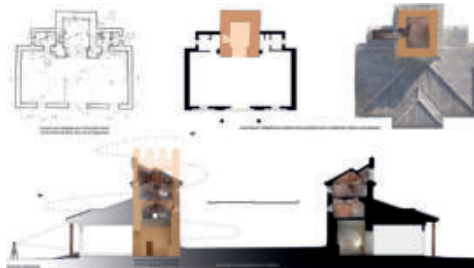


Fig. 2- Ejemplo del proceso de documentación fotogramétrica en una de las torres del reino nazarí de Granada, que hoy forma parte de la Ermita de Nuestra Sra. de la Esperanza (Loja) (elaboración gráfica por los autores)

una planimetría que permite analizar tanto su estado de conservación, patologías, materialidad constructiva, así como las transformaciones y las alteraciones experimentadas. También se ha elaborado otro modelo fotogramétrico para estudiar el entorno en el que se insertan las torres. Esto ha permitido analizar otros restos materiales aún existentes en las inmediaciones, así como las afecciones que hayan podido sufrir por causas naturales o antrópicas.

## 2. Las atalayas del altiplano de Baza y Huéscar

Se trata de una región que ha tenido un gran valor estratégico, al discurrir por ella una encrucijada de caminos que permitían articular esta zona con otras limítrofes al norte, oeste y este (Malpica Cuello, 1996: pp. 129-148).



Fig. 3- Documentación fotogramétrica con la planta y un alzado representativo de las atalayas del altiplano de Baza y Huéscar con restos emergentes para su estudio comparativo (elaboración gráfica por los autores)

En el camino entre las dos capitales de estas altiplanicies septentrionales, se dispusieron fortificaciones, entre las que destacan las atalayas. Todos los pasos y caminos importantes irradiados desde ellas estuvieron controlados por una estructura castral bien articulada. Así, desde Baza partía hacia levante el camino que pasaba por Cúllar, protegido por un *hishn* (fortificación asociada a una o varias alquerías) y una importante torre implantada sobre un recinto defensivo anterior. Siguiendo hacia el este se accedía a la zona de los Vélez por el pasillo de Chirivel, que comunicaba con Murcia, jalonado por castillos y torres importantes. Hacia el sur se descendía por el valle del río Almanzora, comunicando con Vera y la costa del mar Mediterráneo. Hacia el sureste se puede seguir las estribaciones de la Sierra de Baza por la zona de la Venta del Baúl para alcanzar la hoya de Guadix, el valle del río Fardes, la comarca del Cenete y el pasillo de Fiñana. Los pasos naturales hacia el Guadalquivir se podían recorrer siguiendo el río Guadiana Menor, controlado por el Castillo de Benzalema, o bien ascendiendo por el Puerto y Castillo de Tiscar.

Tras la conquista castellana de las tierras jiennenses, albaceteñas y murcianas, las barreras montañosas existentes entre estas y las zonas septentrionales del reino nazarí, actuaron como frontera natural, definiéndose amplias zonas de tierra de nadie en lo más agreste de estas sierras. Esto no impidió que las vías de penetración naturales fueran transitadas por ganados. Por ello se reforzaron los mecanismos defensivos a uno y otro lado, sobre todo desde el mismo momento de la creación del reino nazarí.

El cronista de los Reyes Católicos, Hernando del Pulgar, dio cuenta de la existencia de numerosas torres cuando se sitió Baza en 1489. Otro testigo más, Alonso de Palencia, también hizo referencia a ellas al relatar cómo se tuvo que plantear el cerco debido a las defensas extramuros que presentaba esta ciudad.

Las atalayas que hay por toda la zona tienen en su mayoría planta circular y forma troncocónica (Fig. 3). Presentan macizados aproximadamente 2/3 de su altura, mientras que en el tercio superior se introduce la cámara. Se caracterizan por su construcción en mampostería y carecen de elementos decorativos, salvo sencillos motivos esgrafiados para orlar los mampuestos por medio de una vitola, o bien mediante la introducción de pequeñas piedras para enmarcarlos. Son

diferentes de las torres de alquería y de defensa de espacios agrícolas, o las torres residenciales que, además de la función de vigilancia, protegían a la población, el ganado, los productos obtenidos o ciertos lugares estratégicos (Malpica Cuello, 1996: p. 141 y 277).

### 2.1. Atalayas del entorno de Baza

De las torres vigías que protegían las entradas a Baza por los caminos que provenían de otros núcleos de poblamiento, se han conservado restos de las siguientes:

1. Atalaya de Caniles, junto al camino que comunicaba esta población con Baza (Malpica Cuello, 1996: p. 133 y 277; Martín García et al. 1999: pp. 120-121; Carrión Sánchez, 2006: pp. 122, 125-128; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: pp. 79-80; Martín García, 2000: pp. 26-33).
2. Atalaya de Espinosa (Baza). Situada a 3,25 km al nordeste de la Alcazaba de Baza, junto al camino procedente de Benamaurel (Malpica Cuello, 1996: p. 133; Martín García et al. 1999: pp. 103-104; Carrión Sánchez, 2006: p. 70 y 100; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: pp. 74-75).
3. Atalaya de Capel (Baza). A 2,30 km al este de la Alcazaba de Baza, en el cruce de dos caminos. Es una de las dos atalayas que tienen planta hexagonal algo irregular (Martín García et al. 1999: 103-104; Carrión Sánchez, 2006: pp. 70, 100 y 117-120; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: p. 77; Alonso Ruiz, 2011: pp. 95-105).
4. Atalaya Santiso (Baza) Situada en la ladera occidental del río de Baza, junto al camino que procede de la Torre de Capel. También habría tenido figura prismática y planta hexagonal algo irregular (Martín García, et al. 1999: pp. 102-103; Carrión Sánchez, 2006: pp. 70 y 99; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: pp. 77-78).
5. Atalaya de Cerro Cepero (Baza) (Fig. 4). Fue emplazada sobre los restos del *oppidum* ibero-romano de Basti, a 4,52 km al nordeste de la Alcazaba de Baza. Se trata de una torre cilíndrica del siglo XIV levantada sobre la *cella* de un templo cuya construcción se inició en el s. I a.C. (Adroher Auroux & Sánchez Quirante, 2006: p. 25; Adroher Auroux et al. 2013: pp. 266, 271-272, 277, 279 y 284;

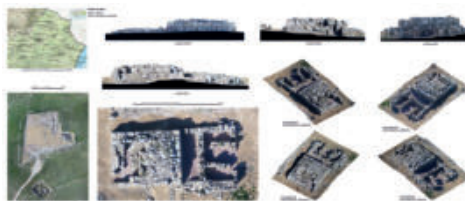


Fig. 4- Documentación fotogramétrica de la atalaya de Cerro Cepero (elaboración gráfica por los autores)

- Carrión Sánchez, 2006: pp. 70, 102-104; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: pp. 75-76).
6. Atalaya del Romeral o de las Piedras (Baza). Junto al camino de Guadix, en una elevación de la estribación septentrional de la Sierra de Baza. Controlaba la unión entre los pasillos de Guadix y Bátor hacia Baza (Malpica Cuello, 1996: pp. 142 y 278; Martín García et al. 1999: pp. 103-104; Carrión Sánchez, 2006: pp. 50, 106 y 117-120; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: pp. 71-72).
7. Atalaya de las Canteras. Domina toda la Hoya de Baza y la ciudad al este, y al oeste el paso desde Guadix y Zújar hacia la llanura bastetana. Enlaza entre otras con la que hay en el camino de Zújar a Freila (Malpica Cuello, 1996: pp. 141 y 278; Martín García et al. 1999: pp. 51-58; Carrión Sánchez, 2006: pp. 50, 70 y 89-96; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: p. 76).
8. Atalaya de la Cuna o de Malagón (Baza). Se ubica en la ladera noroeste del Cerro Jabalcón. Comunica visualmente con el Castillo de Benzalema, poniéndolo en relación con Baza (Martín García et al. 1999: pp. 105-106; Carrión Sánchez, 2006: pp. 51, 106 y 114; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: pp. 72-73).
9. Atalaya de la Majada de la Torre (Baza). En el Puntal del Agua, al norte de la confluencia entre dos ramblas, en el límite entre los términos municipales de Baza y Zújar (Martín García et al. 1999: pp. 106-107; Carrión Sánchez, 2006: p. 70 y 105; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: p. 7).
10. Atalaya de la Ermita Vieja (Zújar). El cerro en el que se asienta constituye el promontorio más meridional del Cerro del Jabalcón. Al norte de esta torre están los restos de una construcción

rectangular que debe ser la antigua ermita que da nombre al lugar (Martín García et al. 1999: pp. 425-426; Carrión Sánchez, 2006: pp. 50, 172 y 181).

11. Atalaya de Zújar o de los Morrones (Zújar). Desde ella se ve el pasillo de Guadix a Baza, y la penetración hacia el valle del Guadiana Menor al norte. Serviría de apoyo visual de las fortalezas de Baza y Zújar (Malpica Cuello, 1996: p. 142 y 279; Martín García et al. 1999: p. 427; Carrión Sánchez, 2006: pp. 50, 172 y 183-184; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: pp. 90-91).
12. Atalaya de Jofí o de Jaufí (Zújar). Se ubica en el promontorio más occidental del Cerro Capallón. (Martín García et al. 1999: pp. 426-427; Carrión Sánchez, 2006: pp. 51, 172 y 182; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: p. 89).
13. Atalaya del Cerro Capallón (Zújar). En la cumbre situada en el extremo norte de este promontorio, a 300 m de la anterior, existió otra atalaya, que conectaba con el Castillo de Zújar (Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: pp. 89-90; Correa Ramón et al. 2007: p. 125).
14. Atalaya del Cerro del Canal (Freila). Situada en el extremo occidental de dicho cerro, controlando los caminos de esta localidad por el norte y por el sur (Martín García et al. 1999: pp. 167-168; Carrión Sánchez, 2006: pp. 51, 186 y 196).
15. Atalaya de Marú o Maruq (Freila). En la margen izquierda del río Guadiana Menor, controlando un paso entre Bátor y Zújar (Malpica Cuello, 1996: p. 138; Martín García et al. 1999: pp. 169-170; Carrión Sánchez, 2006: pp. 186 y 198-200; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: pp. 86-87).
16. Atalaya del Llano de la Torre (Freila). Conservó restos hasta 2006, destruidos al construir una edificación (Carrión Sánchez, 2006: p. 197; Martín García et al. 1999: pp. 168-169; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: p. 87).
17. Atalaya de Maciacerrea (Cúllar). Desde ella se ve al suroeste la Torre del Alabí en Cúllar (Malpica Cuello, 1996: pp. 140 y 280-281; Martín García et al. 1999: pp. 140-141; Carrión Sánchez, 2006: pp. 51-52, 130 y 147-148; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: pp. 83-84).

18. Atalaya del Cerro de la Venta (Cúllar). Situada en el promontorio más occidental de dicho cerro, por encima de Venta Quemada (Martín García et al. 1999: pp. 140-141; Carrión Sánchez, 2006: pp. 130 y 149-150; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: p. 84).

2.1 Atalaya	Ø (m) {base} Ø (m) {sup.}	Altura conservada	m.s.n.m.
1	5,05 4,75	9,15	864
2	5,00 4,95	3,75	795
3	2,95-3,05 2,70-2,90	9,05	810
4	3,00	1,80	800
5	4,17	2,10	795
6	5,25 4,75	9,35	1372
7	4,00 3,90	3,95	1228
8	3,75 3,75	4,70 {alzado O}	976
9	---	1,50	933
10	5,00	1,50	997
11	3,90 3,65	4,76	1145
12	---	2,00	945
13	---	0,50	959
14	---	1,50	950
15	4,35 3,85	6,08	654
16	---	---	692
17	3,75 3,70	3,70	1094
18	---	---	1132

Tabla 1 - Principales parámetros métricos conservados en las atalayas del entorno de Baza

## 2.2. Atalayas del entorno de Benamaurel, Cortes de Baza y Castril

19. Atalaya El Torrejón (Benamaurel). En la carretera de Benamaurel a Cortes, antes del cruce con la carretera de Castril. Desde ella se domina Benamaurel y la Hoya de Baza (Malpica Cuello, 1996: pp. 142-143; Martín García et al. 1999: pp. 140-141; Carrión Sánchez, 2006: pp. 51, 152 y 159-160; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: 78).
20. Atalaya de Morote (Benamaurel) situada entre las pedanías de las Cuevas de San Marcos al

este y de Huerta Real (Guatarreal) al oeste, controlando desde el norte el valle del río Guardal (Caballero et al., 2009: 23; Caballero Cobos, 2014: 288, 373 y 518).

21. Atalaya de Los Términos (Benamaurel). se ubica en un promontorio en la orilla oriental del curso bajo del río Castril, cercana al Camino Viejo de Cortes (Caballero Cobos, 2014: 288, 474 y 518).

22. Atalaya de la Cañada de la Torre (Cortes de Baza) (Fig. 5). Al sureste del Castillo de Cortes de Baza, con el que enlaza, dominando la Hoya de Baza y su núcleo urbano (Malpica Cuello, 1996: pp. 143 y 280; Martín García et al. 1999: pp. 135-136; Carrión Sánchez, 2006: pp. 51, 162 y 169-170; Rubio Cintas & Moreno Roda, 2006: pp. 81-82).

23. Atalaya del Rey o de Almontaras (Castilléjar). Situada en el Cerro del Rey, en el término municipal de Castilléjar y junto a la divisoria con el Castril, controlando el camino de la primera de ellas a Almontaras (Martín García et al. 1999: pp. 122-123; Carrión Sánchez, 2006: pp. 284 y 291).

24. Atalaya de Castril o del Cerro de la Virgen (Castril). Al norte del castillo de esta población, sobre el espolón rocoso conocido como La Solana. Actuaba ampliando la visibilidad de dicha fortaleza, que se encuentra encajonada en el valle del río Castril (Martín García et al. 1999: pp. 125-126; Carrión Sánchez, 2006: pp. 264 y 281).

2.2 Atalaya	∅ (m) (base) ∅ (m) (sup.)	Altura conservada	m.s.n.m.
19	4,25 4,20	2,75	768
20	---	1,00	719
21	---	1,00	704
22	3,75 3,50	7,35	764
23	---	---	1089
24	---	1,00	1132

Tabla 2 - Principales parámetros métricos conservados en las atalayas del entorno de Benamaurel, Cortes de Baza y Castril

### 2.3. Entorno de Orce

La alcazaba de esta población se sitúa controlando el paso del río Orce, hasta Galera y Huéscar. Las atalayas se relacionan con ella y con un con-



Fig. 5- Documentación fotogramétrica de la atalaya de la Cañada de la Torre (elaboración gráfica por los autores)

junto territorial más amplio.

25. Atalaya del Salar. Situada en una elevación al noreste de Orce, controlando el paso hacia Murcia, comunicándose con cuatro atalayas del entorno de Huéscar (Malpica Cuello, 1996: pp. 144 y 287; Martín García et al. 1999: pp. 356-357; Carrión Sánchez, 2006: pp. 44, 54, 318 y 339-340).

26. Atalaya de la Sierra de las Torres de la Umbría (Orce) (Fig. 6). Habría funcionado como enlace con las villas fortificadas y los castillos de su entorno (Malpica Cuello, 1996: pp. 144 y 287-288; 287; Martín García et al. 1999: p. 356; Carrión Sánchez, 2006: pp. 54-55, 318 y 336-338).

27. Atalaya de Ozmín, Gozmín o Guzmán (Huéscar). Tiene forma cuadrangular. Está situada en un llano cerca de carretera de Cúllar a Galera. Conecta visualmente con las de Huéscar y Salar, dominando el paso hacia Orce y Cúllar (Malpica Cuello, 1996: pp. 144 y 286-287; Martín García et al. 1999: p. 356; Carrión Sánchez, 2006: pp. 55, 294 y 311-312).

2.3 Atalaya	∅ (m) (base) ∅ (m) (sup.)	Altura conservada	m.s.n.m.
25	3,00 3,25	8,05	977
26	3,90 3,72	6,56	1283
27	2,50x2,58 2,48x2,56	3,75	965

Tabla 3 - Principales parámetros métricos conservados en las atalayas del entorno de Orce

### 2.4. Atalayas del entorno de Huéscar

En torno a este núcleo de población hay un buen número de atalayas de época nazarí que cubren todos los pasos hacia este importante enclave.

28. Atalaya del Tarahal, de Fuenteamarga o de Torralba. Comunica con las atalayas que rodean Huéscar hacia el norte y noreste (Malpica Cuello, 1996: 146 y 286; Martín García et al. 1999: pp. 173-174; Carrión Sánchez, 2006: pp. 56, 294 y 313-315).
29. Atalaya de Ferrer o de la Cantera de Valentín (Huéscar). Situada sobre una elevación rocosa que controla el paso de Huéscar a Castril y Castilléjar. Conecta visualmente con las otras atalayas de Huéscar (Malpica Cuello, 1996: 146 y 283; Martín García et al. 1999: pp. 254-255; Carrión Sánchez, 2006: pp. 56, 215, y 250-252).
30. Atalaya del Campo de Botardo (Huéscar). Situada en una elevación, sobre una pequeña plataforma de mampostería. Enlaza hacia el oeste con las de Huéscar y hacia el sur con las de Orce (Malpica Cuello, 1996: pp. 146-147 y 285-286; Martín García et al. 1999: pp. 249-250; Carrión Sánchez, 2006: pp. 56, 215, y 250-252).
31. Atalaya de la Sierra de la Encantada (Huéscar) (Fig. 7). Cubre la vía de penetración del río Bravatas y los pasos hacia la zona murciana al este (Malpica Cuello, 1996: p. 147; Martín García et al. 1999: pp. 250-251; Carrión Sánchez, 2006: pp. 56-57, 215 y 257-259).
32. Atalaya de la Sierra del Muerto (Huéscar). En una de las mayores elevaciones del altiplano de Huéscar. Divisa esta localidad y el pasillo hacia Castilléjar y Castril (Malpica Cuello, 1996: p. 147 y 284; Martín García et al. 1999: p. 252; Carrión Sánchez, 2006: pp. 11, 56-58, 215 y 253-254).
33. Atalaya de Almorox o de la Sierra Bermeja (Huéscar). Es la que más se adentraba en el valle del río Bravatas, controlando el acceso al otro valle sobre el que se sitúa la Atalaya del Muerto (Malpica Cuello, 1996: pp. 147 y 284-285; Martín García et al. 1999: pp. 251-252; Carrión Sánchez, 2006: pp. 57, 215 y 255-256).
34. Atalaya de la Yesera (Puebla de Don Fadrique). Su forma puede que no fuese circular, a tenor de los exiguos restos conservados. Ubicada sobre un cerro situado en la Cañada de los Cazadores. Domina el cauce del río Bravatas, oteando el camino natural que discurre por el fondo del valle que se forma entre las sierras de Montilla y de la Encantada, y que permite

conectar desde Huéscar con Los Castellones o Castellón de las Hoyas y la Volteruela o Castillo del Patronato (Martín García et al. 1999: p. 388; Carrión Sánchez, 2006: pp. 342 y 346).

35. Atalaya en el recinto fortificado de Bugéjar o Burgeyra (Puebla de Don Fadrique). En la cumbre del Cerro de la Cruz, ocupado en épocas previas a la Edad Media. Este enclave delimita las provincias de Granada y Almería (Carrión Sánchez, 2006: pp. 366-369).
36. Atalaya en el recinto fortificado de las Pedrarias (Puebla de Don Fadrique). Los restos se conservan en un cerro también amurallado con anterioridad a la Edad Media, situado al sur del cortijo y de la fuente homónima. En época nazarí quedaría ubicado en la franja de tierra de nadie, si bien, durante el cerco de Baza en 1489, volvió a adquirir cierta relevancia militar como posición de retaguardia de las tropas cristianas, siendo referido como la Fuente y Torre de Pedrarias (Martín García et al., 1999: pp. 388-389; Carrión Sánchez, 2006: pp. 360-365).

2.4 Atalaya	∅ (m) (base) ∅ (m) (sup.)	Altura conservada	m.s.n.m.
28	3,95 3,90	8,85	897
29	5,00 4,80	4,00 4,97 (lado S)	1056
30	4,50 3,85	6,82	1169
31	4,50 4,20	7,35	1320
32	4,00 4,00	4,45	1479
33	4,90 4,85	4,00 3,93	1343
34	---	1,00	1249
35	---	1,00	1177
36	6,00x5,50	0,50	1193

Tabla 4 - Principales parámetros métricos conservados en las atalayas del entorno de Huéscar

### 3. Conclusiones

Desde finales del siglo XIII, los reyes nazaríes se ocuparon del mantenimiento y refuerzo de una densa red formada por alcazabas, *husūn* (pl. de *hiṣn*, recintos defensivos para proteger alquerías), torres de refugio y atalayas con sus respectivas



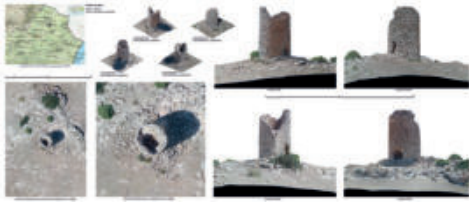


Fig. 6- Documentación fotogramétrica de la atalaya de la Sierra de las Torres de la Umbría (elaboración gráfica por los autores)

guarniciones. Posicionadas estratégicamente, formaban las líneas defensivas de frontera y hacia el interior (Sánchez Gómez, 1996: p. 16).

La mayor parte de las atalayas conservadas parecen seguir un programa constructivo que bien podría haber sido llevado a cabo durante los reinados de Ismaïl I (1314-1325), o de Muḥammad V (1354-1359 y 1362-1391). Las dataciones por radiocarbono en tres atalayas (Romeral, Umbría y Encantada), coinciden en confirmar una adscripción al siglo XIV, postulándose las décadas entre 1360 y 1380 como muy posibles en cuanto a su construcción, lo que coincidiría con el programa defensivo desarrollado por Muḥammad V al ascender por segunda vez al trono.

Esta red estuvo compuesta por atalayas fronterizas para controlar los pasos montañosos en las tierras de nadie, enlazando con las atalayas situadas junto a los caminos de acceso a las poblaciones principales, hasta alcanzar a los *husūn* y alcazaras. Estas torres de enlace a su vez podían interconectar otras fortificaciones asociadas a núcleos de poblamiento, sobre todo cuando no se conectaban visualmente, frente a su relativa cercanía, como ocurría con la Atalaya de la Cuna, entre la Alcazaba de Baza y el Castillo de Benzalema. También debieron de ser abundantes las atalayas que, no estando en la red principal, alertaban a una alquería, estuviese o no fortificada, o controlaban algún recurso estratégico, como un nacimiento de agua o una zona productiva (agrícola, industrial, minera...). Estas estructuras habrían sido objeto de una destrucción más o menos sistemática tras acabar los procesos de conquista llevados a cabo en la Guerra de Granada, aun cuando durante la misma fuesen utilizadas en algunos casos por las tropas cristianas, como se desprende del testimonio de Hernando del Pulgar al hilo de la conquista de Zújar, como paso previo al sitio de Baza.



Fig. 7- Documentación fotogramétrica de la atalaya de la Sierra de la Encantada (elaboración gráfica por los autores)

Las atalayas fueron construidas en su mayoría con planta circular y forma troncocónica, con mampostería formando hiladas de altura irregular en buena parte de los casos, aunque también los hay en los que se persiguió una mayor regularidad. En las fábricas se emplearon piedras de tamaño pequeño y mediano, procedentes de canteras o del entorno en el que fue escogida la ubicación de la atalaya. Si el emplazamiento no era pedregoso, se emplearon también cantos rodados procedentes de los cauces fluviales. Los mampuestos se acuñaron con ripios de piedra o, en algunos casos, con trozos de ladrillo y se tomaron con mortero de cal, de muy distintas calidades en función de la proporción de aglutinante en su dosificación. En las zonas donde no abundaba la piedra caliza, también se emplearon morteros bastardos y de yeso, muy común en muchas de las zonas interiores del altiplano de Baza y Huéscar (Martín García, 1996: pp. 624-629; Carrión Sánchez, 2006: pp. 376-381). El estudio de la implantación, fisonomía y la materialidad constructiva de estas atalayas a partir de los levantamientos fotogramétricos llevados a cabo, permite entender los procesos defensivos desarrollados en este territorio del norte del reino nazarí en los momentos de mayor inestabilidad y amenaza bélica.

## Notas

(1) La investigación ha sido realizada en el marco del proyecto I+D+i de Excelencia del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades: “Las atalayas que defendieron el reino nazarí de Granada: análisis y documentación científica (NAZALAYA)” (HAR 2016 - 79689 - P), cofinanciado con fondos FEDER, dirigido por Luis José García-Pulido y Jonathan Ruiz-Jaramillo y desarrollado en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Málaga.

## Referencias

- Adroher Auroux, A. M. & Sánchez Quirante, L. (2006) La arqueología bastetana: una apuesta de futuro desde el presente. *Péndulo. Papeles de Bastitania*, 6, 9-40.
- Adroher Auroux, A. M., Caballero Cobos, A. & Salvador Oyonate, J.A. (2013) Una historia de las investigaciones en «Basti» (Baza, Granada). *Cuadernos de prehistoria y arqueología de la Universidad de Granada*, 23, 265-291.
- Alonso Ruiz, M. M. (2011) La torre Capel de Baza. *Péndulo. Papeles de Bastitania*, 12, 95-105.
- Arié, R. (1984) España musulmana. In: Tuñón de Lara (eds.) *Historia de España*, vol. III. Barcelona, Lábor.
- Caballero Cobos, A., Molina Piernas, E. & Ramírez Ayas, M. (2009) Poblamiento y Territorio en el curso bajo del río Castril. *Péndulo. Papeles de Bastitania*, 10, 9-34.
- Caballero Cobos, A. (2014) *Vías de comunicación en las comarcas de Baza y Huéscar: Una aproximación histórico-arqueológica desde la Prehistoria Reciente a la Edad Media*. [Tesis Doctoral]. Granada, Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Granada.
- Carrión Sánchez, J. A. (2006) *Arquitectura militar medieval en el norte de la Provincia de Granada*. [Trabajo de Fin de Carrera]. Granada, E.U.A.T. de la Universidad de Granada.
- Correa Ramón, A., Espínola Lozano, J. B. & Martínez Díaz, J. (2007) *Rutas por Torres y Atalayas de la Comarca de Baza*. Baza, Asociación de Estudios de Arqueología Bastetana.
- Malpica Cuello, M. (1996) *Poblamiento y castillos en Granada*. Sevilla, Consejería de Cultura, Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía, El Legado Andalusi, Lunwerg editores.
- Martín García, M. (1996) Torres atalayas de la provincia de Granada. Formas, materiales y criterios de restauración. In: *Libro de Comunicaciones del III Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación*. Granada, Fundación CICOP, pp. 624-629.
- Martín García, M. (1998) El cerco de Baza: los restos conservados. *Péndulo. Papeles de Bastitania*, 8, 51-58.
- Martín García, M., Bleda Portero, J. & Martín Civantos, J. M. (1999) *Inventario de arquitectura militar de la provincia de Granada. Siglos VIII al XVIII*. Granada, Diputación de Granada.
- Martín García, M. (2000) Restauración de la Torre de los Moros. *Revista Alzada. Boletín del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Granada*, 59, 26-33.
- Rubio Cintas, Á. & Moreno Roda, J. (2006) El sistema defensivo nazari en la comarca de Baza. *Péndulo. Papeles de Bastitania*, 7, 49-92.
- Sánchez Gómez, M. Á. (1996) El sistema defensivo nazari en la frontera central. *Boletín del Instituto de Estudios "Pedro Suárez": Estudios sobre las comarcas de Guadix, Baza y Huéscar*, 9, 1996, 15-24.



## Taranto underground: digital survey and virtual exploration of the hypogea along the Aragonese walls

Giada Germanà<sup>a</sup>, Giorgio Verdiani<sup>b</sup>, Stéphane Giraudeau<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Università degli studi di Firenze - DIDA, Firenze, Italy, giadag.germana@gmail.com,

<sup>b</sup> Università degli studi di Firenze - DIDA, Firenze, Italy, giorgio.verdiani@unifi.it, <sup>c</sup> Università degli studi di Firenze - DIDA, Firenze, Italy, stephane.giraudeau@unifi.it

### Abstract

The downtown of Taranto (commonly indicated as ‘Città Vecchia’, Old City) reserves traces of its millennia-old history. A highly fascinating system of these traces can be found in the underground of this downtown, with countless cave-built spaces. In time inhabitants have used to dig into the calcarenite embankment, which was easy to quarry and process. In general, it can be noticed that there are various spaces related to religious functions and burial hypogea all along the Northern side of the settlement, while along the ‘Mar Grande’ (The ‘Large Sea’) side the uses are mainly related to work and market activities, with storerooms, oil mills, grain pits and manufacturing or commercial spaces. This concentration of trade-related functions is due to the presence of aristocratic mansions above the walls and of the harbor. In time the border of the town center was well defined by the city walls, apparently emerging from the surface of the water, but based on bank and on the cliffs. The appearance of the walls came from a series of interventions, aimed to improve the military response wanted by Ferdinando D’Aragona. The walls were made delimiting the emerging cliffs and various materials filled the empty spaces between the walls, the natural rock, and the existing constructions. Buildings for any functions rose over this natural/artificial soil before and after the presence of the new walls, incorporating, transforming or bringing the presence of the (so called) hypogean cavities. Despite the completion of the work with the addition of bastions, in XVII century there was a progressive loss of military value of the fortifications. The need for a direct access to the sea from the commercial ‘underground’ activities brought the opening of various passages breaking through the walls. The subject of this study is the section close to the Aragonese walls, where various chambers beneath the buildings have access to the sea. The remarkable number of cavities and galleries are at different levels below the surface, very often they intersect and influence each other, forming what may be perceived like ‘another city’. The present research, proposes the results coming from the digital survey of this system, where lasergrammetry and photogrammetry were essential tools to improve the knowledge about historical stratigraphy and also defining better the relationship between the city and its subsoil. The survey was mainly conducted using 3D laser scanner technology, which has allowed to define a specific interpretation using a specific digital 3D model of the current state of hypogea and the following development of an interactive virtual exhibition.

**Keywords:** Taranto, digital survey, hypogeum, stratigraphy.

### 1. Introduction

Maybe the more proper words to open this subject come from the book by Cataldo Nitti, published at the end of the XIX century: “Figli di Archita destatevi dal lungo sonno e sorgete; non vedete

voi che l’astro della libertà un’altra volta splende su questo bel cielo? Mercè la sua non peritura luce non vedete voi ch’è schiuso nuovamente il varco alla vostra antica grandezza? I padri

vostrî furono grandi e potenti, non tanto perché seppero con le armi dominare le vicine terre e città; ma molto più perché seppero coltivare le arti della pace, e perché seppero giovare della posizione in che giaceva questa fortunata città. E con ardimento pari alla saggezza giunsero per le vie dei commerci, e col perfezionamento delle arti a procacciarle tanta grandezza” (Nitti, 1861), that can be translated in “Sons of Archita awake yourselves from this long sleep and arise; don’t you see that the star of freedom shines again on this beautiful sky? Thanks to its never-ending light, don’t you see that the passage to your ancient greatness has opened again? Your fathers were great and mighty”. With this propaganda speech, the senator Cataldo Nitti was the first to launch the idea of a large naval base in Taranto for the recently born Kingdom of Italy. He exalts the topographical situation of a city so much disputed between different civilizations in the previous centuries, from Spartans to Aragonese passing through Byzantines, Longobards and Angevins. Despite these qualities, Taranto had suffered the years of abandonment and neglect during the just finished Bourbon domination (Blandino, 1974). That sense of loss of memory in a sort of long sleep cyclically affects the city, even in recent years (Montalbano, 2018). This is why it is important to investigate into city roots, the most hidden and deepest ones, especially underground. Roots that paradoxically, not assuming archaeological or monumental value, have not been properly explored, documented, cataloged and protected yet.

## 2. Taranto underground, how it started

The subsoil of Taranto has been the beating heart of the city for centuries. Such as a living organism



Fig. 1- Two openings of the hypogeum under Palazzo Stola passing through the Aragonese walls (Giada Germanà, 2022)

it contracts and closes itself towards the external environment. From the beginning it provided the raw material necessary for the construction of the buildings and defensive walls of the city. After the Saracens razed the Spartan city to the ground in 961 A.C., the emperor of Constantinople Niceforo Foca rebuilt it from the foundations to the walls. Furthermore, his successor enlarged the building land by creating an embankment towards the ‘Mar Piccolo’ (The ‘Small Sea’) (De Vincentis, 1878) using the debris resulting from the excavation of the surface layer of the Greek acropolis (De Vitis, 2015). At the same time the inhabitants have used to dig into the calcarenite embankment, which was easy to quarry and process to create cave-built spaces for funerary use, storerooms, oil mills, grain pits, connecting galleries and manufacturing or commercial spaces as has been common for millennia all across the Mediterranean *Koinè* (Caprara & Dell’Aquila, 2005). Archaeological excavations confirm that the reconstruction of the medieval city had to follow a unitary and complex project which included both high and underground city. Moreover it is worth keeping in mind that the Emperor Niceforo II was originally from Cappadocia, the cradle of Mediterranean hypogeism. For this it was possible to suppose some connection between the behaviours in creating carved spaces influencing the way Taranto was going to be rebuilt, in the shape of a modern fortress, but at the same time using older solutions with all the places for hiding, fleeing or storing goods and products. A system laying or integrated just beneath the building basements, and often independent from the urban pattern defining the surface of the neighbourhoods. An ancient tradition connecting mediterranean cultures, most of all showing a very practical approach to the relationship between urban settlement and soil and linked to the specific workability of the materials. A system of choices producing an underground series of spaces which are able to resist quite well in time and now capable of evoking suggestions and stimulating imagination about the most various and amazing stories and legends, even when their real use and story is most of the time extremely interesting and fascinating.

## 3. Aragonese walls, brief historical overview

In general, it can be noticed that there are various spaces related to religious functions and

burial hypogea all along the northern side of the settlement, while along the ‘Mar Grande’ (The ‘Large Sea’) side the uses are mainly related to work and market activities, with storerooms, oil mills, grain pits and manufacturing or commercial spaces. This concentration of trade-related functions is due to the presence of aristocratic mansions above the walls and of the harbor. In time the border of the town center was well defined by the city walls, apparently emerging from the surface of the water, but based on banks and cliffs. The appearance of the walls came from a series of interventions, aimed to improve the military response accordingly to the will of Ferdinando D’Aragona. The wall curtain is about 500 meters long. It was raised on a path with broken lines to obtain salient and receding angles that allowed the mutual defense of the walls. To break its rhythm, in the middle, there was the ‘Marrese bastion’, designed in a pentagonal shape and about fifteen meters high. The appearance of the walls remained unchanged even during the French occupation, during which more importance was given to the island of St. Paolo. The island became the base of the stronghold observatory on the Mediterranean Sea. Meanwhile, Taranto passed under the Bourbon domination, returning to the anachronistic medieval conception of a towered city, which, despite the reduction of habitable houses due to the increasing convents, was

never allowed to expand outside the island. This encouraged the inhabitants to extend their homes vertically, moving the most practical activities to the subsoil. At the end of the XIX century, in the same time as the construction of the new arsenal in the ‘Mar Piccolo’, the southern front of the walls lost more and more military value. The demolition works began in 1889, with the cut of some fronts on the sea of the aristocratic palaces. In place of the current sidewalk overlooking the sea alongside *Corso Vittorio Emanuele* (the old ‘Via delle Mura’), a wall from five to six meters high stood with a patrol walk behind the parapet. (Speziale, 1930). The last interventions that affected this portion of the walls dates back to the early 1920s, with the addition of a rolling road, and with the extension along its entire length in the 1950s. This last intervention was done placing a reinforced concrete slab bearing over the top part of the walls and even creating various concrete overhung elements with brackets at need.

#### 4. Case studies

Till now the documentation of Taranto’s underground spaces has count about sixty entrances to hypogea, although many are probably still to be discovered (Montalbano, 2018). From a visual study of those reported ones, it is possible to see a rich variety of spaces that differ in position



Fig. 2- Plan of the Old City with red profiles of the three underground case studies (Giada Germanà, 2022)

and shape. Their morphology and articulation may vary in significant ways, with multiple interventions in time (Farella, 1988). They can be totally immersed and completely excavated or embedded in the ground for few meters and closed horizontally with vaults that make up the basement floors of urban buildings. The sizes vary according to the functions they hosted, but in general there is a structural correspondence between what is above and below the ground line, which here assumes the function of threshold and not just of supporting surface. They also change in access, that can be direct from the streets or courtyards and from the rooms of the buildings above. Immediately after the entrances, the stairs can be gradual (if the underground rooms were stables or animal traction mills) or steep and difficult. Finally almost all of them needed access to street level for the placing of goods or raw materials from above. They work both as depots, connections, and passages, even if the functions tend to sum up in time toward a generic 'warehouse' use. A certain number of these spaces were abandoned in recent times and left as they were after the last usage. This allows a quite clear interpretation of the most recent functions and a first step towards the reading of their transformation in time. The subject of this study is the section close to the Aragonese walls, where various chambers beneath the buildings have another peculiar characteristic: the access to the sea. The remarkable number of cavities and galleries are at different levels below the surface, very often they intersect and influence each other, forming what may be perceived like 'another city'. A system that may be inspiring and may be a part of a possible recovering of such a complex and suffered urban landscape (Rizzetto & Hooimeijer, 2022). These are structures in 'negative', low and dug into the rock and often showing signs of ongoing processing on the walls, such as those of the pickaxe, just left interrupted in an undefined time. In the apparently casual orientation of the galleries found at the deepest level of Palazzo Baffi, is it possible to imagine the difficulty encountered in the excavation, which often, as it happened in other context, like in the vast rupestrian settlements in Cappadocia, Turkey, continued even through 'blind' attempts. As regards the dating of the three hypogea examined, it can be assumed that they were built in conjunction with the buildings above in the XVII century. The one under Palazzo Baffi consists of two large vaulted rooms which, according to the traces found on

the walls, could have been a charcoal pit and a water cistern. The two large arches created as substructures of the building, which were made using bare materials from probably earlier periods and/or previous structures, are also quite specific and show original aspects. The other hypogea, not far from Palazzo Baffi, takes place under Palazzo Stola, its previous use was being a huge oil mill. The last hypogea detected is the largest in the whole Old City and also the most complex, because probably different functions took place over the years. The sources testify of the ancient Church of *Santa Maria del Porto* (St. Mary of the Harbour), mentioned in the holy pastoral visit of monsignor Brancaccio in 1578. In the following century the Olivetan priests settled there, leaving traces of an environment shrouded in mystery, today commonly recognized as the *putridarium*, a space dedicated to the temporary burial of deaths and organized to allow the progressive decay of the bodies according to a specific rite of trespassing, once the bodies were properly consumed, the bones were collected and moved to an ossuary (Fornaciari, 2008). Then in the XIX century the building was bought by the Cordiglia family (who were coming from Liguria) who used the underground areas as storage warehouses.

## 5. The digital survey campaign

For any purposes of knowledge, intervention and enhancement of an underground system like the one that characterizes the Old City in Taranto a full digital coverage results in a mandatory and necessary operation. The main tasks are mostly two: positioning with extreme accuracy all the elements, spaces and cavities of the underground, while at the same time measuring all the structures, details, architectural components, obstacle and added elements with a metrically sharp procedure. Such an operation, is done in order to understand all the dimensional aspects and all the morphological specific conditions of the carved spaces, so to help properly define their story and evaluate the relationship with the structures around and above. The survey was carried out with a 3D laser scanner unit, a Cam/2 Faro Focus3D, 70s model, with the capacity of gathering points up to 70 metres and with an accuracy of about one millimetre at ten metres of distance on standard reflective surface. Such features turned out more than efficient for recording the geometry of the tunnels and rooms, documenting all the details and elements of decay. About 260 scans were taken from different points

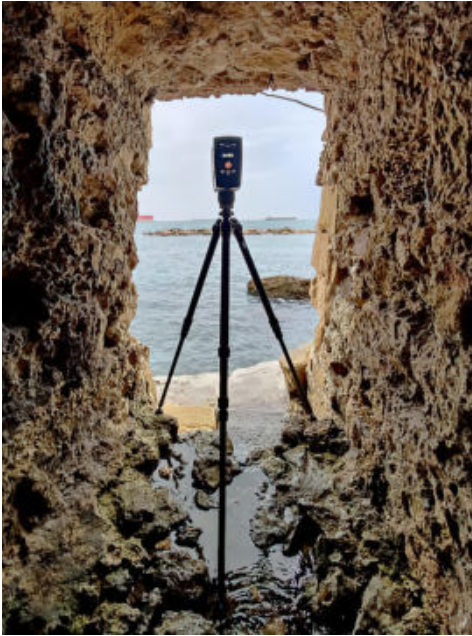


Fig. 3- The 3D laser scanner unit at the end of the gallery of the hypogeum from Palazzo Baffi, passing through the Aragonese walls (Giorgio Verdiani, 2021)

of view in order to reduce to the minimum the occlusion spaces, avoiding any possible lack of data in the documentation of the spaces. The scanner unit operated well in all the conditions, with no significant difficulties neither when the surfaces were extremely wet or even is flooded tunnels. Obviously the pools turned out as ‘holes’ in the resulting point cloud, thus the measuring of elements surfacing from the water and the level emerging from it allowed a reasonable coverage also for these situations.

The scanning work was done without placing any targets, the high level of details of all the surfaces, with spots, holes, nails, wires, cracks, hanged objects and writes, was enough to guarantee an accurate alignment of each single scan, the use of scanning settings from medium density resolution (the value of  $\frac{1}{8}$  according to the scanner menu with the production of a point cloud counting up to 11 millions points, with a density of one point each 12,3 millimetres at ten meters of distance) to medium-high density resolution (the value of  $\frac{1}{5}$  and  $\frac{1}{4}$  according to the scanner menu with the production of a point cloud counting up to 28 and 37 millions points, with a density of one point each

7,7 and 6,1 millimetres at ten meters of distance), turned out more than enough for the creation of a well detailed and not overmeasured dataset. The higher resolution settings were adopted for all the larger spaces and for the external areas, while the medium resolution setting was adopted for all the tunnels, small rooms and staircases. The overlapping of the scans was calibrated according to the shape and articulation of each space. All the scans were taken in greyscale, deriving the colorscale from the reflectance values and without using the photographic features of the scanner unit. This choice was done to speedup the survey and to avoid weird colouring results due to the missing of an adequate lighting in most of the spaces combined with very difficult shapes in terms of photographic coverage and natural/artificial lighting. The excavated spaces have in most of the cases very homogeneous colours, just the natural one of the material, so it was preferred to keep all the scans in basic grayscale, programming specific SfM/IM (Structure from Motion Image Matching) photogrammetric and/or photographic interventions only where the quality of the element was worth and significant for documentation purposes. The overall survey



Fig. 4- The 3D laser scanner unit in front of the Putridarium beneath Palazzo Stola (Giorgio Verdiani, 2021)





Fig. 5- Axonometry views obtained by cutting the point cloud model from Autodesk Recap at variable heights (Giada Germanà, 2022)

campaign took about three days to be completed, producing three dataset group to be aligned. The alignment/registration work was done using Autodesk Recap Pro, using the automatic align features where possible and completing the alignment with manual procedures where needed. The overall good level of overlapping and the accuracy of the scanner unit turned out in a very efficient result. Once the alignment was completed the resulting three final point cloud projects were created and optimized with the manual removal of some ghostly element created by reflections (an issue quite common in flooded rooms and passages). The resulting model, compliant with the direct use in Autodesk Autocad, provided the reference 3D digital model of the underground, which can be investigated and explored even remotely. As previously mentioned, to integrate the point clouds dataset various photogrammetry intervention were operated, mostly on significant masonry or excavated patterns, and on the main façades of the over ground buildings. The digitalization of the underground system is then a perfect base for starting the analysis of the structure of this system, making clear

with extreme accuracy all the relationships between the fortifications, the buildings in the urban pattern, the operative choices operated by the people who developed this system. Its easy use in standard CAD software makes it possible to work on it both in 3D or 2D modes that may allow a better planning of any further interventions aimed to valorize and communicate and give access to this interesting piece of urban architecture. The resulting drawings, both from the horizontal sections and the vertical sections, allow to interpret, starting from the size and the positioning of the cavities, the sequence of their realization, a process that confirm the articulated use of these hidden architectures, all aimed in making more and more fitting the use of the space to the wanted function.

A logic that leaves no option to removal of elements unless they are a real limit and then capable in preserving a wide range of overlapping traces. The 3D laser scanner acquisition techniques, combined with those of CAD modelling, provide a digital/virtual model of reality, from which useful information can be obtained for the analysis, it

is then possible to perform a complete check of all the alignments, directions and sizes of the various spaces. The main objective related to the use of these technologies was to take a first step in the composition of a useful archive of geometric memory, to support research by other scholars, but also for subsequent purposes of protection, conservation and use by a wider public through a virtual reality tour. The goal is to define a *modus operandi* for the revaluation of the place that could be replicated for the rest of Taranto underground.

## 6. Conclusions

The hypogean spaces in the Old Town are a clear mix of technical, vernacular, and practical choice, they seem not to develop to any other logic if not those connected to the needs and ideas from the various previous owners. In this they increase their value as a specific heritage collecting a mixed story of religious, industrial, military, and civil phases. Their interaction with the city walls is extremely valuable, it shows own the logic of the walled town once again is seen as a limit when the military use lost his original importance.

The walls opened and excavated enter the use for civil purposes, are not any longer a perfect defence from an attack but remains of some use, a sort of occasional scenario for the activities of an improvised dock for goods and materials, the walls are no longer a limit, a clear border, but the passage is never in evidence, it just responds to minimal needs of passing with the items in hands.

The crossing of the wall border is then underground, where depots and rooms exactly sized to the various specific requirements allows now any kind of fantastic idea about the behaviours from the previous users and about the uses themselves. The presence of complex spaces, probably related to specific and disquieting past procedure of the faith, like the *putridarium*, create a strong emphasis, that should be exploited for its correct value, not in the will of spectacularizing a single aspect, but with the intention of giving a articulated understanding of the evolution of this specific structures, guided by aims and now last witness of a phase in the history of the city were the sea, the work of man, the faith, the need of defence, the need for easy living and then the need for exploiting valuable contents, took one the place of the other in a sequence similar to the one of playing cards in the hands of a gambler.

Digital solutions may bring a great contribution, from the state of the system to the integration of a correct musealization the strategies passing by survey to knowledge are more than ever efficient and suitable for such a situation. The need to update procedures and define a proper approach to the re-discovery of the underground may be then the occasion for a general requalification strategy, including the walls and the access to the waterfront, trying to exploit the old damages caused to the walls, like the openings and the carving to go beyond more recent injuries, like the road passing on them adding badly matched



Fig. 6- Palazzo Stola: Sections of the entrance and of the opening to the sea (Giada Germanà, 2022).

elements (like the concrete brackets and slates). Would this ever be a possible and sustainable strategy for Taranto? The underground system is probably not capable in producing massive tourist attraction, but it can be an effective experience in

the renewal of a town which suffered long years of neglect and abandon. In a logic of the reuse of the spaces that may bring on in most of the positive ways the long tradition of adaptations that this urban area as longly experimented.

## References

- Blandino, F. (1974) *La Città Vecchia di Taranto: il piano per il risanamento e il restauro conservativo*. Matera, Edigrafema.
- Caprara, R., Dell'Aquila, F. (2005) Note sull'organizzazione urbanistica degli insediamenti rupestri. Tra Puglia e Mediterraneo. In: De Minicis E. (ed) *Insedimenti rupestri di Età medievale: abitazioni e strutture produttive. Italia centrale e meridionale. Atti del Convegno di studio, 27-29 October 2005, Grottaferrata*. Spoleto, Fondazione Centro italiano di studi sull'alto medioevo, pp. 181-215.
- De Vitis S. (2015) Gli ambienti ipogei e la Taranto sotterranea. In: Arthur P. & Imperiale M.L (eds.) *VII Congresso Nazionale di archeologia medievale, Vol. 2, 9-12 settembre 2015, Lecce*. Firenze, Edizioni All'Insegna del Giglio, pp. 404-406.
- Farella, V. (1988) *La città vecchia di Taranto: l'esperienza di risanamento e restauro conservativo*, Taranto, Samarcanda.
- Fornaciari, A., Giuffra, F. & Pezzini, F. (2008) "Processi di tanatometamorfosi: pratiche di scolatura dei corpi e mummificazione nel Regno delle Due Sicilie". *Archeologia Postmedievale*, 11, 11-49.
- Montalbano C. (2018) *PHI Taranto 2017: la città vecchia e la sua città ipogea*. Bari, Giuseppe Laterza.
- Nitti C. (1857) *Della povertà in Taranto e de' mezzi per mitigarla. Ragionamento di Cataldo Nitti*, Napoli, Tip. Gaetano Nobile.
- Porsia, F. & Scionti, M. (1989) *Le città nella storia d'Italia: Taranto*, Laterza, Bari, Italia.
- Rizzetto, F. & Hooimeijer, F.L. (2022) Reloading Landscapes: Democratic and Autotrophic Landscape of Taranto. In: Amenta, L., Russo, M. & van Timmeren, A. (eds.) *Regenerative Territories. vol 128*. Springer, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-78536-9\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-78536-9_17), pp. 267-280.
- Speziale, G. C. (1930) *Storia Militare di Taranto negli ultimi cinque secoli*. Bari, Laterza e Figli.
- Verdiani, G. (ed.) (2016) *Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII Centuries, voll. 3-4, Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 10-12 november 2016, Firenze*. Firenze, Didapress, Italia.

# Digital artefacts for the knowledge and documentation of the fortified heritage. The Castle of Torres Vedras in Portugal

**Fabiana Guerriero**

University of Campania Luigi Vanvitelli, Aversa, Italy, [fabiana.guerriero@unicampania.it](mailto:fabiana.guerriero@unicampania.it)

## Abstract

The research presents the results of the study conducted on the Castle of Torres Vedras, located in the Portuguese city of the same name in the district of Lisbon, whose architectural palimpsest is characterised by an initial watchtower (built by the Turduli Veteres to take advantage of the site's excellent natural defences) fortified by the Romans and subsequently conquered and reinforced by the Moors until 1147, when it came under Christian rule. All that remains of the former medieval castle are the Romanesque remains of the Church of Our Lady and the walls that follow a pseudo-ovate layout.

In accordance with the provisions dictated by the most recent plans for the management and valorisation of cultural heritage, which have focused attention on the importance of the "digitisation" of cultural heritage and the various forms of archiving and dissemination of information associated with it, the study proposed here has as its objective the knowledge, documentation and digitisation of the asset under investigation, aimed at structuring both a graphic database and an archive of three-dimensional models that can subsequently be implemented with specific thematic elements. To this end, methodological recourse was made to the UAV survey. Specifically, the four-wheeled drone used allowed observation from new viewpoints and the collection of images, without any contact with the object, capable of effectively describing the space and morphology of the fortified architecture. The subsequent photogrammetric processing of the data (by means of specific software for obtaining dense point clouds and textured 3D meshes) made it possible to observe and analyse all the peculiarities of the architectural artefact also through the subsequent thematisation of multi-scalar two-dimensional data. The final aim of the operation is, as of today, the documentation of the asset, which, after the extensive damage caused to the castle by the catastrophic earthquake of 1755, is scarcely present.

**Keywords:** knowledge, digitisation, survey, Torres Vedras Castle.

## 1. Introduction

The protection of cultural heritage is one of the objectives and at the same time one of the greatest challenges of our time. Indeed, the need to protect heritage memory has arisen from the increasing natural and man-made threats to which digitisation has been proposed as a valid solution.

Indeed, it has proven to be a valuable means for knowledge, preservation, protection and dissemination of heritage. The digitisation process is promoted by both the European Commission and UNESCO. The latter, on the

occasion of the 20th anniversary of the Memory of the World project, presented a document entitled "Memory of the World in the Digital Age: Digitisation and Preservation" (Duranti et al. 2012), outlining the digitisation and archiving principles and assumptions to be followed in order to ensure knowledge of the world through digital preservation.

In this perspective, the disciplines of survey and representation, always intended as privileged tools for investigating, knowing and understanding the

architectural and cultural heritage, are experiencing a dizzying increase in available technologies, contaminated by digital development that allows for the massive extension of the amount of data to be collected, the optimisation of digital models, and the export of databases in different formats, contributing to revolutionising the ways of protecting and enjoying the heritage itself as well as the dissemination of information for tourism and scientific purposes (Niglio, 2013).

The multiple possibilities and potentialities offered by digitised space stimulate the implementation of methodologies aimed at facilitating the interpretation of architectural complexity and the subsequent virtual reconstruction of Cultural Heritage with the creation of 3D models that adopt scientifically replicable approaches, iconically reproducing real objects and restoring a coherent perception of the *raison d'être* of artefacts.

In particular, the SfM (Structure from Motion) photogrammetric procedure based on UAS (Unmanned Aerial System), in addition to meeting the needs of versatility, effectiveness and portability required by current analysis standards, allows a rapid and precise mapping of the built heritage (Valenti et al. 2021). Its application to complex or large sites is a field of research that provides the possibility of processing and returning products of high visual quality and analysing the close relationship between architectural artefacts and the surrounding landscape.

Digital 3D surveying techniques therefore represent an advantage for managing the complexity of architectural heritage, as UAV (Unmanned Aerial Vehicle) tools are able to reach places that are difficult to access. Furthermore, aerial photogrammetry investigates and models the landscape of which architecture is an integral part with high precision, offering crucial opportunities such as automatic orientation and measurement procedures, 3D vector data generation and digital orthoimaging.

A three-dimensional snapshot of the state of the art of the cultural heritage is therefore essential for its protection (Parrinello et al. 2018) and for possible intervention strategies related, for example, to possible restoration processes.

It is in this context that the knowledge gained within the framework of the study carried out on the Castle of Torres Vedras, located in the Portuguese city of the same name in the district of Lisbon, is included, conducted by

methodologically resorting to the SfM survey by UAV, capable of effectively describing the space and morphology of the fortified architecture with the aim of knowing, documenting and digitising the surviving parts of the site.

After consulting the existing bibliography and the meagre graphic and iconographic archive, the study thus aims to create a three-dimensional digital database, which can be implemented with specific thematic analyses to preserve the historical memory of the site, intended as a tool for the continuous knowledge and management of the cultural asset in the short, medium and long term to activate protection processes, facilitating its use to a wider public.

## 2. Historical frameworks

Portuguese military architecture, like civil and religious architecture, evolved over time in response to external stimuli that depended particularly on the characteristics and power of the armaments, the population that the fortresses had to protect and the territory on which they were located.

The architectural palimpsest of the Castle of Torres Vedras dates back, according to historical sources, to the third millennium B.C. and rises in a dominant position on a steep and craggy hill surrounded by the urban fabric and dense vegetation overhanging the left bank of the Sizandro River (Fig.1).

It is characterised by an initial watchtower, built by the Turduli Veteres to take advantage of the excellent natural conditions of defence as well as supplying the site, subsequently fortified by the Romans (as evidenced by the numerous vestiges found, including two cisterns and several epigraphic tombstones) and then conquered and strengthened by the Moors, developing in a southerly direction until 1147, when it came under Christian rule, adopting the toponym of *Turres Veteras* (Old Towers).

In medieval and modern times, the castle underwent successive interventions that changed its layout, particularly during the reigns of certain monarchs who made it their temporary residence, such as: Don Dinis, Don Fernando and Don Manuel.

The latter, in 1519, had the *Palácio dos Alcaides* erected in place of the old tower, which, together with the walled enclosure, suffered severe damage in the 1755 earthquake.



Fig. 1- Castle of Torres Vedras, northern view of the fortified complex (photo by Fabiana Guerriero, 2021)

The fortress again played an important role in 1809, when, in the context of the Peninsular War, it saw its position revalued with the construction of the Torres Line. Its structure was modernised by receiving batteries for artillery and the castle gate was demolished. The works were named “Military Work No. 27” of the Torres Vedras Line defence system. Together with the Fort of São Vicente, located on a hill immediately to the north, the Castle of Torres Vedras, with about 500 soldiers, garrisoned the main road between Coimbra and Lisbon.

The last siege of the fortified building took place at the end of 1846, when it became barracks for the troops of José Travassos Valdez, the first Count of Bonfim, bombed by the Duke of Saldanha, which resulted in the almost total ruin of the building. Despite its precarious condition, the castle continued to function as barracks for troops until the end of the 19th century.

In the 20th century, the fortification was marked by a further and incessant collapse of its structures, which was countered by numerous restoration, consolidation and conservation works, and in 1957 it was classified as an Asset of Public Interest.

All that remains of the ancient medieval architecture today is the outer wall, which follows a pseudo-ovate layout with projecting semi-cylindrical turrets surmounted by battlements and reinforced by conical buttresses to the south-east and south-west.

The pointed arch entrance door on the south side is surmounted by Manueline heraldic elements: two armillary spheres, on which rest as many Crosses of the Order of Christ, placed on either side of the royal shield. The high battlements with loopholes crowning the quadrangular entrance tower conceal an adave, reached by a stone staircase (Fig. 2), which passed through a second gate of which only a few traces remain.

Inside the walled perimeter is the Church of Santa Maria do Castelo built on a pre-existing Islamic temple, the cemetery and, at the top of the hill, what remains of the Castle and the Alcáçova. The latter has an irregular rectangular ground plan connected to a circular tower (Fig. 3) developed on two levels and characterised by three the artillery. The paved and crenellated terrace surmounts a polyhedral vault on corbels.

Between this turret and another on the west side, now destroyed, is visible the remains of a curtain wall belonging to the castle, preceded by a further curtain wall at a lower level, forming two terraces.

All that remains of the former Paço dos Alcaides is the wall corresponding to the first floor and part of the second. The south and north façades have a door with a rectilinear lintel, while the east and west façades have large rectangular windows. In the interior space, only a few traces remain of the partition walls of some rooms such as the atrium and the kitchen with an oven, a staircase to the east and two covered openings for access to the cisterns (Fig. 4).



Fig. 2- Castle of Torres Vedras, view adave surmounting the entrance (photo by Fabiana Guerriero, 2021)



Fig. 3- Castle of Torres Vedras, view of the south elevation of the castle (photo by Fabiana Guerriero, 2021)



Fig. 4- Castle of Torres Vedras, interior view of the ancient Paço dos Alcaides (photo by Fabiana Guerriero, 2021).

### 3. Tools and procedures for 3d digital documentation

The analysis conducted on the Castle of Torres Vedras involved the development of a survey through the use of instruments and techniques such as Structure from Motion photogrammetry using UAVs, highlighting how the use of these methods represents an added value capable of speeding up time and improving the precision of the execution of the works (Luigini, 2007).

The objective of the documentation was the reading of the architectural object and the subsequent restitution of an overall and objectively valid three-dimensional image that, together with the historical data, allows us to guide future design choices in support of the protection, valorisation and promotion of the architectural asset through the use of non-invasive techniques.

The site on which the remains of the Castle are located has a conformation suitable for the photogrammetric survey carried out with the aid of a drone, as the artefact stands on a rise overlooking the city below, open on all sides and free of obstacles. The large surrounding space therefore facilitates the aerial manoeuvres of the drone, allowing photographs to be taken with a good depth of field.

The drone used for image capture is the DJI Mini 2, a low-cost drone weighing 249g. The camera, integrated into the gimbal to maximise image stability during movement, has a 1/2.3" CMOS sensor with 12MP, a lens with an 83° FOV (Field of View) and 35mm format equivalent to 24mm, an aperture of f/2.8 and a shooting distance of 1m at  $\infty$ . The images taken for the survey are 4000x2250 pixels with a resolution of 72 dpi, the exposure time is 1/500 sec, ISO 100, the focal length is 4 mm.

In order to carry out a correct survey of the structure, the drone photo sets were taken following a flight plan structured in two phases in favourable sunlight conditions to limit shadows (Ulvi, 2020): the first involved a helical flight at a distance of 15 metres from the structure, starting from the base of the castle walls, also framing a portion of the surrounding terrain, and ending at the top; the second phase consisted of several flights following an idealised grid perpendicular to the artefact, at a distance of approximately 5 metres, vertically and horizontally divided into modules. Particular care was taken during the flight phases to provide a significant overlap of the images, never less than 80% (Fig. 5). In this way, the shots ensured coverage of the surfaces of the architectural apparatus, providing valuable information support from both a metric and qualitative point of view.



Fig. 5- Castle of Torres Vedras, part of the aerial footage of the drone (Fabiana Guerriero, 2021)

The photographic data collected (132 shots for the first phase and 326 for the second) were initially subdivided according to the manner in which they were taken in order to diversify the development of the 3D models and optimise their management phase, and subsequently imported into a specific 3D photo modelling software. The latter followed an operational workflow based on four phases (Barba et al. 2020). The photographs were then previously aligned (Align Photos) by evaluating the internal parameters of the camera (focal length, position of the main point, radial and tangential distortions) as well as its positions for each shot, generating a scattered point cloud. From the latter, which consists of the key points the software needs for the second stage of the process, a dense point cloud was then processed, from which the software extracts information on the colour and plastic details of the objects (Fig. 6-7).



Fig. 6- Castle of Torres Vedras, circular tower that housed the artillery, view of the dense point cloud, obtained through the process of aerial photogrammetry and identification of the acquisition points (Fabiana Guerriero, 2021).



Fig. 7- Castle of Torres Vedras, entrance to the fortified complex, view of the dense point cloud, obtained through the process of aerial photogrammetry and identification of the acquisition points (Fabiana Guerriero, 2021)



The subsequent manipulation process of the dense cloud, which includes the cleaning of excess points that are not useful for the construction of the 3D model, leads to the construction of the 3D mesh, a true three-dimensional high-poly model. Finally, according to a texture mapping algorithm, the mesh was textured describing the current architectural state (Fig. 8). The latter process, operates, as far as the result obtained is concerned, by generating a uniform image, free of over- or under-lying areas, of the portrayed object capable of rendering a very realistic perception (Kairienè et al. 2020).

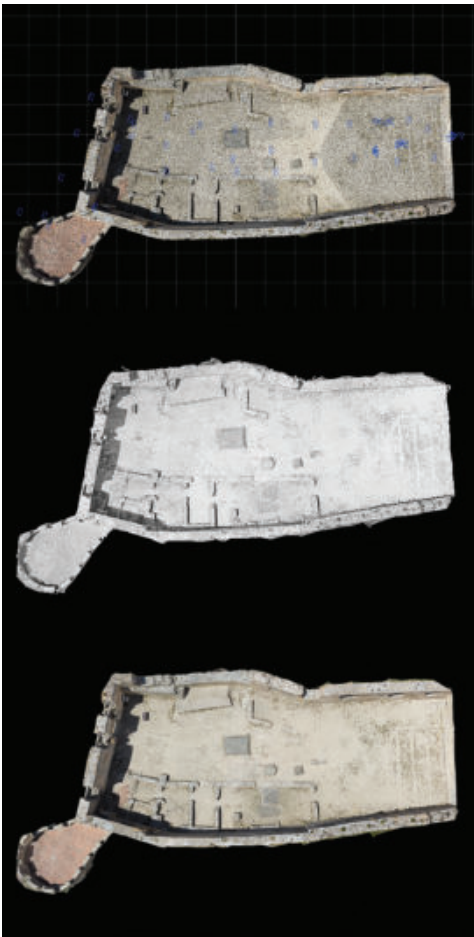


Fig. 8- Castle of Torres Vedras, Plan, view of dense point cloud (top), 3D mesh (centre) and textured mesh (bottom) (Fabiana Guerriero, 2021)

The 3D models elaborated from the SfM photogrammetric survey, subsequently georeferenced through the measurements taken in situ, allowed the extrapolation of orthophoto plans (Fig. 9) on the basis of which traditional two-dimensional multiscalar drawings rich in descriptive details were elaborated, enriching the unprecedented path of graphic and theoretical knowledge.

The three-dimensional model thus obtained thus represents a true digital twin on a 1:1 scale of the same geometric and chromatic characteristics of the architectural artefact under study, considered as the complete process that starts with the acquisition of data and ends with a virtual model in three dimensions that can be viewed and interactively interrogated (Bertocci & Parrinello, 2015). The data produced constitute a database of two- and three-dimensional measurements of high scientific-informative value, through which it is possible to deepen the study of one of the symbols of the Portuguese landscape.

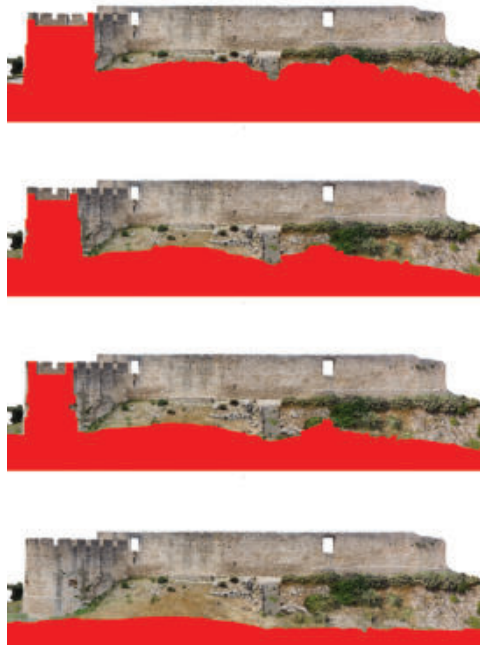


Fig. 9- Castle of Torres Vedras, longitudinal sections towards the south-east (Fabiana Guerriero, 2021)

#### 4. Conclusions

Underlying the actions of knowledge of the fortified monumental heritage, understood as an objective aimed at future generations, is the need to develop an informative database of the asset.

Data from surveying instruments, such as those used for the Castello de Torres Vedras, make it possible to obtain a complete three-dimensional model with adequate metric precision, demonstrating how it is possible to know the traces of the past as well as document the

present through the consolidated methodologies of surveying and the use of UAV instruments, capable of outlining the architectural peculiarities of the artefact in a very short time (Clini et al. 2022). The high reliability of the database provides a valid tool for the definition of multiple levels of detail. In addition, it constitutes an excellent planning basis for the design of a virtuous cycle of hypotheses for the intervention of a place that has changed its structure due to major upheavals, losing its original appearance.

#### References

- Barba, S., Di Filippo, A., Ferreyra, C. & Limongiello, M. (2020) A pipeline for the integration of 3D data on aerophotogrammetric frameworks. The case study of Villa Rufolo. In: Barba S., Parinello S., Limongiello M. & Dell'Amico, A. (a cura di) *D-SITE. Drones - Systems of Information on cultural heritage for a spatial and social investigation*. Segrate, DigitalAndCopy S.A.S., pp. 32-39.
- Bertocci, S. & Parrinello, S. (2015) *Digital Survey and Documentation of the Archeological and Architectural sites. UNESCO World Heritage list*. Firenze, Edifir edizioni.
- Clini, P., Angeloni, R., D'Alessio, M. & Marinelli E. (2022) La Digitalizzazione per una fruizione del Patrimonio Culturale in sito e da remoto: il caso studio della Pala Gozzi di Tiziano. In: *Copyright© 2022 AIUCD Associazione per l'Informatica Umanistica e la Cultura Digitale*, pp. 12.
- Duranti, L. & Shaffer E. (eds.) (2012) *The Memory of the World in the Digital Age: Digitization and Preservation. An international conference on permanent access to digital documentary heritage, 26-28 settembre 2012*. Vancouver, British Columbia, Canada, Sheraton Vancouver Wall Centre.
- Kairienė, L., Bertocci, S., Minutoli, G., Arrighetti, A., Cioli F. & Lumini A. (2020) Metodologia di indagine integrata per la conoscenza e la valorizzazione del complesso agostiniano della chiesa di SVC. M.M. Ramintojos A Vilnius In Lituania. In: Bertocci, S. & Parrinello, S. (a cura di) *Architettura eremitica. Sistemi progettuali e paesaggi culturali*. Firenze, Edifir Edizioni, pp. 169-175.
- Luigini, A. (2007) Simulare la visione della realtà. Strumenti digitali per la visualizzazione avanzata, Simulating the Vision of Reality. In: Tunzi, P. (a cura di) *Virtualità del Reale. Dalla misura lineare alla visualizzazione 3D di antiche fabbriche*. Roma, Ed. Kappa, p. 256.
- Niglio, O. (2013). Conservazione e valorizzazione dei beni culturali europei attraverso progetti di digitalizzazione. Presentato al Seminario Internazionale "I beni culturali e la nuova tecnologia della digitalizzazione", Kyoto, 10 marzo 2013.
- Parrinello, S., Picchio, F. & Dell'Amico A. (2018) When The Future Is The Past. Digital Databases For The Virtualization Of Museum Collection. *International And Interdisciplinary Conference On Digital Environments For Education, Arts And Heritage*. Cham, Springer, pp. 212-222
- Ulvi, A. (2020) Importance of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the documentation of Cultural Heritage. *Turkish Journal of Engineering*, 4(3), 104-112.
- Valenti, R. & Paternò E. (2021) 3D Integrated Survey for the Study of Archeological Sites: The Case Study of Euryalus Castle in Siracusa. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science, Bristol*, 767, 1, 1-8.



## Castelnuovo: una fortezza dimenticata

Cosimo Monteleone<sup>a</sup>, Federico Panarotto<sup>b</sup>

<sup>a</sup> University of Padua, Padua, Italy, [cosimo.monteleone@unipd.it](mailto:cosimo.monteleone@unipd.it), <sup>b</sup> University of Padua, Padua, Italy, [federico.panarotto@unipd.it](mailto:federico.panarotto@unipd.it)

### Abstract

Digital technologies give us the opportunity to apply new methods of analysis while studying urban and architectural transformations related to our cities. So, investigating the evolution and history of a building or a place, animating their different phases of construction or showing virtually how they occur, are topics much easier to achieve today. The common questions are: What did a particular place or building look like a few centuries ago? What are the changes occurred? What events have taken place, bringing them to the current appearances?

This essay presents an investigation back in time of an important Renaissance building for the history of Paduan fortifications: Castelnuovo. This fortress was designed by Barolomeo d'Alviano around 1513 soon after the defeat of Venice Republic by the League of Cambrai. Our reconstruction is based on the integration of writings, documents, maps, drawings and outcomes derived from archaeological excavations. So, the focus of this essay is the virtual reconstruction of the fortified building known in Padua as Castelnuovo to show its final design as well as its transformation over time. Indeed, this building was for about a century the subject of a debate, testified by numerous documents, whose aim was to solve defensive needs. This fortress, never completed, is today mostly unknown to citizens, who ignore the extraordinary history and complexity of the building. This happens because the municipal urban plans, applied from the end of the XIX century, have totally changed the original appearance of Castelnuovo, so this fortress has been slowly incorporated into the surroundings. Since it is impossible to erase the changes that has been carried out in the last centuries, our essay proposes to give virtual life to Castelnuovo, adding to the historical research the power of digital survey and representation. Our aim is answering the numerous questions about the appearance of the forgotten fortress.

**Keywords:** Padua, Castelnuovo, digital survey, digital reconstruction.

### 1. Introduzione

Il centro storico di Padova presenta ad Est un lungo fronte bastionato alle cui estremità sorgono due torrioni cilindrici, il Venier e il Buovo, che distano tra loro circa 463 metri. Nel mezzo vi è una costruzione militare più grande ma meno visibile, il Castelnuovo, la cui importanza strategico-architettonica è praticamente ignorata dalla cittadinanza a causa della sua posizione appartata, in parte inglobata nel tessuto urbano e in parte nascosta dalla vegetazione del parco fluviale del Piovego. Le tre costruzioni sono collegate tramite due

cortine murarie rettilinee, parzialmente distrutte dalle trasformazioni compiute nell'ultimo secolo. Ciò che rimane di Castelnuovo è una mezzaluna semicircolare affacciata direttamente sul fiume che, nelle intenzioni originarie, doveva costituire l'accesso dall'acqua della fortezza mai terminata (1). Due ponti levatoi avrebbero permesso l'attraversamento di una porta carrabile ad arco, successivamente murata e dedicata al capitano Marco Antonio Loredan, e una porta pedonale minore. Un terzo accesso, aperto al livello dell'acqua, avrebbe



Fig. 1- Accessi a Castelnuovo dal fiume Piovego consentito alle imbarcazioni di entrare in città (Fig. 1). Numerosi elementi lapidei in pietra d'Istria e trachite testimoniano l'importanza che in passato era attribuita a Castelnuovo, il quale sulla sommità presenta 12 troniere per il controllo del territorio circostante.

Il collegamento tra il torrione Venier e Castelnuovo era assicurato da una cortina rettilinea, lunga 172 metri, oggi interrotta da una breccia tra via e ponte Ognissanti, realizzata a inizio Novecento. Invece il torrione Buovo e Castelnuovo erano collegati da una cortina lunga 178 metri, interrotta da un varco lungo 6 metri che consentiva l'accesso alla golena San Massimo (Fig. 2).

Nel suo insieme il sistema difensivo risulta caratterizzato da ambienti ipogei che attestano un preciso disegno progettuale, portato avanti in fase di costruzione con l'intenzione di realizzare una fortezza. Gli ambienti ipogei che comprendono il torrione Buovo e la relativa cortina di collegamento sono stati oggetto di restauri nel corso del 2008 e risultano oggi visitabili. L'area inaccessibile è invece quella tra Castelnuovo e il torrione Venier. Entrambe le gallerie rettilinee di collegamento presentano una larghezza media di circa tre metri e



Fig. 2- Castelnuovo (centro) e torrioni Buovo (sinistra) e Venier (destra)

un'altezza di due metri e mezzo. Sono dotate di tre camini per l'esalazione dei fumi e terminano poco prima di accedere a Castelnuovo con un pozzo 'trabocchetto' che doveva, in caso di assedio, favorire l'ultima difesa del complesso, interrompendo contemporaneamente sia il percorso ipogeo sia quello di ronda superiore (Fadini, 2011: pp. 67-82). Già all'inizio del Cinquecento era stata avanzata l'idea di costruire una fortezza in questa parte della città, data la posizione favorevole dell'area che godeva di un collegamento fluviale diretto con la laguna e Venezia. Parteciparono al dibattito e presentarono proposte in merito grandi condottieri e architetti del calibro di Bartolomeo d'Alviano, Guidobaldo II della Rovere e Michele Sanmicheli (Fadini, 2013: pp. 13-18).

Diverse campagne di scavo, realizzate tra il 2006 e il 2007 (2), hanno permesso di riportare alla luce importanti elementi sull'assetto interno di Castelnuovo nel Rinascimento, facendo propendere per l'ipotesi che il progetto originario di Bartolomeo d'Alviano riguardasse una rocca terrapienata (Fig. 3).

Gli studiosi attribuiscono invece a Sanmicheli un disegno conservato presso la Biblioteca Nazionale Marciana di Venezia (1544-1546) che ritrae in pianta una fortezza (Fig. 4). Questo progetto, imponente rispetto al contesto, risulta irrisolto in molti suoi aspetti, tuttavia emerge quantomeno il tentativo di prendere in considerazione lo stato di fatto dell'epoca e cioè, i torrioni Buovo e Venier, che sono tratteggiati a matita e che nell'ipotesi di rinnovamento vengono sostituiti con due baluardi. La mezzaluna di Castelnuovo risulta



Fig. 3- Castelnuovo secondo il progetto di Bartolomeo d'Alviano

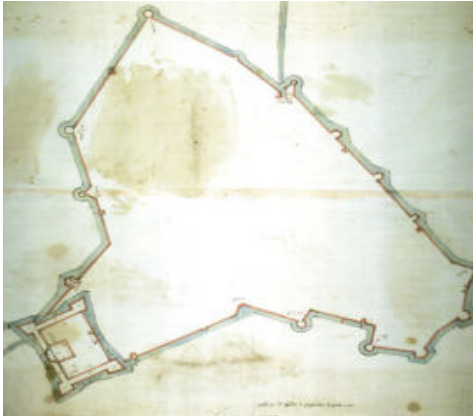


Fig. 4- Progetto di Castelnuovo attribuito a Michele Sanmicheli (Biblioteca Nazionale Marciana, Venezia. Carte topografiche e piante di città e fortezze, Cl. It. VI/188 [10039], tav. 47)

invece incorporata all'interno di una struttura poligonale più ampia (probabilmente un mastio). Tra le due gallerie rettilinee il tratteggio nero pare indicare un possibile collegamento interno. Il nuovo progetto, disegnato in rosso e fornito di dimensioni in pertiche padovane, se portato avanti avrebbe comportato la demolizione di buona parte dell'area urbana. Tramite la georeferenziazione del disegno e il confronto con le misure indicate appaiono una serie di riscontri effettivi: è chiaro, ad esempio, che Sanmicheli fosse consapevole del generale impianto difensivo di Padova, così come appare pure evidente il riferimento a numerosi esempi teorizzati nei trattati militari dell'epoca. Nei secoli a seguire Padova perderà il ruolo di presidio militare della Serenissima e la cinta muraria rinascimentale, abbandonata al proprio declino, verrà utilizzata come confine daziario, per poi essere inserita nello sviluppo viario e urbano della città (Fadini, 2011: pp. 28-34).

## 2. Il rilievo di Castelnuovo

Alla base del lungo processo di modellazione digitale vi è un complesso e strutturato percorso di rilevamento digitale, che ha consentito di ottenere dati oggettivi tramite i quali si è giunti alla ricostruzione di un clone virtuale della costruzione difensiva. Nonostante le condizioni di abbandono, l'isolamento delle sue parti principali ha consentito la rielaborazione e l'ottenimento di dati oggettivi fondati. Il

processo di rilevamento è stato prevalentemente concentrato sulle parti meglio conservate e più significative del complesso fortificato, ossia i torrioni, Buovo e Venier, e il Castelnuovo, oltre ad alcuni dettagli lapidei come la statua di San Prosdocimo e la statua del Leone di San Marco. Il metodo di rilevamento utilizzato è quello fotogrammetrico, il quale, rielaborando sequenze di scatti fotografici, permette di ottenere una restituzione dell'oggetto analizzato sotto forma di mesh/nuvole di punti. La fase di rilevamento è stata caratterizzata da una successione di diversi passaggi: studio dell'area per mezzo di un primo sopralluogo al fine di realizzare un progetto di rilievo; campagna fotografica suddivisa in diverse giornate; rielaborazione digitale delle foto con l'utilizzo di un software dedicato per arrivare a un rilievo digitale sottoforma di nuvole di punti.

La fase preliminare è stata fondamentale per l'ottenimento di dati corretti, poiché ha permesso stabilire una strategia di rilievo. Lo studio delle mappe cartografiche e l'analisi in loco del sito hanno infatti consentito l'elaborazione di un eidotipo, sul quale sono state annotate le fasi della campagna fotografica, indicando: i punti di vista più accessibili e gli ostacoli che caratterizzano il luogo; gli scatti che è necessario realizzare per ciascun oggetto; le giornate necessarie per portare a compimento il lavoro (De Luca, 2011: pp. 62-69).

Le difficoltà maggiori sono state riscontrate per gli spazi interni, a causa delle scarse condizioni di illuminamento e della configurazione architettonica. Per queste ragioni, sono state realizzate riprese fotografiche panoramiche che consistono nello scattare a rotazione, partendo da uno stesso punto, più fotografie in serie, caratterizzate ognuna da una sovrapposizione con la successiva di circa il 90% (De Luca, 2011: p. 56). Lo scopo è ricondurre tutte le riprese a un unico punto che prende il nome di centro di rotazione. Per compiere queste operazioni si è ritenuto indispensabile l'utilizzo di un treppiedi e di una testa panoramica, che hanno garantito l'individuazione di un centro di rotazione in posizione costante. Il rilievo degli interni ha quindi permesso di registrare le informazioni relative alla pavimentazione, alla muratura e alle volte.

### 3. Il modello virtuale di Castelnuovo

Il passaggio successivo al rilievo digitale ha previsto la ricostruzione di un modello virtuale del complesso cinquecentesco, aggiungendo al dato metrico le informazioni ricavate da una mole di documenti storici, artistici e scientifici, attraverso un processo che si è sviluppato partendo dallo stato di fatto attuale, andando a ritroso nel tempo per indicare le trasformazioni storiche del sito e del sistema difensivo.

Nel complesso, il modello di Castelnuovo appare decisamente astratto, avendo voluto privilegiare gli aspetti scientifico-divulgativi a discapito di quelli ludico-mimetici. Lo stato attuale del manufatto, ricavato dalla campagna di rilievo digitale, è stato fissato come punto di partenza della ricostruzione per mettere in evidenza nel tempo, passaggio dopo passaggio, il livello di complessità interpretativo, dovuto a differenti fattori di degrado e alla mancanza di informazioni inequivocabili.

Il risultato finale risulta una rielaborazione di dati provenienti da diverse fonti, reintegrate tra loro e rappresentate alla luce delle nuove tecnologie sotto molteplici forme. Differenti strategie di rappresentazione sono state adottate per differenziare le ricostruzioni di dubbia interpretazione storica. In generale, le immagini astratte monomateriche in scala di grigi, prive quindi di qualsiasi *texture*, hanno il vantaggio di frenare l'immaginazione dello spettatore verso qualsiasi ipotesi interpretativa che vada oltre quanto dimostrabile con i dati certi emersi dalla ricerca accademica e dal rilievo fotogrammetrico (Monteleone, 2012: pp. 87-90).

Naturalmente le ricostruzioni virtuali sono state saldamente ancorate ai dati ricavati dal rilievo digitale. Un esempio potrà chiarire questo

processo. Concentrando l'analisi sullo scavo effettuato nel prospetto interno di Castelnuovo e riportando gli elementi emersi dalle indagini nel modello virtuale del Castelnuovo, è stato possibile ipotizzare una ricostruzione di parte dell'ambiente che doveva svilupparsi all'interno del terrapieno (Fig. 5).

Con riferimento alla Figura 6, il rilievo ha evidenziato nei punti indicati con "saggio 4": una porta ad arco con conci in pietra calcarea, riconducibile all'ingresso principale di Castelnuovo; una porzione di muratura del bastione; tre blocchi in trachite con incavo privi di tracce di usura, probabilmente corrispondenti all'alloggiamento di un cardine per un portone di accesso agli ambienti interni.

Il "saggio 6" mette in evidenza l'arco più basso del fronte interno, parte del varco, riconducibile al passaggio d'acqua. L'arco ribassato, rimasto grezzo, doveva forse essere completato con una volta che metteva in comunicazione il passaggio d'acqua e una darsena/approdo per le imbarcazioni. La comunicazione tra la darsena e l'ambiente interno di Castelnuovo doveva probabilmente avvenire tramite una rampa o scalini, data la differenza di quota (Fadini, 2011: pp. 111-114).

Il "saggio 7" riguarda una piccola porzione ad est della porta principale ad arco, che indica un paramento in mattoni inserito nella tessitura perimetrale, costituito da sei corsi di laterizi disposti irregolarmente con filo rientrante dal basso verso l'alto. Si potrebbe trattare di una possibile muratura atta ad impostare una copertura a volta, riferibile a un ambiente interno, mai realizzato e infine coperto dal terrapieno (Fadini, 2011: pp. 115-118).

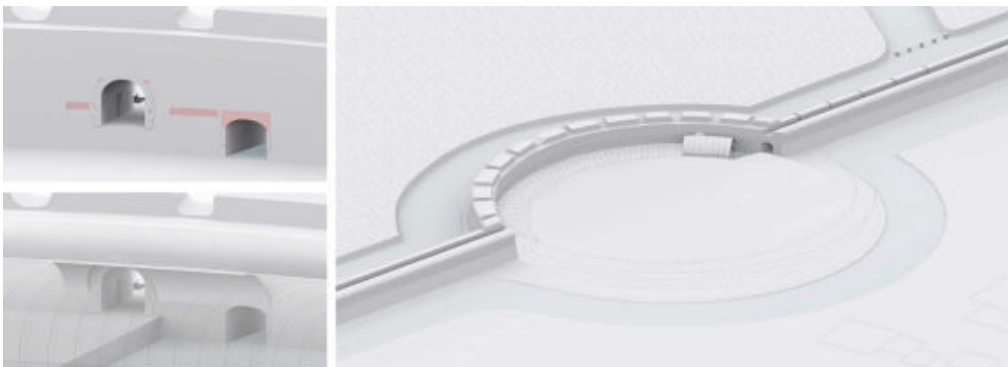


Fig. 5- Ipotesi ricostruttiva degli ambienti interni di Castelnuovo

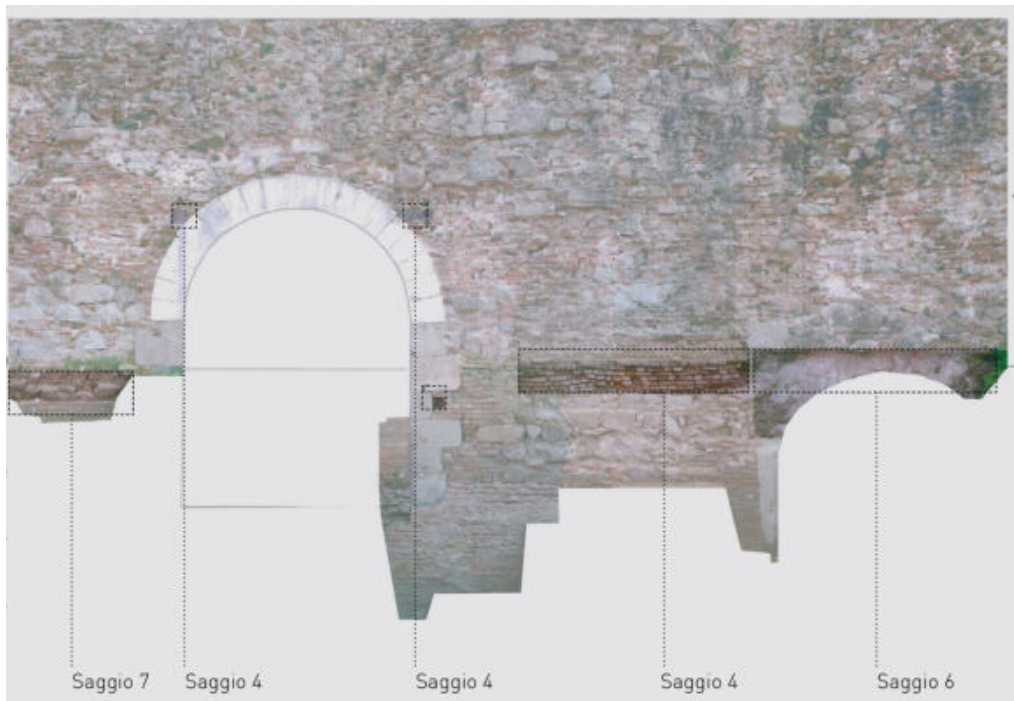


Fig. 6- Rilievo della muratura interna di Castelnuovo

#### 4. Conclusioni

Vista la complessità di coordinare elementi di natura differente, rappresentare un complesso architettonico andando a ritroso nel tempo, non è un'operazione facile. Riuscire a correlare informazioni di così diversa entità, spaziando da un ambito disciplinare all'altro, ha consentito però l'ottenimento di un prodotto finale di valore scientifico. Ricostruire l'architettura di Castelnuovo, oggi in stato di deterioramento e totale dimenticanza, attraverso l'utilizzo di diversi strumenti virtuali, è un'operazione di interesse storico dal potenziale enorme per il futuro. Indagare e tramandare frammenti di storia delle nostre città attraverso nuove tecnologie che permettano una rapida e semplice comprensione della loro spazialità consente di avvicinare a tali tematiche diverse fasce di utenza.

Il risultato finale della ricerca si concretizza nella realizzazione di una serie di filmati. Il primo permette una visione d'insieme del complesso fortificato Buovo-Venier-Castelnuovo con una vista assonometrica statica che illustra cronologicamente le trasformazioni architettoniche e progettuali del Rinascimento.

Il secondo permette una breve navigazione a filo d'acqua, esplorando il modello virtuale e il rilievo digitale da nuvole di punti. L'analisi degli scavi archeologici ha permesso di impostare, inoltre, un'ipotesi ricostruttiva delle strutture ipogee di Castelnuovo, avviate nel Rinascimento ma mai completate.

Il lavoro compiuto ha trovato un utilizzo concreto. La tipologia didattico-didascalica dei filmati realizzati, permette un loro utilizzo divulgativo nel corso delle visite guidate, organizzate dal Comitato Mura nell'ambito di un progetto intitolato Museo Multimediale delle Mura (Fig. 7). Tale progetto, complesso e ambizioso, tutt'ora in fase di sviluppo, prevede la promozione culturale della cinta muraria di Padova tramite la creazione di numerose postazioni lungo i punti salienti della cortina rinascimentale, che ripercorrano, attraverso il sussidio di strumenti virtuali e proiezioni luminose, vicissitudini e storia delle mura. Una sorta di museo itinerante che dovrebbe restituire alla cittadinanza e ai visitatori l'importanza che la cinta muraria patavina ha avuto nella storia della città.



## Note

(1) Questo saggio espone i risultati della Tesi di Laurea di Michelangelo Mezzocolli dal titolo *Ricostruire la fortezza. Il Castelnuovo di Padova*. Discussa presso lo IUAV il 18 ottobre 2016. Relatrice: Alessandra Ferrighi; Correlatore: Cosimo Monteleone; con la partecipazione del

Comitato Mura di Padova. Tutte le immagini e i riferimenti bibliografici di questo saggio sono state estrapolati dalla citata Tesi di Laurea.

(2) Gli scavi sono stati realizzati dallo studio di archeologia Stefano Tuzzato per la Soprintendenza archeologica del Veneto.



Fig. 7- La storia di Castelnuovo presentata in logo (Museo Multimediale delle mura di Padova)

## **Bibliografia**

- De Luca, L. (2011) *La fotomodellazione architettonica*. Palermo, Dario Flaccovio Editore.
- Fadini, U. (a cura di) (2011) *Il Castelnuovo di Padova. La fortezza mancata*. Padova, Il Prato Editore.
- Fadini, U. (a cura di) (2013) *Mura di Padova. Guida al sistema bastionato rinascimentale*. Vicenza, I Edibus Edizioni.
- Monteleone, C. (2012) Verso una verità, rappresentare Carpi e le sue trasformazioni nel tempo. In: Giordano, A., Rossi, M. & Svalduz, E. (a cura di). *In mezzo a un dialogo. La piazza di Carpi dal Rinascimento a oggi*. Carpi, A.P.M Edizioni, pp. 87-90.



## Le rocce raccontano: la cripta, le prigioni e i sotterranei del castello di Otranto. Dal rilievo al modello di fruizione virtuale

Giovanna Muscatello<sup>a</sup>, Carmine Mitello<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Università del Salento, Lecce, Italia, giovannamuscatello@libero.it, <sup>b</sup> Libero professionista, Giurdignano (Le), Italia, c.mitello@tiscali.it

### Abstract

The Castle of Otranto (Puglia, Italy), located south of the citadel, close to the port area, hides underground environments of great charm, mysterious places where the stories of men, of different rank and social class are intertwined, narrated on the rocky walls from which numerous completely unpublished graffiti and bas-reliefs appear; a varied story, made up of symbols and artistic manifestations, still mysterious, but with numerous ideas, which allows us to perceive the human presences who lived in the most archaic places of the manor, probably from the Middle Ages up to the whole of the seventeenth century. The completion of the study of the basement has given us the opportunity to understand the evolution of the castle structure since its construction. Furthermore, the exceptional discovery of the crypt, below the parade ground, belonging to the rock settlement that extended on this side of the city before the construction of the manor, puts the Idruntino landing place in a new light, seen not only as a port on the Adriatic for trade routes in the Mediterranean but also as a place of worship included in the pilgrimage routes, especially in the Middle Ages. The hundreds of significant religious symbols scratched into the rocks suggest the need for the faithful first and then for the prisoners to impress a sign of their devotion, an imprint of their passage, an expression of their suffering, an *ex voto*. The problems related to the location, inaccessibility and instability of these underground portions made it necessary to acquire and store all the metric information for the current state, using digital data for the study and management of the assets detected. Image-based 3D modelling, digital graffiti mapping, the aid of 3D laser scanner technology and virtual reality have made places “accessible” that otherwise could not be enjoyed except through an immersive story and the creation of a model of virtual use.

**Keywords:** Otranto, castle, crypt, graffiti.

### 1. Introduzione

Nella più recente sistemazione del castello di Otranto (Fig. 1), con i lavori di restauro e valorizzazione del monumento, gli ambienti ipogei attualmente conosciuti sono stati interamente liberati dai materiali di accumulo che li avevano occultati e resi completamente impraticabili. L'adeguata attenzione ai sotterranei ed ai livelli inferiori ha consentito la valutazione di aspetti storico-architettonici del castello ancora inviolati (Muscatello & Mitello 2018).

Ai fini di una corretta valorizzazione dei contesti sotterranei si è proceduto al completamento delle indagini già in atto al fine di aggiornare le ricerche pregresse, chiarire gli aspetti caratterizzanti, documentare le cavità di origine antropica e porre l'attenzione su alcune porzioni suggestive, che per motivi di sicurezza non possono essere fruite; per rendere visibile anche ciò che non è accessibile.



Fig. 1- Otranto. Castello, vista dall'alto del castello aragonese (Mitello & Muscatello, 2022)

## 2. Le indagini: da rilievo al modello digitale

Il rilievo degli ambienti ipogei presenti al di sotto della piazza d'armi del castello costituisce il completamento del rilievo dei sotterranei finora conosciuti (Fig. 2). Le difficoltà di accesso e la condizione di precarietà di questi vani hanno richiesto un'adeguata documentazione al fine di renderli fruibili almeno virtualmente. Per la documentazione ci si è avvalsi, oltre alla tecnologia fotogrammetrica, anche delle attuali metodologie informatiche integrate, laser scanning 3D, ecc. al fine di rendere completa e leggibile la presenza degli ambienti ipogei, incastonando la loro posizione nel "sistema" castello. Questo lavoro ha permesso di ottenere un *digital twin* o *gemello digitale* dell'oggetto rilevato che racchiude i dati metrici, spaziali e materici da cui è possibile trarre lo sviluppo plano-altimetrico completo, la connessione ed il rapporto con le componenti strutturali superiori, nonché notizie in merito all'uso o alle funzioni avute nel corso della vita del castello. Dal punto di vista strettamente legato alle problematiche di acquisizione dei dati, inoltre, sono state notevoli anche le difficoltà legate alle caratteristiche intrinseche dei luoghi; gli ambienti irregolari, le scarse condizioni di illuminazione e le condizioni ambientali quali la ventilazione, le infiltrazioni d'acqua, i crolli e le lesioni che rendono questi luoghi di difficile accesso. Per tutte queste ragioni, ed affinché questo contesto ipogeico non rimanga sconosciuto, la scelta di più metodologie di rilievo digitali anche 3D ha restituito un importante apparato documentale con una descrizione dei contesti che favorisce uno studio accurato. I dati acquisiti, la restituzione della nuvola densa costituiscono un ottimo *database* per la conservazione digitale di questo importante patrimonio culturale.

Il rilievo e la successiva elaborazione con la creazione del gemello digitale del contesto rilevato, come anzi detto, sono state operazioni complesse, in quanto gli ambienti ipogei rilevati mal si adattano ad essere identificati e adattati a geometrie elementari; inoltre, si trovano a diverse profondità, che variano dai 5 ai 18 metri al di sotto del piano di calpestio del cortile interno al castello, e alcuni non sono raggiungibili agilmente, ma solo tramite piccole botole a pavimento e non comunicanti tra loro. Si tratta di strutture uniche in quanto ogni muro, ogni volta, ogni incavo ricavato è un pezzo originale e non ripetibile. La loro realizzazione in parte si è adattata alla morfologia della roccia; le pareti spesso curve e fuori piombo, i soffitti e le volte formano superfici dalle geometrie complesse. Le cavità artificiali sono segno tangibile di azioni di generazioni passate, testimonianza dell'antico impianto rupestre, del successivo sistema difensivo del castello e soprattutto testimonianza delle genti che solcarono i mari e scelsero, per varie ragioni, come punto di approdo Otranto, il punto più ad est d'Italia, congeniale nelle rotte che collegavano la costa orientale a quella occidentale.



Fig. 2- Rilievo laser scanner 3D del sistema dei camminamenti sotterranei del castello e degli ipogei presenti al di sotto della piazza d'armi. La freccia rossa in alto a sinistra indica l'ingresso al castello. La freccia rossa in basso a sinistra indica uno degli accessi ai sotterranei (Mitello & Muscatello, 2020)

## 3. Il Castello e il contesto rupestre

Il castello di Otranto occupa una posizione strategica all'interno del panorama delle opere fortificate di Puglia e si presenta come un'articolata struttura; risultato di accrescimenti e modifiche attuati sin dal primo impianto per

rispondere alle continue esigenze difensive necessarie all'importante approdo idruntino. Fu edificato in un'area caratterizzata da un'alta concentrazione di ambienti rupestri, strutture interamente scavate nel banco calcarenitico; impianti anche di grandi dimensioni che rispondevano a funzioni differenti, culturali e non. Tali strutture si articolavano ovunque nel territorio Otrantino e lungo l'incisione valliva, che dall'area portuale si spinge sino alla "Valle delle Memorie". Proprio all'interno dei fossati e nelle immediate adiacenze del castello sono ancora visibili i residui di grotte ed anfratti tipici di questo insediamento. Le recenti indagini consentono di sostenere l'ipotesi che vede i contesti grottali sacrificati dalla costruzione del castello, inglobati all'interno delle fondazioni della struttura ed in parte riutilizzati. Infatti, nel percorso dei sotterranei, sono ben visibili, alcune porzioni dell'antico impianto rupestre con vari elementi funzionali, tra cui silos per la conservazione delle derrate alimentari e pozzi per il reperimento dell'acqua dolce, probabilmente di origine medievale (Muscatello & Mitello 2018).

L'importante lavoro di recupero delle parti sotterranee ha permesso di approfondire tale aspetto ed in particolare lo studio degli ambienti ipogei al di sotto della piazza d'armi, chiarisce il quadro delle conoscenze anche in merito alle fasi storiche precedenti al castello.

### 3.1. Gli ipogei della piazza d'armi: la cisterna, i silos e la cripta

A seguito dei lavori di svuotamento e di recupero dei sotterranei sono stati ispezionati e indagati anche gli ambienti ipogei presenti al di sotto del cortile del castello, posti a quote differenti rispetto all'odierno piano di calpestio e accessibili solo tramite alcune botole poste a pavimento (Figg. 3-5). Il primo ambiente ipogeo, a sud, è una cisterna rinascimentale dalle notevoli dimensioni, il cui piano di calpestio si trova ad una profondità di circa -18 m dal piano pavimentale del cortile interno al castello. Il vano è sormontato da una volta a botte realizzata con blocchi di pietra del tipo carparo.

La cisterna fu costruita nel XVI secolo, come attestato dalle fonti d'archivio, per garantire un adeguato approvvigionamento di acqua dolce, reso possibile attraverso un sistema di canalizzazione delle acque piovane che dai lastrici solari confluivano direttamente all'interno della vasca.

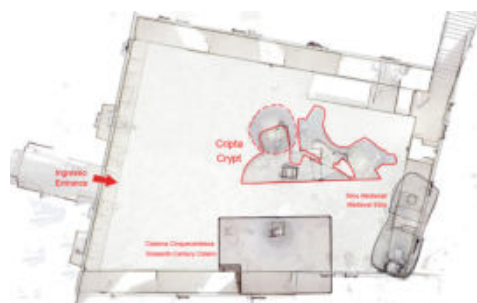


Fig. 3- Planimetria della piazza d'armi. Ipogei presenti al di sotto del cortile interno al castello. In alto la porzione di una cripta, a destra i due silos medievali e in basso la grande cisterna cinquecentesca (rilievo ed elaborazione grafica di Mitello & Muscatello, 2020)

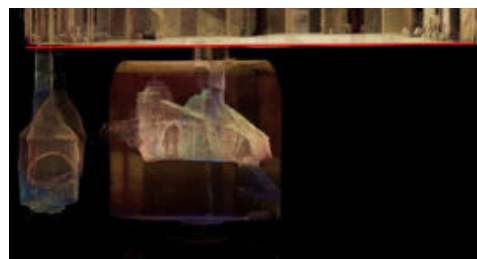


Fig. 4- Vista laterale degli ipogei, collocati a varie profondità. In primo piano la cripta, a sinistra i silos e dietro la grande cisterna cinquecentesca. In evidenza, il piano del cortile e i pozzi di accesso ai vani (rilievo ed elaborazione grafica di Mitello & Muscatello, 2020)

Le pareti della cisterna presentano un rivestimento impermeabilizzante ed in alto due aperture, di cui una, prima dei lavori di sistemazione del piazzale nel 2014, era sormontata da un portale. Nell'angolo a sud-ovest si inserisce un pilastro angolare in tutta altezza, probabile espediente strutturale di rinforzo. L'inserimento della cisterna nel rinascimento modificò la corte e lo scavo portò alla parziale distruzione degli altri ambienti ipogei preesistenti. A sud-est del cortile, nell'angolo a ridosso della porta di accesso alla sala denominata "Triangolare", vi è l'apertura di un pozzo a sezione rettangolare scavato nella roccia che attingeva direttamente alla falda freatica. In realtà il pozzo, a circa 2,50 m di profondità, intercetta un sistema composto da due silos, interamente sagomati nella roccia e connessi tra di loro, la cui copertura ha la tipica forma a campana. I silos usati per lo stoccaggio

dei cereali fanno parte di quegli elementi residuali del periodo medievale, riutilizzati poi come cisterne per la conservazione dell'acqua piovana; presentano uno strato di intonaco di cocciopesto noto per le proprietà idrauliche e resistente all'umidità. I silos in un secondo momento subirono alcune modifiche: le aperture in alto, collocate in posizione centrale rispetto alla calotta, furono chiuse e la realizzazione del pozzo a sezione quadrata bucò la campana del silos più ad est per poi riprendere dal piano pavimentale.

L'ipogeo più importante al di sotto del cortile è quello posto in posizione centrale rispetto alla piazza d'armi. Di difficile accesso è raggiungibile solo dall'alto tramite una botola, racchiude una serie di dati inediti che aggiungono un tassello importante per lo studio della storia di Otranto. Anche questo vano, nel 2014, come l'intero circuito dei sotterranei, è stato in parte svuotato dalla terra e dai detriti che lo colmavano quasi interamente e messo in sicurezza per via delle lesioni presenti sulle rocce. Il piano di calpestio è posto a circa -12 metri di profondità, ma si tratta di un piano su cui è presente un leggero livello di interro. Gli ambienti sono ricavati in una cavità di origine naturale, come si evince dalla calotta sommitale, in seguito modificata con interventi di natura antropica per rispondere alle esigenze del luogo. La planimetria, nella sua conformazione odierna, è irregolare, mistilinea, essenzialmente costituita da due vani, comunicanti tra loro attraverso un varco sormontato da un arco a sesto acuto sagomato nella roccia (Figg. 6-8). La presenza di un incavo laterale, per tutto il profilo dell'apertura, sia lateralmente che superiormente, e due fori laterali suggeriscono l'uso originario di una porta, probabilmente lignea, a chiusura del vano principale. Sul lato sud un muro rettilineo, limite della cisterna cinquecentesca, che taglia una figura incisa nella roccia, impedisce di apprezzare l'originaria estensione dell'ipogeo. Da alcune evidenze strutturali riscontrate e la presenza di una porta murata a sud lungo il percorso dei sotterranei fanno supporre che l'ingresso potesse essere su quel lato e che quindi la cripta potesse spingersi verso sud dove oggi insiste la cisterna. Se questo fosse vero, potrebbe trattarsi di un impianto rupestre di notevoli dimensioni, tra i più grandi dell'area salentina.

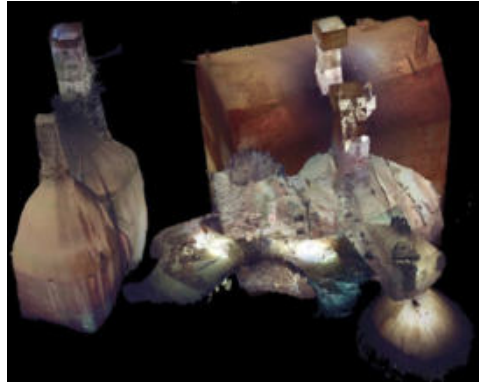


Fig. 5- Vista assonometrica del gemello digitale degli ambienti ipogei, cripta-cisterna-silos. In evidenza il rapporto spaziale tra gli ambienti rilevati e i pozzi di accesso (Muscatello & Mitello, 2020)

All'interno di questa porzione ipogea, quello che maggiormente colpisce è l'incredibile corpus di graffiti che ricopre quasi interamente le pareti.

### 3.2. La cripta e il corpus di graffiti: da luogo di devozione a prigione

Lungo il percorso dei sotterranei, che collega le quattro rondelle del castello, capita di scorgere sporadicamente incisioni sulla roccia con scritte e simboli, mentre all'interno della cripta una concentrazione incredibile di raffigurazioni, graffiti o bassorilievi, anche sovrapposti gli uni agli altri, si rivelano miracolosamente alla luce di una lampada e che solo oggi, dopo un lungo e meticoloso lavoro di documentazione e rilievo, è possibile ammirare integralmente per la prima volta; un panorama di disegni, iscrizioni e messaggi di ogni genere che si prospettano dalle pareti, su piani differenti, in molti casi con immagini dal forte *pathos* che rappresentano una fonte storica preziosissima.

Quale fosse la reale destinazione di questi luoghi, quale l'accesso, nessuno può ancora dirlo con certezza, ma le ipotesi che si possono avanzare, ci conducono all'interno dell'ipogeo con la consapevolezza di rivivere anche solo idealmente le vicende di genti lì approdate, giunte o forzatamente condotte, che per poco o più tempo hanno abitato tali spazi. Con lo scorrere dei secoli si sono avvicinati uomini diversi per età, cultura e religione e le tracce del loro passaggio si colgono lungo i budelli di passaggio e in modo più diffuso nello spazio centrale.

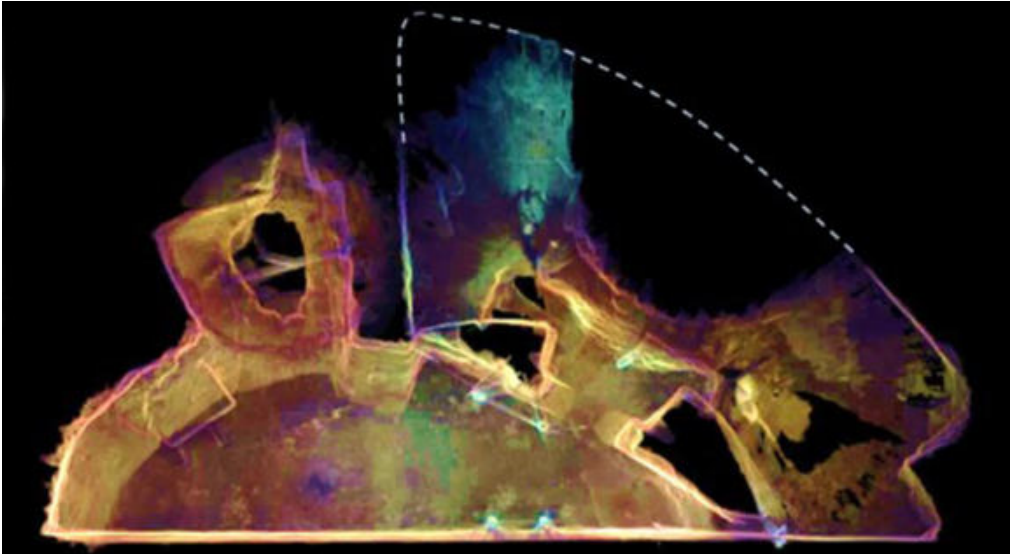


Fig. 6- Planimetria dell'ipogeo-cripta. Elaborazione della nuvola di punti con alterazione cromatica. In evidenza, la conformazione e la distribuzione spaziale dell'ambiente. Con il tratteggio si evidenzia la ricostruzione del perimetro del secondo ambiente ancora non del tutto svuotato (rilievo ed elaborazione grafica di Muscatello & Mitello, 2020)



Fig. 7- Cripta. Gemello digitale. In evidenza, le caratteristiche strutturali e l'inserimento delle strutture per la messa in sicurezza dei vani. In basso, un silos parzialmente visibile poiché ancora colmo di materiale (Muscatello & Mitello, 2020)





Fig. 8- Elaborazione da rilievo laser scanner 3D. Vista laterale di una porzione della cripta. In evidenza gli aspetti morfologici dell'ipogeo con i graffiti, l'apertura con arco a sesto acuto e l'incasso per l'alloggio della porta lignea (Muscatello & Mitello, 2020)



Fig. 9- Rappresentazione di un monaco in posizione ascetica, forse riconducibile al complesso rupestre originario. A destra, una figura umana accanto ad un albero e altre immagini di monaci. In basso, a sinistra, la raffigurazione di una piccola imbarcazione (Muscatello & Mitello, 2020).

Tuttavia il materiale figurativo a disposizione ci consente di considerare quell'ipogeo in prima istanza come un luogo di culto, approdo per quanti si avventuravano nel Mediterraneo e raggiungevano le sponde della terraferma, mostrando gratitudine e devozione alla Vergine, la cui immagine assieme a quella di un adorante in ginocchio e con le mani giunte si riconoscono scavate nella roccia.

In riferimento a questo uso, numerosissimi sono i simboli cristiani presenti e ripetuti lungo tutte le pareti: dalle croci incise in diverse fogge e grandezze, ai simboli eucaristici, al braciere con le fiamme, al calice, il pane sino alle figure in abito monacale, tra cui il grande monaco in posizione ascetica (Fig. 9), il nome sacro IHS e le croci sul Golgota.

Ai lati dell'arco a sesto acuto che divide le due camere si riconoscono anche i simboli della *Triplice Cinta*, costituite da tre quadrati concentrici, elemento figurativo che allude generalmente all'identificazione di un luogo di culto, ma il cui vero significato appare ancora oggi misterioso. Queste testimonianze grafiche



Fig. 10- Rubricazione del *drakkar* con testa di drago sulla prua (Muscatello & Mitello, 2020)

sono di difficile studio per la multiforme varietà che presentano. Numerosi i motivi legati alla navigazione le raffigurazioni di imbarcazioni, remi, profili umani riconoscibili come marinai o soldati, diverse imbarcazioni, visibili in più punti della cripta, la cui tipologia testimonia lo scorrere dei secoli e contemporaneamente la cultura, la civiltà e la nazionalità di quanti uomini sono giunti in quei luoghi.

Tra le più importanti si riconosce un *drakkar* (Fig. 10), un'imbarcazione di epoca medievale in uso fino al XV sec., utilizzata per primi dai Normanni principalmente per scopi militari o esplorativi; una nave a vela, probabilmente una "cocca caracca", scafo dalle più grandi dimensioni, adatta ad affrontare lunghi viaggi e solcare mari profondi, una galea veneziana.

Sulle pareti dell'ipogeo la prua di una nave è scavata nella roccia, in corrispondenza di una sporgenza naturale della pietra, a ridosso del passaggio fra i due ambienti (Fig. 11). Su di essa le vele trasportano messaggi importanti: il simbolo cristologico IHS con la croce della cristianità, una data 1559, termine ante quem, entro il quale, evidentemente, era possibile l'accesso in grotta; un nome "Io Toma [...] lezzi" e una croce inscritta in un cerchio. Probabilmente ricorda un evento legato alla navigazione o un possibile salvataggio. Anche un'altra data appare perfettamente leggibile alla luce delle lampade, il 1499, parte di un'iscrizione più ampia difficile da decifrare, in cui lettere di alfabeti diversi si sovrappongono le une alle altre. È questo senza dubbio l'aspetto più intrigante di questa straordinaria scoperta, poiché nell'impossibilità di ricostruire, almeno per il momento, tutti i messaggi incisi nella pietra, è facile comunque individuare lettere di alfabeti diversi, da quelle latine a quelle greche, da quelle arabe ai simboli runici. Ad un certo punto della storia, però, non è dato sapere quando per ora, da luogo di approdo e devozione, l'ipogeo sarebbe



Fig. 11- Bassorilievo che richiama un evento legato alla navigazione, dal carattere devozionale (Muscatello & Mitello, 2020)

divenuto luogo di prigionia. Lo testimoniano ancora una volta le pietre incise, con i calendari di prigionia organizzati in quindicine, così come anche la ripetizione della parola "Arabo", le impronte delle mani, i genitali, le forbici: tutti probabili riferimenti alle pene inflitte ai prigionieri.

Una prigionia dove i muri, muti testimoni degli eventi, sono diventati supporto per la scrittura e la rappresentazione di vicende, disgrazie, credenze e sogni o semplicemente usati per giocare ed ingannare il tempo. Interessante la presenza di due immagini umane stilizzate, collocate in posizioni differenti all'interno della grotta, che probabilmente riconducono alla presa di Otranto nel 1480; due figure con uno strano copricapo, un pennacchio, delle quali una presenta anche l'armatura e l'altra lo scudo in mano (Fig.12). Dai confronti stilistici riscontrati in contesti omologhi salentini, potrebbe trattarsi della rappresentazione dei soldati turchi che arrivarono nel centro idruntino e distrussero la città. Tra le immagini che il tempo ha conservato, si riconosce un soldato in abiti medievali, con una cotta di maglia, i tipici calzari



Fig. 12- Rappresentazione di un uomo con armatura e pennacchio sulla testa, probabile raffigurazione di un soldato turco. Accanto, a sinistra, un sestante. A sinistra in basso, una torre merlata (Muscatello & Mitello, 2020)



Fig. 13- Immagine di un soldato medievale con la cotta di maglia, calzari, la spada alla cintola e il serpente nella mano destra (Muscatello & Mitello 2020)

## Bibliografia

- Cariddi, P. (2014) *Otranto intra moenia. Dagli Aragonesi ad oggi*. Monteroni di Lecce (Le), Esperidi.
- Fonseca, C. (1979) *Insediameti rupestri nel Basso Salento*. Galatina (Le), Congedo.
- Muscatello, G., Quarta, A. & Mitello, C. (2018) *I sotterranei dei Castelli di Otranto e Gallipoli. Dal rilievo laser scanner 3D all'analisi strutturale*. In: Marotta, A. & Spallone, R. (eds.) *Defensive architecture of the Mediterranean. Vol. 9: Proceeding of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 18-20 October, Torino*. Torino, Politecnico di Torino, pp. 1021-1028.
- Muscatello, G & Mitello, C. (2020) La cinta muraria ed i fossati della città di Otranto. Il rilievo tridimensionale integrato per la conoscenza delle evidenze architettoniche ed archeologiche. In: Navarro Palazòn, J & García-Pulido (eds.) *Proceedings of the International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast. FORTMED 2020, 4, 5 e 6 novembre 2020, Granada*, Granada, Universidad de Granada, pp.365-372.

e una spada appesa ai fianchi (Fig. 13). Le braccia sono rivolte verso il cielo e con una mano trattiene un serpente, probabile allusione al simbolo della città di Otranto, così come la torre merlata che compare in un altro punto dell'ipogeo.

Una figura interessante è quella che rappresenta una farfalla antropomorfa dalle grandi ali, scavata nella roccia. La farfalla, *psyché*, è insieme simbolo e allegoria dell'anima, quella dei defunti, e anche della brevità della vita.

L'apparato figurativo rilevato è vastissimo e di grande coinvolgimento, un unicum nel Salento, ed è riconducibile a diverse fasi storiche, che vanno dal Medioevo sino al Rinascimento.

## 4. Conclusioni

Il completamento dello studio dei sotterranei ha permesso di comprendere l'evolversi del "sistema castello" sin dalla sua edificazione. Il modello digitale dell'intero complesso consente di fruire virtualmente anche le porzioni più suggestive del maniero che risultano però impraticabili. La cripta, con il suo incredibile corpus di graffiti, è ora un libro aperto accessibile a tutti coloro i quali, per studio o per passione, sono interessati a questo affascinante "rompicapo" che ha ancora molto da raccontare.

## Note

Il presente lavoro di ricerca è stato condotto nell'ambito del "Progetto di Recupero dei Fossati e la rifunzionalizzazione di una sala del castello da destinare a teatro virtuale" - Fondo per lo sviluppo e coesione 2007-2013, Comune di Otranto (Le).

I rilievi e le elaborazioni grafiche e tridimensionali sono stati realizzati da Giovanna Muscatello e Carmine Mitello.

## Rilievo architettonico remote sensing della Fortezza della Verruca sui Monti Pisani, Toscana (Italia)

Giovanni Pancani<sup>a</sup>, Matteo Bigongiari<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Università di Firenze, Firenze, Italia, giovanni.pancani@unifi.it, <sup>b</sup> Università di Firenze, Firenze, Italia, matteo.bigongiari@unifi.it

### Abstract

The paper describes the digital survey project of the Verruca fortress, a medieval fortress built on top of one of the peaks of the Pisan Mountains to control the valley of the Arno river; the fortress was fortified in modern times by the Florentines and was visited by important architects such as Giuliano da Sangallo and Leonardo da Vinci. Today the fortress is in a state of ruin, and recently a summer fire caused the loss of the vegetation that had massified around the building, thus allowing to program the analysis of the walls of the fortress to deepen its construction history and state of material and structural conservation. The fortress survey project integrates range based, image based and UAV technologies, focusing attention on the methodologies used to ensure the high morphological reliability of the data obtained from the survey, in a very complex area to reach: in fact the position of the Verruca fortress does not present optimal landscape conditions to plan measurement operations. The three-dimensional model obtained by the drone, which is necessary for the reconstruction of reliable textures, has been verified to be reliable compared to the laser scanner model. Highly reliable drawings were obtained which are useful for analyzing the state of conservation of the architecture; thanks to the use of the drone it was possible to measure points that were not accessible until now. The results of the survey made it possible to reconstruct graphical drawings that made it possible to deepen the architectural and historical analyzes on the fortress.

**Keywords:** remote sensing, Verruca, UAV, TLS.

### 1. Introduzione

Il contributo descrive il progetto di rilievo digitale della fortezza della Verruca, che si trova sulla vetta del Monte Verruca, sui monti pisani. Il progetto di rilievo digitale della fortezza della Verruca integra tecnologie di acquisizione dati range-based, image-based e UAV (unmanned aerial vehicle); si focalizza nello specifico l'attenzione sulle metodologie utilizzate per garantire l'elevata affidabilità morfologica dei dati ottenuti dal rilievo in un'area molto difficile da raggiungere e da misurare (Fig. 1).

La rocca è situata infatti sulla sommità del Monte Verruca, sui Monti Pisani con lo scopo di controllare la valle del fiume Arno, in prossimità del suo sbocco a mare. Fu edificata dai Pisani nel X secolo

ed è sempre stata considerata di grande importanza strategica per il mantenimento del potere militare sulla regione (Francovich & Gelichi, 2003). Firenze e Pisa nel XV secolo si contesero a lungo i possedimenti e i punti strategici sui Monti Pisani fino a quando la fortezza della Verruca fu conquistata definitivamente dai fiorentini nel 1503, anno in cui fu visitata dai grandi architetti militari della Repubblica, Sangallo e Leonardo, per volere di Machiavelli (Pedretti, 1972); dopo pochi anni vengono ammodernate le difese della struttura, in modo tale da potersi difendere dal tiro di armi da fuoco.

A causa della perdita di importanza strategica di questi punti di vedetta, la rocca venne lentamente



Fig. 1 - Vista aerea della rocca della Verruca (foto degli autori, 2019)

abbandonata nei decenni successivi. Oggi si trova in uno stato di rudere, e recentemente un incendio estivo ha causato la perdita della vegetazione che si era massificata intorno all'edificio, consentendo così di prevedere l'analisi delle murature della fortezza per approfondirne la storia costruttiva e lo stato di conservazione materiale e strutturale (Fig. 2).

A maggio 2019 è iniziata una collaborazione tra il comune di Vicopisano, su cui sorge parte del perimetro fortificato, e il Dipartimento di Architettura (DiDA) dell'Università di Firenze per la realizzazione dei rilievi architettonici della fortificazione; il progetto di rilievo della fortezza ha previsto l'utilizzo sperimentale di strumentazioni di rilievo digitale laser scanner, drone e GPS di ultima generazione, per creare un modello digitale altamente affidabile; la fortezza era stata già parzialmente rilevata in passato, trovando grandi difficoltà nel misurare le parti esterne, lungo i ripidi pendii, dove è possibile vedere come l'edificio poggia direttamente sulle rocce che caratterizzano il Monte Serra e ne fanno derivare il nome; il più recente rilievo delle strutture era stato realizzato con il supporto di una stazione totale da un gruppo di studio dell'Università di Pisa (Nicolosi, 2000).

I modelli tridimensionali derivanti dal rilievo laser scanner e dalla fotogrammetria con

drone sono stati uniti in un unico modello texturizzato. Per garantire l'affidabilità dei modelli digitali ricostruiti con le diverse tecniche di acquisizione, particolare attenzione è stata posta al confronto tra le morfologie delle nuvole di punti ottenute e alla contestuale verifica dei punti di controllo misurati sia in coordinate locali che georeferenziate; per garantire l'affidabilità dei singoli modelli è stato necessario prestare attenzione anche alla fase di registrazione dei dati. I risultati del rilievo hanno consentito di ricostruire disegni bidimensionali e tridimensionali che hanno permesso di approfondire le analisi architettoniche e storiche della fortezza; suscita infatti molto interesse nello studio dell'evoluzione delle fortezze alla fine del 1400 e nell'attività di architetto militare sia di Sangallo che di Leonardo da Vinci.

## 2. Rilievo architettonico

La posizione della fortezza della Verruca non presenta condizioni ottimali per poter programmare le operazioni di misurazione: il rilievo delle aree interne alle mura non è così complesso come l'esterno, che è disposto su un ripido pendio con fitta vegetazione che non facilita il passaggio di operatori, strumenti e la corretta acquisizione di misure. Nonostante ciò, negli ultimi decenni sono stati effettuati alcuni



POSTAZIONI DEL LASER SCANNER RIPORTATE SUL MODELLO DI NUVOLA COMPLETO



VISTA NORD OVEST

Fig. 2- Elaborazioni della nuvola di punti tridimensionale ottenuta da laser scanner (elaborazioni della nuvola eseguite dagli autori, 2022)

rilievi strumentali, che non hanno consentito però la descrizione dettagliata delle murature, consentendo la restituzione in una scala non inferiore ad 1:100, e hanno presentato alcune approssimazioni per quanto riguarda le parti morfologicamente più complesse delle strutture: la necessità di un rilievo dettagliato necessario ad interpretare, seguendo un metodo scientifico, lo stato di conservazione e le fasi costruttive dell'edificio hanno portato alla progettazione di

una più moderna ed accurata campagna di rilievo.

I recenti incendi dolosi, che hanno colpito la vetta del Monte Verruca, hanno nel contempo in parte favorito la progettazione e la realizzazione di nuove campagne di rilievo, adottando in questo caso sistemi di acquisizione dati digitali. In particolare sono state realizzate tre diverse campagne di acquisizione, che sfruttano differenti strumentazioni e metodi di misurazione: strumenti



Fig. 3- Elaborazioni del modello tridimensionale mappato ottenuto da fotogrammetria (immagini da drone estratte dal sito Leicageosystem, elaborazione del modello degli autori, 2022)

laser scanner per creare un modello che descriva in dettaglio e con accuratezza la morfologia dell'edificio; acquisizioni fotografiche e ricostruzioni SfM (Structure from Motion) da terra per creare modelli tridimensionali che descrivano la matericità delle pareti; fotogrammetria aerea con l'utilizzo di droni, per creare un modello tridimensionale dell'intero complesso.

### 3. Metodologie

Il rilievo laser scanner della fortezza della Verruca è stato progettato per descrivere tutte le superfici dell'architettura con una definizione che consentisse la restituzione grafica dei disegni necessari alla predisposizione delle indagini diagnostiche (Bigongiari & Pancani, 2020). Le scansioni sono state effettuate con lo strumento Leica RTC360, le cui caratteristiche hanno consentito il rapido completamento di misurazioni altamente affidabili: lo scanner è infatti in

grado di misurare oltre due milioni di punti al secondo, realizzando fotografie panoramiche HD; le 5 telecamere posizionate ai bordi dello strumento consentono inoltre il riconoscimento della scena in cui si trova lo scanner e dei suoi movimenti, consentendo l'allineamento delle scansioni direttamente sul campo. Il risultato delle acquisizioni ha prodotto una nuvola di punti in coordinate locali risultante dall'allineamento di 145 scansioni (Fig. 3).

Il corretto allineamento è stato verificato in prima istanza costruendo cloud-constraints che realizzassero un percorso poligonale chiuso, che quindi consentisse il calcolo degli errori di allineamento; successivamente, una volta accettati per la scala di restituzione i valori di disallineamento ottenuti sono state verificate le registrazioni sezionando il modello in più punti con piani orizzontali e verticali e controllando il corretto allineamento delle stazioni. Nonostante la



Fig. 4- Sistema di certificazione del dato laser scanner per analisi delle sezioni delle nuvole registrate (elaborazione grafica degli autori, 2022)

presenza di vegetazione, i risultati hanno garantito errori di allineamento inferiori ad 1,5 cm sulla distanza dei fili di sezione (Fig. 4). Il rilievo fotogrammetrico 3D è stato effettuato con lo scopo principale di produrre immagini rettificata delle superfici architettoniche da utilizzare per le indagini diagnostiche e per analizzare le stratigrafie delle murature; per ottenere questo risultato è stato utile combinare le acquisizioni da terra con le acquisizioni ottenute dai voli con droni per risolvere alcuni problemi di coni d'ombra, dovuti in particolare alla presenza di vegetazione.

Il rilievo fotografico della Verruca è stato particolarmente complesso a causa di una serie di condizioni ambientali che hanno reso difficoltoso lo scatto: le difficoltà maggiori si sono incontrate lungo il perimetro esterno della fortificazione, che, trovandosi sulla sommità di un monte particolarmente roccioso, non permetteva di spostarsi facilmente intorno ad esso per realizzare tutte le foto utili a costruire un modello tridimensionale; inoltre la vegetazione circostante, anche se non particolarmente rigogliosa dopo gli incendi, ha imposto continui movimenti e cambi di inquadratura e definizione delle superfici murarie, oltre che ha provocato notevoli differenze di illuminazione dovute al filtraggio della luce attraverso rami e tronchi. Oltre a ciò, in alcune zone non è stato possibile riprendere la tessitura muraria a causa del degrado causato dalla vegetazione spontanea. Le campagne fotografiche sono state quindi organizzate per risolvere queste difficoltà e per ottenere un modello strutturato che potesse descrivere le superfici con una definizione almeno in scala 1:50.

Nella scelta della corretta strumentazione da utilizzare per le riprese è stata considerata la condizione di scarsa illuminazione, che provoca

abbagliamento di punti luce dove entrano i raggi solari. Per questo si è reso necessario prevedere l'utilizzo di strumenti che fossero in grado di realizzare inquadrature di alta qualità nonostante la luce presente fosse significativamente sfavorevole allo scatto fotografico. È stata utilizzata una fotocamera full frame Sony A 7R II (sensore CMOS da 42,4 MP) mirrorless, in modo da garantire un alto livello di definizione, che fosse in grado di descrivere le pareti nei suoi dettagli: questa fotocamera è in grado di restituire fotogrammi di alta qualità anche impostando una sensibilità piuttosto elevata, in modo tale da favorire lo scatto senza treppiede; lo stesso corpo macchina è stato montato per le riprese con il drone, sul modello Leica Airbot AX20 (Fig. 5).

Per ricostruire al meglio le superfici della fortezza, si è deciso di riprendere inquadrature seguendo tre livelli di indagine: un primo da terra muovendosi intorno all'oggetto a distanza ravvicinata, un secondo aereo scattando immagini zenitali, un terzo ancora aereo ma inclinando la telecamera verso gli alzati per riprendere al meglio i prospetti.

Ognuna di queste sequenze fotografiche, riprendendo oggetti da diverse distanze, richiedeva l'uso di obiettivi con diverse lunghezze focali. Per la prima sequenza, da terra, è stato utilizzato un Sony FE 28mm f/2.8 28mm, ideale per muoversi intorno agli oggetti anche a distanze ravvicinate, inferiori ai 2 metri: con questo obiettivo sono state acquisite tutte le superfici esterne ed interne della fortificazione. Per la seconda e la terza sequenza è stato utilizzato un Sony Zeiss Sonnar T\*FE 55mm f1.8 ZA 50mm, ruotando intorno alla fortezza a una distanza più o meno fissa. La scelta della focale si è basata sullo studio della risoluzione che deve essere garantita ai fotogrammi per rientrare nelle scale di riduzione del modello tridimensionale;





Fig. 5- Pianta della fortezza realizzata utilizzando come sfondo la nuvola di punti e restituendo le curve di livello del terreno circostante (elaborazione grafica degli autori, 2022)

se, nel caso del rilievo laser scanner, che viene acquisito direttamente in scala metrica, è possibile valutare la definizione in base alla griglia dei set point, per quanto riguarda il rilievo fotografico, la valutazione della definizione deve essere progettata su la base della densità di pixel con cui vengono definite le superfici. Le acquisizioni fotografiche hanno mantenuto un rapporto di almeno 6px/cm con un margine minimo di sovrapposizione tra fotogrammi contigui del 50%.

Sono stati inoltre posizionati 9 target a terra e sono state ottenute le corrispondenti coordinate GPS, utili per scalare e georeferenziare le nuvole di punti aerofotogrammetriche.

Al termine della fase di raccolta dati, 682 immagini finali sono state importate e orientate nel software 3DF Zephyr durante il processo di ricostruzione 3D. La nuvola di punti fotogrammetrica è stata poi unita alla nuvola di punti del laser scanner per ottenere un modello ancora più dettagliato, oltre che scalato e georeferenziato. L'unione dei modelli è avvenuta per punti di controllo (50 punti distribuiti a distanza costante in modo da

controllare tutto il modello) evidenziando errori di allineamento inferiori a 1,5 cm.

Prima di procedere con l'elaborazione dei dati per la ricostruzione della scena tridimensionale, è stato effettuato un attento controllo di qualità sui fotogrammi: anche se si è sempre cercato di mantenersi entro i tempi di scatto di sicurezza per evitare l'effetto mosso negli scatti fotografici (Forti, 2006), soprattutto per quanto riguarda le acquisizioni da distanza ravvicinata in cui, muovendosi intorno all'oggetto, si incorre in ripetuti cambiamenti di esposizione alla luce, si doveva evitare il rischio di avere fotogrammi fuori fuoco o con esposizione errata. Per questo motivo le foto in formato .raw sono state importate in un apposito software con lo scopo di verificarne la corretta messa a fuoco e regolarne i parametri. In questo modo il bilanciamento del bianco è stato equalizzato per tutti gli scatti in modo da avere un colore il più uniforme possibile.

A causa delle diverse esposizioni alla luce delle superfici, si è inoltre deciso di limitare al minimo la presenza di zone sovrailluminate e in ombra,



Fig. 6- Restituzione grafica a filo di ferro di uno degli alzati della fortezza (elaborazione grafica degli autori, 2022)

riducendo al minimo i parametri Luci e Ombre. Infine, abbiamo cercato di rendere l'esposizione delle superfici il più omogenea possibile variando il parametro in base al tempo di scatto del fotogramma.

I dati provenienti da diversi sistemi di acquisizione sono stati utilizzati per realizzare i disegni tecnici (piante e sezioni), attraverso una metodologia consolidata che prevede l'estrazione delle geometrie dal dato delle nuvole di punti del laser scanner, la matericità delle superfici dalle acquisizioni fotogrammetriche: entrambi i database hanno stato opportunamente sottoposto a protocolli di certificazione dei dati al fine di verificare l'affidabilità sia della registrazione delle scansioni che della calibrazione dei fotopiani

sulla nuvola di punti (Pancani, 2017) (Figg. 5-7). La verifica dell'affidabilità delle ricostruzioni è avvenuta attraverso il confronto tra i diversi sistemi di rilievo tridimensionale: il rilievo ha integrato diverse metodologie, producendo differenti copie digitali della Verruca con diversi livelli di affidabilità.

Possiamo sintetizzare le acquisizioni in tre diversi sistemi di ricostruzione: laser scanner, SfM e GPS. Due di questi metodi di acquisizione sono in grado di fornire una misura entro predeterminati parametri di errore: la singola scansione da laser scanner infatti, a seconda del modello di strumento, garantisce un'elevata affidabilità, nel nostro caso millimetrica; allo stesso modo il GPS ha misure centimetriche garantite sul piano xy; 1,2

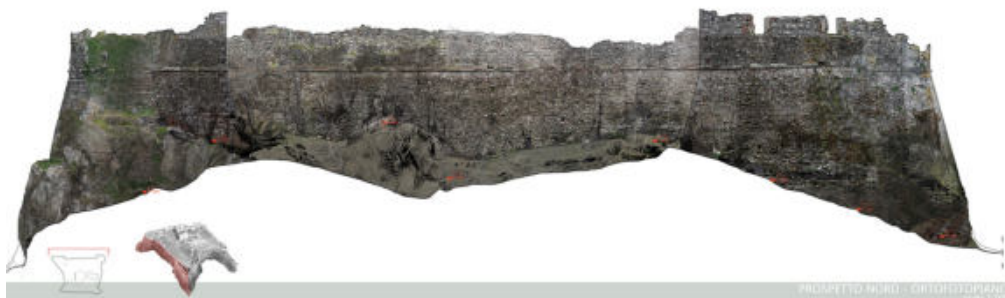


Fig. 7- Restituzione grafica a fotopiano di uno degli alzati della fortezza (elaborazione grafica degli autori, 2022)

cm sull'asse verticale. Purtroppo, non si può dire lo stesso delle ricostruzioni fotogrammetriche, sebbene il posizionamento del trigger point sia avvalorato dalla presenza sul drone di un GPS ad alta precisione: il posizionamento del trigger point, infatti, non garantisce la corretta ricostruzione delle nuvole di punti che vengono influenzate da numerose e diverse problematiche legate alla sorgente luminosa (Pancani & Bigongiari, 2019).

Per questo, dopo un accurato controllo del processo di registrazione si è preso come base morfologica il rilievo laser scanner, le cui coordinate polari sono state utilizzate per verificare i punti di controllo del rilievo fotogrammetrico, sia da terra che dal drone. Contestualmente, è stata sperimentata l'unione tra allineamento laser scanner e fotogrammetria, ottenendo interessanti risultati in termini di affidabilità del modello mesh.

Insieme agli sviluppatori di 3d FLOW con i quali è attiva una collaborazione dal 2019, c'è l'intenzione di migliorare questi algoritmi per rendere il rilievo fotogrammetrico ancora più un rilievo integrato.

## Bibliografia

- Bigongiari, M. & Pancani, G., (2020) Digital survey for the structural analysis of the Verruca fortress. *Procedia Structural Integrity*, 29, 149-156.
- Colomina, I. & Molina, P. (2014) Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: a review. *ISPRS J Photogramm Remote Sens*, 92, 79–97.
- Forti, G. (2006) *Fotografia, teoria e pratica della reflex*. Roma, Editrice reflex.
- Francovich, R. & Gelichi, S. (2003) *Monasteri e castelli fra X e XII secolo. Il caso di San Michele alla Verruca e le altre ricerche storico-archeologiche nella Tuscia occidentale*. Firenze, Firenze all'insegna del Giglio.
- Gaiani, M. (2015) *I portici di Bologna, Architetture, modelli 3D e ricerche tecnologiche*. Bologna, Bononia University press.
- Murtiyoso, A. & Grussenmeyer, P. (2017) Documentation of Heritage Buildings using Close-Range UAV images: dense matching issues, comparison and case studies. *The photogrammetric Record*, 32 (159), 206-229.
- Pancani, G. (2017) Rilievo delle lastre tombali del Camposanto Monumentale di Piazza dei Miracoli a Pisa. In: Caccia Gherardini, S. & De Vita, M. (a cura di) *Restauro archeologico*. Firenze University Press, Firenze.
- Pancani, G. & Bigongiari, M. (2019) The Integrated Survey of the Pergamum by Nicola Pisano in the Cathedral of Pisa. In: Kremers, H. (a cura di) *Digital Cultural Heritage*. Springer, Cham.
- Pedretti, C. (1972) La Verruca. *Renaissance Quarterly*, 25 (4), 417-425.

## 4. Conclusioni

L'indagine Verruca ha permesso di sperimentare numerosi sistemi di acquisizione dati per integrare i risultati dei diversi strumenti. Il modello 3D ottenuto dal drone, necessario per la ricostruzione di texture affidabili, è stato verificato affidabile per cm rispetto al modello laser scanner. Sono stati ottenuti disegni altamente affidabili utili per analizzare lo stato di conservazione dell'architettura; grazie all'utilizzo del drone è stato possibile misurare punti fino ad ora non accessibili. La ricerca sulle metodologie da parte del gruppo, in collaborazione con la software house 3d FLOW, sarà sempre più indirizzata allo studio di sistemi rapidi che integrino laser scanner e acquisizioni con droni per ottenere dati sempre più affidabili. I cuni risultati delle analisi diagnostiche realizzate a partire dal rilievo 3D qua presentato possono essere approfonditi in (Pancani & Bigongiari, 2020), dove si fornisce un quadro più completo delle problematiche conservative e delle possibilità di sviluppo del progetto relativamente alla conservazione.

# Analysis and definition of intervention strategies for the conservation of the boundary walls in Verona

Sandro Parrinello<sup>a</sup>, Raffaella De Marco<sup>b</sup>, Elisabetta Doria<sup>c</sup>

<sup>a</sup> University of Pavia, Pavia, Italy, sandro.parrinello@unipv.it, <sup>b</sup> University of Pavia, Pavia, Italy, raffaella.demarco@unipv.it, <sup>c</sup> University of Pavia, Pavia, Italy, elisabetta.doria@unipv.it

## Abstract

The research concerns a process of documentation and analysis for the development of guidelines useful for the conservation, maintenance and enhancement of a portion of the Magistral Walls of Verona. Within an agreement between the Municipality of Verona and the University of Pavia, numerous documentation campaigns were developed to define an overall knowledge of the diagnostic conditions of a 300 m portion from the 11 km boundary of the mediaeval Scaliger's wall. The project, with the participation of an interdisciplinary group of professors and researchers, aims to simplify the intervention procedures on the entire Magistral fortified route. The goal is to define, through a dialogue with the superintendence, standard identifications of documentation and conservation approaches. It regarded the integration of multiple phases of digital documentation for morphometric drawing and 3D modelling, to support mineralogical, petrographic, archaeological, geo-seismic, endoscopic, structural and design evaluations for restoration and conservation. It has been possible to cross-reference data on the construction and technological characteristics with aspects relating to the documented conditions of degradation, generating synthesis frameworks and matrixes useful for guiding the conservation interventions on typological and formal classifications of the fortified system.

**Keywords:** Scaliger's walls, integrated survey, planned conservation, Verona.

## 1. Introduction

The urban defence system of the city walls of Verona still today constitutes a monumental component of comparison for the city and its development, as a tangible sign of historical, social, and urban reference. The stratification of the fortification system traces the epochs and episodes of the city's history: from the Roman age to the Municipal one, passing through the Scaliger Lordship, the Visconti's dominion, and to the Republic of Venice that ended with the Napoleonic destructions, and finally to the Austrian period. Due to the wall's value, the city of Verona was recognised on the UNESCO World Heritage List in 2000 for the exceptional example of its entire defensive system. The shape of the city was defined in Roman times when it

was surrounded by the first stone walls. After the middle of the 13<sup>th</sup> century, high walls known as *Ezzelino's* walls were built further south of the Roman walls, which, under the rule of Della Scala lords, expanded to the present border.

Cangrande I is responsible for the monumental city walls still visible today to the north and built from 1321 to 1325. Between the 15<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> centuries, Verona became a border town for the Republic of Venice, assuming a decisive role for the entire land dominion. In those years, a total revision of the defence system took place, following the requirements of a 'modern-style' defence. The constructive renewal of the walls began around 1520, introducing a greater wall thickness capable

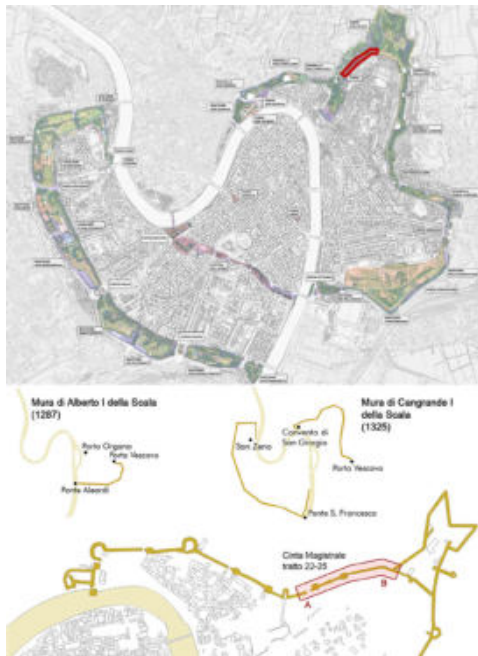


Fig. 1- The location of the portion of Scaliger's walls (300 m) analysed in the pilot case study (1)

of absorbing enemy artillery hits, with 'scarp' brick walls up to 4 metres of thickness built in adherence to the previous mediaeval walls, with embankments more than 15 metres deep. New fortified gates, roundels and bastions, completed in 1550, closed the 11 kilometres of city walls, providing a flat area outside the walls extending for about a mile. In 1814, Austrian interventions reinforced the existing walls. In 1900, the defensive function disappeared, and the walls were demolished in many parts to expand the infrastructural system.

### 1.1. The Scaliger Walls and the northern defensive system of the city

In 1136 Verona became one of the first Italian Municipalities, interested in the conflict between the ruling Ghibellines and their Guelf counterpart until it became a Lordship with the Della Scala dynasty, which remained in power for one hundred and twenty-five years, from 1262 to 1387. The Scaligers dedicated themselves to the renewal of Verona's defensive system, both with the construction of a new city wall, characterised by the expansion of the urban sector to the north and with the acquisition and renovation of pre-



Fig. 2- Views on present state of conservation and restoration traces of the mediaeval walls (2020)

existing castles and fortresses in the area, to integrate an extended defensive path of the city from the surroundings. In 1325, Cangrande I completed the construction of the Scaliger's walls, aiming to reinforce the defences along the northern sector: from Porta Vescovo gate to the east, the walls were raised along the hill ridge, and then descend to the west on the left bank of the Adige near the convent complex of San Giorgio. On the right bank, the walls incorporated the pre-existing village of San Zeno, to reach the Adige and reconnect with the urban layout of the municipal period.

The Scaliger's walls were divided into towers and curtain walls and were defended by an embankment excavated in the hill, the so-called *Vallo di Cangrande*. The walls were originally 8-9 metres high, 1.30-1.40 metres thick and surrounded by merlons. While in the flat part the course of the walls was suggested by the layout of the existing villages, the articulated border on the hills was designed by Cangrande. The Scaliger's portions to the left of the Adige are the best preserved; they have survived to the Venetian and Austrian reconstructions, undergoing only minor modifications and alterations that have not

altered their substantial layout (only near Castel San Felice there is an entirely Austrian section, substituted to Cangrande's walls for its insertion). On the contrary, on the right bank, the Scaliger's walls were almost completely demolished, following the Venetians defensive reconstruction in 1500.

Between 2020 and 2022, through an agreement between the Municipality of Verona and the University of Pavia, in collaboration with the Superintendence of Archaeology, Fine Arts and Landscape, mostly non-invasive documentations and a diagnostic study were conducted on a 300 m portion of the Scaliger's walls, in the area between Castel S. Pietro and Castel S. Felice (Fig. 1). The research involved professors, researchers and scholars, in collaboration with the University of Florence and the University of Siena, (2) for the experimentation of an integrated multidisciplinary analysis protocol that could define a diagnostic picture of the state of conservation and stability of the mediaeval walls, useful for the restoration project and the programming of a planned conservation strategy.

## 2. The digital documentation programme for the campaigns of analysis

The section of walls covered by the analysis constitutes a significant and representative portion of Scaliger's walls (Fig. 2), with the heterogeneous presence of architectural elements characteristic of mediaeval walls, including towers, merlons, an original top-walkway and the application of different walls' construction techniques.

The infrastructural transformations of the site, together with the restoration and reinforcement works carried out between 1938 and the 1950s, contributed to an undisciplined remodelling of the walls and of the access to the defensive typological elements. Today, the site is in a critical state of preservation, particularly concerning the state of erosion of the merlons, and it lacks an enhancement of its historical characteristic elements, due in large part to the walls' scarce security and stability conditions.

For this purpose, the documentation programme has set the objective of developing an exhaustive monitoring with an interdisciplinary characterisation, analysing the state of art and conservation of the walls concerning the elevated portions (Fig. 3), the foundations and masonry constitutions, with geological, archaeological,

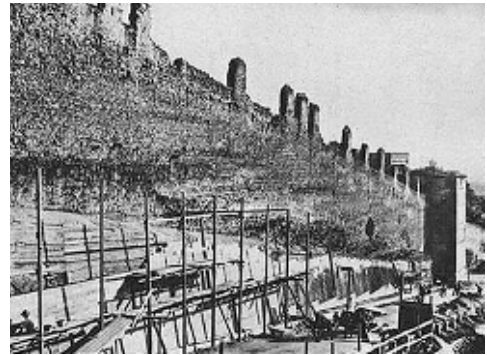


Fig. 3- Historical photograph documenting therestoration work on the mediaeval walls in 1938

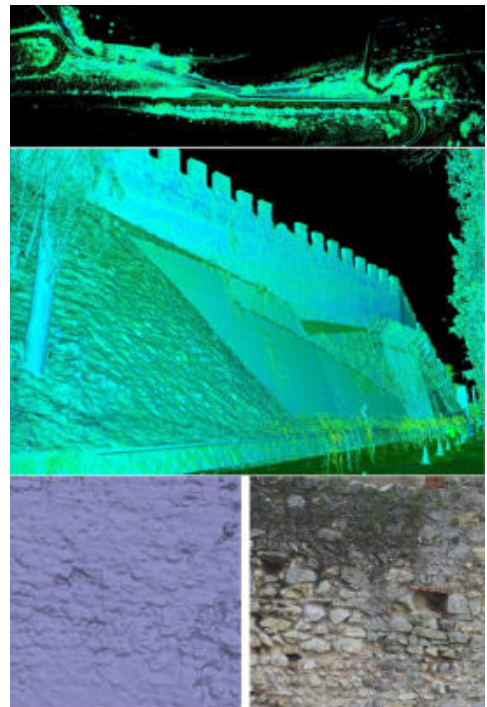


Fig. 4- Extension and quality of the digital database from survey with TLS (above) and SfM photogrammetric mesh models by UAV (below)

petrological and structural considerations in the overall diagnostic framework. Morphometric documentation was conducted before the analysis, in December 2020, to gather reliable geometric and material knowledge. The survey was conducted with the integration of a reference database from Terrestrial Laser Scanner (TLS),

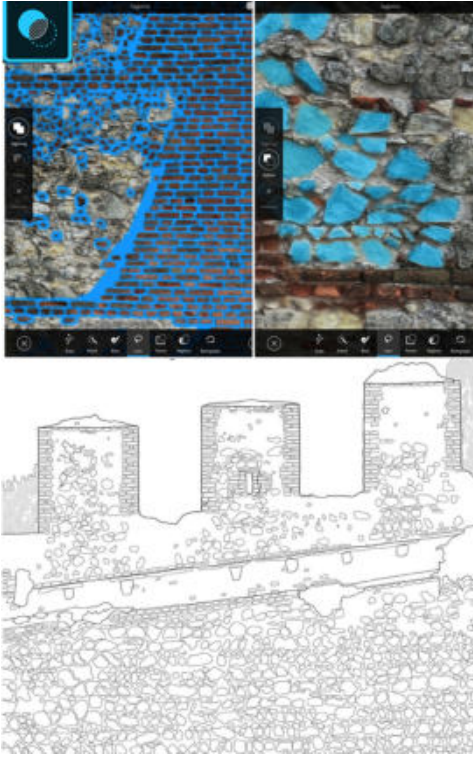


Fig. 5- Vectorialisation of masonry walls

with high metric reliability (3mm), to portions of point clouds from aerial (UAV) and terrestrial Structure-from-motion (SfM) photogrammetry, acquired and processed in correspondence with the elevation portions and surfaces most affected by vegetation (Fig. 4).

With the beginning of the work programme for interdisciplinary analyses, further needs for geometric knowledge on the mediaeval walls were highlighted, requiring a more detailed graphic atlas at different scales of representation. In particular, the research request concerned:

- The provision of high-resolution photo-plans and 2D vectorial drawings of the masonry texture, distinguishable in each stone (Fig. 5), for the reading of masonry apparatuses, the mapping of pathologies, endoscopic, mineralogical and petrographic investigations carried out in 2021.
- The arrangement of characteristic transverse sections of the walls concerning the geological context, necessary for the metric



Fig. 6- SfM models and drawings of excavations

analysis of the possible conformations of the rocky ground with the fortification and its foundations.

- The possibility of morphometric mapping of the excavations for the investigation of the foundation level, conducted in 2021.
- The possibility of extracting surface maps for analysing the framework of deformations and plastic alterations on the mediaeval walls.
- The possibility of extracting 3D surfaces from the digital database to produce a spatial model useful for the structural simulation of predictable static-dynamic actions and restoration works.

### 2.1. Advanced 2D representation and 3D modelling strategies

Thanks to the reliable resolution and referencing of the digital survey data, it was possible to orthorectify and integrate metric and RGB colourimetric information for the production of high-resolution photo plans. On this basis,

a semi-automated vectorisation strategy was applied, creating selection and clipping masks of the masonry geometries for Vectorial Tracing, or integrating them manually through Pencil and tablet. These graphic data were applied to integrate the representation of the 2D drawings of longitudinal sections and planimetry produced at the architectural scale for the site.

Concerning the excavations conducted in 2021, a SfM photogrammetric documentation campaign was conducted in parallel for the investigation of the foundation configuration and geological relationship of the walls with the ground. For each excavation site, at least two (Fig. 6) photogrammetric acquisition sets were collected, allowing the excavations to be closed on the same day. Each set, processed as a dense point cloud, was then referenced to the main database, based on homologous target points identified on the walls, allowing for a comparison of the excavation with both the soil and wall systems.

For the development of a 3D model for structural purposes, a semi-automatic Scan-to-Mesh procedure for the extraction of local surface planes from point cloud data was applied, punctually checking, by area and at any stage of the modelling, the percentage and the average value of deviation between the surveyed points and the extracted surfaces. Therefore, the comparison with the elevation maps of the surface deformations of the masonry wall was maintained to certify the morphometric reliability of the 3D model concerning the ideal planes of the design of the walls (Fig. 7).

With surface polygons' optimisation actions, a modelling of the external surface of the walls and the interiors of the tower was achieved, adhering to the plastic deformations found by the morphometric data of the survey. The obtained 3D model has been disposed for *Plates* entities recognition according to STRAUS simulation software (Fig. 8), with the application of the local wall thickness and coincidence of the wall contours for the setting of the wall constraints, studying the simulation of walls to static forces due to strength and intervention modalities.

### 3. Analysis to support the conservation project of Cultural Heritage

The knowledge of the cultural heritage object of the research from the morphological point of view must however be followed by material and

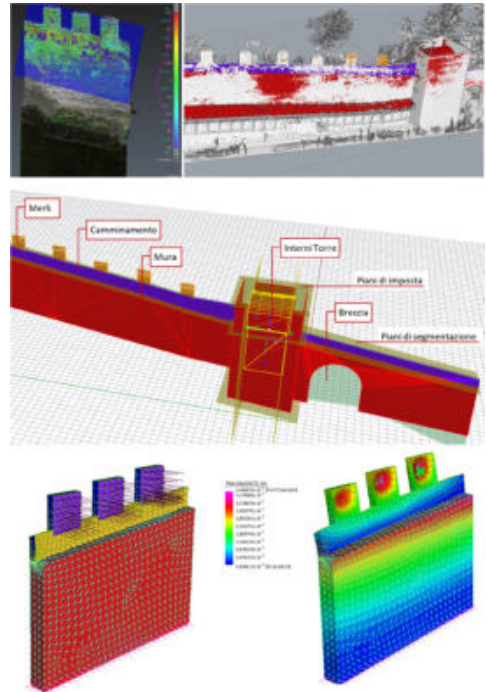


Fig. 7- Scan-to-Mesh 3D modelling for the simulation of static stress of masonry elements

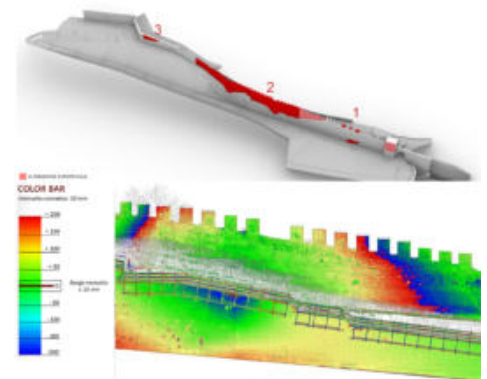


Fig. 8- Elevation maps and general framework of morphometric deformation on the walls. The red/blue scale highlights the deformation areas, with a range of 10 mm for each colour. An extended deformation of “bending” of the walls development is highlighted, due to the thinness of the walls and according to possible local failures of the crumbling rocky soil



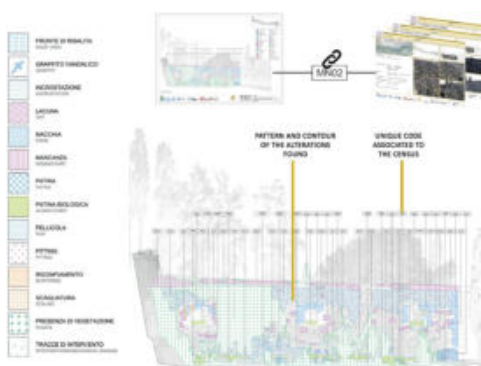


Fig. 9- Bidimensional vectorial drawings with analysis of pathologies and connection system for unique codes between the filing, associated with the alteration and the vector contour

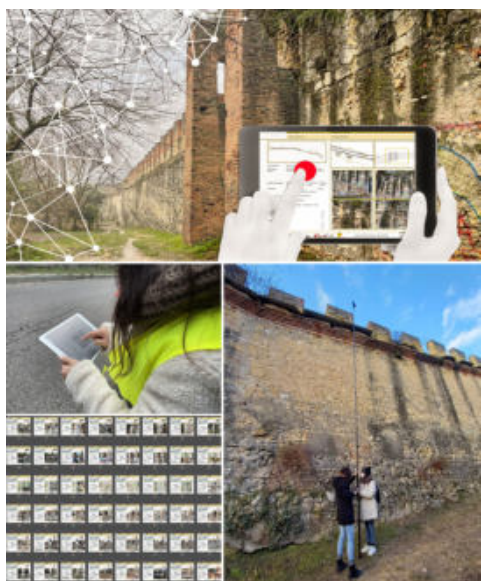


Fig. 10- Method of filling in the census form of alterations and pathologies of stone materials. The census can be filled in situ (left) and remotely for inaccessible points (right). The census has a total of 387 cards for the entire stretch of the walls

technological analysis, having as its objective the structuring of the basic database to support the restoration and enhancement of the wall portion.

The research theme has the goal of advancing hypotheses on the methods of safeguarding the existing heritage, starting from forms of technological, material, morphological and

structural investigations of digital documentation related to cultural heritage (Balzani & Maietti, 2017). In this project, a documentation process has been activated for the planned conservation of the wall portion including the diagnostic phase and characterization of the alterations (Della Torre, 2021).

### 3.1. Census of materic alterations

The census of alterations was carried out using relational databases in which to collect data. The experimentation of the census of alterations and characteristics of the heritage through the compilation of databases is part of a line of research of the laboratories involved - DADALAB and PLAY of the University of Pavia - currently under development (Doria & Picchio, 2021; Doria, Galasso & Morandotti, 2022). The database has been populated according to a series of fields and values chosen according to the case study and linked to the Italian and European reference regulations. In particular, the UNI 11182/2006 standard (ex NorMaL 1/88) and the Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns ICOMOS 2008 were used (Fig. 9). Thanks to the choice to use a database with a highly usable front-end, the data entered are not static but can be collected, queried and organised according to the chosen parameters. In addition, it is possible to define levels of in-depth use of the database based on the users, in order to make the compilation of the census within the reach of all categories of users who may need to fill it (technicians) or consult it (Municipality).

The census is compiled through interactive records/cards of Filemaker and Filemaker Go platforms that can be used by computer or mobile devices where it is possible to fill in text fields or insert images (Fig. 10). This operation allows an optimization of the survey times by combining the observation phase of the pathologies with that of photographic documentation, all possible both *in situ* and remotely. The structuring of the cards consists of different sections:

1. Unique code of the card: each card corresponds to a unique code that indicates the location of the alteration or degradation and the type, followed by a progressive number. This unique code corresponds with the maps of degradation in the graphic drawings;
2. Type of alteration: indication of the name of the alteration / degradation, with reference to

the UNI 11182/2006 standard (ex NorMaL 1/88). In the type sheet the Type of alteration / degradation can be selected from a list previously prepared to reduce compilation times;

3. Localization in planimetry and localization on the front: insertion of diagrams and images made previously;
4. Descriptive images: insertion of photographs describing the presence of degradation, taken and inserted during the compilation of the cards, with tablet or mobile phone, if the card is filled in situ or inserted later in post-production for points not accessible from the ground and for which UAV photographic shooting is needed;
5. Descriptive part of definition, localization and type of alteration found: descriptive part in which the insertion of specific information regarding the alteration under examination is required in order to describe it in a complete and exhaustive way.

In the final section, these data are reported:

- Localization: indication of the code relating to the front, deriving from the previous subdivision, in which the alteration or degradation in question is located;
- NorMaL definition: definition of the type of alteration or degradation, by legislation selectable from a list previously pre-set by the operator in the layout of the type of board;
- Elements concerned: indication of the architectural elements affected by the alteration or degradation in question, selectable from a pre-set list and possibly modifiable;
- Matric information: indication relating to the architectural element affected by the alteration or degradation in question, selectable from a pre-set list that may be modified;
- Element class: distinction between element that affects the structure or non-structural element;
- State of progression: indication of the progress of the alteration or degradation;
- Type of survey of the alteration carried out: indication of the type of survey performed to deduce this information, if observation or integration of specific instrumentation.



Fig. 11- Architectural two-dimensional vector representations of the subdivision of portions by type of masonry found

At the end of the census, it is important to enter the name of the operator responsible for filling in the form and the date on which the survey took place; this information is particularly important as the characteristics of degradation may vary over time due to multiple factors.

### 3.2. Census of masonry texture

In addition to the analysis of the pathologies, it was essential to produce works that illustrated the type of masonry found and their composition to create a map of the construction technology of the masonry. This reading was made with the support of the archaeological dating tables, with the results of the endoscopies conducted and with the chemical analyses and thin sections of

mortars, stones and bricks. Understanding the masonry equipment has made it possible to define circumscribed areas in which the construction materials repeat and, thanks to petrographic analysis, are a support for future restoration interventions. The mapping allows the extension and therefore to calculate the areas of interest and the petrographic analysis, conducted by Prof. Massimo Setti of the University of Pavia, have characterised and dated the materials found. Eleven types of masonry were found including: mixed brick and stone masonry; four different stone masonry equipment; three types of brick masonry that differ in texture; one type of brick masonry used in a previous intervention as structural reinforcement and two types of masonry coatings in stones and plaster (Fig. 11).

#### 4. Conclusions

Gathering in a system of information is a prerequisite to the remaining work of defining possible intervention techniques. The totality of all skills boils down to an integrated heritage knowledge framework, characterised by the layering of information. The detailed mapping of the conservation status, material, archaeological, and structural information is fundamental to the understanding of the artefact, to have a broader point of observation even if highly specific. It is in the constructive nature of the object that the research team has sought to develop, with interdisciplinary and integrated diagnostic systems, a system to have qualitative cognizance of the construction methods and integration systems of the elevated structures. The aspect of interest, however, is not only the quantitative

richness of the data but the fact that this can be queried in a database. It is possible to extract the summary that may be useful from time to time, computations, historical periods, masonry techniques, intervention techniques just to name a few. All this is related to the idea of sustainability of the knowledge process and optimization of resources and costs. The ambition of the work is to define, together with the stakeholders of the city of Verona, an exportable protocol calculated to be sustainable over the entire extent of the walls of Verona. The walls are the symbol of the city but also the node in the relationship between architecture and landscape and on this it is necessary to develop projects on how to treat and take care of this heritage, a UNESCO World Heritage site, and on the fruition that can be punctually physical, virtual or an integration of them.

#### Notes

(1) The figures were all made and elaborated by the authors of the text.

(2) The multidisciplinary working group included: Prof. Sandro Parrinello (scientific coordinator), Prof. Marco Morandotti, Prof. Massimo Setti, Prof. Paolo Venini, Prof. Francesca Picchio, Dott. Francesco Zucca, Prof. Susanna Caccia Gherardini, Prof. Giovanni Minutoli, Prof. Marco Tanganelli, Prof. Andrea Arrighetti, Dott. Anna Dell'Amico, Dott. Raffaella De Marco, Ph.D. S. Elisabetta Doria, Geoarch. Sergio Martini, Eng. Alessia Miceli, Eng. Joaquina García Sentamans, Arch. Anna Turrina. The editorial responsibility is due to: chapters 1 and 4 S.P., 2 R.D.M., 3 E.D.

#### References

- AA.VV. (2005) *Verona. La città e le fortificazioni*. Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- Balzani, M. & Maietti, F. (2017) Architectural Space in a Protocol for an Integrated 3D survey aimed at the documentation, representation and conservation of cultural heritage. *Disegno*, 1(2017), 113–122.
- Barbetta, G. (1978) *Le mura e le fortificazioni di Verona*. Verona, Linotipia Veronese Fiorini.
- Conforti Calcagni, A. (2005) *Le mura di Verona. La città e le sue difese dalla fondazione romana all'unità d'Italia*. Caselle di Sommacampagna, CIERRE Edizioni.
- Da Lisca, L. (1916) *La Fortificazione di Verona dai tempi dei Romani al 1866*. Verona, Tipografia Cooperativa.
- De Marco, R. & Parrinello, S. (2021) Digital surveying and 3D modelling structural shape pipelines for instability monitoring in historical buildings: a strategy of versatile mesh models for ruined and endangered heritage. *ACTA IMEKO*, 10, 84-97.
- De Marco, R., Miceli, A. & Parrinello, S. (2020) *An assessment on morphological survey calibration and the automation of digital drawing for the reliable documentation and conservation analysis of out-of-scale buildings*. In: *Metrology for Archaeology and Cultural Heritage 2020 Conference Proceedings*,

- IMEKO, pp. 226-231.
- Della Torre, S. (2021). Italian perspective on the planned preventive conservation of architectural heritage. *Frontiers of Architectural Research*, 10(1), pp. 108-116.
- Doria, E. & Picchio, F. (2021) The census of the city: the technological survey and the structuring of a database for the building heritage. In: Parrinello, S. (eds) *3D Bethlehem - Management and Control of Urban Growth for the Development of Heritage and Improvement of life in the city of Bethlehem*. Firenze, Edifir Edizioni, pp. 151-171.
- Doria, E., Galasso, F. & Morandotti, M. (2022) Heritage documentation and management processes: Castiglioni Chapel in Pavia. *ACTA IMEKO, March 2022, Volume 11, Number 1*. DOI: 10.21014/acta\_imeko.v11i1.1086.
- Parrinello, S. & Becherini, P. (2018) La documentazione delle mura di Verona. Rilievo, analisi e schedatura delle fortificazioni veronesi. In: Marotta, A. & Spallone, R. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII Centuries. Vol. 9: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 18-20 October 2018, Torino*. Torino, Politecnico di Torino, pp. 1075-1082.
- Zorzi, M. (2019) (ed) *Le mura di Verona. Da castrum romano a fortezza austriaca: storia di un capolavoro d'arte militare*. Treviso, CHARTESIA.



## Digitalizzare, ricostruire e fruire il Castello di Montorio. Un tassello nella definizione della rotta culturale dei castelli scaligeri

Francesca Picchio<sup>a</sup>, Alberto Pettineo<sup>b</sup>

<sup>a</sup> University of Pavia, Pavia, Italy, francesca.picchio@unipv.it, <sup>b</sup> University of Pavia, Pavia, Italy, alberto.pettineo01@universitadipavia.it

### Abstract

Between the mid-13<sup>th</sup> and late 14<sup>th</sup> centuries the Scaliger lordship ruled a vast territory in which Verona was the main center. The Scaliger period is reflected in the extraordinary architecture and military constructions, castles and palaces that define the territory and are today important tourist sites. To initiate a digital cultural route to link and promote these architectural evidences, the Tourism Department, the Chamber of Commerce and the UNESCO Office of the Municipality of Verona, involved the laboratory DAda-LAB of the University of Pavia. The aim of the project was to design a new educational/informative digital route on the castles around the region. The present paper illustrates some outcomes of the research conducted on the Montorio Castle: the goal was testing a strategy of fast acquisition in order to obtain a digital database. The output of the acquisition phase was define as a reliable base to structure realistic 3D models of the main historical phases that affected the Castle. In this way, fast survey actions followed by the elaboration of 3D models by videogrammetry techniques, were also supplemented with the analysis of archival documents, archaeological reports and historical cartography. From the obtained photogrammetric database, it was then possible through the philological process to elaborate 3D models of the main hypothetical developments of the castle. This paper illustrates the strategy adopted in the case study and provides the groundwork for its replicability on other Scaliger castles, in order to define graphic and communicative methods for the digital products.

**Keywords:** Scaliger castles, videogrammetry, 3D reconstruction, Castle of Montorio Veronese.

### 1. Introduzione

All'interno del territorio veneto, nella zona a est del Lago di Garda compresa nei distretti di Verona e Vicenza, si trovano numerosi castelli costruiti tra il XIII e il XIV secolo dalla Signoria Scaligera. Alcuni esempi di tali architetture storiche, caratterizzati dal possedere un forte impatto culturale sul territorio, sono giunti ai nostri giorni in ottimo stato di conservazione, mentre in altri casi si presentano come ruderi o come fortificazioni le cui trasformazioni non permettono di renderne più riconoscibile la conformazione originaria. Tra questi il Castello di Montorio, un esempio suggestivo di rovina scaligera che si staglia sul paesaggio veronese, scelto come caso pilota della sperimentazione

metodologica volta alla progettazione di un percorso didattico-informativo sui castelli del territorio. La possibilità di consultare i documenti d'archivio, di avere accesso ai rilievi e alle indagini archeologiche del 2013, nonché l'interesse da parte dell'Amministrazione Veronese ad avviare proprio dentro al Castello di Montorio un hub sui castelli scaligeri, ha motivato l'avvio dell'attività di documentazione proprio in questo sito, per poi sviluppare e replicare il metodo sugli altri castelli della Provincia. Con la finalità di ottimizzare tempi e costi della campagna di acquisizione e ottenere database verosimili per sviluppare modelli 3D - sia dello stato attuale che delle ricostruzioni delle fasi storiche - facilmente gestibili su

piattaforme interattive, sono state promosse campagne speditive da drone con le tecniche di ripresa fotogrammetrica SfM e videogrammetry. Il modello 3D del Castello di Montorio e le ricostruzioni storiche delle principali fasi che lo hanno interessato - visualizzabili su piattaforme GIS interattive - rappresentano il primo step per strutturare un sistema informativo sui castelli del territorio, che possa raccogliere quei valori storici e culturali - sia materiali che immateriali - legati alla valorizzazione e alla conoscenza del sistema difensivo veronese.

### 1.1. Le premesse storiche

Per comprendere l'organizzazione del sistema difensivo e le trasformazioni avvenute sul territorio nel corso dei secoli XIII e XIV è necessario analizzare il contesto socio-politico dell'area, contesto che è indissolubilmente legato alle vicende della famiglia Della Scala. La signoria degli Scaligeri sul territorio di Verona ha inizio nel 1277, quando Alberto della Scala divenne capitano del popolo in perpetuo (Solinas, 1981). Quest'ultimo decise di controllare direttamente i castelli fondamentali alla difesa del territorio veronese (Illasi, Soave, Peschiera, Villafranca). Organizzò i punti strategici già individuati da Ezzelino III da Romano sulle delimitazioni geografiche: i corsi del Guà e dell'Alpone ad est (margini sentinella per gli assalti a Verona da Oriente); l'asse delle vie d'acqua lago di Garda-Mincio-Po; i corsi del Tione e del Tartaro sul limite mantovano, l'accesso al fiume Po ad Ostiglia (caposaldo sull'Adige di Badia Polesine). In questa fase espansiva, durata oltre un quarto di secolo, il primitivo sistema territoriale dei castelli di Alberto I, sottoposti a controllo diretto, fu integrato con altri presidi: a Villafranca, Peschiera, Illasi e Soave si aggiunsero Gazzo, Legnago, Malcesine, Garda, Sirmione, Marano di Valpolicella i quali, inseriti in un quadro strategico, contribuirono a identificare i castelli sia in ottica di difesa sia quali punti di comunicazione territoriale. Nel 1339 una lega antiscalegera, guidata da Venezia e Firenze, mise fine alle ambizioni di Mastino II. La signoria si ridusse al dominio dei territori di Verona e di Vicenza (Solinas, 1981). I figli di Mastino II (morto nel 1351), Cangrande II e Cansignorio si preoccuparono di proteggere il piccolo regno rimasto. Cangrande II completò il Serraglio, un grande muro con vallo tra Villafranca e Nogarole Rocca, mentre Cansignorio, fece edificare le mura di Vicenza.

Antonio, figlio illegittimo di Cansignorio, dopo aver ucciso il fratellastro Bartolomeo si trovò minacciato dai Visconti, alleati con i Carraresi, gli Estensi e i Gonzaga (Carrara, 1966). Nonostante l'ultimo signore Della Scala avesse investito nel potenziare i castelli sul versante veronese del lago di Garda, nel 1387 i Visconti presero il Garda e la città di Verona, mettendo fine alla signoria degli Scaligeri. All'interno di questo contesto si inseriscono quindi le vicende dei castelli presenti sul territorio e in particolare quello di Montorio.

## 2. La documentazione del Castello

Con l'obiettivo di restituire digitalmente le rovine dell'attuale Castello di Montorio e di realizzare una ricostruzione 3D delle principali trasformazioni che lo hanno interessato, nel 2019 l'Ufficio UNESCO del Comune di Verona ha promosso un progetto di ricerca, che è stato coordinato scientificamente dal Laboratorio DAda-LAB, afferente al Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia. Il progetto, il cui caso pilota è rappresentato dal progetto di digitalizzazione e da una proposta di musealizzazione del Castello di Montorio, si propone di avviare un più ampio processo di conoscenza dei castelli scaligeri della Provincia di Verona attraverso la realizzazione di un sistema informativo territoriale descrittivo della storia e dell'evoluzione architettonica dei sistemi fortificati.



Fig. 1 - Il Castello di Montorio (foto degli autori)

## 2.1. Videogrammetry e fast survey

La digitalizzazione del patrimonio fortificato e la successiva informatizzazione delle banche dati 3D ottenute è un processo che richiede un'accurata analisi delle metodologie e delle tecnologie che si intendono impiegare in funzione delle finalità preposte (Parrinello et al. 2017). La sperimentazione sul castello di Montorio attraverso tecniche e strumentazioni del tipo fast-survey si sviluppa come caso studio di una metodologia di acquisizione replicabile. Grazie all'utilizzo di strumenti UAVs è possibile acquisire, in breve tempo, una quantità di dati sufficiente a generare modelli 3D descrittivi della morfologia del sistema fortificato (Parrinello & Picchio, 2019). Per la sperimentazione sul Castello di Montorio sono state impiegate sequenze video da DJI Phantom 4 Pro, utilizzando la tecnica del Videogrammetry (Pollefeys et al. 2000; Herráez et al. 2016). Nel dettaglio, durante la campagna di acquisizione sono stati realizzati due video ad alta risoluzione (qualità 4k), a due scale differenti: una

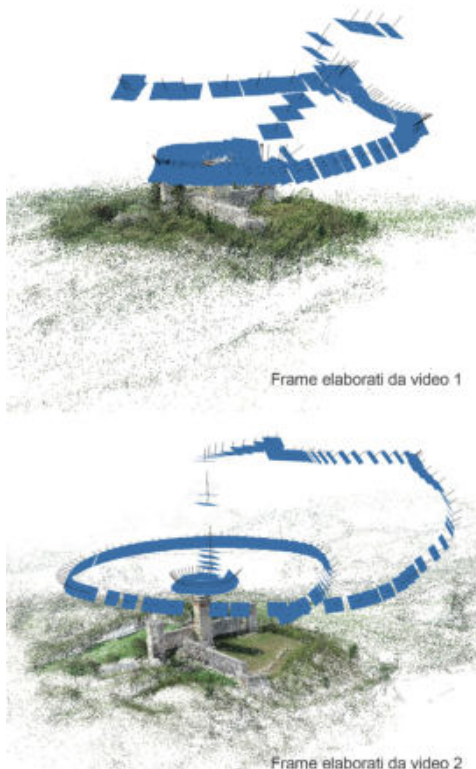


Fig. 2- I due dataset elaborati su software Agisoft Metashape (elaborazione degli autori)

più puntuale, riguardante le rovine del Castello, e una più territoriale che ha coinvolto la bastia e una parte del territorio circostante (Pettineo, 2022).

In fase di post-produzione, i video sono stati elaborati esportando manualmente ciascun fotogramma in sequenza, cercando di mantenere una buona sovrapposizione, e ottenendo due distinti set di dati dai quali elaborare modelli 3D. Per il primo video, della durata di 4 minuti e 44 secondi, è stato prodotto un dataset di 182 fotogrammi, mentre per il secondo video, di 4 minuti e 12 secondi, il dataset è costituito da 172 fotogrammi. L'esportazione manuale di frame è stata effettuata attraverso il software VLC media player (con un formato di 3810x2160 pixel). Questo, a differenza dell'esportazione semi-automatica possibile su Agisoft Metashape, consente di mantenere un controllo diretto nella fase di selezione dei singoli frame e di ottimizzare i tempi di verifica e controllo del set di immagini. Ciascuno dei due dataset è stato importato in un software di elaborazione SfM delle immagini (Agisoft Metashape), generando due nuvole di punti rade (499.523 punti la prima, 477.729 punti la seconda). Successivamente, le due nuvole rade sono state allineate (allineamento automatico per punti) e unite, generando una nuvola densa unificata del Castello. Ai fini della sperimentazione, la quale non prevedeva l'ottenimento di una banca dati metricamente affidabile del complesso quanto più di una rappresentazione morfologicamente congruente sulla quale avviare ipotesi delle fasi evolutive del Castello, non è stata utilizzata altra strumentazione digitale oltre al drone. Il modello fotogrammetrico ottenuto è stato scalato sulla base di alcune misurazioni dirette effettuate in situ e verificate, a posteriori, sulla base del rilievo archeologico del 2013. Questo ha costituito la base sulla quale sono state inserite le cartografie storiche (Pettineo, 2022).

## 2.2. L'analisi dei documenti storici

Con l'obiettivo di avviare ipotesi ricostruttive delle principali fasi evolutive del Castello, sono stati consultati i documenti d'archivio esistenti, in particolare quelli inerenti alle due principali fasi storiche che ne hanno modificato l'immagine, quella scaligera e quella asburgica. L'area in cui sorge il Castello di Montorio era abitata fin dall'antichità, come confermato dai numerosi scavi archeologici iniziati negli anni '80 e proseguiti fino ad oggi: sono emerse tracce



risalenti al Neolitico e all'Età del Rame; i resti di un primo castelliere risalente al VIII a.C. e le tracce degli insediamenti di antichi Veneziani, Reti, Galli Cenomani e Romani (Alloro & Pasa, 2003). La costruzione di una fortezza sopra i resti dell'antico castelliere risale all'inizio del X secolo, come risposta alle frequenti incursioni delle popolazioni ungheresi sul territorio (Simeoni, 1953). Nel 1117 un terremoto colpì gravemente la città di Verona e distrusse, con tutta probabilità, anche le strutture della fortezza che si ergeva sulla collina di Montorio. A seguito di questo evento, durante gli anni dell'impero di Federico Barbarossa (1155-1190), il Castello venne totalmente ricostruito e svolse un ruolo strategico di controllo sul territorio e sulle vie di comunicazione con la città di Verona. Il Castello di Montorio diventò ben presto oggetto di contesa tra le più potenti famiglie veronesi fino a quando, nel 1262, Mastino della Scala fu eletto "Capitano perpetuo del popolo di Verona", ottenendo il controllo sulla fortificazione. All'incendio del 1311, innescato dai Padovani in guerra con gli Scaligeri, seguì l'ordine di Cangrande della Scala di effettuare una ristrutturazione generale del Castello, che finì poco dopo nelle mani dei Visconti e successivamente dei Veneziani. Il Castello versò in stato di abbandono fino all'avvento dell'Impero austro-ungarico. Nel 1814, a seguito della sconfitta dell'esercito napoleonico, gli austriaci capirono l'importanza strategica dell'area del crinale della Prefatta e decisero di trasformare il Castello in una grande batteria difensiva. In questo periodo la struttura subì importanti interventi, documentati in diverse relazioni storiche, tra cui la demolizione di alcune torri e la rimozione della cinta merlata, elementi comuni alle fortificazioni scaligere del territorio. Per tale motivo, per sviluppare le ipotesi ricostruttive della fase scaligera è stato fondamentale analizzare il documento redatto da Iseppo Cuman nel 1663. Nella sua rappresentazione, che ad oggi risulta essere il documento più affidabile e completo su quello che doveva essere l'aspetto del Castello prima della trasformazione austriaca, è possibile individuare la presenza di un fossato nella porzione sud-orientale delle mura con un ponte levatoio che conduceva all'ingresso al castello. Inoltre, nell'avancorpo del portale attualmente esistente, era presente un sistema di accesso con una porta rivellino, di cui sono ancora visibili le fondamenta, recuperate a seguito di numerosi scavi archeologici. Per la porzione di mura nord-est non più visibile (in quanto demolita e

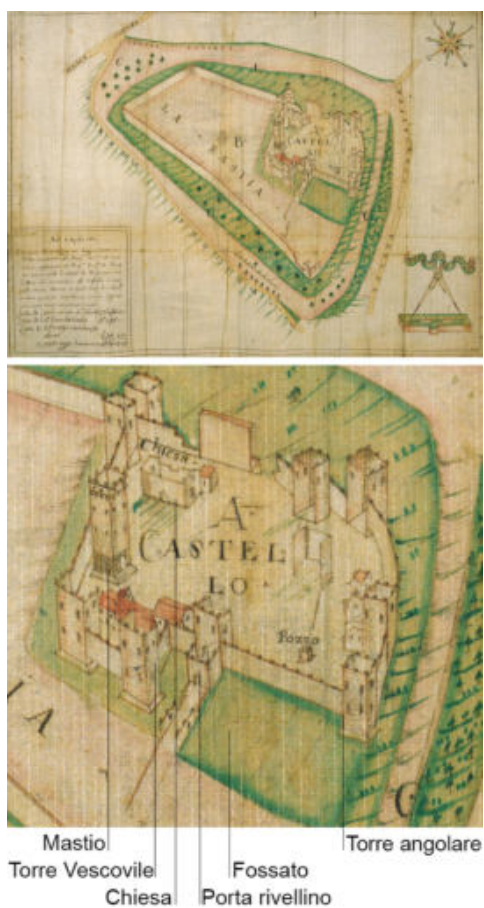


Fig. 3- Mappa del Castello di Montorio, di Iseppo Cuman, 1663 (Da Alloro L., Pasa M., 2003; ASVe., Provveditori sopra beni inculti, disegni Verona, 125/106/7)

sostituita da una serie di terrapieni), le evidenze archeologiche e la mappa di Cuman ne hanno permesso l'ipotesi di ricostruzione del tracciato perimetrale. Sulla cinta muraria erano, con tutta probabilità, presenti anche alcune torri che articolavano il percorso anulare. Per sapere in che numero e in che posizione fossero, sono state consultate alcune fonti storiche (in particolare le relazioni archeologiche) che, integrate con la rappresentazione di Cuman, hanno permesso di strutturare un quadro conoscitivo più completo della configurazione scaligera del castello.

Inoltre, strutture simili e coeve dei castelli di Soave e Sirmione sono state prese come riferimento per ricostruire le torri, ridotte a rudere,

in Montorio. Per la ricostruzione filologica del periodo asburgico sono stati utilizzati i diversi rilievi effettuati dal Genio Militare austriaco. In particolare, è stato analizzato un elaborato di rilievo del 1859 e uno del 1860 in cui la pianta dettagliata del castello e del muro di cinta della bastia è accompagnata ad una serie di sezioni delle opere difensive appena costruite.

### 2.3. La ricostruzione 3D del Castello

Le indagini sui documenti e le analisi sui castelli scaligeri del territorio hanno permesso di formulare ipotesi ricostruttive sia della fase scaligera che di quella asburgica. A partire dall'attuale configurazione spaziale del castello

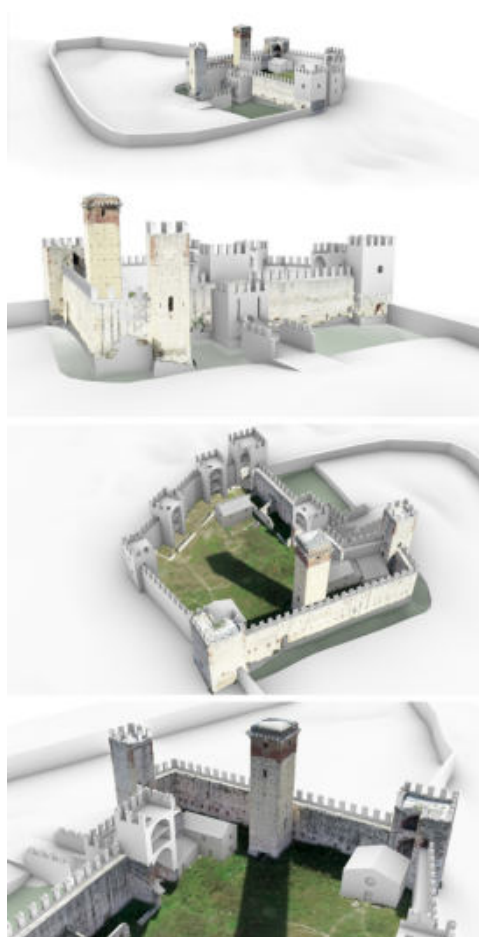


Fig. 4- Alcune viste del modello 3D con ipotesi ricostruttive del periodo scaligero (elaborazione degli autori)

sono stati ipotizzati i volumi e l'andamento delle mura nelle varie epoche (Guidi et al. 2014).

Per la ricostruzione del periodo scaligero è stato modellato il terreno considerando anche l'alveo del fossato, mentre per la fase asburgica sono stati ricostruiti i terrapieni per le postazioni di artiglieria all'interno delle mura e nella porzione nord-est della fortezza. I volumi delle torri, della chiesa, delle abitazioni e delle porzioni mancanti di mura sono stati modellati e inseriti direttamente sul modello dell'esistente, cercando di mantenere una distinzione visibile tra l'aspetto originario (dotato di texture) e la ricostruzione (monocromatica). Un secondo modello è stato ugualmente predisposto per ospitare i volumi delle trasformazioni asburgiche, inserite con riferimento al rilievo del Genio Militare del 1859.

### 3. Una piattaforma informativa dei castelli scaligeri

Per realizzare un sistema informativo di gestione su piattaforma GIS di una risorsa culturale diffusa, è opportuno organizzare il rapporto esistente tra rappresentazione e contesto territoriale nel quale tali risorse sono inserite. Pertanto, per poter realizzare un GIS utile alla gestione del patrimonio rappresentato dai castelli scaligeri, è necessario realizzare un sistema integrato di modelli, schede descrittive, mappe tematiche, archivi informatici

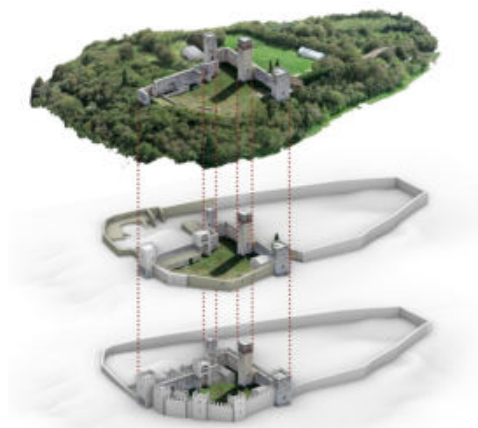


Fig. 5- Ipotesi ricostruttive scaligere e asburgiche del Castello di Montorio: in alto il modello fotogrammetrico dello stato attuale, al centro il modello 3D della fase asburgica, in basso il modello ricostruttivo del periodo scaligero (elaborazione degli autori)



Fig. 6- Castelli scaligeri della Provincia di Verona (elaborazione degli autori)

che sia capace di configurarsi come un valido strumento per una conoscenza appropriata del territorio storico fortificato (De Rosa, 2008).

Nell’ottica di realizzare un prototipo di piattaforma GIS sui castelli della provincia e dei dintorni del veronese, sono stati realizzati alcuni modelli 3D delle fortificazioni, oltre a quello di Montorio, così come alcune schede informative, descrittive degli aspetti storico-architettonici che caratterizzano ciascun complesso e che lo mettono in relazione con il mondo contemporaneo e con la sua storia.

### 3.1. Sperimentazione del metodo su altri casi

Per verificare la replicabilità del metodo di documentazione adottato e costituire modelli 3D dei complessi fortificati che avrebbero popolato il prototipo di piattaforma, sono stati sperimentate acquisizioni speditive ed elaborazioni fotogrammetriche basate sulla tecnica del videogrammetry anche per il castello di Soave, di Illasi e di Villimpenta. Tali castelli sono stati acquisiti con lo stesso drone utilizzato per Montorio, e cercando di riproporre le stesse - per quanto possibile - modalità manuali di volo e di ripresa video. Sono stati quindi prodotti

- per il Castello di Soave: 5 video da 4 minuti e 45 secondi in totale, 96 frame totali, nuvola

di punti densa da 6.223.775 punti (Agisoft Metashape).

- per il Castello di Illasi: 2 video da 2 minuti e 36 secondi, 96 frame totali, nuvola di punti da 6.283.142 (Agisoft Metashape)
- per il Castello di Villimpenta: 4 video da 6 minuti e 14 secondi totali, 184 frame totali, nuvola di punti da 6.220.747 (Agisoft Metashape).

## 4. Conclusioni

La ricerca intrapresa sul Castello di Montorio si configura come il primo importante tassello di un processo volto alla digitalizzazione per la conoscenza, la valorizzazione e la gestione dei castelli scaligeri nel veronese. Da una parte questo avviene attraverso la progettazione e lo sviluppo di un sistema informativo, attualmente in fase di realizzazione, che possa mettere in relazione il territorio con i castelli, da un punto di vista Morfologico- amministrativo e storico-culturale.



Fig. 7- Modelli 3D da videogrammetry di altri casi studio dall’alto verso il basso: Castello di Illasi, Castello di Villimpenta, Castello di Soave (elaborazione degli autori)

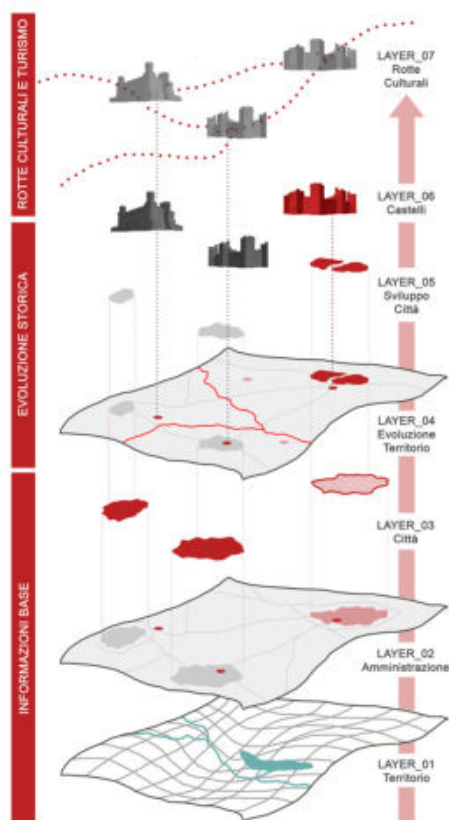


Fig. 8- Progettazione dei layer per piattaforma informativa (elaborazione degli autori)

Dall'altra per sensibilizzare alle tematiche di valorizzazione di una "rotta culturale" di tali episodi fortificati e di un patrimonio diffuso (Parrinello & Dell'Amico, 2019; De Marco et al. 2020), nell'aprile 2022 è stata inaugurata una mostra presso il Castello di Montorio, promossa dal Comune e dalla Camera di Commercio di Verona, e curata per la produzione di contenuti grafici e multimediali e per il progetto di

## Bibliografia

- Alloro, L. & Pasa, M. (2003) *Il castello di Montorio. Analisi storica, socio-economica e architettonica*. Verona, Lite S.r.l Montorio, Comitato Fossi Montorio, Ecomuseo Prea Fita.
- Barbetta, G. (1978) *Le mura e le fortificazioni di Verona*. Verona, Edizioni di Vita veronese.
- Carrara, M. (1966) *Gli Scaligeri*. Varese, Dell'Oglio.
- De Marco, R., Galasso, F. & Malusardi, C. (2020) Digital documentation of fortified urban routes in Pavia (Italy): In: *Fortmed\_Defensive Architecture of the Mediterranean\_Territorial databases and structural models for the preservation of military ruins*. Editorial Universitat Politècnica de València, pp. 349-356.

allestimento dall'Università di Pavia.

La mostra ripercorre, attraverso pannelli informativi e sistemi di realtà virtuale e aumentata attraverso disegni ricostruttivi e sistemi virtuali accessibili tramite scansione di QR-code, la storia architettonica del Castello di Montorio, le sue trasformazioni e le vicende che ne hanno segnato l'aspetto fino ai nostri giorni. Il percorso espositivo presenta inoltre gli altri castelli della provincia, mostrandoli nella loro relazione con il territorio, con l'obiettivo di generare una maggiore consapevolezza delle risorse del territorio sia a livello turistico che soprattutto gestionale. Se da un lato il progetto sperimenta metodologie di acquisizione ed elaborazione dati da strumenti e tecniche del *fast-survey*, analizzando la possibilità strumentale di generare validi prodotti per la ricostruzione 3D e la fruizione digitale, dall'altro si muove nell'ottica di una più ampia conoscenza del territorio, con l'obiettivo di produrre strumenti utili alla valorizzazione consapevole delle risorse culturali veronesi.

## Riconoscimenti

Il presente progetto, di cui è responsabile scientifico il Prof. Sandro Parrinello dell'Università di Pavia, è sviluppato all'interno di una convenzione pluriennale tra Comune di Verona e il DICAr, Dipartimento di Ingegneria civile e Architettura, avente come oggetto la "Documentazione della cinta magistrale Veronese" e la "Progettazione di percorsi espositivi per la conoscenza e la valorizzazione delle mura". La mostra "Centro Informativo del Castello di Montorio e rete dei castelli scaligeri", inaugurata nell'aprile 2022, ha visto la collaborazione tra i ricercatori del laboratorio DAda-LAB, afferente al DICAr, e l'Ufficio UNESCO del Comune di Verona. In particolare si ringrazia il Dott. Ettore Napione per la redazione dei testi descrittivi del Castello di Montorio e dei castelli scaligeri della provincia.

- De Rosa, G. (2008) *Implementazione di una applicazione GIS per l'analisi storica della regione del Rif (Marocco)*. [Tesi di Dottorato di Ricerca]. Trieste, Università degli Studi di Trieste.
- Guidi, G., Russo, M. & Angheluddu, D. (2014) 3D Survey and Virtual Reconstruction of Archaeological Sites. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 1, 55-69.
- Herráez, J., Martínez, J. C., Coll, E., Martín, M. T. & Rodríguez, J., (2017) 3D modeling by means of videogrammetry and laser scanners for reverse engineering. *Measurement*, Volume 87, 216-227.
- Parrinello, S., Bercigli, M. & Bursich, D., (2017) From survey to 3d model and from 3d model to "videogame". The virtual reconstruction of a Roman Camp in Masada, Israel. In: Rodriguez-Navarro, P., (a cura di) *Disegnarecon*, 10 (19), 1-19.
- Parrinello, S. & Dell'Amico, A., (2019) Experience of documentation for the accessibility of widespread cultural heritage. *Heritage*, Volume 2 (1), 1032-1044.
- Parrinello, S. & Picchio, F., (2019) Integration and comparison of close-range sfm methodologies for the analysis and the development of the historical city center of Bethlehem. In: Cardaci, A., Fassi, F. & Remondino, F., (a cura di) *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLII-2/W9, 2019, pp. 589-595.
- Pettineo, A. (2022) Videogrammetry for the virtual philological reconstruction of the Scaliger fortifications in the territory of Verona. The case study of Montorio Castle. In: Barba, S., Parrinello, S., Di Filippo, A. & Dell'Amico, A., (a cura di) *D-SITE. Drones - Systems of Information on cultural hEritage. For a spatial and social investigation*. Pavia, Pavia University Press, pp.104-110.
- Pollefeys, M., Koch, R., Vergauwen, M. & Van Gool, L. (2000) Automated Reconstruction of 3D Scenes from Sequences of Images. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 55, 4 November, 1, 251-67.
- Remondino, F., El-Hakim, S., Girardi, S., Rizzi, A., Benedetti, S. & Gonzo, L. (2009) 3D virtual reconstruction and visualization of complex architectures - The "3D-Arch" project. In: Remondino, F., El-Hakim, S., Gonzo, L., (a cura di) *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume 38, 2009.
- Simeoni, L. (1953) *Guida storico-artistica della città e provincia*. Verona, Edizioni di Vita veronese.
- Solinas, G. (1981) *Storia di Verona*. Verona, Centro Rinascita.
- Varanini, G. M. (1988) *Gli Scaligeri 1277-1387*. Milano, Arnoldo Mondadori Editore.

# Levantamiento gráfico integral para el análisis de la Fortaleza de Santa Ana en Oliva (Valencia)

Pablo Rodríguez-Navarro<sup>a</sup>, Teresa Gil Piqueras<sup>b</sup>, Andrea Ruggieri<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain, rodriguez@upv.es; <sup>b</sup> Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain, tgil@ega.upv.es; <sup>c</sup> Department of Biosciences and Territory, University of Molise, Campobasso, Italy, andrea.ruggieri@unimol.it

## Abstract

The shoreline of the Valencian Gulf, due to its position in the Mediterranean Sea, has been target of pirate attacks starting from the XVI century, hence the need for a protection against this menace. During the reign of King Felipe II it was developed the defence plan for the entire Levantinian Coast, switching from the concept of defence across the water, to the land one. In this context is built the renaissance fortress of Santa Ana, nowadays known as Castle of Oliva.

This study is aimed to obtain an analysis of the fortress starting from the historical research til its digital integrated survey, mixing TLS and SfM-IM techniques. After a validation of the results through a deviation analysis between the two numerical models obtained, this geometrical database has been used for a critical restitution of the survey, obtaining a conceptual 3d NURBS model, as far as architectural drawings in its own scale. Through these, an analysis of the fortress was performed, finding and highlighting architectural and constructive peculiarities of the fortress that, in conjunction with a focused historical analysis, deepens the knowledge about the case of study and so about the Heritage of the Valencian coast.

**Keywords:** fortified architecture, integrated survey, laser scanning, drone photogrammetry.

## 1. Introducción

La costa del Golfo de Valencia se caracteriza por tener una planicie litoral bastante amplia y con poco desnivel. Sobre esta planicie y al sur de la provincia de Valencia, se asienta la población de Oliva, perteneciente a la comarca de la Safor.

La posición geográfica de Oliva es estratégica: protegida de los peligros llegados desde el mar, al situarse a escasos 2,5 km de la costa mediterránea; limitada al interior por la Sierra de Gallinera que, aunque en esta zona alcanza poca altitud, es suficiente para el control visual de la planicie y de la costa; y además asentada junto a una de las principales vías de la antigua red de calzadas romanas, en concreto la que unía las ciudades de Xàtiva y Denia, que se ha mantenido en el tiempo.

Las primeras fortificaciones surgidas para al control y defensa de esta zona las encontramos en

época islámica. Las condiciones de la orografía beneficiaron el asentamiento de pequeños castillos, denominados roqueros, situados en lo alto de las sierras, en el límite con la planicie.

En torno a la zona de Oliva encontramos varios castillos, como el del Rebollet, situado en el término de la Font d'en Carròs y el Castillo del Castellar en la sierra de Mustalla, al sur de la Gallinera, ambos a poco más de 5 km de la costa y a espaldas de Oliva, asegurando la defensa de esta parte de la comarca de la Safor (Fig. 1).

En 1238, tras la conquista de estas tierras por Jaime I de Aragón y la consecuente creación del Reino de Valencia, la población de Oliva eleva su estatus y surge el señorío de Oliva. En este momento la ciudad se repuebla apareciendo dos áreas: la zona cristiana, correspondiente a la denominada Vila,

situada en la parte baja de la montaña de Santa Ana; y la zona musulmana, ocupada por la población mudéjar proveniente de las alquerías del término de Oliva, que en 1290 es obligada por Orden Real a agruparse en este barrio por razones de seguridad, conocido como el Arrabal (Blay, 1960: p. 28), y que se ubica entre la Vila y la montaña de Santa Ana, en torno a la antigua mezquita (posterior iglesia de San Roque) (Fig. 2).

Con el paso de los años, los crueles ataques a la costa levantina, por parte de piratas y corsarios berberiscos llegados desde el mar, fueron en aumento. La violencia de los actos sobre la población cristiana, convencida de la colaboración de la población musulmana local en estos ataques, rompió la buena convivencia (Pardo, 1995: p. 68), desembocando todo ello en el año 1525 en un Decreto Real de Carlos I por el cual la población mudéjar de Oliva, que hasta ese momento funcionó de manera autónoma, aunque dependiente de los señores de Oliva (Sendra, 2008: p. 19), fue obligada a convertirse al cristianismo.



Fig. 1- Mapa y perfil de Oliva con la Fortaleza de Santa Ana (Visualizador SignA del Instituto Geográfico Nacional, IGN)



Fig. 2- Dibujo esquemático de los barrios de Oliva, 1) Vila, 2) Arrabal, 3) Fortaleza de Santa Ana (Sendra, 2008: p. 20)

## 2. Los Condes de Centelles y la defensa de Oliva

El 14 de abril de 1449 Alfonso V de Aragón, conocido como Alfonso el Magnánimo, concedía a D. Francisco Gilabert de Centelles Riusech Queralt el título de primer conde de Oliva, en compensación y agradecimiento por los servicios prestados a la Corona Española (Portal de Archivos Españoles). El apoyo real al conde de Oliva fue claro, hasta el hecho de ser nombrado en 1478 gobernador y virrey de Valencia. La riqueza obtenida con el cultivo del azúcar permitió a los condes de Oliva favorecer las artes y las letras con su mecenazgo, así como llevar a cabo numerosas y heroicas contiendas bélicas, de ahí que durante los siglos XV y XVI los Centelles se situaron entre las familias más poderosas de Valencia.

A nivel político, el siglo XVI está marcado por los crueles y constantes ataques de corsarios nord-africanos a las costas levantinas. La situación es tan grave que en las Cortes de Monzón de 1547 se establece la necesidad de afrontar la protección del litoral frente a esta amenaza pirata. Bajo el reinado de Felipe II, y de la mano del ingeniero militar Giovanni Batista Antonelli se afronta el proyecto de defensa de la costa de manera conjunta, cambiando el concepto de defensa desde el mar, a defender desde tierra (Pardo, 1995: p. 87), gracias a la remodelación y/o construcción de fortificaciones y torres vigía dotadas de guarnición. De hecho, en su recorrido por la costa de Oliva, Antonelli propone: “Junto al agua de Piles se hara otra torre en el término de oliva” (Antonelli, 1563), torre que vemos reflejada por primera vez en 1568, en el mapa cartográfico “Descripción del Reyno de Valencia” de Jerónimo Muñoz, y que a partir del siglo XVIII se deja de representar en los mapas, no habiéndose encontrado de ella resto alguno en la actualidad.

Tras los violentos ataques a Murla en 1520, a Piles en 1530 y a Cullera en 1532, los condes de Oliva, Serafin de Centelles y posteriormente Francisco Gilaberto de Centelles Heredia (Portal de Archivos Españoles), se vuelcan en la protección de sus estados, transformado la host, formando un arsenal, adquiriendo artillería y construyendo las murallas de Oliva y las fortalezas abaluartadas de Santa Ana y Murla (Arciniega, 1999: p. 75), en cuya iglesia fortaleza vemos reflejada la planta de la fortaleza de Santa Ana, aunque de menores dimensiones.

### 3. La construcción de la fortaleza de Santa Ana

La fortaleza renacentista de Santa Ana, conocida hoy en día también como el Castillo de Oliva, se construyó a 92 m. sobre el nivel del mar aprovechando el cerro de Santa Ana, un pequeño montículo (tossal) situado al sur de la Vila, quedando el Arrabal entre la Vila y la fortaleza. Con anterioridad a su construcción, sobre este lugar se alzaba la ermita de Santa Ana de estilo gótico, que pasó a ser posteriormente la capilla del Castillo (Soler, 2020: p. 1103). A lo largo de los años la ermita fue intervenida en diversas ocasiones, hasta que en 1810 fue abandonada y convertida en ruina (Soler, 2020: p. 1105).

Respecto a la fortaleza (Fig. 3), son escasas las fuentes documentales que hacen referencia a ella, aunque parece que su construcción se debe a Francisco Gilaberto de Centelles Heredia, tercer conde de Oliva, quien la inició entre 1543 y 1544 y terminó en 1545 (Pardo, 2011: p. 80), tal y como se desprende de la inscripción que él mismo mandó colocar sobre la puerta de la fortaleza, dejando clara su participación y la de su tío al decir: “Serafin fortificó Oliva con una muralla y su sobrino Francisco fortificó la muralla con una fortaleza” (Pardo, 2011: p. 81).

Respecto a la dirección de las obras, supervisadas por el propio conde, se atribuyen al maestro picapedrero Julián Escona, mayoral de la Cofradía de picapedreros del Alghero (Cerdeña), ayudado por Diego de Cantavieja encargado de “hacer la contrapared y los cimientos de las torres” (Soler, 2020: p. 1107). Antes de terminarse las obras, la fortaleza disponía de un alcaide y una guarnición, y estaba dotada de cinco piezas de bronce y dos cañones pedreros (Soler, 2020: p. 1108).

Otra cuestión es el diseño de la fortaleza, original para el lugar, aunque obsoleto para las técnicas de fortificación de la segunda mitad del siglo XVI, época en la que había quedado demostrado el diseño de baluartes acabados en ángulo en las esquinas para la mayor protección de sus flancos. Sin embargo, esta fortaleza de planta rectangular está rematada en dos de sus extremos opuestos por dos grandes torres cilíndricas ataludadas, quedando las otras dos esquinas sin ningún baluarte que las proteja.

No es de extrañar que en 1575, en el informe que encarga Felipe II a Vespasiano Gonzaga y Colonna, virrey de Valencia y experto en fortificaciones a la Moderna, éste dijera de la fortaleza de Santa Ana que sus cubos eran “antiguos”. La descripción

que hizo Gonzaga de la fortificación tampoco le beneficia: “en lo alto sobre montecillo tiene otro castillo de poca substancia que de muro grueso y nuevo es a manera de tabla cuadrada con dos cubos redondos en las dos esquinas. Tiene poco agua dentro, y aunque procuraron de tener pozo no llegaron donde era necesario, cosa es de poco fundamento; tiene algunas piezas de metal buenas del propio Señor y una media culebrina que a no estar sentida era muy gentil pieza y bien labrada; está un tercio de lengua de mar” (Gisbert, 1994). Desconocemos si las obras de la fortaleza de Santa Ana se terminaron o no, ya que en 1585 en una nueva visita al castillo, el propio Gonzaga afirma que el cubo situado al noroeste estaba “inacabado”, al faltarle “el parapeto y las bóvedas”. En la actualidad desconocemos cómo fue finalmente el remate superior de la fortaleza, ni la altura que llegó a tener debido a que, en 1708 Felipe V de España ordenó abatir los muros de la fortaleza a “ras de tierra” (Blay, 1960: p. 185). También llama la atención la falta de espacios interiores en la torre noroeste, a pesar de tener troneras en sus muros como la torre suroeste, la cual está dotada de una bóveda de revolución que gira en torno a un eje central definido por un pilar de sillería de base octogonal.

Sabemos que la fortaleza estuvo en uso hasta el siglo XVIII, fecha a partir de la cual se abandonó, quedando así hasta que en 1982 se incluyó en el Catálogo de Edificios Protegidos del Plan General de Ordenación Urbana de Oliva (PGOU). Entre 1995 y 1996 se le asignó un grado de protección máxima, pero no fue hasta 2002 cuando la fortaleza fue oficialmente declarada Bien de Interés Cultural (BIC) con registro ministerial R-I-51-0010909.



Fig. 3- Fortaleza de Santa Ana (Rodríguez-Navarro, 2022)



#### 4. Metodología de levantamiento gráfico para el estudio y análisis de la fortaleza.

El levantamiento digital se llevó a cabo de forma integrada, combinando las técnicas de escaneo láser (TLS) con las de fotogrametría digital (SfM-IM). Para el levantamiento TLS usamos un escáner láser terrestre de la marca LEICA, modelo RTC360. Para las tomas fotográficas necesarias para la fotogrametría se ha utilizado una cámara Sony RX100 II sobre *Gimball* adaptado a un dron cuadricóptero de la marca Dronetools, modelo Dronequad, con controladora profesional A2 de DJI.



Fig. 4- Vuelo del dron para la toma fotográfica aérea (Ruggieri)

Durante la primera campaña de levantamiento se llevó a cabo la toma de datos con el escáner láser, realizando un total de 100 escaneadas, en calidad media y baja; la calidad baja se eligió debido a que, en esta ocasión, y dada la morfología de la superficie de la muralla y la presencia de vegetación, era preferible incrementar el número de nubes frente a la calidad de las mismas. De este modo obtuvimos una nube global con una densidad más uniforme, minorando al mismo tiempo las sombras (zonas sin escanear). Tras realizar el registro de forma automática, gracias al sistema inercial integrado que dispone este escáner (Visual Inertial System), obtuvimos una nube formada por 324.604.991 puntos.

En la segunda campaña se realizó la toma de datos para el levantamiento fotogramétrico, empleando para ello el dron anteriormente descrito (Fig. 4). Una vez realizadas las tomas fotográficas aéreas, se completó la toma realizando fotografías terrestres con la misma cámara. En total se realizaron 458 fotografías, con las que se obtuvo un modelo fotogramétrico

tridimensional a partir de una nube de 37.620.646 puntos, de donde a su vez obtuvimos un modelo de superficie en base a una malla poligonal de 3.496.876 polígonos. Para escalar este modelo se utilizaron 20 puntos morfológicos de coordenadas obtenidas de la nube de puntos resultado del escáner láser.

A continuación, y con el propósito de verificar el modelo fotogramétrico, se llevó a cabo un cálculo y análisis de la desviación entre las dos nubes procedentes de las dos metodologías utilizadas, obteniendo una concentración de valores de desviación entre 0,05 cm y 3 cm, llegando hasta los 20 cm en la parte con vegetación, ya que además de la propia naturaleza vegetal, durante la toma de datos mediante el escáner tuvimos una fuerte presencia de viento (hasta 30 Knts) (Fig. 5).

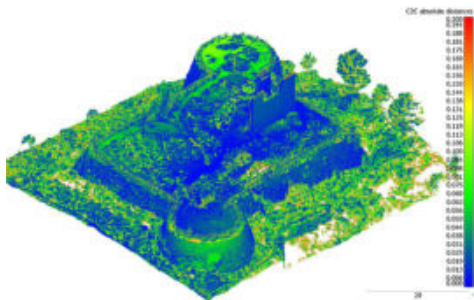


Fig. 5- Mapa de valores de desviación entre la nube fotogramétrica y TLS (elaboración gráfica por Rodríguez-Navarro, Gil-Piqueras, Ruggieri)

Una vez obtenidos y validados los dos modelos numéricos, se procedió a un modelado 3D NURBS, en forma de restitución crítica. Primeramente, se exportó la nube a formato e57, formato compatible con Autodesk Recap. La intención fue obtener dicha nube en formato de proyecto Recap, es decir, extensión rcp. Con este archivo podemos trabajar en AutoCAD perfectamente, pues la compatibilidad es máxima al tratarse de dos softwares de Autodesk. Una vez en AutoCAD se han dibujado las líneas generatrices necesarias, directamente en el espacio tridimensional (Fig. 6).

Estas líneas fueron importadas al software Rhinoceros para utilizarlas como base del proceso de modelado, obteniendo así un volumen conceptual, sintético, un modelo finalmente continuo debido a su carácter matemático.

A continuación, después de haber efectuado una segmentación semántica de la malla poligonal (mesh) de la fotogrametría, se ha importado e integrado el terreno en el modelo conceptual de la construcción, consiguiendo de tal forma una representación morfológicamente completa del caso de estudio, puesto en su propio entorno (Fig. 7).

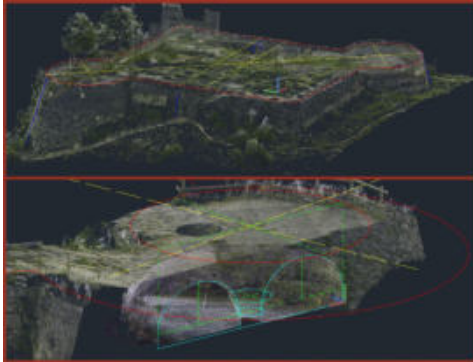


Fig. 6- Nube TLS y líneas generatrices en entorno CAD (elaboración gráfica por Rodríguez-Navarro, Gil-Piqueras, Ruggieri)

Otro de los propósitos del levantamiento fue obtener los planos a escala que nos definan la fortaleza en su totalidad. Para ello obtuvieron ortofotografías del modelo 3D de la fotogrametría. Estos cortes del modelo responden a proyecciones ortogonales que insertamos en AutoCAD; a continuación, fueron escaladas con las coordenadas obtenidas de la nube del escáner láser, y finalmente redibujadas sus aristas de proyección y líneas de sección. Con esta elaboración gráfica transformamos la imagen obtenida en un documento arquitectónico, en un plano a escala (Figs. 8 y 10)

#### 4. Análisis de la Fortaleza

Del análisis gráfico se deduce que se trata de una construcción de planta rectangular de 43,6 m. x 34,5 m. de lado, rematada en sus vértices noroeste y sureste por dos cubos artilleros ataludados, de 8 m. de diámetro en su parte alta (Fig. 8). El acceso original se ubicaba al este, con un acceso en codo dispuesto en rampa, aunque éste no se usa debido a que, tras intervenir recientemente en el acondicionamiento para la accesibilidad al

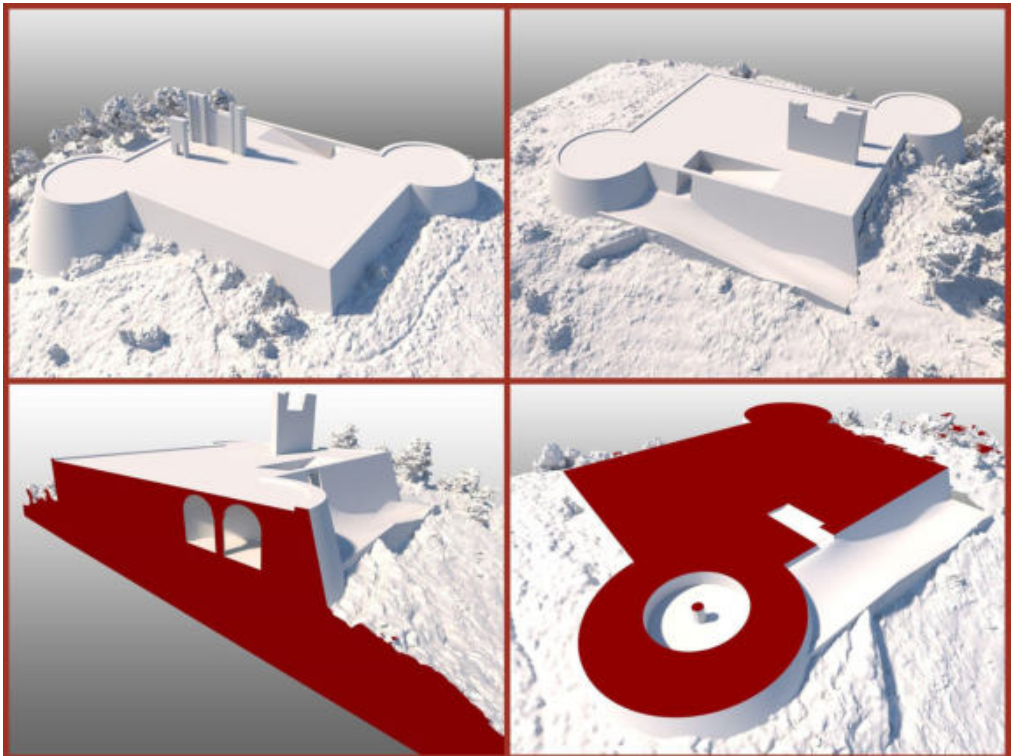


Fig. 7- Modelo conceptual (elaboración gráfica por Rodríguez-Navarro, Gil-Piqueras, Ruggieri)

sitio, se ha ubicado un nuevo acceso en el lado opuesto. Todo el muro, incluido el que circunvala las torres, tiene el mismo talud, con un grado de inclinación de 72° sobre la horizontal del suelo.

La altura actual de la plataforma sobre el terreno que la rodea, oscila entre los 4 m. y los 12 m., debido a la pendiente del terreno sobre la que se asienta.

Tras el estudio y análisis de los restos materiales de la fortaleza de Santa Ana, vemos que sus muros son de gran espesor y están ejecutados con piedra calcárea local, extraída de los alrededores. En ellos no se observa ninguna marca que indique la presencia de ningún hueco al exterior. Sólo las torres disponen de ellos, a pesar de que hoy en día están todos cegados.

A partir del resultado del levantamiento gráfico vemos que las dos torres o cubos, disponen de diferente número de huecos: mientras que en la torre sureste hay un total de 2 troneras de 0.50 m. x 0.70 m. aproximadamente, y 2 cañoneras de 1,20 m. x 0,85 m.; la torre noroeste tiene 2 troneras de 0,46 m. x 0,60 m. y 5 cañoneras de 1,75 m. x 1,80 m. En ambas torres, las cañoneras están rematas al exterior mediante un recercado ejecutado con sillares de piedra “tosca”.

La fortaleza no dispone de estancias interiores, a excepción de una sala de planta circular que hay en la torre sureste, rematada mediante una bóveda de revolución de 4 m. de ancho, que descansa en el extremo exterior sobre el muro de la torre y, en el eje, sobre un pilar de planta octogonal de 0.42 m. de lado, ubicado en el centro de la sala. En la actualidad a esta sala se accede desde la plataforma, a través un hueco practicado en uno de sus lados, desconociendo cual era el acceso original. La sala se encuentra colmatada de tierra, dejando un espacio en su interior de apenas 2,3 m. de altura libre en su parte central. Desde la sala se observan diversos huecos correspondientes a antiguas troneras, aunque por el exterior se ven de mayores dimensiones. En la torre noroeste no se observa ninguna estancia, a pesar de que se ven los mismos recercados de piedra que rematan las cañoneras de la otra torre, aunque éstos están completamente cegados.

Sobre la plataforma se alzan los restos de la ermita, actualmente en ruina (Figs. 9 y 10). En el lado este de la plataforma encontramos un aljibe de planta rectangular, de 3,35 m. x 5,65 m. de superficie, rematado en su parte superior mediante bóveda de ladrillo a rosca de medio pie de espesor

(dimensión del ladrillo: 0.30 x 0.14 x 0.04 m). Esta bóveda no es original, ya que la cubierta del aljibe fue sustituida en el siglo XVIII. La ermita actual tampoco es la original, ya que hacia 1747 fue completamente intervenida.



Fig. 8-Planta de la fortaleza, resultado del levantamiento fotogramétrico realizado en julio de 2022 (Rodríguez-Navarro & Pérez Vila)



Fig. 9- Restos de la ermita de Santa Ana (Rodríguez-Navarro, 2022)

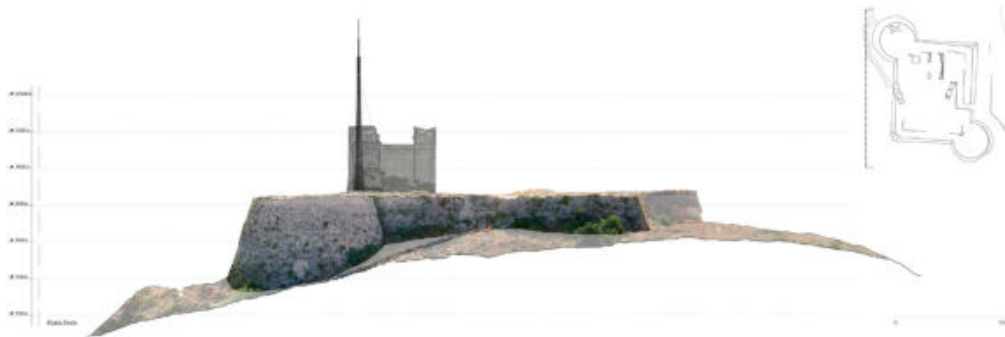


Fig. 10- Fig 10.jpg Alzado oeste de la fortificación. Levantamiento gráfico realizado en julio de 2022 (Rodríguez-Navarro & Pérez Vila)

## 6. Conclusiones

La fortaleza de Santa Ana se construyó entre los años 1544 y 1545, fruto de la tensión que suponían los habituales ataques marítimos por parte de los musulmanes. Aunque aparentemente parece responder a una tipología de la tratadística de la época, podemos afirmar que es bastante particular, pues no se han encontrado otros casos que se ajusten a su trazado, más allá de una cierta similitud con la iglesia de Murla.

Por otro lado, es evidente que para analizar esta tipología de patrimonio - es decir la arquitectura fortificada - resulta imprescindible la integración de diferentes metodologías de levantamiento digital. Aprovechando las calidades intrínsecas de los dos métodos más fiables y utilizados, es decir, la fiabilidad y precisión de la información métrica del escáner láser, y la alta calidad gráfica con respecto al contenido informativo cromático - materializándose como textura - que nos aporta la fotogrametría digital 3D (SfM-IM), el proceso entero se lleva a cabo sobre estas dos bases de datos que se integran mutuamente.

La restitución crítica tridimensional se realiza sobre la base dimensional de la nube del escáner, llevando esta la información métrica, además de la cromática, mientras que la nube y la mesh de fotogrametría vienen puestas en escala a través de un proceso de ajuste basado sobre la misma nube TLS. El modelo resultante de esta restitución se enriquece con la mesh del terreno procedente de la fotogrametría, con el

fin de describir gráficamente la relación entre la geometría del caso de estudio y su propio entorno territorial, cuyo análisis y estudio resulta ser todavía más importante cuando nos enfrentamos con la arquitectura defensiva. La comparación entre las dos nubes explicitada numéricamente en el valor de desviación y gráficamente en mapa de colores, nos pone en condición de poder validar la integración, y queda así claro como en estos casos se requiere un proceso de levantamiento riguroso, debido a que los modelos de restitución deberán ser analizados y validados también a través de su comparación con la tratadística histórica.

Podemos concluir que la metodología utilizada y sus flujos de trabajo, han sido eficaces para obtener un levantamiento integral. La fiabilidad global del modelo ha sido alta, como se puede observar en la mínima desviación existente con respecto a la nube del escáner láser. El objetivo del levantamiento, que ha sido determinar el trazado de la fortaleza partiendo de sus restos, ha sido cumplido satisfactoriamente; en su levantamiento hemos aplicado un estándar de resolución de 3mm/pixel, que ha permitido también obtener unas planimetrías a escala 1:50.

## Financiación

Esta contribución es parte del proyecto de I+D+i PID2020-119469RB-I00, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación/ Agencia Estatal de Investigación/ 10.13039/501100011033.

## Referencias

- Arciniega García, L. (1999) Defensas a la antigua y a la moderna en el Reino de Valencia durante el siglo XVI. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie VII, H.ª del Arte*, 12, 61-94.
- Blay Navarro, J. (1960) *Documentos y datos para la historia de la Ciudad de Oliva*. València, ECIR.
- Boira Mahiques, J. V. (2007) *Las torres del litoral Valenciano*. València, Conselleria d'Infraestructures i Transport.
- Gisbert Santonja, J. A. (1994) *El Castell de Santa Anna i l'arquitectura renaixent del Comte d'Oliva*. Llibre de Festes Rebollet.
- Pardo Molero, J. F. (1995) Per terra e no per mar. La actividad naval en la defensa del Reino de Valencia en tiempo de Carlos I. *Estudis. Revista de Historia Moderna*, 21, 61-87.
- Pons Moncho, F. (1978) La Parroquia de San Roque de Oliva. En: *Iniciación a la Historia de Oliva. València*, Ayuntamiento de Oliva, p. 342.
- Rodríguez-Navarro, P. & Gil-Piqueras, T. (2020) El Castillo de Bairén (Gandía, España). Proyecto de documentación gráfica. En: Navarro Palazón, J. & García-Pulido, L. J. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. Vol. X. Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 26-28th March, Granada*. Granada, Universidad de Granada, pp. 439-446.
- Sanchis Costa, J. (1980) *Aportacions a la Guerra de Successió a Oliva, Dénia i altres territoris del País Valencià*. Valencia, EDICIONS 96.
- Sendra i Molió, J. (1997) La toponimia urbana d'Oliva. En: *Libro de actas de la IV Col loqui d'onomàstica Valenciana. XXI Col loqui de la societat d'onomàstica*. Ontinyent. pp. 15-52.
- Soler Molina, A. (2011) *La Safor: història i geografia de la comarca*. Gandia, Mancomunitat de municipis de la Safor.
- Soler Molina, A. (2020) *L'esplendor d'Oliva. De l'honor dels Carròs al comtat dels Centelles*. Oliva, Ajuntament de Oliva.
- Soler Molina, A. (2021) *Intervenció senyorial i transformacions locals a la baronia de Rebollet-comtat d'Oliva (segles XIII-XVI). Els Carròs i els Centelles*. [Tesis doctoral]. Alacant, Universitat d'Alacant.

# La fotogrametría SfM mediante UAS para la documentación de las fortificaciones de la Alpujarra (Granada y Almería, España)

Jorge Rouco Collazo<sup>a</sup>, José Antonio Benavides López<sup>b</sup>

<sup>a</sup> MEMOLab - Universidad de Granada, Granada, España, jroucocollazo@gmail.com, <sup>b</sup> Universidad de Granada, Granada, España, jbenavidd@gmail.com

## Abstract

Structure from Motion photogrammetry has become in the last years one of the most used methodologies for three-dimensional recording in several scientific fields thanks to its great precision and low cost. Documentation of the building heritage has not been blind to this advance in technique. The aim of this paper is to present the methodology, issues and results of the application of the photogrammetry to record the Andalusian fortresses of the Alpujarra, the southern face of Sierra Nevada (Almería and Granada, Spain). This was carried out through drone-based photogrammetry with GNSS topographical support. Altogether, we have documented 20 rural fortresses. Photogrammetry has revealed itself as a surveying method of great quality and versatility on field. The 3D models of the fortifications have been the core base for the subsequent archaeological analysis. They have also become an essential repository for the future, given the difficult conservation of these structures located in marginalized rural areas.

**Keywords:** al-Andalus, medieval, drone, photogrammetry.

## 1. Introducción

La Alpujarra es la comarca que abarca la cara sur de Sierra Nevada, dividida actualmente entre las provincias de Almería y Granada (España). Se trata de un área, por tanto, marcada por las abruptas laderas del macizo montañoso con los picos más altos de la Península Ibérica. El territorio ha sido transformado mediante la creación de sistemas de regadío y terrazas agrícolas para permitir su explotación desde época medieval. Se trata, pues, de una comarca de importante valor natural y cultural. La gran pervivencia de este paisaje antrópico por su relativo aislamiento es la causa de que la Alpujarra haya sido una importante área de estudio para los medievalistas desde hace varias décadas (Cressier, 1983; Trillo, 1989, 1998), con especial atención a sus fortificaciones (Cressier, 1984; Cressier, 1992).

Concretamente, se conservan un total de veinte con restos de algún tipo, de un número que sería probablemente mayor por las noticias históricas y

toponímicas que tenemos (Rouco, 2021: pp. 812-824). Esta veintena ha sido objeto de detallado análisis dentro de la tesis doctoral de uno de los autores (1), estudiando sus restos constructivos a través de la Arqueología de la Arquitectura y su relación con su entorno a través de la Arqueología del Paisaje (Rouco, 2021) (Fig. 1). Dado los objetivos de la investigación, resultaba imprescindible obtener una representación gráfica de calidad de los restos de las fortificaciones, teniendo en cuenta los condicionantes impuestos por la orografía. La documentación gráfica es un pilar fundamental de la disciplina arqueológica y en especial, de la Arqueología de la Arquitectura, siendo la base fundamental para el registro de datos. Debe ser lo más objetiva posible con la realidad y estar contextualizada espacialmente, tanto en el yacimiento como en una escala espacial más amplia, por lo que resulta fundamental que esté geolocalizada. La rápida evolución de la

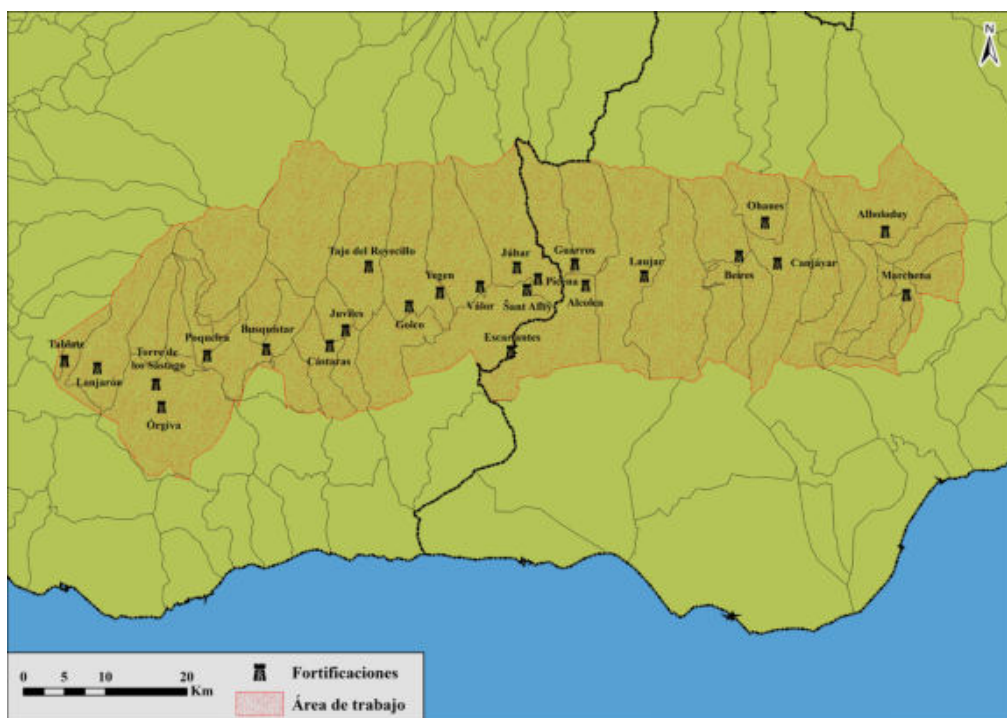


Fig. 1 - Área de estudio y fortificaciones analizadas (elaboración gráfica por Jorge Rouco Collazo)

tecnología aplicada a la documentación gráfica del patrimonio arqueológico y arquitectónico ha supuesto una gran mejoría en los métodos de capturas de la información y de su representación, mucho más eficientes. Así, al margen del tradicional dibujo de línea de plantas, alzados y secciones, han aparecido otras técnicas complementarias como la fotogrametría o los escáner láser terrestres o aéreos. Estos permiten una documentación tridimensional compleja que, además, es más objetiva respecto a la realidad documentada y menos mediatizada por la interpretación de quien realiza las planimetrías (Martín, 2014; Martínez, Fernández & San José, 2018). La tipología del patrimonio a documentar, su extensión, la rapidez, precisión, presupuesto y capacidad del operador resultan variables fundamentales a la hora de escoger las metodologías y equipos de documentación (Opitz, 2013; Rouco, Benavides & Martín, 2020). Así, dada la necesidad de una documentación tridimensional de calidad y georreferenciada y la difícil orografía de los emplazamientos de las fortificaciones, se optó por la fotogrametría Structure from Motion realizada mediante un UAS (Unmanned Aerial System - Sistema Aéreo no Tripulado).

## 2. Metodología

Como decimos, la principal técnica de documentación de los restos de las fortificaciones de la Alpujarra ha sido la fotogrametría Structure from Motion, que ha vivido una rápida difusión en el campo de la Arqueología en los últimos años (Benavides et al. 2016; Nex & Remondino, 2014; Remondino et al. 2011; Romero & Martín, 2017). Esto se debe a su versatilidad para la creación de modelos tridimensionales a partir de fotografías con solape sin la obligación de contar ya con pares estereográficos ni ser necesaria la calibración previa de las cámaras fotográficas.

En nuestro caso, dado las características de las fortificaciones, mayoritariamente su topografía y tamaño, hemos empleado fotogrametría aérea a partir de UAS, combinándolo en aquellos puntos en los que necesitábamos una mayor calidad con la captura a pie con cámara réflex. Los dos drones empleados en este trabajo han sido un DJI Phantom 4 Advanced con una cámara de 20 mm f/2.8 con un sensor CMOS 1/2.3" de 20 Megapíxeles y un DJI Mini Mavic 2 Pro con sensor 1/2.3" de 12 Megapíxeles.

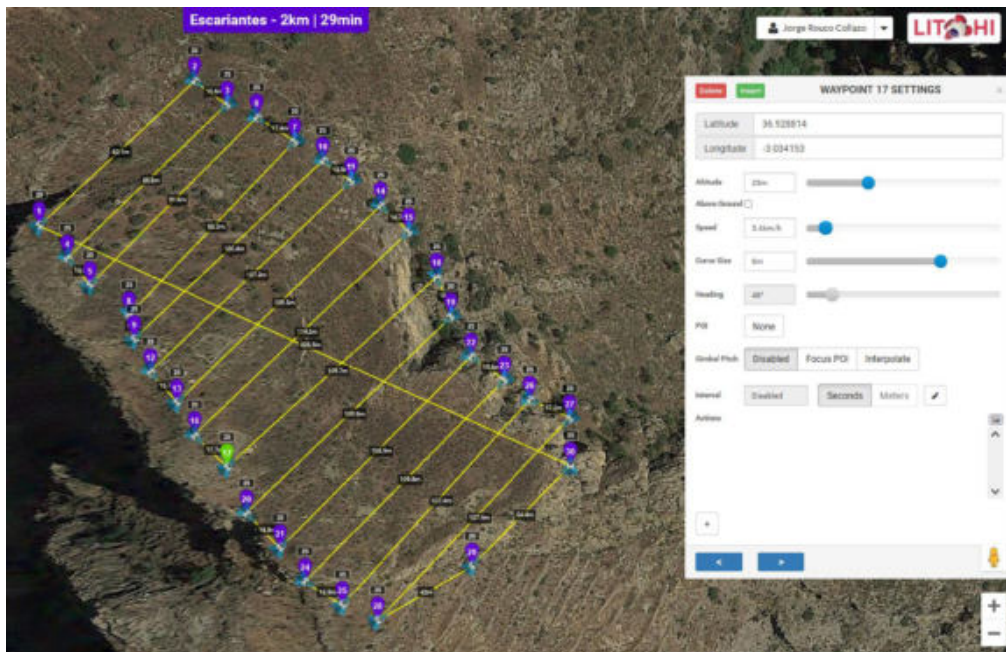


Fig. 2- Vuelo programado con la app Litchi en el castillejo de Escarientes (elaboración gráfica por Jorge Rouco Collazo)

La captura fotográfica con el dron aprovecha la mayor distancia frente al terreno que otorga la altura para obtener una cobertura mucho mayor, lo que posibilita una toma de datos considerablemente más rápida de amplios espacios de terreno que realizando la captura fotográfica a pie o con pértiga. Dentro de las posibilidades de operación que ofrecen un UAS y dada las características de las fortificaciones y los objetivos de la investigación, se ha realizado una documentación en dos fases, vuelo automático y vuelo manual (Benavides, Martín & Rouco, 2020). El vuelo programado consiste en una captura mediante fotografía nadiral para el levantamiento de la topografía de las fortificaciones (Fig. 2). Es posible gracias a los sistemas de navegación incorporados en los UAS y los parámetros del vuelo son programados previamente a su inicio. Los que deben tenerse en cuenta para lograr un buen levantamiento son varios. El primero es la altura de vuelo respecto al terreno, fundamental a la hora de evitar obstáculos (arbolado, estructuras, torres eléctricas), pero elevarse a demasiada altura provocada una pérdida de nitidez en los detalles del terreno. La altura de vuelo condiciona también la distancia horizontal entre las pasadas paralelas que garantizan un correcto solape entre

las fotografías, de en torno a un 80%. En nuestro caso, la altura de vuelo respecto al terreno en las fortificaciones de la Alpujarra ha oscilado entre los 20 y los 30 m en función de los obstáculos y el área a documentar. La velocidad del UAS debe ser lenta, menor a 3 m/s, para garantizar que una rápida obturación, 1/1000 segundos o mayor, obtenga fotografías nítidas. La apertura del diafragma y los parámetros ISO se programan en función de las condiciones lumínicas de cada momento. El enfoque es automático y la captura de las imágenes se realiza cada dos segundos para garantizar un solape suficiente (2). La altura, velocidad del UAS, distancia entre pasadas horizontales, el intervalo de disparo y el tipo de sensor son fundamentales para el cálculo del Ground Sampling Distance, que determina la resolución que se obtendrá en cm/pixel (Benavides, Martín & Rouco, 2020).

Una vez realizado el vuelo programado, se procede a acometer uno manual. Dada la necesidad de obtener unos levantamientos precisos de las estructuras que sirvan como base para su posterior análisis arqueológico, el objetivo de este vuelo manual es la obtención de fotografías horizontales y oblicuas de las estructuras verticales y las zonas





Fig. 3- Fotografía aérea oblicua de una de las torres del castillejo de Marchena (Almería) (foto por Jorge Rouco Collazo)

de orografía más abrupta (Fig. 3). Este tipo de vuelo se realiza controlando manualmente el UAS, lo que permite al operador tener control en todo momento de los parámetros de la cámara y el ángulo de las fotografías. También dependerá completamente del piloto el que las fotografías tengan el solape necesario para poder integrarse en el modelo fotogramétrico. Este tipo de vuelo es también útil para realizar más fotografías en aquellas zonas consideradas de especial interés arqueológico en los que sea necesario una mayor resolución.

Las fotografías tomadas por los dos tipos de vuelo son integradas en un único modelo fotogramétrico, junto con fotografías realizadas con cámara réflex de aquellos puntos en los que no puede accederse con el dron, como los interiores de estructuras, en especial aljibes.

No obstante, para obtener un modelo con dimensiones precisas y geolocalizado, además de una correcta captura fotogramétrica resulta necesario contar con GCP (Ground Control Points o puntos de control en el terreno) para la georreferenciación del modelo. Esto se debe a que los GPS internos de los UAS empleados para esta investigación no poseen la precisión suficiente para garantizar la calidad métrica del modelo, con errores acumulados de varios metros, en especial en el eje Z. Por este motivo, los GCP empleados son dianas de gran tamaño para ser visibles desde el aire con el punto georreferenciado (en sistema de coordenadas ETRS89 UTM 30N) a través de un sistema GNSS-RTK (Fig. 4). En función del número y posicionamiento de satélites y las correcciones en tiempo real, su precisión varía entre los 1 y 2 cm, suficiente para un levantamiento de tipo arqueológico. El modelo



Fig. 4- Dianas empleadas para la georreferenciación del castillejo de Órgiva (Granada) (foto y elaboración gráfica por Jorge Rouco Collazo y José Antonio Benavides López)

empleado ha sido un GPS GNSS REACH RS2, corregido en tiempo real a través de la red del Instituto Geográfico Nacional de España a través de conexión móvil. El número de GCP empleados en cada fortificación va a depender del tamaño de esta, buscando una cobertura homogénea de su superficie y atendiendo a la topografía de la misma, intentando que los cambios bruscos de cota queden registrados para minimizar los errores del modelo en lo posible (Ferreira, García & Oliveira, 2019; Gabrilik et al. 2018; Galván, Rito & Pérez, 2018).

Una vez finalizada la captura en campo, el momento crucial, ya que la calidad de las imágenes tomadas condiciona en buena medida la calidad del modelo final, se inicia el procesado en el laboratorio. En este punto, a través del software fotogramétrico se procede a la alineación de las imágenes a partir de los puntos coincidentes y el cálculo de su orientación y posición a partir de algoritmos de visión por computador, como el SIFT (Lowe, 1999) o el Bundle Adjustment (Wu et al. 2011). A partir de la nube de puntos creada (3), se genera la nube densa y mediante triangulación, la malla 3D sobre la que se aplica la textura fotográfica para obtener el modelo final de las fortificaciones. A lo largo de estos pasos resulta fundamental, por una parte, georreferenciar el modelo con los GCP tomados en campo, ya que aunque los programas de fotogrametría trabajan con coordenadas internas, es necesario introducir las absolutas para obtener un modelo con coordenadas reales y precisión suficiente para que sea útil a nivel arqueológico.

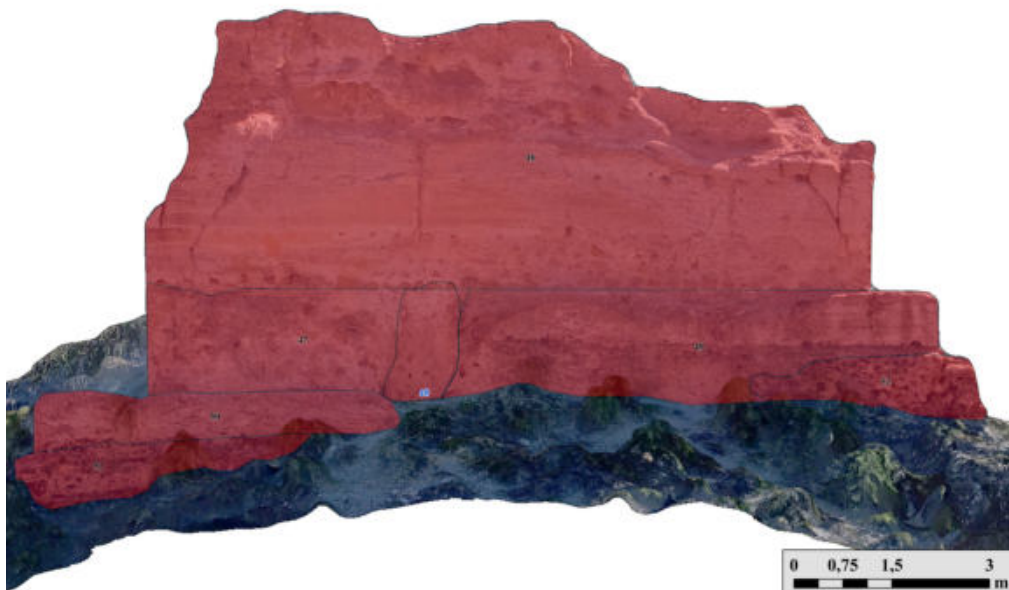


Fig. 5- Planimetría de la estratigrafía de la cara Norte de la torre del homenaje del castillejo de Beires (Almería) sobre la ortofoto obtenida del modelo fotogramétrico (elaboración gráfica por Jorge Rouco Collazo)

Por otra, es imprescindible realizar una limpieza en cada paso de los errores que se van acumulando en el modelo, algo habitual cuando se trabajan con levantamientos que pueden alcanzar las 2000 fotos en caso de las fortificaciones más grandes.

Una vez obtenida la malla tridimensional correctamente georreferenciada, se generan las ortofotos que sirven de base para el dibujo arqueológico de las estructuras y los Modelos Digitales de Elevaciones (MDE), de gran utilidad para el análisis de la topografía y del territorio. El error métrico de los modelos tridimensionales generados y los productos derivados se ha situado en torno a los 2 cm, un margen idóneo para la documentación arqueológica de yacimientos de gran tamaño.

### 3. Resultados y discusión

La fotogrametría Structure from Motion con dron ha demostrado ser fundamental para la documentación de las fortificaciones rurales de la Alpujarra, en especial por su versatilidad en campo, pero sin renunciar a una gran calidad

gráfica y métrica. Resulta de enorme utilidad, dado la dispersión de los yacimientos y la dificultad de acceso a los mismos, su velocidad de captura en campo respecto a un levantamiento fotogramétrico a pie u otros tipos de documentación tradicional. A ello hay que sumar, además, que el equipamiento es relativamente ligero para su transporte, que en este contexto de alta montaña debe hacerse a menudo a pie. No obstante, a diferencia de otros tipos de documentación tradicional, el tiempo ahorrado en la captura en campo se ve en parte mermado en la fase de laboratorio. Se han generado en total 20 modelos a partir de un total de más de 13.000 fotos. Esto ha supuesto un total de 100 horas de procesado aproximadas, a las que habría que sumar las de limpieza de los modelos.

La documentación obtenida, en especial a través de las ortofotografías de plantas y alzados, ha resultado fundamental para la realización de las planimetrías de los restos de las fortificaciones. Esta base objetiva permite trazar con calidad los límites de la estratigrafía mural, convirtiéndose en uno de los principales pilares de la interpretación

de la evolución constructiva de la fortificación a través de la Arqueología de la Arquitectura (Fig. 5). Además, el hecho de que el modelo esté georreferenciado en coordenadas reales permite insertar la información gráfica en la escala de trabajo a nivel territorial, comprendiendo mejor las relaciones de las fortificaciones con el paisaje circundante. Así, los MDE de cada fortificación se han introducido en el MDE base de toda el área de estudio para la realización de análisis espaciales de toda la zona a través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Así mismo, las planimetrías georreferenciadas también son introducidas en la geodatabase de este SIG, de forma que toda la información alfanumérica y gráfica está insertada en el mismo espacio de trabajo con sus coordenadas espaciales absolutas.

Los modelos tridimensionales no solo poseen un gran valor intrínseco para el análisis de las estructuras. También son el punto de partida para todo un proceso de trabajo digital de enorme utilidad tanto para el análisis científico como para la divulgación patrimonial, pudiendo aplicarse al modelo 3D diversos procesos para su análisis y transformación (Rouco, 2021: pp. 221-245;

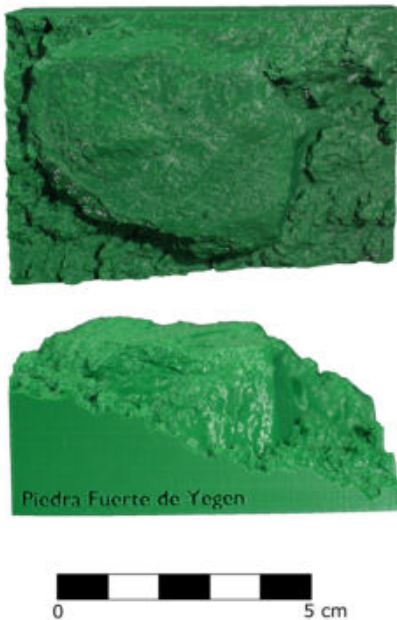


Fig. 6- Impresión 3D en PLA del Fuerte de Yegen (Granada) a partir del modelo fotogramétrico realizado con el UAS (elaboración gráfica por Jorge Rouco Collazo)

Maldonado, Rouco & Martínez, 2021) (Fig. 6).

A las ventajas de la documentación fotogramétrica como base para el análisis científico de las estructuras tenemos que añadir el interés que tienen estos modelos como elemento de conservación. Dado el precario estado de conservación de muchas de las fortificaciones alpujarreñas, con pocas posibilidades de intervenciones de restauración dados los escasos recursos en la zona, el levantamiento fotogramétrico adquiere un importante valor como testimonio de estas estructuras en riesgo de un rápido deterioro.

No obstante, este tipo de documentación también presenta una serie de problemáticas, derivadas sobre todo del tamaño y la ubicación de los yacimientos documentados. Los condicionantes atmosféricos pueden influir en gran medida en la calidad del resultado final. Así, el viento y, en especial, el sol, son factores determinantes dada la escarpada topografía de estas fortificaciones, resultando prácticamente imposible que algunas de sus partes no estén en sombra o sobreexpuestas a la hora de la captura. Dada la naturaleza de los restos a documentar, la única opción es intentar mitigar en la medida de lo posible los efectos de la sobreexposición y las sombras al tomar las fotografías y a lo largo del procesado del modelo. Otro problema que dificulta la documentación de las fortificaciones es la abundante vegetación, que oculta las estructuras. En especial el arbolado resulta complejo de tratar para evitar errores en el modelo, siendo en este caso más aptas otro tipo de tecnologías de documentación como el LiDAR.

Así mismo, el gran volumen de datos de las capturas fotogramétricas requiere de equipos con bastante potencia para el procesado de los modelos, así como gran capacidad de almacenamiento. Esto se deriva también en la dicotomía de la difusión de los modelos fotogramétricos. Por un lado, a través de aplicaciones web estos son fácilmente visualizables, aunque con limitaciones de calidad en la mayoría de los casos y de manipulación de los datos por parte de terceras personas. Los modelos de gran tamaño, como los de las fortificaciones alpujarreñas que nos ocupan, requieren de un proceso de optimización y decimado para poder adaptarlos a este tipo de plataformas, lo que conlleva necesariamente cierta pérdida de calidad y precisión en el modelo. Además, son escasos todavía los medios de integración de información tridimensional en los canales de publicación científica tradicionales, aunque en algunos

casos esto empieza a cambiar. Lo mismo sucede con las administraciones encargadas de tutelar el patrimonio arqueológico y arquitectónico, carentes de medios para gestionar este tipo de archivos pese a su indudable utilidad. Ello obliga a que sean los investigadores que realizan este trabajo a ser los custodios de la información o recurrir a los repositorios digitales de sus instituciones u otros organismos. Esto supone, sin duda, un problema en cuanto a la conservación de los datos y su disponibilidad en acceso público. No obstante, el impulso de los últimos años al open data en ciencia está generando cada vez más dinámicas y herramientas que facilitan el archivo y la difusión de los datos brutos de la investigación, favoreciendo su accesibilidad y la discusión y replicabilidad de los datos. Todo esto, junto con la mayor integración de las herramientas de visor y modelado 3D en la informática a nivel usuario, garantizan una mayor evolución en el futuro próximo en cuanto a formatos y canales de transmisión.

#### 4. Conclusiones

La aplicación de la fotogrametría Structure from Motion con la utilización de UAS para la documentación gráfica de las fortificaciones de la Alpujarra Alta ha demostrado ser de gran utilidad para lograr un resultado de gran calidad gráfica y métrica y por su rapidez y versatilidad en campo. Así mismo, ha sido base imprescindible para multitud de análisis en Arqueología del Paisaje y Arqueología de la Arquitectura. El desarrollo de esta tecnología de documentación ha supuesto una auténtica revolución en los métodos de registro gráfico de los restos arqueológicos. Así, la documentación de alta calidad permite aplicar nuevos métodos y aproximaciones al registro arqueológico.

#### Referencias

- Benavides, J. A., Aranda, G., Sánchez, M., Alarcón, E., Fernández, S., Lozano, Á. & Esquivel, 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, J. A., Martín, J. M. & Rouco, J. (2020) Levantamiento arquitectónico y análisis arqueológico del castillo de Piñar como punto de partida para su conservación. *Virtual Archaeology Review*, 11 (22), 95-115.
- Cressier, P. (1983) L'Alpujarra médiévale: une approche archéologique. *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 19, 89-124.
- Cressier, P. (1984) Le château et la division territoriale dans l'Alpujarra médiévale: du hisn à la ta'a. *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 20, 115-144.

Su potencialidad todavía no se ha desarrollado por completo en la Arqueología, pero la tridimensionalidad nativa de la fotogrametría supone no solo cambios técnicos, sino también epistemológicos y conceptuales que abren nuevas vías de investigación y debate que todavía están en desarrollo. Además, las representaciones de las nuevas tecnologías de documentación han alcanzado un alto nivel de fiabilidad, evitando en gran medida la subjetividad de los métodos de registro clásicos, mucho más interpretativos. Así mismo, la multiplicación de plataformas para la disseminación de modelos 3D abre la puerta a que otros investigadores puedan hacer sus propias interpretaciones en base a los modelos objetivos, así como facilitar el acceso al público de los mismos. La mayor difusión de estas técnicas de documentación logrará la creación de unos sólidos cimientos empíricos que conduzcan a un debate mucho más complejo a medida que se integren distintas escalas de trabajo

#### Notas

- (1) La documentación gráfica de estas fortificaciones es accesible en <https://doi.org/10.5281/zenodo.4764810>
- (2) Entre las diversas aplicaciones existentes en el mercado para la programación de vuelos con UAS comerciales, se empleó Litchi para dispositivos Android.
- (3) Para el procesado de los modelos se ha utilizado el programa Agisoft Metashape.

#### Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias a la financiación del Ministerio de Universidades del Gobierno de España y los fondos Next Generation-EU de la Unión Europea a través de un contrato postdoctoral Margarita Salas.

- Cressier, P. (1992) El castillo y la división medieval de la Alpujarra: del hisn a la ta'a. En: Cressier, P. (ed.) *Estudios de arqueología medieval en Almería*. Almería, Instituto de Estudios Almeriense, pp. 7-48.
- Ferreira, A. A., García, M. V. & de Oliveira, H. (2019) Avaliação da qualidade altimétrica de modelos digitais de terreno derivados de levantamento topográfico com VANT. En: *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Santos, INPE, pp. 41-48.
- Gabrilik, P., la Cour-Harbo, A., Kalvodova, P., Zalud, L. & Janta, P. (2018) Calibration and accuracy assessment in a direct georeferencing system for UAS photogrammetry. *International Journal of Remote Sensing*, 39 (15-16), 4931-4959.
- Galván, J. M., Rito, G. & Pérez, J. A. (2018) The impact of number and spatial distribution of GCPs on the positional accuracy of geospatial products derived from low-cost UASs. *International Journal of Remote Sensing*, 39 (21), 7154-7171.
- Lowe, D. (1999) Object recognition from local scale-invariant features. En: *The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision*, vol. 2. Washington, IEEE Computer Society, pp. 1150-1157.
- Maldonado, A., Rouco, J. & Martínez, C. (2021) Arqueología, Impresión 3D y Tifología. La Accesibilidad del Patrimonio Arqueológico como forma de difusión. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 31, 421-441.
- Martín, R. (2014) Documentación gráfica de edificios históricos: principios, aplicaciones y perspectivas. *Arqueología de la Arquitectura*, 11, e011.
- Martínez, J., Fernández, J. J. & San José, J. I. (2018) Implementación de escáner 3D y fotogrametría digital para la documentación de la iglesia de La Merced de Panamá. *Expresión Gráfica Arquitectónica*, 32, 208-219.
- Nex, F. & Remondino, F. (2014) UAV for 3D mapping applications: a review. *Applied geomatics*, 6 (1), 1-15.
- Opitz, R. S. (2013) An overview of airborne and terrestrial laser scanning in archaeology. En: Opitz, R. S. & Cowley, D. C. (eds.) *Interpreting archaeological topography airborne laser scanning, 3D data and ground observation*. Oxford, Oxbow, pp.13-31.
- Remondino, F., Barazzeti, L., Nex, F., Scaioni, M. & Sarazzi, D. (2011) UAV Photogrammetry for mapping and 3D Modeling. Current and future perspectives. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38 (1), 25-31.
- Romero, P. & Martín, J. M. (2017) From 3D to GIS. A comprehensive methodology for recording stratigraphy and its application in the MEMOLA Project. *Disegnarecon*, 10 (19), 2.1-2.16.
- Rouco, J., Benavides, J. A. & Martín, J. M. (2020) Falling from the sky. Aerial photogrammetry and LiDAR applied to the archaeology of architecture and landscape: two fortifications from the Alpujarra (Granada, Spain). En: Ramírez, M. & Bard, R. S. (eds.) *Studies in archaeometry. Proceedings of the archaeometry symposium at NORM 2019, June 16-19, Portland, Oregon, Portland State University*. Oxford, Archaeopress, pp. 87-174.
- Rouco, J. (2021) *Las fortificaciones medievales de la Alpujarra Alta desde la Arqueología de la Arquitectura y del Paisaje*. [Tesis doctoral]. Granada, Universidad de Granada.
- Trillo, C. (1989) El poblamiento de la Alpujarra a la llegada de los cristianos. *Studia Historica. Historia medieval*, 7, 197-208.
- Trillo, C. (1998) *La Alpujarra antes y después de la conquista castellana*. Granada, Universidad de Granada.
- Wu, C., Agarwal, S., Curless, B. & Seitz, S. M. (2011) Multicore bundle adjustment. En: *CVPR '11: Proceedings of the 2011 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. NW Washington DC, United States, IEEE Computer Society, pp. 3057-3064.

## A 3D integrated survey of fortified architectures: the medieval Canossa castle

Michele Russo<sup>a</sup>, Federico Panarotto<sup>b</sup>, Giulia Flenghi<sup>c</sup>, Elvira Rossi<sup>d</sup>, Alberto Pellegrinelli<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Department of History, Representation and Restauration of Architecture, Sapienza University of Rome, Rome, Italy, m.russo@uniroma1.it, <sup>b</sup> Department of Engineering, University of Ferrara, Ferrara, Italy, federico.panarotto@unife.it, <sup>c</sup> Sapienza University of Rome, Rome, Italy, giulia.flenghi@uniroma1.it, <sup>d</sup> Cultural Association Matilde di Canossa Onlus, Canossa, Italy, info@castellodicanossa.it, <sup>e</sup> Department of Engineering, University of Ferrara, Ferrara, Italy, alberto.pellegrinelli@unife.it

### Abstract

Castles are complex fortified systems based on a solid relationship between the territory and the built architecture. The former defines the context of development, access, and defense conditions. The latter adapts to the context, proposing fortified structures in continuity with the orography of the territory. Both factors are crucial to understanding castles' historical evolution and social roles over time. In this knowledge path, the survey process assumes a primary role as a tool to analyze and interpret the built environment through bibliographic and iconographic analysis and the study of reality. Within the castle domain became essential to manage multiple scales of knowledge, acquisition, and representation, deepening the territory and the fortress systems. The case study analyzed is the Castle of Canossa, the epicenter of some critical events in medieval times. The authors describe an integrated survey process between active and passive techniques at architectural and territorial scales. Several geometrical validation steps have been introduced to verify the geometrical reliability. The pipeline highlights also the crucial relationship between territory and buildings, laying the groundwork for a more articulated analysis of the entire architectural complex. At the end, a superimposition between the geometrical model and a historical mock-up is suggested, collecting helpful information for the next reconstruction step.

**Keywords:** fortified castle, integrated 3D survey, spatial analysis, territorial representation.

### 1. Introduction

A fortified architecture may show multiple morphologies depending on the construction technique, the territorial context and role, the historical origin, and structure development. The dimension can range from the territorial scale, such as city walls or military outposts, to the individual building (tower, palace, gate) or portion of walls. Fortified castles are an admirable example of layered and complex structures with a substantial scale variability.

They are composed of multiple interconnected defensive systems and architectural

superstructures. Besides, fortified castles build a relationship and dependence with the surrounding influence area, defining its development. The territory becomes a filter of access, especially in the case of fortified castles positioned in dominant positions. Therefore, the analysis of these buildings cannot be limited to the architecture study. It is essential to interpret the internal and external ecosystem development.

The case study reported in the paper is the Castle of Canossa (Fig. 1), a complex fortified building close to Reggio Emilia, Italy. The Castle's history



Fig. 1 - Images of the Castle. From left: bottom view of the sandstone hill, RPAS view of the system, detail of the most preserved portion of the area (photos by the authors)

overlaps with Matilda of Canossa, an emblematic female figure in the medieval era. Today, the Castle has vestiges of its original shape, but most masonry portions have been lost during millennial history. The research project aims to study the entire building system in-depth from a historical, geometric, and material point of view, building a valuable information system to represent its original architecture. In the paper, the authors (1) suggest the first part of the project, the multiscale acquisition phase (Valenti & Paternò, 2021), and the first restitution of the Castle and its context, preparing the knowledge conditions for future interpretation.

## 2. Case study

Canossa Castle is located in the Reggio Emilia Apennines on a white sandstone hill (Fig. 1). The Castle is known for the famous “Walk to Canossa”, an event involving Emperor Henry IV, Pope Gregory VII, and Countess Matilda di Canossa. The building is part of an articulated system of fortifications in the Reggio Emilia Apennine territory. To this day, little remains of the Matildic-era fortress, leaving a trace of a past imposing fortress. These ruins primarily date from the late Middle Ages to later centuries; only part of the foundations seem to refer to the original time of Matilda. The ruins include the remains of a monastery and some palace walls, built by Ruggeri in the late 16<sup>th</sup> century. Part of an apse and ruins have survived in the southern area, probably used to store provisions. The foundations of the tower-gate, located south of the building, which separated the worship area from the residential area, are still visible. At the same time, a raised section of the eastern tower is visible. The National Museum of Canossa is located in the centre of the archaeological area, containing many remains and a valuable historical reconstruction of the Castle. This latter was

created by the *Reggiana Society of Archaeology* suggesting the original appearance of the fortress in Matilda’s time. Starting from the plan of the excavations carried out by Gaetano Chierici in 1880, the model is the result of archival and on-site research. For this reason, this model has been analysed in the research, evaluating its reliability concerning the existing system.

## 3. Historical background

The Castle foundation traces back to the 10<sup>th</sup> century (Manenti Valli, 1987): Donizone reports that Adalberto Atto prepared, on the hill of the Reggio Emilia Apennines, a new fortified system (Donizone, 2008). The presence of a pre-existing settlement is not reported, even if recent research refers to a Roman settlement (Patrocini, 2001). The Castle faced the first two sieges in 953 and 957 by Berengar II of Ivrea and Adalbert, Berengar’s son. It was still a little fortification composed of a tower with walls but already proved its impregnability.

In 1077, there was a meeting between Gregory VII and Henry IV. The Castle had been enlarged to host an important event and accommodate Gregory VII’s court by that date (Fig. 2). In 1092, Henry IV attacked the Castle, losing the battle. A few years later, in 1106, the Castle underwent further expansion by Matilda di Canossa. Upon her death, the Canossian property in 1116 came into the possession of Emperor Henry IV, opening new claims from the Church. (Ferretti, 1884; Manenti Valli, 1987). In 1255, Reggiani people led by Albert of Canossa besieged the fortress reducing it to ruin. (Ferretti, 1884) A few years later, the Canossa family rebuilt it. Between the 13<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> centuries, a landslide reduced the hill on the southern side, probably due to anthropic reasons. Thus, the northern access would later be strengthened in defence (Manenti Valli, 1987).

In 1409 all the Canossian castles were part of the plan to strengthen the fortified structures by the Estensi (Manenti Valli, 1987). However, three years later (1412), there was a new siege by the Reggiani, with the help of the Parmensi, which probably caused a second landslide, this time on the western slope (Aceto, 1878). Very few damages have been caused by this last siege in the architectonic system. Only the walls have been seriously damaged. In 1512, the Castles passed to the Papal State, and in 1523 the Este reoccupied Canossa Castle, carrying on military interventions (Manenti Valli, 1987).

In 1557/58, the most destructive event was the cannonades by Ottavio Farnese, who caused a landslide in the northern area, destroying the entrance structure on the north-eastern corner (Aceto, 1878; Ferretti, 1884; Confortini, 2001). A year later, the Este family proceeded to fortify the walls and restore the palace with necessary interventions (Manenti Valli, 1987). From 1570, the Castle changed hands several times, starting with the Ruggeri, who turned the Castle into a stately home and ending in 1642 with the Valentini of Modena, who held it until 1796.

After this date, the fortress remains neglected and falls into ruin. The last significant destruction occurred in 1821 by the inhabitants of the surrounding area, while other natural events (1831-32 and 1846) caused further thinning of the cliff (Manenti Valli, 1987).

Finally, in 1878, the Italian state purchased the hill, declaring it a national monument. On the fortress site, the National Museum of Canossa, named Naborre Campanini, opened in 1893 and was reorganized in 2002. Since 2017, the Matilda of Canossa Cultural Association has managed the area. Since 2018, the Ministry of Infrastructure and Transport has started to monitor the hill transformations, ensuring the stability of the rock faces of the cliff (Fig. 3). Based on the collected sources, in agreement with the Matilda



Fig. 3- Ideal reconstruction of the castle of Canossa by an anonymous 18<sup>th</sup>-century artist (Municipal Library of Reggio Emilia)

of Canossa Cultural Association, an extensive survey campaign was planned to investigate all morphological aspects of the castle-hill system in detail.

#### 4. 3D data acquisition

An integrated survey campaign based on active and passive 3D data acquisition methodologies has been planned to understand the Canossa system. The survey planning has foreseen three different one-day acquisition campaigns. A data system suitable for multi-scale analysis and representation has been acquired (Guidi et al. 2009), adapting the survey process to the different external conditions. Data redundancy made it possible to perform

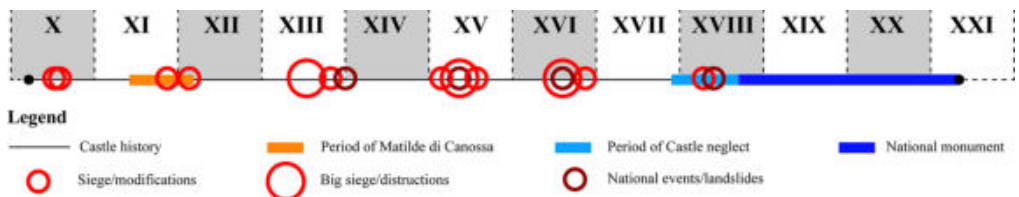


Fig. 2- Schema with the main historical events that affected the castle-hill system (graphic elaboration by the authors).



metric validation on the quality of the acquired data, controlling the global and local accuracy (Magda Ramos & Remondino, 2015). Thus, the project pipeline included progressive validation steps to use the data at increasingly larger scales (Fig. 4).

#### 4.1. Territorial survey

The Canossa hill presents a peculiar morphology, composed of rocky (south and north-east sides) and vegetation-covered areas: It has a high variation of ca. 60 m between the base and the summit. The entrance to the Castle is a narrow paved road that climbs among the trees of the south-west side. The survey was carried out by integrating a GNSS system with RPAS photogrammetry. Initially, 20 ground targets with A3 and A2 dimensions were distributed in the whole area with a higher density on the top of the hill. These targets defined the initial reference network of points acquired by GNSS and the photogrammetric system (PFA).

Most GNSS stations showed a sufficient satellite coverage but low or non-existent data signal. For that reason, the Network Real Time Kinematic (NRTK) configuration (Sokkya GCX3) was initially substituted with GNSS in static mode (Topcon GR3).

The master station was placed in the centre of the survey area, using a rover station with a minimum acquisition time of 10 minutes (1 epoch per second) for each target. Afterwards, NRTK acquisition problem was solved, turning the receiver on and off for each point, gaining priority access to the data band, and acquiring points with fewer epochs (5-10 epochs) and lower accuracy. Besides, three points for each hairpin bend of the paved way to the Castle have been acquired, bounding any change of staircase direction. This arrangement made it possible to contain the global alignment error within the 10 cm error highlighted at some points at the hill base. In addition, it defined a reference point's network to avoid range

scan misalignment due to the small number of vertical surfaces.

The photogrammetric acquisition campaign was planned to use a DJI Mavic mini 2, equipped with a camera set up of 4 mm of focal length, f/2.8, ISO 100, and 1/1250 sec of exposition. The flying distance was 90 meters from the hill base. Two flights were scheduled with 13 to 15 waypoints with perpendicular flight directions, using the camera in the nadiral set-up. A third manual flight with the oblique axe to acquire the hillsides and the external walls of the Castle was integrated at the end. The final photogrammetric block was composed by 286 images with a mean GSD of about 3.2 cm at the bottom of the hill.

#### 4.2. Architectonic survey

In the first stage, a photographic campaign related to the archaeological area and the Museum was carried out. It divided and coded the different areas, preparing a database structure to identify and optimize data management.

The integration of 3D terrestrial laser scanning and RPAS photogrammetry allowed facing the multi-resolution required. The ground survey was carried out with a Focus M70 (Faro). Its reduced dimension and lightness helped face different levels and slopes. The first scan was positioned in a barycentre position. A resolution of 3 mm-to-10m was set, acquiring a vast archaeological volume. The acquisition project foresaw 154 scans, ranging a resolution of 6 to 24 mm-to-10m, concerning the environmental conditions and the level of architectural details. The range-based approach allowed sampling of all the surfaces except the high part of the wall, the museum roof, and the external wall of the Castle. The photogrammetric survey by RPAS was carried out using some images from the previous flight, integrated with a manual flight devoted to acquiring a detailed part of the archaeological area.

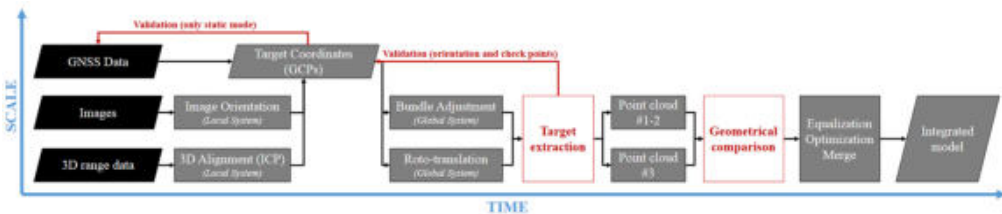


Fig. 4- Pipeline process of 3D acquisition and modelling (graphic elaboration by the authors)

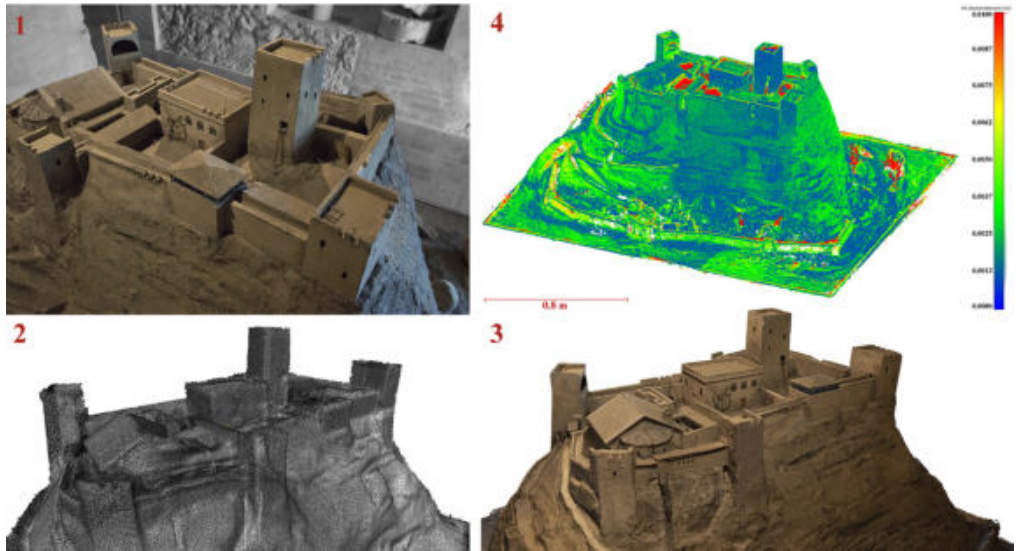


Fig. 5- Image sequence with the original maquette, the gripping pattern, the two range-based and image-based models (bottom), and the comparison between the two models (graphic elaboration by the authors)

The final photogrammetric block has been composed of 356 images obtaining a ground GSD of 7-10 mm.

#### 4.3. Interpretative maquette

The maquette preserved in the Museum was acquired with both range-based and image-based techniques. Regarding the former technique, 12 scans were planned with a 2.4 cm-to-10 m sampling step, working at an average distance of 2 meters and at different heights to reduce the shadows. As for the photogrammetric survey, the lighting conditions required a testing phase to reduce the effect of natural light coming from the museum exit.

A Nikon D810 camera with a 35 mm focal lens, f/9 and 1/160 sec. set-up was used for the acquisitions. The image campaign involved a sequence of 40 photographs with converging axes on four highs, imposing a working baseline of about 50 cm, a working distance of 2 meters and a mean GSD of 0.3 mm.

#### 5. Data process

The absolute coordinates of the master GNSS were firstly determined by downloading data from two permanent stations of the TopNet Network. Then, the coordinates acquired by the rover system were processed with short baselines and

integrated with NRTK ones. All elevations were transformed from ellipsoid to geoid heights within IGM grids, ITALGEO2005 undulation model, obtaining the final list of coordinates framed in ETRF2000(2008.0)-UTM32. The standard deviation of the GNSS static points considered in the project has been lower than 3 cm, while an error within 10 cm has been accepted for NRTK coordinates.

The photogrammetric data have been processed in Metashape (Agisoft). An image pre-processing activity has been developed to reduce light variation between rocky and vegetation areas, working on the brightness value of the photogrammetric block. In the general photogrammetric project, the average residual obtained using 25 PFAs at the end of frame orientation was around 4 cm, while around 10 cm on control points. Besides, in the architectural survey project, the residual orientation error on the same PFAs was reduced to 2.7 cm, while on control points to 7 cm. The range-based clouds were aligned in JRC Reconstructor (Gexcel) by alternating ICP and bundle adjustment to stiffen some blocks, with an alignment error of a few millimetres consistent with the standard deviation (1 sigma) of the instrument. The entire system was roto-translated into the absolute reference system, with an average error of 3.7 cm between the 11 targets used for orientation. A separate discussion



Fig. 6- Integrated point cloud of the entire Castle-Hill system (graphic elaboration by the authors)

deserves the entrance to the Castle. The paved entrance was oriented separately to control better the position of the key scans for each bend of the road concerning the visible targets. The other scans were then aligned using a bundle adjustment.

In the end, the reconstructive model scans were aligned and globally oriented. Besides, the images were processed again in the Metashape environment. The two models were compared to validate the image-based models (Fig. 5), showing a mean distance lower than 2 mm.

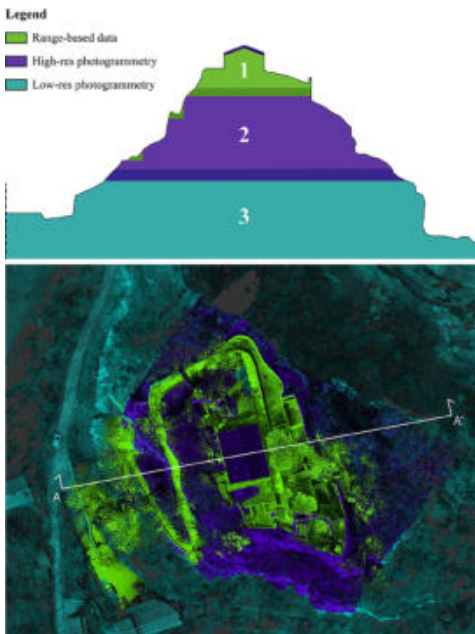


Fig. 7- Schema on data integration between the three models (graphic elaboration by the authors)

## 6. Data integration and analysis

All point clouds were imported and managed in JRC Reconstructor platform (Fig. 6).

The image-based and range-based clouds have been equalized to 1 cm, a suitable sampling step for 1:50 representations. The whole data system was cleaned and optimized (Fig. 7), reducing overlaps according to the following boundary conditions:

- range-based data should define most of the archaeological areas and the access to the Castle;
- the detailed photogrammetric data should define the wall ridges, the Museum roof, and all the surfaces not covered by the range-based data;
- the general photogrammetric data cover the rest.

Several products have been extracted to deepen the Castle-territory relationship. They include general orthoimages, sections, DTM with related contour lines, and urban representation (Fig. 8).

Besides, the image-based maquette was scaled to the real dimension and aligned to the global system once it was validated metrically. This comparison had supplied some helpful information on the historical reliability of the maquette to deal with the data interpretation process better (Fig. 9).

## 7. Conclusions

Castles and their territory represent examples of complex but closely interconnected systems.

A knowledge process based on historical, geometric, material, and technological analysis

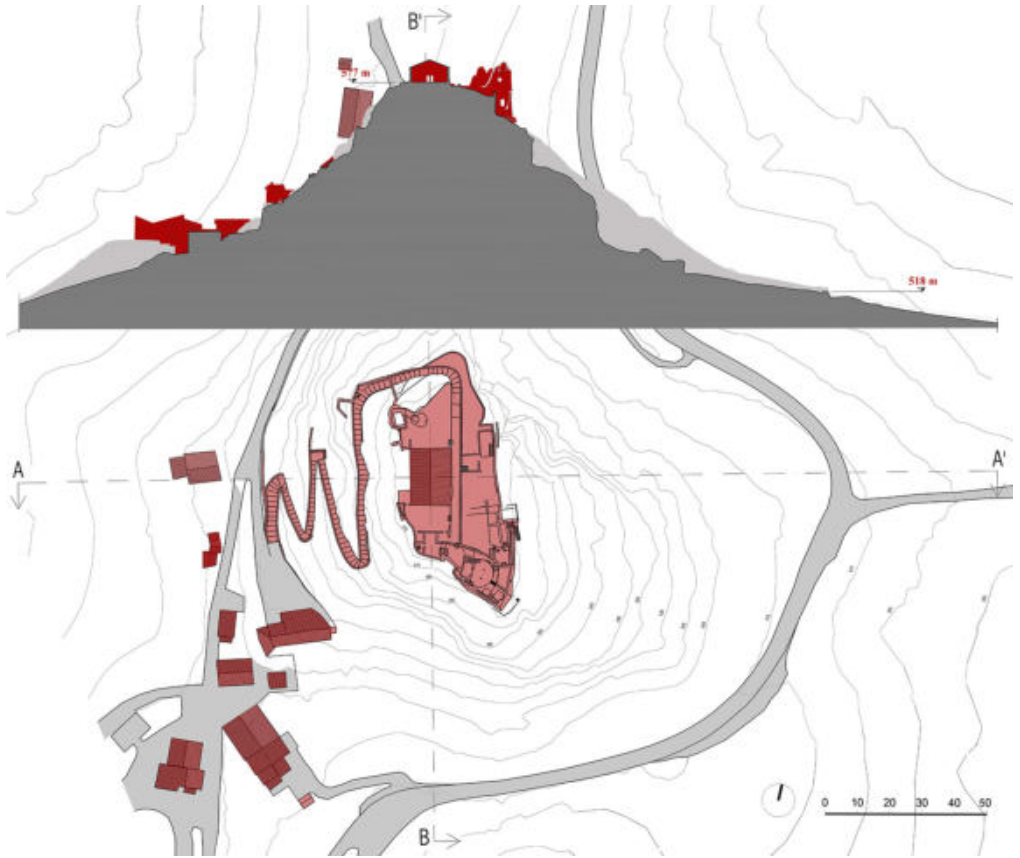


Fig. 8- Drawing (scale 1:500) of the area with section superimposed (graphic elaboration by the authors)



Fig. 9- On the left a superimposition between the sectioned point cloud of the area (red) and the scaled model (blue), on the right the comparison between the actual remains and the reconstructed ones (graphic elaboration by the authors)

represents the basis for fully understanding the origin and development of these architectures. Besides, this pipeline must be adapted to the different scale levels contained in the fortified systems. The research regards Canossa Castle, a complex system located in the Reggio Emilia territory. The article suggests a consolidated survey methodology based on active and passive multi-resolution techniques integrated with source analysis. Some bottlenecks in data acquisition and management are discussed in the process, highlighting how to preserve accuracy related to the multi-scale specificity. These validation steps have been planned in the pipeline to obtain

a reliable integrated model. The data extracted at the end of the process represent a substantial base to define some 2D representations of the area and prepare its 3D reconstruction. Some reconstructive analyses are collected at the end, comparing the actual castle and a historical reconstructive model.

### Notes

(1) The research is the result of joint and integrated work among the authors. In writing the article, M.R. was responsible for paragraphs 1 and 7, F.P. edited paragraphs 5 and 6, G.F. paragraphs 2 and 3, and A.P. paragraph 4. Finally, E.R. had the role of verifying the general content.

### References

- Aceto, T. (1978) L'apparato difensivo di Canossa. In: *Studi matildici. Atti e memorie del III convegno di studi matildici, 7-8-9 ottobre 1977, Modena, Italia*. Modena, Aedes Muratoriana, pp. 370-393.
- Campanin, N. (1894) *Canossa. Guida storica illustrata*. Reggio Emilia, Bassi.
- Confortini, L. (2001) Il castello in epoca estense. In: Manenti Valli, F. (ed.) *Canossa nel sistema fortificato matildico*. Reggio Emilia, Diabasis, pp. 105-111.
- Ferretti, A. (1884) *Canossa. Studi e ricerche*. Torino, Loescher.
- Donizone di Canossa (2008) *Vita di Matilde di Canossa*. Riedizione a cura di Golinelli, P. (ed.), Milano, Jaca Book. (testo originale: Donizone (1115), *La Vita Mathildis*)
- Guidi, G., Remondino, F., Russo, M., Menna, F., Rizzi, A. & Ercoli, S. (2009). A multi-resolution methodology for the 3D modeling of large and complex archaeological areas. *International Journal of Architectural Computing*, 7 (1), 39–55.
- Magda Ramos, M. & Remondino, F. (2015) Data Fusion in Cultural Heritage - A Review. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XL-5/W7, 359–363.
- Manenti Valli, F. (1987) *Architettura di castelli nell'Appennino Reggiano*. Modena, Aedes Muratoriana.
- Patroncini, L. (2002) *Canossa come era*. Perugia, Edizioni Italgraf.
- Rossi, M. (2001) Gli assedi della rocca di Canossa del X e del XIII secolo. In: Manenti Valli, F. (ed.) *Canossa nel sistema fortificato matildico*. Reggio Emilia, Diabasis, pp. 73-79.
- Valenti, R. & Paternò, E. (2021) 3D Integrated Survey for the Study of Archaeological Sites: the Case Study of Euryalus Castle in Siracusa. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 767, 1-8.

# Architetture fortificate in Istria: analisi, restituzione BIM e comunicazione avanzata di due forti a Pola

Alberto Sdegno<sup>a</sup>, Veronica Riavis<sup>b</sup>, Petar Bašić<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Università degli Studi di Udine, Udine, Italia, alberto.sdegno@uniud.it, <sup>b</sup> Università degli Studi di Udine, Udine, Italia, veronica.riavis@uniud.it, <sup>c</sup> Pola, Croazia, petar.basic@hotmail.com

## Abstract

The defensive system of Pola and the Southern Istria consists of about thirty fortifications built during the XIX century by the Habsburg Empire, to realize and protect the arsenal in those territories.

The research aims to outline the historical reasons and the constructive motivations of these fortresses characterized by different types of geometric plan -Polesana tower, segmented Polesana tower and polygonal fortress *Feldwerk*- with their own constructive logic, functions, and inner distribution. Many of these, following the directives of the general urban plan of Pula of 1966, were destroyed, or abandoned. This is due to the logic of the *damnatio Memoriae* that involves several buildings built before 1947.

Fort Bourguignon and Fort San Giorgio, built around 1850 in Pola, are two circular fortifications made of Istrian stone with an inner courtyard, covered for camouflage reasons by ground and grass: a type of structures that quickly became obsolete due to the rapid development of military engineering.

The studio deals with these forts and deepens them through the informative modeling of the architecture based on archival materials and surveys, to obtain a graphic restitution and to integrate the photographic documentation. The aim is also to enhance these buildings not protected by safeguard policies, to disseminate their history through the new technologies such as rapid prototyping and virtual reality.

**Keywords:** Pola, fortifications, survey, advanced representation.

## 1. Introduzione

Molte fortificazioni di Pola sono successive alla caduta di Napoleone Bonaparte alla Battaglia delle Nazioni (1813). La presa di quei territori da parte dell'Impero austriaco garantì un'importante fase di sviluppo avvenuto con la volontà di istituire e potenziare il porto e l'arsenale della città istriana; una condizione favorevole che perdurò per oltre un secolo, fino alla fine del Primo Conflitto Mondiale.

Con il Congresso di Vienna (1815) l'Istria entrò a far parte della monarchia asburgica, iniziando una fase di eccezionale sviluppo (Marsetić, 2012: pp. 483-484). La posizione strategica e il potenziale militare furono fin da subito riconosciuti dalle autorità austriache che trasformarono l'immagine di Pola e la resero una potenza marittima fra le più protette dalla monarchia asburgica fino al 1918.

Nel 1816 Francesco I d'Austria (1768-1835) visitò Pola accompagnato dall'architetto Pietro Nobile (1776-1854). Allora l'imperatore si interessò inizialmente al consolidamento e alla protezione dei resti romani, per poi attivare azioni di riqualifica e l'erezione di una ben più articolata rete difensiva. Infatti, già nei piani catastali del 1820 si rintracciano la fortezza Marie Louise, la batteria Val di Zonchi, e la batteria sull'insenatura di S. Pietro. Una seconda fase di potenziamento riguardò il reimpiego di preesistenti fortezze venete e francesi e l'espansione con nuovi forti nell'entroterra e sulle isole Brioni.

Nel piano generale di difesa stilato nel 1827 Pola fu scelta come stazione marittima militare. Da allora fu avviata la realizzazione di fortezze circolari di diametro di 24-25,5 metri e di torri a

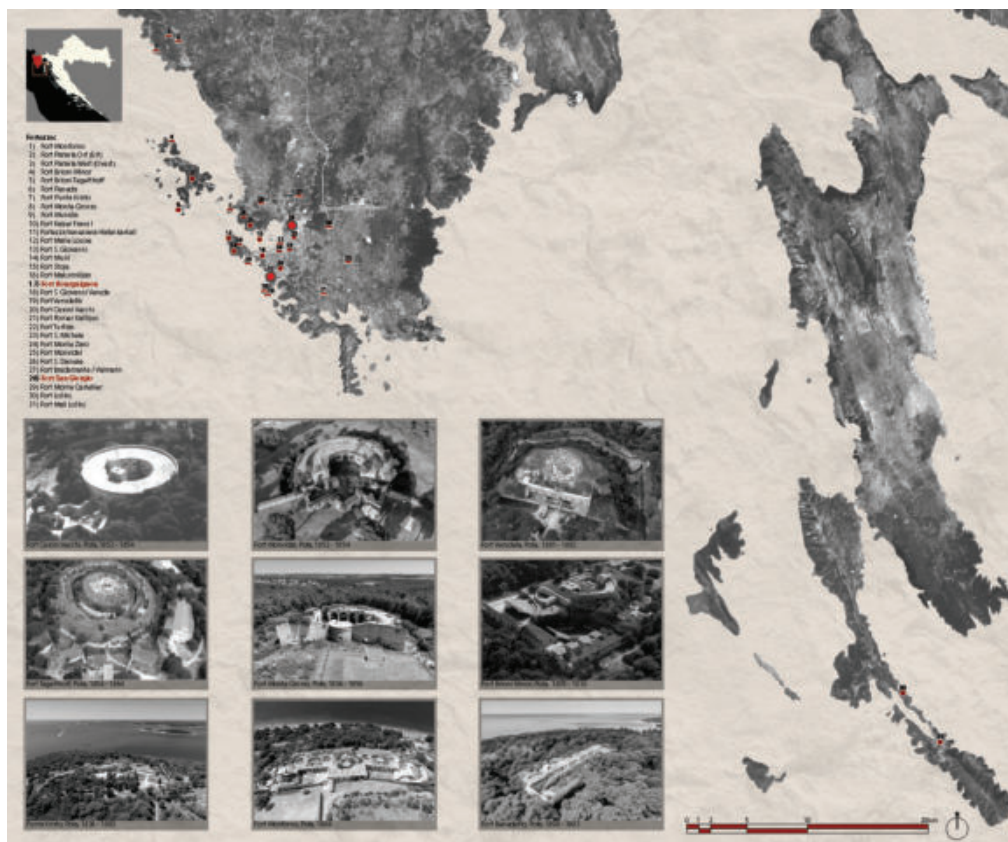


Fig. 1 - Principali fortificazioni asburgiche nella penisola istriana (elaborazione grafica di Petar Bašić)

martello costruite nella roccia viva, atte a sopperire alle debolezze dei forti antecedenti facilmente espugnabili per via sotterranea (Tatić, 2021).

Nel 1832, l'imperatore Francesco I tornò a Pola per progettare l'espansione del porto e per avviare la costruzione di nuovi fortilizi.

Tuttavia, fino al 1850 - anno della visita dell'imperatore Francesco Giuseppe I (1830-1916) -, il sistema difensivo della baia progredì lentamente (Marsetić, 2012: pp. 484-485). Tra il 1850 e il 1875 accelerarono invece i piani e le operazioni di costruzione di nuovi forti, occasione che arricchì Pola di competenze e professionalità. Furono quindi eretti quattordici nuovi forti circolari/segmentati, mentre le strutture più vecchie furono meglio protette e armate. Tale condizione fu imposta soprattutto dal rapido sviluppo della tecnologia bellica e dall'impiego di armi più devastanti. L'invenzione della granata riempita di esplosivo, ad esempio, fu una delle ragioni di più radicale cambiamento dell'intero

sistema difensivo alla Prima Guerra Mondiale. Infatti, i forti circolari divennero inefficaci e furono sostituiti da più moderne strutture poligonali scavate nel terreno, che consentivano l'impiego di armi a maggiore portata (Isgrò, 2020: pp. 626-627).

Nel 1915 Pola era difesa da tre cinte fortificate unite da trincee, campi minati intorno al porto, corridoi sotterranei, batterie e quattro aeroporti: un "forte territoriale che occupava l'area del Canale di Leme fino alla baia di Arsia e al capo Premantura e le fortificazioni di Lussinpiccolo" (Krizmanić, 2009: p. 101).

Le fortezze conferivano alla città un coeso potere spaziale, analogo a quello degli antichi bastioni medievali: segni indelebili nell'immagine della città e nella sua concezione urbana, ma anche importanti punti di riferimento nel paesaggio per la loro posizione strategica in cima alle alture. I forti austriaci d'Istria erano completamente subordinati alla strategia militare, alla tecnologia bellica e

alle potenzialità distruttive dell'artiglieria. In queste architetture c'era la massima rinuncia alla decorazione - se non minimi dettagli secondo lo spirito storicista -, dove la pura geometria rappresentava il più alto ornamento e conferiva una perfetta integrazione di forma e funzione. Progettati anche per fini abitativi, i forti istriani adempivano a ruoli difensivi da e verso il mare o l'entroterra.

Nel complesso possiamo asserire che a Pola e nei territori limitrofi furono erette alcune autentiche opere difensive in pietra, ultimi esempi dell'architettura ormai scomparsa delle fortificazioni. I forti polesi, infatti, costituiscono per loro natura un patrimonio storico importante dell'Istria del XIX e dell'inizio XX secolo, che meritano maggiore studio e valorizzazione.

## 2. Tipologie di fortificazione a Pola

Il moderno sistema difensivo di Pola, costruito fuori dai confini cittadini già dalla prima metà del XIX secolo, riprende uno stile architettonico militare di tradizione rinascimentale e barocca. I caratteri evocano inoltre i lavori del Cinquecento tedesco, come il forte circolare rinascimentale immaginato da Dürer (1527), e l'influenza della scuola svedese che ispirò Marc-René de Montalembert (1776-1784) nel concepire le sue fortezze (Krizmanić, 2009: pp. 34-48).

Durante il dominio austriaco, in quell'area furono eretti oltre 30 forti di vario impianto planimetrico, le cui caratteristiche erano strettamente legate al periodo storico e, come chiarito precedentemente, al contrasto di specifici modi e strumenti di attacco (Fig. 1). Essi possono essere classificati in: circolari (Torre Polesana), semicircolari (Torre Polesana segmentata, a ferro di cavallo) e poligonali (*Feldwerk*) (Fig. 2).

L'impianto circolare - simile alle fortificazioni di tipologia Massimiliana - costituisce un terzo dell'intero sistema difensivo di Pola e fu il più adottato nella seconda metà del XIX secolo (Fig. 3).

Le torri Polesane a pianta circolare contenevano un cortile interno con una vera da pozzo. Il complesso si suddivideva in due anelli - esterno ed interno - con funzioni rispettivamente militari e abitative. Le torri Polesane raggiungevano in genere i due piani fuori terra e la loro copertura era praticabile. Posizionate su alture per attaccare a distanza, esse erano solite circondate da fossati secchi privi di acqua. Ipogeo e al piano terra, l'anello difensivo conteneva una serie di

stanze con feritoie che miravano in direzione dei fossati secchi. Al piano superiore si trovavano invece le casematte con i cannoni.

L'impianto delle torri Polesane segmentate, invece, richiama la forma a ferro di cavallo. Le scale erano posizionate agli estremi del diametro e, a differenza del modello precedente, l'ingresso avveniva al primo piano, mentre le varie funzioni si svolgevano al livello seminterrato.

Le fortezze poligonali di tipo *Feldwerk*, infine, non avevano una forma definita e universale. Anch'esse racchiudevano un cortile, ma il loro sviluppo murario era spesso di andamento spezzato per meglio adattarsi alle circostanze belliche e ambientali. Esse sorsero con l'esigenza di sostituire i forti circolari ormai obsoleti, poco resistenti ai più devastanti proiettili utilizzati dal 1880 in poi. Innovazioni belliche che richiesero inoltre l'introduzione di materiali più resistenti, come il calcestruzzo e l'acciaio.

Le fortificazioni furono realizzate in pietra locale fino ad inizio '900, la cui struttura a setti poteva raggiungere anche i 3 m di spessore: i blocchi lisci o bocciardati componevano file orizzontali di varie dimensioni, mentre archi e stipiti a cornice



Fig. 2- Tipologie di fortificazioni istriane (elaborazione grafica di Petar Bašić)



Fig. 3- Composizione di una Torre Polesana (elaborazione grafica di Petar Bašić)



di porte e finestre emergevano dalla muratura. L'orditura di solai in travi e tavolato garantiva il sostegno del peso considerevole dei cannoni.

Comprendiamo quindi come la geometria e i principi costruttivi scelti e adottati per i forti polesi assumano un ruolo rilevante per queste architetture che dovevano contrastare gli attacchi dell'artiglieria nemica, ma anche avere funzioni abitative per il battaglione che le gestiva. Il dato estetico-decorativo per tali ragioni si collocava in secondo piano rispetto alla logica militare e ai progressi bellici (Krizmanić, 2009: p. 41).

### 3. Fort Bouguignon e Fort San Giorgio

La ricerca ha esaminato due fortificazioni coeve e successive al 1850: Fort Bourguignon e Fort San Giorgio. Entrambe costruite a Pola, esse presentano una pianta circolare a casamatta, ma si distinguono per dimensioni e alcuni corpi architettonici (Fig. 4).

Come anticipato, le torri polesi disponevano di un anello interno destinato a funzioni giornaliere (cucina e servizi), e contenevano anche l'ufficio del capitano e la polveriera. A livello delle fondazioni scavate nella roccia, si trovavano invece le cisterne con l'acqua filtrata dalla copertura.

Si passava da un piano all'altro attraverso le scale amovibili in legno - di solito a chiocciola - inserite in un vano che fungeva talvolta da sorta di montacarichi per il trasporto verticale di materiali ed articoli pesanti.

La copertura piana presentava un parapetto di 1,5 m e l'intera superficie veniva sfruttata per raccogliere dell'acqua meteorica. I tetti erano infatti ben ingegnerizzati e progettati: l'acqua drenata attraverso l'erba, la terra o la ghiaia veniva

convogliata in una tubatura che la portava filtrata in una cisterna sotto il cortile.

Fort Bouguignon (*Tvrđava Bourguignon*) è situato a sud-ovest a Monsival sulla penisola di Zlatne Stijene e fu costruito con l'obiettivo di monitorare il territorio da Verudella a Stoja (Fig. 5). La costruzione di un primo piccolo fortilizio iniziò tra il 1852 e il 1853, che fu poi integrato in una struttura più grande.

Il corpo principale di 47 m di diametro contiene una corte interna ampia 12 m. In altezza raggiunge i due piani fuori terra e la copertura praticabile fu ricoperta di terriccio ed erba anche per meglio mimetizzare l'architettura nel paesaggio circostante.

L'ingresso, a nord, è protetto da due caponiere lunghe 22 m direzionate a nord-est e nord-ovest con caponiere in gallerie nel seminterrato a protezione delle controscarpe a est e ovest. La spianata antistante l'ingresso è riparata da parapetti e da un ponte levatoio posizionato sopra un fossato secco profondo 3.5 m e largo 6 m che si estende da una caponiera. La fortezza, dai fronti occidentale, orientale e meridionale, è difesa da un altro fossato cieco meno avvallato che termina nelle controscarpe: una trappola per bloccare l'avanzamento del nemico.

L'impianto è diviso in un anello esterno adibito alle funzioni militari, e uno interno abitativo (cucina, spazio per i soldati, bagni e ufficio del capitano). La stessa distinzione è rintracciabile al piano primo dove l'anello esterno è riservato all'alloggiamento dei canoni per i quali, tra il piano terra ed il primo piano, è adibito un solaio in legno a sostegno del carico.

L'entrata al forte è allineata al corpo scale e, tra i due anelli, c'è un passaggio costituito da portali aperti che percorre tutta la pianta ed è accessibile direttamente dall'ingresso, aspetto non comune ad altre fortezze. La struttura portante è composta

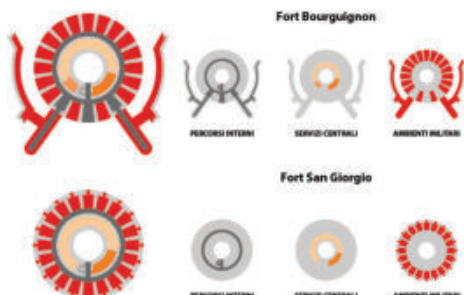


Fig. 4- Fort Bourguignon e Fort San Giorgio: comparazione e definizione destinazioni d'uso (elaborazione grafica di Petar Bašić)



Fig. 5- Fort Bourguignon, stato di fatto (<https://goo.gl/maps/K42cJYhsrVefKcAX7>)

da muri in pietra spessi 1,5 m, nella parte esterna l'altezza dell'edificio è di 10 m, mentre nel cortile interno raggiunge i 12 m considerando l'apice del volume del corpo scale. I solai lignei presentano uno spessore di 30 cm. La struttura della copertura è sostenuta da un sistema di volte a sviluppo semi-conico a imposta orizzontale di profilo trapezoidale, spesso fino a 60 cm, ricoperto da altrettanto strato di terra. Finestre e porte si concludono ad arco per una migliore distribuzione delle forze di peso.

Fort Bourguignon, infine, fu coperto in parte da una cupola protettiva in metallo, risalente al periodo tra le due Guerre Mondiali (Krizmanić, 2009: pp. 68-73).

Fort San Giorgio, trova un'identica struttura in Fort Cassoni Vecchi ed è collocato a nord-est di Pola in cima al Monte Ghiro (Fig. 6). Orientato verso sud-ovest, in direzione dell'arsenale, fu costruito per la difesa e il monitoraggio dell'entroterra a est e nord est (Puhmajer, 2011).

La posizione elevata e la poca distanza dal mare consentivano al forte di monitorare a lunga distanza sia l'entrata nella baia che una vasta area alle spalle della città. Visivamente si collega alle fortificazioni delle colline vicine (Fort Monvidal a sud, Fort Bradamante a nord, Fort Munida a est) creando una rete difensiva il cui raggio d'azione dei cannoni copriva l'intero territorio.

Sempre ad impianto circolare ma di ridotte dimensioni (il fortino raggiunge il diametro di 35 m), Fort San Giorgio è composto da due piani, più un livello terrazzato. Come ogni torre Polesana, all'interno si trova un cortile di 17 m di diametro. L'entrata a sud-ovest è delimitata da due mura poligonali alte 3,8 m e spesse 1,4 m. Anche il forte sul Monte Ghiro presenta ponti levatoi lignei per superare i fossati. Il pianterreno e le mura difensive sono dotati di feritoie, mentre ai lati delle mura del cortile sono stati innalzati alcuni elementi verticali per falsificare le reali dimensioni della fortezza, dove dietro ai quali è celata una controscarpa. Osservando il prospetto esterno, notiamo le caratteristiche ampie arcate al piano terra alte circa 3 m che racchiudono mura con una leggera rastremazione. Per tale inclinazione, la parte superiore del muro perimetrale non è connessa all'arco e forma un'apertura poco visibile, usata come presidio per sparare alle forze nemiche nel caso riuscissero a raggiungere i piedi delle mura.

La pianta fu concepita secondo la logica strategica militare più elevata, e per garantire più livelli di



Fig. 6- Fort San Giorgio, stato attuale (<https://goo.gl/maps/tiviwywPTuADu5XHA>)

difesa sia all'esterno che per eventuali incursioni nella corte interna. Infatti, addentrandosi, si intraprendeva un corridoio monodirezionale verso il cortile interno, a nord-est del quale è collocata la scala a chiocciola, scollegata dalla torre ascensore accessibile dal sopraccitato corridoio. Si nota quindi che il corpo scala non è collegato al corridoio e che le feritoie di quest'ultimo sono rivolte verso l'interno. La finestra sopra l'ingresso, inoltre, è chiusa in un 'parapetto difensivo' per poter proteggere l'entrata.

In questo fortilizio il piano terra era destinato alle funzioni sanitarie, mentre i piani superiori erano adibiti a quelle militari.

Al centro del cortile c'era la vera da pozzo che conteneva l'acqua raccolta dal sistema di filtraggio sulla copertura. Analogamente ad altre costruzioni, anche il tetto del forte era percorribile e prevedeva il posizionamento dell'artiglieria.

Come la fortezza a Monsival, anche questa è stata realizzata con una struttura portante in pietra d'Istria con i solai in legno. La copertura è sostenuta da volte a botte ricoperte da uno strato di terra, la cui terminazione è visibile in facciata negli archi sopra le finestre (Krizmanić, 2009: pp. 82-84).

### 3.1. Dal BIM alla comunicazione avanzata

La ricostruzione tridimensionale delle fortificazioni oggetto di studio è avvenuta in ambiente parametrico, che ha consentito di realizzare due modelli informatizzati nell'ottica dell'HBIM (*Heritage Building Information Modeling*), finalizzato all'archiviazione e ricostruzione di edilizia preesistente dal riconosciuto valore



Fig. 7- a) Fort Bourguignon b) Fort San Giorgio: piante piano terra e prospetti; piante piano primo, copertura e sezioni; esploso assometrico (elaborazione grafica di Petar Bašić)

storico, ma anche alla possibile condivisione di plurimi dati tra vari ambiti professionali.

Sebbene i software BIM siano versatili e vantaggiosi soprattutto in termini di rapidità di generazione di modelli per edifici di nuova costruzione - anche grazie alle librerie digitali prestabilite e modificabili, come i pacchetti murari, a cui possono essere associati ad esempio porte e finestre - e per la loro gestione nel tempo, alcune procedure applicate a manufatti di edilizia storica analoghi a quelli qui trattati risultano essere più complesse rispetto alla semplicità che tali programmi vogliono offrire. Questo vale per i tempi di realizzazione di un *digital twin* di un'architettura preesistente dall'elevato valore storico e dei suoi elementi componenti, come la struttura portante o i particolari architettonici, materiali e la loro posa in opera. In particolare,

le strutture di Fort Bourguignon e San Giorgio presentano specifici sistemi voltati e particolari intelaiature di porte e finestre, elementi quindi non disponibili all'interno del programma. Nonostante ciò, i limiti imposti sono stati superati impiegando specifici modificatori *morph* e di tipo booleano che hanno consentito di "personalizzare" i modelli 3D emulando le caratteristiche intrinseche delle fortificazioni. Le operazioni sono state pertanto svolte per la ricostruzione dei complessi sistemi voltati ad imposta trapezoidale, ma anche per la composizione volumetrica di finestre e bugnato.

L'analisi geometrica e la ricostruzione digitale delle architetture si sono basate sullo studio e sulla comparazione del materiale documentale analogico fornito dall'Amministrazione Comunale di Pola e da quello reperito nell'archivio di Stato di Spalato, oltre che dai numerosi disegni

contenuti nelle monografie di Attilio Krizmanić (2005, 2008, 2009) e di Petar Puhmajer (2011). La ricerca è stata ulteriormente arricchita dal confronto con strutture similari rintracciate in Istria e da rilievi diretti e fotografici che hanno consentito di chiarire, colmare e integrare alcune carenze grafiche della documentazione, come l'utilizzo dei materiali impiegati ed eventuali modifiche apportate ai forti nel corso della storia.

Dai modelli digitali generati in ambiente parametrico, sono state quindi intraprese tre strade di comunicazione del lavoro effettuato: da una parte, la restituzione bidimensionale su supporto video e cartaceo; da un'altra, la prototipazione fisica delle architetture; infine, la visita virtuale con visori di realtà immersiva. Le fortificazioni sono state pertanto analizzate attraverso la rappresentazione in proiezione ortogonale di piante, prospetti e sezioni, in proiezione parallela assonometrica (Figg. 7a-b) e in prospettiva per meglio comprendere la conformazione di ambienti, elementi componenti e materiali impiegati anche in rapporto con il contesto nel quale le due architetture sono inserite.

Per la riproduzione fisica in scala dei forti si è fatto ricorso alla prototipazione rapida a deposizione di filamento fuso (*Fused Deposition Modeling* - FDM). I due modelli digitali sono stati quindi ottimizzati per la stampa 3D considerando le dimensioni e le caratteristiche della stampante, del processo di stratificazione del materiale e della morfologia degli elementi da realizzare. Entrambi i forti sono stati suddivisi in quattro settori circolari applicando ove necessario l'inserimento di supporti o disponendo gli elementi in modo da ottimizzare le operazioni di solidificazione. Tale suddivisione è stata inoltre adottata per rendere più comprensibile la conformazione interna dei modelli scomponibili da parte dell'utente. La predisposizione dei materiali da prototipare e la loro esportazione nel formato grafico STL è stata eseguita nel software parametrico, per poi impiegare il programma di gestione della stampante per settare i parametri relativi al livello di dettaglio, al tempo di produzione e alla quantità di stampa. I modelli sono stati riprodotti in scala 1:200 usando l'acido polilattico (PLA) grigio (Fig. 8).

Infine, le due architetture sono state indagate attraverso la realtà virtuale (*Virtual reality* - VR). Data la geometria a volume cilindrico cavo, i casi studio si sono rivelati particolarmente interessanti per la loro fruizione attraverso dispositivi VR (fig.

9). I due applicativi si sono dimostrati rilevanti da una parte per poter visitare esternamente e internamente le architetture militari così da comprenderne la struttura, i materiali e gli ambienti adibiti alle diverse destinazioni d'uso, dall'altra sono stati utili per perfezionare a livello qualitativo la resa di superfici curve nella logica del compromesso tra *low* e *high poly* oltre che dell'impiego di tecniche di *UV texture mapping*.

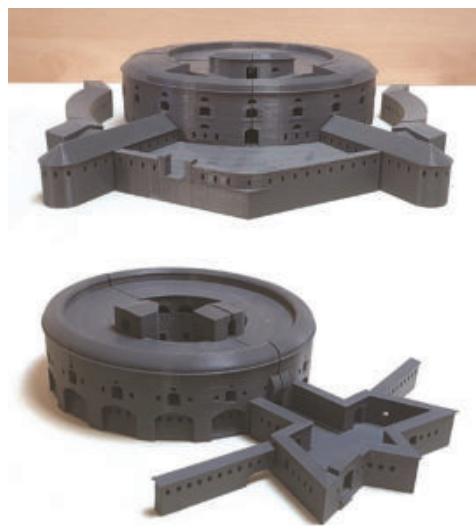


Fig. 8- I forti Bourguignon e San Giorgio, modelli prototipati (elaborazione grafica di Petar Bašić)

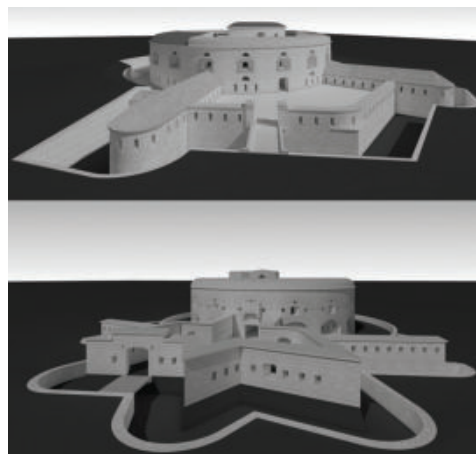


Fig. 9- Fort Bourguignon e San Giorgio, in ambiente digitale virtuale (elaborazione grafica di Petar Bašić)

#### 4. Conclusioni

Il lavoro condotto sui due forti polesi ha visto l'integrazione di diverse metodologie di indagine - analisi documentale, rilievo, ricostruzione digitale - e di comunicazione del dato che hanno consentito di raggiungere significativi risultati sia nell'ambito della procedura applicata che nei prodotti finali. Da un lato, infatti, il ricorso alla parametrizzazione ha permesso di tradurre le complessità geometriche e costruttive di manufatti architettonici ad elevato valore storico e di approfondire il settore HBIM, attualmente ancora

in fase di sviluppo. Dall'altro, la predisposizione e l'ottimizzazione di modelli per plurime categorie di fruizione e utenza sono stati in grado di restituire le peculiarità e dati informativi sotto forma di elaborati grafici, modelli tattili e visite virtuali. L'intento di questa ricerca, infine, è stato quello non solo di documentare architetture appartenenti alla storia del XIX secolo, ma anche di sensibilizzare maggiormente le politiche locali allo studio, riqualifica e tutela di manufatti di elevato valore per il patrimonio culturale che, per buona parte, sono in avanzato stato di abbandono.

#### Bibliografia

- De Montalembert, M. R. (1776-1784) *La fortification perpendiculaire, ou Essai sur plusieurs manières de fortifier la ligne droite, le triangle, le quarré & tous les polygones... en donnant à leur défense une direction perpendiculaire*. Paris, P. D. Pierres.
- Dürer, A. (1527) *Etliche Unterricht zu Befestigung der Stett, Schloss und Flecken*. Nuremberg, Hieronymus Andreae.
- Isgrò, S. (2020). Le fortificazioni costiere austroungariche sulla frontiera italiana nell'Istria e Dalmazia dagli studi dello Scacchiere orientale. In: Navarro Palazón, J., García-Pulido, L. J. (a cura di) *Defensive Architecture of the Mediterranean, proceeding of the International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast, FORTMED 2020, Granada, 26th, 27th and 28th of March 2020*, Vol XI, pp. 623-630.
- Krizmanić, A. (2005). Prostorni razvitak Austrijske Pule. In: Cvek, E. (a cura di) *Pula: tri tisućljeća mita i stvarnosti*. Pula, C.A.S.H, pp. 168-169.
- Krizmanić, A. (2008) *Pulska Kruna*, voll. I-II. Pula, Čakavski Sabor.
- Krizmanić, A. (2009) *Pomorska tvrđava Pula: fortifikacijska arhitektura austrijskog razdoblja*. Pula, Čakavski sabor.
- Marsetić, R. (2012). Apparato militare austro-ungarico a Pola. *Atti*, XLII, 483-520.
- Matijašić, R., Buršić-Matijašić, K. & Marušić-Čiči, D. (1996) *Antička Pula: s okolicom*. Pula, ZN "Žakan Juri".
- Mavar, Z. (2016a) *Fort Bourguignon 2013. Međunarodna ljetna radionica arhitekture*. Ministarstvo kulture, Uprava za zaštitu kulturne baštine.
- Mavar, Z. (2016b) Međunarodna radionica arhitekture fortifikacija – rezultati i iskustva. *Godišnjak zaštite spomenika kulture Hrvatske*, 40, 189-202.
- Petković, D. (2004) *Ratna mornarica Austro – Ugarske Monarhije: brodovi u K. u. K. Kriegsmarine s prijelaza iz 19. u 20. stoljeće do kraja Prvog svjetskog rata*. Pula, C.A.S.H.
- Puhmajer, P. (2011). *Fort San Giorgio. Katalog austrougarskih fortifikacija - Tvrđava Pula*. Pula (Zagreb), Ministarstvo kulture Republike Hrvatske i Hrvatski odbor, ICOMOS-a.
- Sdegno, A., Cochelli, P. & Riavis, V. (2018). Ricerche su architetture croate: indagine, analisi geometrica e ricostruzione digitale. In: Bertocci, S. (a cura di) *Programmi multidisciplinari per l'internazionalizzazione della ricerca. Patrimonio culturale, Architettura e Paesaggio*. Firenze, Didapress, pp. 236-241.
- Tatić, D. (2021) *Tvrđava Pula: fortifikacijski sustav glavne austrougarske ratne luke*. Zagreb, Despot infinitu.

## Elementi fortificati dal territorio di Palmi e Seminara: la cittadella di Carlopoli

Francesco Stilo<sup>a</sup>, Lorella Pizzonia<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Università degli Studi 'Mediterranea', Reggio Calabria, Italia, francesco.stilo@unirc.it, <sup>b</sup> Università degli Studi 'Mediterranea', Reggio Calabria, Italia, lorella.pizzonia@unirc.it

### Abstract

The study presents the results of an investigation relating to an almost completely disappeared fortification, today made up of a few fragments, within the territorial context of Palmi and Seminara (RC), in Calabria. The fortified citadel of Carlopoli, built between 1559 and 1566, was designed according to the canons of trace italienne fortification, in one of its most elementary schemes, with four bastioned corners and a rectangular plan. Today little remains of the mighty walls: a portion of the north-west corner bastion and, presumably, a trace of the curtain walls of the south elevation, surmounted by more recent buildings. A reading of the iconographic sources referable to the fortification itself or to fortified elements related to it is proposed. After the execution of a photogrammetric survey, a planimetric reconstruction highlights the geometric ratio used by the unknown designer. Carlopoli could therefore represent a case of fortification built essentially for dissuasive and representative purposes at the same time, a wall built to discourage the landing of raiders, and to celebrate the prestige of the Spinelli family: a symbol of power to be exhibited to the sailors of the Strait of Messina. From an urbanistic point of view, it can be said that the citadel was configured as an element around which the events of the city developed, an architecture around which the historical and urban developments of the city are based, perhaps ephemeral, but decisive in the historical-morphological definition of a territory in continuous and rapid transformation.

**Keywords:** Carlopoli, fortification, survey, heritage, Calabria.

### 1. Introduzione

Sorta presumibilmente tra il 1559 e il 1566 (1), della cittadella fortificata voluta da Carlo Spinelli duca di Seminara, presso il territorio dell'allora casale di Palma, oggi Palmi (RC), non rimangono che esigui resti e scarse fonti iconografiche. Ciò che resta delle possenti mura è oggi poca cosa: una porzione del bastione angolare nord-ovest e, presumibilmente, una traccia di mura di cortina del prospetto sud sovrastata da edifici di più recente edificazione. Il testo propone uno studio che muovendo dall'analisi di tali pochi resti, in particolare attraverso la realizzazione di un rilievo *Structure From Motion* (SFM) del bastione nord-ovest, e dalla lettura delle fonti iconografiche individuate, mette in luce, in un quadro sintetico, l'immagine di una fortificazione costiera oggi scomparsa.

Progettata secondo i canoni della fortificazione alla moderna, in uno dei suoi schemi più elementari, ovvero pianta rettangolare con i quattro angoli bastionati, una forma semplice del primo periodo (2), in una porzione di territorio che degradando verso il mare protende verso lo stretto di Messina e le isole Eolie, la fortificazione, ai cui margini orientali insistevano porzioni di tessuto urbano (Fig. 1), perse la propria integrità già prima del violento terremoto del 1783 (3) e della successiva opera di ricostruzione della città secondo i criteri razionali dell'epoca dei lumi, concretizzatasi nel piano urbanistico post sisma predisposto dall'ingegnere Giovan Battista De Cosiron (4). In tal senso avranno probabilmente contribuito i diversi terremoti registrati nella

Calabria Ultra dopo la realizzazione dell'opera, anche se "nelle varie storiografie [...] si evince che solo quello del 23 febbraio 1743 causò gravi danni alla città di Palmi" (Nasso, 1996: 37). Unitamente alla vivacità geologica del territorio, già nei decenni successivi all'edificazione, dovettero realizzarsi operazioni di demolizione atte ad agevolare l'espandersi del tessuto urbano extramoenia, congiuntamente alla necessità di recuperare prezioso materiale da costruzione, la cui richiesta era divenuta verosimilmente ingente conseguentemente allo sviluppo del centro.

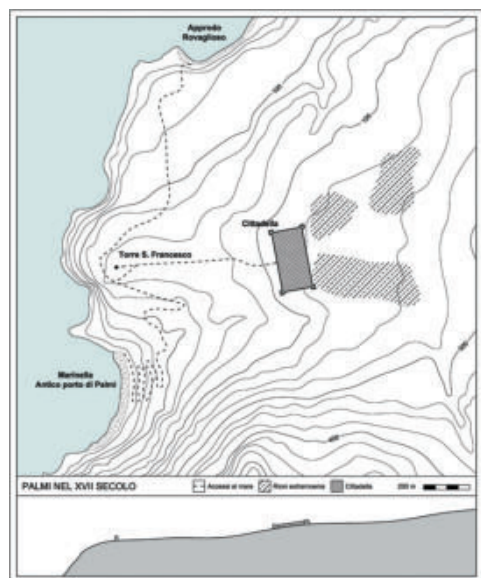


Fig. 1- Topografia di Palmi nel XVII secolo (elaborazione grafica degli autori)

## 2. Fonti iconografiche

Il quartiere presso cui sorgeva Carlopoli è oggi detto Cittadella, così come è detto Torre il belvedere su cui insisteva una delle due torri di guardia presenti nell'area, parti del sistema difensivo costiero del Regno di Napoli; l'una, ancora in piedi, distante in linea d'aria cinque chilometri dalla zona di nostro interesse, detta delle Pietre Nere, riporterebbe incisa a graffio la data 1565 (De Salvo, 1899: pp. 159-160), dell'altra, torre San Francesco, collocata a 700 metri dalla porta d'accesso ovest della cittadella, di maggiore interesse dunque per il presente studio, rimangono alcune rappresentazioni ed il belvedere di forma circolare (5) che denuncia la precedente collocazione planimetrica del manufatto.

In un disegno a matita e china realizzato da Edward Cheney il 15 maggio 1823 (Fig. 2) è possibile apprezzare una veduta di Palmi dalla zona della torre; l'immagine è una vista dell'area in cui in precedenza sorgeva Carlopoli. Esaminandola, e prendendo per esautive le informazioni riprodotte dal disegnatore, si può dedurre che, al 1823, non rimanesse più nulla di significativo delle mura visibile da tale prospettiva. Diversamente è desumibile la stretta relazione spaziale che legava la cittadella, la torre, e conseguentemente i sottostanti approdi di Marinella e Rovaglioso.

Nell'immagine appare un sentiero popolato da uomini e donne di estrazione contadina, a sinistra la torre, in alto al centro Palmi, a destra la tipica vegetazione del luogo, la palma, il fico d'india, l'agave, ed in lontananza le prime pendici del monte S. Elia. La torre, parte dell'esteso ed articolato sistema costiero di torri del regno di Napoli, rappresentava per la città un avamposto proteso verso il mare, e, collocandosi lungo la via che conduceva agli approdi, doveva configurarsi quale punto di controllo sui transiti.



Fig. 2- Edward Cheney, Veduta di Palmi dalla torre S. Francesco, 1823 (Bibl. Cal. di Soriano Calabro)

In un'immagine anteriore (Fig. 3), un'incisione realizzata da Antonio Minasi nel 1779 (6), è possibile individuare la torre S. Francesco, in lontananza la torre di Pietre Nere, ed una ulteriore torre prossima alla prima ma di fattezze apparentemente parallelepipedica e non cilindrica come le altre due (7). Anche in questo caso, in una raffigurazione di poco antecedente il 'flagello', non è possibile scorgere resti visibili della fortificazione. La zona nord dell'area appare come un declivio in cui emerge soltanto il convento dei Riformati (8), la zona sud è occupata da diversi fabbricati di cui solo quelli a monte appaiono di una certa consistenza.



Fig. 3- Antonio Minasi, Veduta dal monte S. Elia, 1779 (collezione privata, Raccolta Zerbi)

In riferimento alla torre S. Francesco, risalendo ancora a ritroso il corso del tempo, è possibile individuare la più antica raffigurazione ad oggi conosciuta, in una tavola del codice Romano Carratelli. Il manoscritto illustrato, una ricognizione della difesa costiera della Calabria Ultra attribuito alla fine del '500, che consta di 99 tavole, contiene sei acquerelli inerenti al territorio di Palmi. Delle sei raffigurazioni, stando alle interpretazioni proposte in merito agli aspetti convenzionali delle rappresentazioni presenti nel codice, due possono essere intese come rilievi (9) e quattro come progetti (10), ovvero rispetto alle quali lo sconosciuto estensore del documento ne suggeriva l'edificazione. Rispetto al disegno della torre di San Francesco (Fig. 3) è interessante notare che alle spalle del manufatto non appare alcun riferimento alla cittadella, cosa che invece succede in raffigurazioni di altri luoghi rappresentati nel manoscritto, rispetto ai quali la presenza di città fortificate viene rilevata. Impossibile stabilire il perché di tale omissione, si può solo ipotizzare che, essendo il pianoro sul quale sorgeva la cinta muraria poco visibile dall'immediato sotto costa a causa del ripido strapiombo, il rilevatore abbia trascurato di riportarla, non avendone, al momento della realizzazione dello schizzo, un effettivo riscontro visivo. La tavola presenta una annotazione in cui vengono registrati alcuni dati. La torre viene descritta come “tonda et di grossezza di palmi sei di ogni parte, alta da terra sino al cordone palmi sedici, dal cordone in su palmi 22, et il diametro di palmi 29” (11). Viene rilevato anche che la torre “Tiene bisogno di un pezzo di tre libbre di palla (12) per la difesa del porto e della tonnara [...] è di bonissima fabbrica et edificata in luogo di servizio”. Infine viene



Fig. 4- Anonimo, Torre S. Francesco a Palmi nel codice Romano Carratelli, fine '500 (collezione privata Domenico Romano Carratelli)



Fig. 5- Medaglia di Fondazione di Carpolopi (Paris, Cabinet des Medailles, inv. A5-1444)

registrato il nome del torriero e le informazioni relative alla sua licenza “Il torriero chiamato Geronimo Tegani di Palmi vi sta con patente di S. Conte di Miranda spedita in Napoli à 10 di maggio 1588. Reg.ta in patentium fol. 122”.

Le sole due fonti iconografiche ad oggi note, da cui è possibile cogliere informazioni circa la fattezze originaria della cittadella, sono una medaglia coniata per celebrarne la fondazione (Fig. 5), ed una rappresentazione schematica presente in un bassorilievo custodito presso il municipio di Seminara, raffigurante l'ingresso di Carlo V nella città (Fig. 6); tali raffigurazioni presentano diverse problematiche interpretative.



Rispetto alla medaglia, che certamente restituisce un'immagine molto significativa dell'opera (13), non appare possibile stabilire se l'immagine conosciuta sul verso della stessa (14), faccia riferimento ad un progetto, alla posa della prima pietra, ad una fase intermedia di realizzazione, o all'opera definitivamente compiuta, tantopiù che la medaglia non è datata.

Rispetto al bassorilievo seminarese, il quale rappresenta una scena antecedente alla costruzione della cittadella, ovvero l'ingresso di Carlo V nella città avvenuto nel novembre 1535, è possibile rilevare come la fortificazione sia rappresentata in modo astratto, ovvero su pianta quadrata (Fig. 7) e non rettangolare come di fatto è riscontrabile dai resti e dalla documentazione topografica disponibile. La raffigurazione risulta essere di grande interesse perché dà la misura dei rapporti tra la città di Seminara, dotata di mura turrette medievali, il territorio circostante, ed il casale di Palmi composto da un agglomerato extramoenia, dalla cittadella e dal promontorio con la torre proteso verso lo stretto e dunque Messina.



Fig. 6- Anonimo, Ingresso trionfale di Carlo V a Seminara. Municipio di Seminara (foto degli autori)



Fig. 7- Ingresso trionfale di Carlo V a Seminara, dettaglio, Municipio di Seminara (foto degli autori)

Rispetto a ciò che concerne i riferimenti cartografici, occorre rilevare che il parziale perimetro delle mura, ovvero la traccia della cortina ovest, è riportato in alcune carte catastali di epoca successiva (15).

## 2.1. Il piano post sisma

Già negli anni precedenti il 'flagello', il tessuto urbano di Palmi aveva assunto una impostazione che, ad oriente delle mura, si organizzava intorno ad una piazza centrale destinata ai commerci. Il piano predisposto dall'ingegnere Giovan Battista De Cosiron (Fig. 8), tenne conto di tale configurazione, e intorno al polo centrale della piazza, furono predisposti gli assi viari ortogonali e gli isolati. Le manifatture della seta e della lana, anch'esse totalmente distrutte dal sisma, vennero riprogettate nel sito in cui si trovavano in precedenza, ovvero nei pressi del bastione nordorientale che nel frattempo era stato adibito a carcere baronale (16).

Il piano, ispirato da una coscienza progettuale di carattere funzionale e dunque illuminista, teneva ben in conto gli aspetti economici, ma si curava solo in parte degli aspetti sociali e delle preesistenze storiche. Mentre veniva posta attenzione verso i principali edifici di culto, verso gli edifici rappresentativi, e nei riguardi, come già accennato, degli spazi destinati al commercio, veniva allo stesso tempo proposto il totale sbancamento dell'area precedentemente occupata da Carlopoli. Tra '600 e '700 il baricentro cittadino andò spostandosi verso est, i palazzi signorili si concentrarono attorno ai luoghi del commercio, e si determinò così una marginalizzazione del quartiere il cui controllo era affidato al convento dei Riformati appena rovinato dal sisma.



Fig. 8- Giovan Battista De Cosiron, Nuova pianta della Città di Palmi (Museo Archeologico Nazionale, Napoli, post 1783 - ante 1788)

### 3. Il rilievo e l'analisi della geometria

Il bastione nordoccidentale, che come già accennato rappresenta l'ultima testimonianza tangibile, realmente significativa dell'opera, risulta ad oggi paradossalmente assediato da fabbricati di recente realizzazione. Palazzine civili costruite a pochi metri di distanza, autorimesse improvvisate addossate ai tre prospetti (17), la strada carrabile a quota più elevata che vi si poggia, rappresentano solo alcuni degli elementi che minacciano l'integrità dell'importante testimonianza. Per tali ragioni si è scelto di eseguire un rilievo utile a registrare le principali fattezze del manufatto al fine di conservare alcune informazioni inedite.

Il rilievo è stato eseguito con tecnologia *Structure From Motion*. Sono state scattate 150 immagini fotografiche, 110 delle quali sono state ritenute idonee all'elaborazione software. È stata elaborata una nuvola costituita da 45 milioni di punti, poi tradotta in uno schema di planimetria e prospetto (Figg. 9-10) attraverso software CAD.

Il prospetto principale, ovvero la faccia esposta ad ovest, ha dimensioni alla base di ca. 22 metri (18) ed altezza massima di metri 8,5 (19). Le mura, spesse alla sommità tra il metro e mezzo e i 2 metri, sono realizzate ad *opus incertum*, principalmente blocchi e pietrame di granito grigio misti a malta cementizia. La finitura esterna consiste in uno strato di una tenace malta, la quale si conserva ancora molto bene sulla faccia nord.

Conseguentemente alle operazioni di rilievo si è proceduto ad un'analisi dei dati raccolti al fine di produrre una ricostruzione planimetrica che evidenziasse la *ratio* geometrica utilizzata dallo sconosciuto progettista. Il risultato si è concretizzato in un perimetro di cortina che si discosta di poco – ovvero rispetto ai possibili errori e adattamenti eseguiti in fase realizzativa in relazione alla morfologia del suolo – rispetto a quanto desumibile dall'osservazione degli allineamenti stradali e rispetto alla posizione certa dei due bastioni opposti (Fig. 11).

Gli assi viari nelle loro due inclinazioni ortogonali, in riferimento cioè ai due sistemi appartenenti rispettivamente alla cittadella e al tessuto urbano del piano post sisma, risultano essere ruotati di circa dieci gradi, pertanto l'innesto tra i due appare ancora perfettamente leggibile nel tessuto urbano (Fig. 12).

Anche la posizione delle porte cittadine risulta essere allineata agli assi stradali e dunque



Fig. 9- Rilievo fotogrammetrico del bastione nord-occidentale della cittadella di Palmi (elaborazione grafica degli autori)

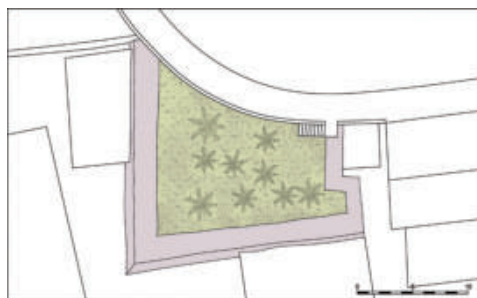


Fig. 10- Rilievo del bastione, pianta (elaborazione grafica degli autori)

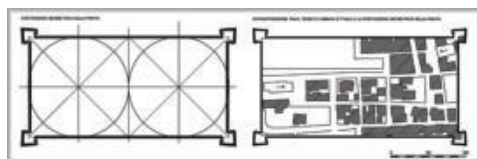


Fig. 11- Schema geometrico della pianta e sovrapposizione con il tessuto urbano attuale (elaborazione grafica degli autori)



Fig. 12- Individuazione degli assi generatori dei due sistemi urbani, ruotati di dieci gradi. In Rosso gli assi della cittadella, in blu gli assi della città esito del piano De Cosiron (elaborazione grafica degli autori su Google Earth © 2022 TerraMetrics)

#### 4. Conclusioni

Allo stato attuale sono forse più i dubbi e le domande che le certezze in merito ad un'opera di cui si potrebbe ipotizzare un decadimento precedente all'effettivo completamento. Certo è che le proporzioni dei bastioni rispetto alla pianta, disegnata sulla forma rettangolare di un doppio quadrato, ed in relazione cioè alla lunghezza delle cortine, appaiono vistosamente fuori scala. I baluardi sono di modeste dimensioni se confrontati con progetti coevi, come ad es. quelli della cittadella quadrilatera di Giuliano da Sangallo, di Eliopoli, o della cittadella di Spandau, e dunque solo parzialmente efficaci nella difesa della linea di cortina in uno scenario di assedio condotto con pezzi di artiglieria.

Risulta improbabile che si potessero consumare assedi di fuoco sulla spianata sottostante, anche a causa della difficoltà nel trasportare i pesanti cannoni dai due approdi della città, prima che potessero essere attivate efficaci contromisure; diverso sarebbe stato lo scenario se la minaccia si fosse palesata da terra, in questo caso i primi ad essere investiti dal fuoco di risposta sarebbero stati proprio i rioni extramoenia preesistenti e che andarono rapidamente sviluppandosi a ridosso del perimetro est della fortificazione (21).

Carlopoli potrebbe rappresentare dunque un caso di fortificazione sorta essenzialmente a scopo dissuasivo e rappresentativo insieme, una muraglia costruita per scoraggiare lo sbarco dei razziatori, e per celebrare il prestigio della casata Spinelli, simbolo di potere da esporre ai naviganti di quel trafficato tratto di mare che è lo Stretto di Messina. Quale fattore concomitante, rispetto alla scarsa utilità operativa, circa la dissoluzione della cinta muraria può essere annoverata inoltre la discontinuità politica apertasi con il tentativo di cessione del feudo da parte di Scipione Spinelli,

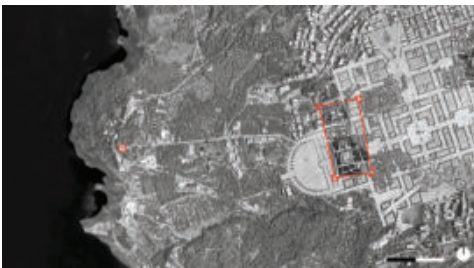


Fig. 13- Immagine di sintesi, Sovrapposizione diacronica degli elementi (elaborazione grafica degli autori su Google Earth © 2022 TerraMetrics)

successore di Carlo Spinelli, al Conte di Sinopoli Fabrizio Ruffo avvenuto nel 1578 (22), a solo un decennio dal presunto completamento dell'opera (23).

Da un punto di vista urbanistico, infine, si può affermare che la cittadella si sia configurata come cerniera (Fig. 13) attorno alla quale si sono sviluppate le vicende della città: la prossimità ed il controllo delle vie di comunicazione con gli approdi, la vista aperta sullo stretto, il tentativo mai attuato di demolizione ipotizzato dal piano De Cosiron, l'innesto del nuovo tessuto con la preesistenza. Un'architettura, sebbene quasi scomparsa, intorno alla quale si fondano gli sviluppi storici e urbani della città nel suo complesso, effimera forse, ma determinante nella definizione storico-morfologica di un territorio in continua e rapida trasformazione.

Il lavoro svolto, ponendosi quale obiettivo principale quello di documentare la traccia più significativa della fortificazione scomparsa, attraverso il rilievo, si è esteso ad un'analisi che ha comportato lo studio delle rappresentazioni e del contesto urbano. L'approccio metodologico seguito, di tipo interdisciplinare, ha permesso di fornire un quadro sintetico e complessivo del problema. In prospettiva ci si pone l'obiettivo di indagare nel suo complesso il sistema delle fortificazioni dell'area in senso diacronico, integrando con ulteriori rilievi lo studio.

#### Note

- (1) Per tale datazione vedi Martorano, 2002: p. 232.
- (2) Per una periodizzazione delle forme architettoniche della fortificazione si veda Fara, 1993.
- (3) Il terremoto del 1783 fu un evento di proporzioni spaventose, tanto da meritare l'appellativo di flagello. Palmi, che era una delle più fiorenti cittadine della Calabria Ultra ne uscì totalmente distrutta, ridotta ad un cumulo di pietre, la sua ricca economia incentrata sulla produzione di olio, vino, seta e lana, non si riprese più. Al migliaio di vittime prodotte direttamente dal sisma si aggiunsero quelle causate dalle epidemie veicolate dai corpi in putrefazione. Diverse descrizioni di cronisti e testimoni che ne danno testimonianza sono raccolte in De Salvo, 1899, cap. VII.
- (4) Il piano prevedeva il completo sbancamento dell'area precedentemente occupata dalla

cittadella, tuttavia, tale intervento non venne mai realizzato, ma, in generale, pur adattandosi alle preesistenze e ad eccezione di alcune varianti, quello dell'ingegnere De Cosiron è stato il piano che ha dato forma alla Palmi attuale.

(5) Seppur con maggiore diametro.

(6) L'immagine, molto suggestiva, rappresenta una veduta della porzione di mare delimitata a sud dallo Stretto di Messina ed a nord dal Capo Vaticano, con all'orizzonte le isole Eolie; scene di vita quotidiana si mescolano al paesaggio.

(7) Lo si evince dalle ombre.

(8) Sviluppatosi a partire dal 1537 intorno alla chiesa di S. Maria de Caravellis (XIII-XIV sec.), oggi del Crocifisso, il convento dei Riformati venne ampiamente distrutto dal sisma del 1783. La chiesa, miracolosamente scampata ai diversi terremoti che si sono succeduti conserva una interessante cripta con nicchie destinate all'essiccazione dei corpi. Vedi Irrera, 2014.

(9) Ovvero relative alla torre S. Francesco ed alla torre di Pietre Nere

(10) Rispetto alle torri di auspicabile realizzazione, tutte a pianta quadrata, anziché circolare come per quelle esistenti, e acquarellate in azzurro-grigio anziché in ocra rossa, vengono raffigurate quelle degli scogli di San Sebastiano, Santo Leo, Rochi, La Tonnara. In merito all'uso dei colori ed alle convenzioni della rappresentazione usate nel codice vedi Fatta *et alii*, 2020.

(11) Il palmo napoletano in vigore tra il 1480 e il 1840 corrisponde a 0,263670 metri. C'è da ipotizzare, però, che le misure riportate nelle tavole del Codice siano solo approssimative, perché, verificando ad esempio quelle relative alla torre superstiti, quella delle pietre nere, si sono riscontrate incongruenze anche notevoli.

(12) Interessante notare il suggerimento di armare la torre con cannone per proiettili da un Kg (Una libbra = 0,320759).

(13) Per un'accurata descrizione vedi Martorano, 2002, p. 233.

(14) Il recto della medaglia riproduce il profilo di Carlo Spinelli e la dicitura *Carolus Spinellus Dux Seminariae*. Sul verso, l'immagine della città e la dic. *Carlopoli Fundatio*.

(15) Per le fonti catastali di Palmi vedi Barucci, 1996.

(16) Nasso, 1996: p. 41.

(17) Risultano visibili le due facce del bastione oltre che uno dei due fianchi, il secondo, quello contiguo alla faccia nord è stato inglobato all'interno di un muraglione che sorregge la soprastante Via Cittadella.

(18) Venti metri alla sommità attuale.

(19) In relazione alle dimensioni generali della pianta si ipotizza un'altezza originaria tra le due e le tre volte maggiore.

(20) I resti del bastione sud-est sono stati sgomberati nel 1921 per permettere l'apertura di una via carrabile.

(21) Rispetto a quanto raffigurato nel bassorilievo sopra citato, è possibile rilevare che la parte più consistente della cittadina di Palmi si trovasse fuori le mura, ad occidente.

(22) "Alla morte del duca Carlo Spinelli, avvenuta nell'anno 1572 [...] era succeduto nell'eredità del ducato di Seminara, il primogenito di lui, Scipione I, il quale per le sue intemperanze, e per le prodigalità usate, oberatosi, in pochi anni, di moltissimi debiti [...] trattò con don Fabrizio Ruffo, conte di Sinopoli e di Nicotera, duca della Bagnara e principe di Scilla, per vendergli la terra di Seminara coi suoi casali di Palme e S. Anna; e infatti, nel 1578, glieli vendè per il prezzo di ducati centomila. Non appena gli indigeni di Seminara, di Palme e di S. Anna, vennero in conoscenza di tale vendita, fortemente si indignarono contro il duca Scipione Spinelli, per essere stati venduti a loro insaputa, e trattati come abietti vassalli; e mal soffrendo di passare alla soggezione di un altro feudatario il quale, irrequieto e prepotente non era tanto amato dai suoi vassalli, anzi per le sue sporcherie era odiatissimo dagli altri feudatari vicini, si unirono tutti concordi, e tennero in Seminara un parlamento generale. [...] i più facoltosi cittadini si offrirono a sborsare un tanto per ciascuno fino ad aggiustare la somma di ducati centomila [...]. Quindi Seminara e i suoi casali (Palma sed Carlopoli e Sant'Anna) proclamando al Regio Demanio, chiesero la prelazione e l'ottennero, ed il prezzo a nome tanto dell'Università madre, che dei Casali fu depositato [...] per servire al pagamento dei debiti del duca Scipione Spinelli." De Salvo, 1989, 178-180.

(23) La città tornerà sotto il controllo degli Spinelli nel 1684. Carlo Filippo Antonio Spinelli la acquistò dal Duca di Atri, Giovanni Geronimo Acquaviva, al prezzo di 35.000 ducati.

## Bibliografia

- Barucci, C. (1996) Fonti catastali per lo studio della città di Palmi. In: Marino, A. (a cura di) *La figura della Città. I catasti storici in Italia*. Roma, Gangemi Editore, pp. 99-109.
- Caniglia, M. R. (2020) La Torre di San Francesco a Palmi nelle vedute di Edward Cheney del 1823: immagini di un baluardo scomparso del sistema difensivo vicereale della Calabria Ultra. In: Navarro Palazón, J. & Garcia-Pulido, L. J. (eds.) *Defensive Architecture of the Mediterranean. Vol XI: Proceeding of FORTMED. Vol. 10: Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 4-6 November 2020, Granada*. Granada, Universidad de Granada, Universitat Politècnica de València, Patronato de la Alhambra y Generalife, pp. 545-552.
- Cassi Ramelli, A. (1964) *Dalle caverne ai rifugi blindati*. Milano, Nuova Accademia.
- De Salvo, A. (1989) *Palmi, Seminara e Gioia Tauro. Ricerche e studi storici*. Bologna, Atesa. Ristampa anastatica (ed. originale 1899).
- Fara, A. (1993) *La città da guerra*. Torino, Einaudi.
- 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. Vol XI: Proceeding of FORTMED. Vol. 10: Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 4-6 November 2020, Granada*. Universidad de Granada, Universitat Politècnica de València, Patronato de la Alhambra y Generalife, pp. 899-906.
- Ferraro, D. (1982) *Palmi. Immagini, cronaca, storia*. Roma, Ist. Poligrafico Zecca dello Stato.
- Irrera, V. (2014) *Da Zurigo alla Sicilia e Calabria attraverso architetture di giardini in pieno risorgimento. Le famiglie Fehr - Irrera dal 1806 al 1980*. Alezio, CMYK.
- Martorano, F. (2002) Da Carlopoli a Palmi. Progetti e realizzazioni dal XVI ai primi del XX secolo. In: Agostino, R. (a cura di) *Palmi un territorio riscoperto. Revisioni ed aggiornamenti. Fonti e ricerca archeologica*. Soveria Mannelli, Rubbettino, pp. 229-276.
- Martorano, F. (2003) L'architettura militare tra quattrocento e cinquecento. In: Passalacqua, F. (a cura di) *Storia della Calabria, il Rinascimento*. Roma, Gangemi Editore, pp. 354-408.
- Martorano, F. (2015) *Progettare la difesa, rappresentare il territorio. Il Codice Romano Carratelli e la Fortificazione nel Mediterraneo secoli XVI-XVII*. Reggio Calabria, Edizioni Centro Stampa d'Ateneo.
- Mussari, B. & Scamardi, G. (2017) Il Sud d'Italia tra schizzi e appunti di viaggio. L'interpretazione dell'immagine, la ricerca di un'identità. In: Belli, G., Capano, F. & Pascariello, M. I. (a cura di) *La città, il viaggio, il turismo: Percezione, produzione e trasformazione*. Napoli, Circe, pp. 667-745.
- Nasso, F. A. (1996) *Conoscere Palmi*. Rosarno, Virgilio.
- Principe, I. (1993) *Paesaggi e vedute della Calabria nella raccolta Zerbi*. Vibo Valentia, Mapograf.
- Valente, G. (1972) *Le torri costiere della Calabria*. Chiaravalle, Framma.

# Documentation, understanding and enhancement of Cultural Heritage through integrated digital survey: Ínsua fort in Caminha (Portugal)

Rolando Volzone<sup>a</sup>, Pietro Becherini<sup>b</sup>, Anastasia Cottini<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Dinâmia CET-Iscte, ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, Portugal, CHAIA, Universidade de Évora, Évora, Portugal, rveoo@iscte-iul.pt, <sup>b</sup> Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italy, Pietro.becherini@unifi.it, <sup>c</sup> Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italy, anastasia.cottini@unifi.it

## Abstract

The Ínsua fort is located on a small island, south of the Minho River mouth (north of Portugal, at the border with Spain). The construction of the fort took place in the mid-17<sup>th</sup> century (during the Portuguese Restoration War) and surrounded the pre-existing convent of Santa Maria da Ínsua, founded in 1392 by the first observant Franciscans. This fort allowed the protection of the entrance via the Minho River, integrating a defensive system formed by a network of small coastal forts and other fortresses already standing along this river. During the first French Invasion (1807), the space was invaded by Spanish troops. Moreover, the Franciscan community was forced to abandon the convent, due to the Portuguese dissolution of religious orders (1834). Ínsua was managed and occupied by the Army until 1970's. However, despite its classification as a National Monument (1910), the abandonment and degradation of the last decades, as well as the lack of alternative reuse, led to the on-going conversion into a tourist accommodation. Scholars, mostly in the historical and architectural fields, have deepened the diachronic evolution of both the convent and the fort. However, there is a lack of studies that analyse the physical evidence through the elaboration of digital documentation. This study seeks to fill in this gap, and it is even more relevant, because it was conducted before the building rehabilitation. The digital documentation of the whole complex was carried out through integrated digital survey methodologies, with TLS and photographic instruments, combining terrestrial and aerial data. First results of the digital survey operation allow the creation of a digital model for further studies on the historical and architectural evolution of the complex. Moreover, different outputs for the visualisation, the preservation and sharing of this historical cultural heritage can be enabled.

**Keywords:** digital documentation, cultural heritage, Portugal, TLS and SfM photogrammetry.

## 1. Introduction

This research has been developed within the European Project F-ATLAS, which aims to study the conventual complexes of the Franciscan Observance and their landscape context between Italy, Spain, and Portugal. The Minho River defines the border between Alto Minho (Northern Portugal) and Galicia (Spain). For this reason, it is a strategic point to ensure the defence of both the territories. The Ínsua fort, in Portugal, represents an exceptional case in the context of the

Portuguese-Spanish border, as it is built around an observant Franciscan convent on an islet. In this way, a combination between a religious and a military space takes place. The fort and, mostly, the convent of Ínsua have been recently deepened from the historical and architecture point of view (Figueiredo, 2008; Ferreira & Neto, 2019; Becherini et al. 2022). However, a 3D survey for its documentation, understanding and valorisation was still missing.

This research aims to fill-in this gap. From the methodological point of view, after a literature review, the owners of the built structure have been identified and contacted, in order to permit on-site visits, aimed at the 3D digital documentation of the fort and convent. Terrestrial Laser Scanning and both Aerial and Terrestrial Photogrammetry have been useful for the 3D virtual reconstruction of the building.

Specific constraints, due to the location on an uninhabited island, the climatic conditions and the time limitations, led to the definition of a specific workflow for the survey's activities. In this paper, we first analysed the historical framework and the spatial features of the case study. After, we discuss the applied digital methodology for data collection. Finally, results are displayed and discussed.

## 2. Historical Frameworks

The foundation of Santa Maria da Ínsua convent dates to 1392. A group of Franciscan Observants from Galicia, in Spain, (Rodrigues et al. 2020; Teixeira, 2010), founded an oratory on the site of a pagan temple which was dedicated to Saturn. Historical, social and economic factors led to a continuous expansion of the conventual structure. A fort was built in the mid-17th century, as part of the reformation of the coastal line of defence on the banks of the Minho River (Fig. 1), due to the Restoration War (1640-1668). It was built on the initiative of D. João IV, supervised by D. Diogo de Lima, aiming at the protection of

the Minho river mouth and the northern border of the Portuguese territory. Simultaneously, the fort protected the Franciscans friars, living in the convent, from pirates and the convent itself from the bad weather. In 1834, due to the Portuguese dissolution of the religious orders, Franciscans were forced to leave the convent. Since this time, the fort and the convent were managed by the Ministry of War until the last decade of the 19th century, passing to the Navy Ministry. In 1886, a lighthouse was placed on the northwest bastion and, years later, a small lighthouse was installed on the southeast one. Despite the fort and the convent having been classified as a National Monument in 1910, important movable assets have been lost, most of all since the 1940's.

The worsening situation led to the building's complete state of abandonment, still evident in the recent survey. Since 2000, public access to the interior of the fort has been prohibited. Rehabilitation work for the adaptation to the designed Centre for Marine Studies was never accomplished. So, in 2016, the fort and the convent were included in the list of properties to be leased by the Portuguese state to private individuals, through the Revive program, with the aim of its conversion for touristic purposes. The selected project foresees the adaptation of the structure into a lodging establishment (equivalent to a four-star hotel). It is due to start soon. For this reason, the digital documentation is an opportunity to record the physical evidence state before these works.



Fig. 1- Geographical distribution of permanent fortifications along the Minho River, between Melgaço and Caminha (graphic elaboration by Rolando Volzone, 2022)



Fig. 2- Spatial organisation and defensive system components of the Fort of Ínsua. Military lodging (A), external tenaille (B), western bastion (C), eastern half-bastion (D) (graphic elaboration by Rolando Volzone, 2022)

### 3. Architectural Description and function/ space organisation

The fort of Ínsua has a non-regular five-pointed shape, with bastions at north-east and north-west corners, and half-bastions at the south-east and south-west corners, with a tenaille among them (Fig. 2).

The reinforced south-facing curtains underline the need for greater protection of this side, at the direct defence of the Portuguese coast. Bastions have a bartizan in the corner, for the guardians, and are interconnected by a patrol path that runs along the inner perimeter. This is accessed by stairs located next to the north-east and north-west bastions and at the middle of the east one. Externally, regular curtains enclose the structure. Moreover, another tenaille, north-east oriented, formed by two curtains external to the structure of the fort, protected the fort by a frontal attack and allowed a counter-attack before returning inside it. All these elements were already visible in the cartography developed by the military engineer Manuel Pinto de Vilalobos (Fig. 3). On this map it is also possible to identify a wall that surrounded the north-eastern bastion and a spring located north of the structure, protecting the passage between the spring and the gate of the fort.

The fort is accessed northeast, through a monumental entrance, topped by three heraldic symbols: the coat of arms of D. João IV, in the

middle, flanked by two identical ones of the family Lima. A secondary access is located northwest. The former garrison quarters are leaning against the interior side of the door, on the northwest side. These are formed by five dependencies, accessed by a door, through a few steps. Each one also has a window, and the end ones have chimneys. The governor's barracks and the main guard structure are located northeast, respectively at right and left of the main entrance. An armoury is placed on the southwest interior facade of the fort. In terms of its constructive system, the fort is made of granite masonry, a material extracted directly *in loco*. The built structures, despite the lack of roofs, doors, windows - due, mostly, to its abandonment - are in a moderate state of conservation. The walls have no significant structural damages. However, some areas are more degraded, needing a sustainable conservation project. The 3D survey operations, carried out on this structure, will certainly support its implementation.

### 4. Data acquisition with integrated digital survey techniques

F-ATLAS project provides accurate digital surveying operations to understand the connection between the conventual complexes and the surrounding landscape. The methodology foresees the integration of aerial and terrestrial instruments such as laser scanners (TLS instruments), drones and reflex cameras (for



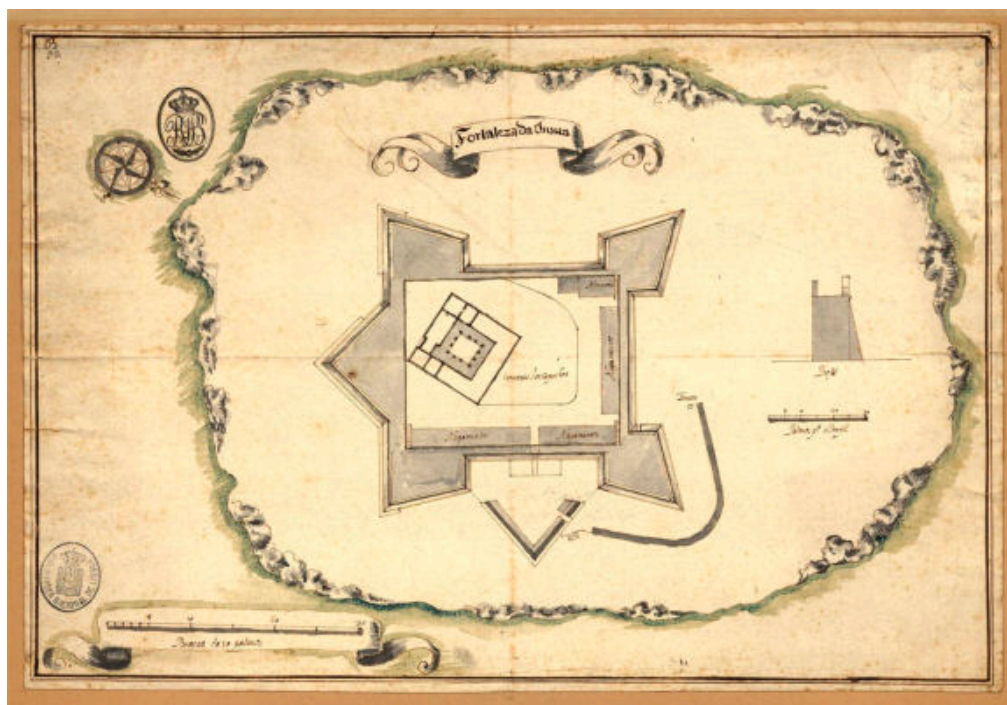


Fig. 3- Drawing of the Fort of Ínsua by Manuel Pinto de Vilalobos, 1734 (National Library of Portugal, D.246.V)

close-range photogrammetry), obtaining metric and morphological data. These tools make the detection process efficient and accurate and allow the production of a valuable three-dimensional database that can be used and updated over time. In the specific case, this data acquisition is important also because it has been conducted before the foreseen structural adaptation into a tourist accommodation.

Terrestrial laser scanning (TLS) instruments use light detection and ranging (LiDAR) for range measurements and an optical beam deflection mechanism to record angle measurements. They enable dense measurements, capturing in accurate and fast manners, and are sometimes integrated with a digital camera that provides colour information to the measured point cloud. Aerial and terrestrial close-range photogrammetry involves techniques for retrieving 3D information from two-dimensional digital images, allowing the generation of dense point clouds, textured models, and high-resolution orthomosaics from large datasets (Adamopoulos & Rinaudo, 2021). The integration between TLS and SfM (Structure from Motion) photogrammetric surveys is the

standard approach for modelling historical structures, benefiting from the complementary characteristics of both datasets and ensuring that density, accuracy, and texture-resolution predefined specifications are met. It is essential to plan the survey operations in the initial phase of the campaign: in this specific case, the time available for carrying out the activities was four days. It was therefore necessary to coordinate the TLS survey with the ground and aerial photographic ones. To do so, it was crucial to consider the adverse and rapidly changing climatic conditions and the fact that access to the island, through a taxi boat service, was only possible at certain times and depending on the tide.

#### 4.1. Data acquisition with TLS (Terrestrial Laser Scanner)

A campaign was carried out with terrestrial laser scanner instrumentation. The instrument used is a FARO Focus M70, a phase-based laser scanner with an integrated camera, a range of approximately 70 metres and an accuracy of 3 millimetres. The 215 laser scanner acquisitions were concentrated in the internal and external

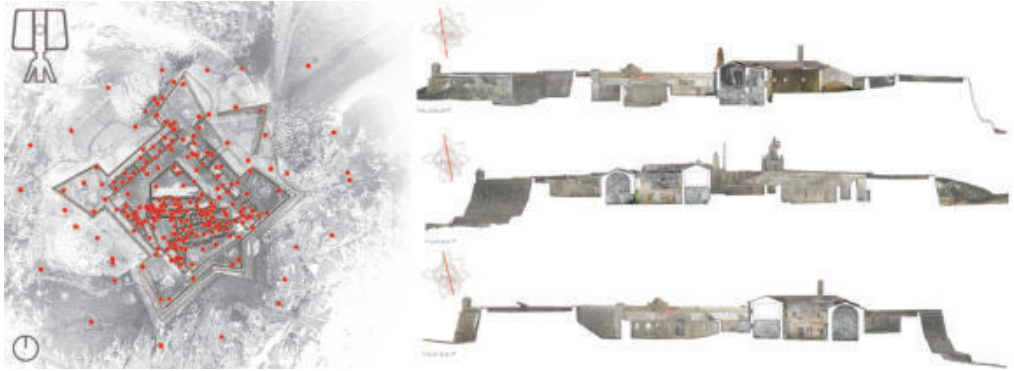


Fig. 4- Digital survey with TLS. Scan stations (left) and some examples of point cloud data elaboration - cross-sections of the fort and the convent (right) (graphic elaboration by Anastasia Cottini, 2022)

spaces of the convent and the fortress, to obtain a complete and metrically reliable point-cloud of the entire complex. A first acquisition was made around the external perimeter of the fort (approx. 35 scan stations) and a second acquisition along the walkways (approx. 30 scan stations): both follow a closed polygonal line and have common connecting points (Fig. 4).

These two polygons have been linked to the scans acquired in the external spaces surrounding the fortress and in the internal spaces (military lodgings, conventual spaces). Regarding the conventual space, acquisitions in the upper floor were hampered, due to the mostly collapsed pavements. The external ones have RGB colour, acquired with the laser scanner integrated camera, allowing textures displaying. Contrarily, the lighting conditions of the interior spaces did not allow to capture the colour data. The planning of data acquisition campaigns aimed at identifying the elements or surfaces to be covered, defining the optimal number and location for scanning positions and targets. Scanning positions are selected to maximise covered and incidence angles, achieving the required resolution specifications, while decreasing occlusions and, if possible, the number of scans/scanning time. Particular attention was paid along the southwest and northwest perimeter of the fort, as the route was not always accessible due to the rise of the water level at high tide. A rather complete point cloud was acquired, because of the particular conformation of the fort and the convent. The conventual complex is located at a lower altitude than the walkways of the fort walls, enabling the operator to acquire data about the buildings' roofs - when still intact.

## 4.2. Data acquisition with SfM (Structure from Motion) photogrammetry

Fast remote survey technologies represent an increasingly central issue in the documentation and inspection of historic buildings' state of conservation. Photogrammetry is now a well-established method for 3D recording in building documentation and analysis.

Due to its many advantages, such as its flexibility and low cost, this method has seen a wide appeal in cultural heritage as a recording tool and for virtual reconstructions.

### 4.2.1. Terrestrial photogrammetry

A camera placed in front of an object cannot capture more than half of its diameter (Bisson-Larriv'ee & LeMoine, 2022). For this reason, a careful planning of the work phases was essential to obtain photographic sequences that guarantee good results in data processing.

Photo sets for Nikon D610 digital cameras with 24-120mm lens were acquired: photographs should not have too sharp shadows and should be taken using appropriate parameters: low ISO, low focal ratio, short exposure time (Mosbrucker et al. 2017).

Since the weather conditions were irregular and rapidly changing, photographic acquisitions from the ground with the aerial ones were carried out when the global illumination was sufficient and widespread.

In this way, it was possible to acquire homogeneous photos, in terms of exposure and colour. The acquisitions from the ground were

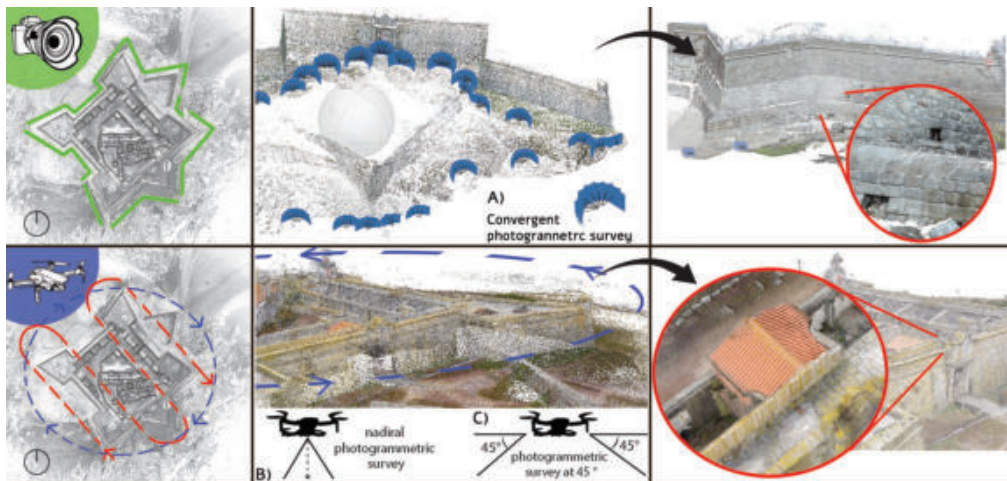


Fig. 5- Different photogrammetric methods of acquisition. Reflex (A), UAV (B and C). On the right are the details of the point cloud definition (graphic elaboration by Pietro Becherini, 2022)

concentrated along the external perimeter walls and the military lodgings inside the fort, with 800 photos. The aim was to integrate the data collected by the drone (hard-to-reach side covers) to fill any gaps in the acquisition phase (Fig. 5).

During the design phase of the survey campaign, it was evident the difficulty of low-altitude flights with the drone, to avoid accidental collisions with the walls, also due to the presence of strong wind. So, ground photos have been useful for a better data of unreachable areas by drone (Luhmann et al. 2020).

#### 4.2.2. Aerial photogrammetry

Unmanned Aircraft Systems (UAS), commonly known as drones, have become increasingly popular tools for the collection of aerial data. Through monitoring and detection activities, this equipment allows photogrammetric acquisition for increasingly efficient and fast environmental management.

In order to accomplish the objectives and requirements of the mapping project, different planning models can be applied depending, mostly, on the activity and area to be surveyed. In the analysed case, a DJI Mini 2 has been used. This is equipped with a 12 MP camera (24 mm lens), capable of capturing images with different photo modes. Due to the peculiarity of the site and the atmospheric conditions, a manual acquisition was chosen, without pre-set flight plan programs. It was therefore possible to obtain a rigorous

definition of the structure by means of the burst of frames every 3/5 seconds. It is equally important to consider the Ground Sampling Distance (GSD). To get a lower, therefore better, GSD and a more accurate map, it is important to fly lower (than the camera's resolution) and take more photos at a higher resolution. This means more time spent on a project due to longer flights and more data to be processed.

In this study, in order to have a better GSD, a maximum height of 20 metres was set with respect to the structure to be analysed, passing from a detail of 3 cm to one of 1 cm; in this way, up to ten times more data were acquired and stored for the same covered area but with much better detail. Within this photogrammetric survey campaign, the evaluation of the weather conditions before each lifting of the instrument was very important. Flight plans were then defined for each type of front to be documented, to avoid any shortcomings in the post-production phase. The acquisitions were made through nadiral and inclined circular trajectory views, depending on the situation.

Shaded areas have been avoided, in order to obtain a homogeneous colour scheme of the structure in all the surfaces. 1100 photographs were taken with planned routes and spiral or ellipsoidal shots, with specific architectural elements in more detail. These georeferenced images were used to define each structural part of the fort in the pre-acquisition phase, so as to cover the entire surface involved in the survey study.

## 5. Data elaboration and output

The data collected with the laser scanner was processed with Leica Cyclone software. The 215 individual scans of the whole built structure were registered together in a single complete point cloud, with a final error of about 2 cm. The point cloud can be visualised in grayscale, RGB colours or intensity map, depending on the operator's needs and on the survey purpose. Data collected with drone and digital camera were processed with Agisoft Metashape software, obtaining a 3D model of textured mesh. The model was subsequently scaled taking as a reference the point-cloud obtained from laser-scanner, so that they have the same scale and orientation in space. Three well recognisable points are identified on the mesh model, to which are assigned "markers", whose coordinates are modified in order to be equal to those of the three homologous points belonging to the laser-scanner point-cloud (Cioli & Lumini, 2021).

The obtained three-dimensional models, characterised by a high metric-morphological reliability, are a valid support to carry out further analysis on the buildings, combining studies of historical and archival sources (Volzone et al. 2022). Technical drawings, such as plans, elevations and sections, perspective views, axonometric splits, are produced from the 3D models.

These allow study of the represented architectures and provide metric and morphological information, including the materiality and chromatic appearance of the surfaces. This will serve as a support for the analyses concerning the distributive aspects of the architectural complexes, those relating to the decorative apparatus, the state of conservation of the wall surfaces and the evolutionary phases of the buildings.

## 6. Discussion and Conclusions

The singularity of the convent of Santa Maria da Ínsua, due to its strategic location – an islet

in the Minho River at the Spanish border – and to its double function, with the coexistence of a religious building (the convent) and a military one (the fort), makes this complex a unique case study.

The 3D survey operations enabled the creation of digital documentation, both 3D and 2D. Future studies should foresee an exhaustive digital survey or to update the ones already carried out, as in the case of the project CADIVAFOR, aimed at cataloguing, digitisation and enhancement of these structures along the Minho River. This could enable a comparative analysis with other military architecture at local, regional, national and international level, once this territory is bordering with Spanish Galicia. Historical factors, morphological analysis, and construction techniques can be the starting point of this analysis.

In the scope of this research, the concern lies also in the identification of new uses, once the spaces lose their military function. Indeed, these structures are an important part of the historical, cultural and social identity. Moreover, they represent a distinctive element for regional attractiveness and tourism and territorial development. It is therefore crucial to ensure its preservation, enhancement and dissemination, as well as an inclusive and sustainable access to a broader local (or not) community.

### Author contributions

Paragraphs 1, 2, and 3 are attributed to Rolando Volzone. Paragraphs 4, 4.1 and 5 are attributed to Anastasia Cottini. Paragraphs 4.2, 4.2, 4.2.1, 4.2.2 and 6 are attributed to Pietro Becherini.

The project F-ATLAS. Franciscan Landscapes: the Observance between Italy, Portugal and Spain has been through the JPI Cultural Heritage application, and received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 6995237 (<https://ww.f-atlas.eu/>)

## References

- Adamopoulos, E., & Rinaudo, F. (2021) Close-Range Sensing and Data Fusion for Built Heritage Inspection and Monitoring-A Review. *Remote Sensing* 13 (19), 3936.
- Bisson-Larrivée, A., & LeMoine, J. (2022) Photogrammetry and the impact of camera placement and angular intervals between images on model reconstruction. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 26, e00224.
- Alshawabkeh, Y. (2020) Color and Laser Data as a Complementary Approach for Heritage Documentation. *Remote Sensing*, 12 (20), 3465.

- Becherini, P., Volzone, R., & Cottini, A. (2022) A 3D model for architectural analysis, using aerial photogrammetry, for the digital documentation of the convent of Santa Maria da Ínsua, on the northern border between Portugal and Spain. In: Parrinello, S., Barba, S., Dell'Amico, A., & Di Filippo, A. (eds.) *D-SITE, Drones – Systems of Information on Cultural heritage for a spatial and social investigation*. Pavia, Università degli Studi di Pavia, pp. 94-103.
- Cioli, F. & Lumini, A. (2021) Il Santuario del Sacro Speco di San Francesco a Narni. Rilievo architettonico e ambientale per la comprensione dei rapporti tra architettura e paesaggio. In: Bellanca, C. & Mora Alonso-Muñoyerro, S. (eds.) *Roma, capitale d'Italia 150 anni dopo. Proceedings of REUSO Conference, 1-3 December 2021, Rome*. Rome, Artemide, pp. 405-420.
- Ferreira, T. C., & Neto, R. (2019) *Património na Paisagem. Santa Maria da Ínsua/Heritage on the Landscape*. Santa Maria da Ínsua. Guimarães, Portugal: EAUM/Lab 2PT/IPVC.
- Figueiredo, A. P. V. (2008) *Os Conventos Franciscanos Da Real Província Da Conceição : Análise Histórica, Tipológica, Artística e Iconográfica*. [PhD diss]. Lisbon, University of Lisbon.
- Luhmann, T., Chizhova, M., & Gorkovchuk, D. (2020) Fusion of UAV and Terrestrial Photogrammetry with Laser Scanning for 3D Reconstruction of Historic Churches in Georgia. *Drones*, 4 (3), 53.
- Mosbrucker, A., Major, J., Spicer, K., & Pitlick, J. (2017) Camera system considerations for geomorphic applications of SfM photogrammetry. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42, 969-986.
- Prieto, J. R. (2008) *Cadivafor. Catalogação, Digitalização e Valorização das Fortalezas Defensivas da Fronteira: Galiza - Norte de Portugal*. Ferrol, CIEFAL-ICOMOS, ESG/ Escola Superior Gallaecia e CIS-Galicia.
- Rodrigues, A. M., Fontes, J. L., & Andrade, M. F. (2020) La(s) Reformas En El Franciscanismo Portuguêso En La Edad Media. *Hispania Sacra*, 72 (145), 51-63.
- Teixeira, V. G. (2010) *O Movimento Da Observância Franciscana Em Portugal, 1392-1517: História, Património e Cultura de Uma Experiência de Reforma Religiosa*. Porto, Editorial Franciscana.
- 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.

## **Culture and Management**



# L'antico castello di Alba: studi per la conservazione e la valorizzazione di un sito archeologico

**Fabio Ambrogio**

Politecnico di Torino, Torino, Italia, s295932@studenti.polito.it

## Abstract

The former hospital S. Lazzaro of Alba (CN), built at the end of the eighteenth century, conceals in the basement some remains of the ancient castle; a defensive structure used mainly as a military garrison. The building was created near the historical layout of the defensive walls of *Alba Pompeia*, already attested by the 1<sup>st</sup> century B.C. and later transformed during the Middle Ages. The structure of the ancient castle, depicted in the drawing of Alba in *Theatrum Sabaudiae* (1682), has a regular plan, with a central courtyard and four circular towers at the corners. In the last two centuries, this portion of the old town, has undergone a radical urban transformation, with changes in soil elevation, destruction of buildings and new reconstructions. These have contributed significantly to erasing the image of the castle that now has disappeared from the urban fabric. The extension of the hospital, through a long series of excavations, has brought out some archaeological ruins known by the superintendency of cultural heritage but completely unknown to the community. Starting three years ago, with the relocation of the hospital, the local authorities started a redevelopment project of the area, with the re-functionalization of the historical parts of the hospital structure and the demolition and subsequent rebuilding of the structure built during the economic boom without any architectural interest. Therefore, in the light of the above, the contribution proposes a strategy of conservation and enhancement, that with a careful project could create a dedicated cultural path, to highlight a significant historical milestone of the town, which remains relatively unknown general public.

**Keywords:** castle, archaeological area, conservation, enhancement.

## 1. Introduzione

L'antica città di Alba, durante l'epoca medievale, appariva come un centro urbano fortificato ancora profondamente legato al periodo romano. Le mura di perimetrazione circondavano interamente la porzione di città che oggi è riconducibile al nucleo di fondazione, storicamente di forma ottagonale (1).

A partire dal X secolo, la città registrava un periodo di crescita, dopo secoli di scontri e invasioni, che appariva evidente anche in architettura, con numerosi investimenti sia nelle costruzioni private che nelle strutture pubbliche di servizio, rimaste perlopiù simili a quelle antiche (Martone, 2005: pp. 13-27). Il sistema di mura difensive era poi collegato direttamente alle

numerose porte urbane, individuate presso le principali direttrici e da alcuni edifici a servizio dei corpi militari di guardia e dei funzionari del comune addetti alla riscossione delle tasse. Queste strutture, denominate castrum, sono sempre state individuate dagli storici con alcune imprecisioni, riportando alle volte tesi discordanti, a causa della scarsità di fonti (2). Fortunatamente, grazie agli studi e alle campagne di scavo archeologico condotte negli ultimi vent'anni è stato possibile ricostruire la struttura urbana con maggiore chiarezza. In particolare Alba era caratterizzata da un castello più antico, per questo definito castrum vetus, collocato ove oggi è presente l'edificio della curia vescovile, nell'area sud-occidentale



della città e probabilmente edificato a partire dal XII secolo. Vi era poi un'altra struttura, oggetto di questa trattazione, denominata castrum novum, per via della sua edificazione di epoca successiva, collocata nella parte sud-orientale della città (Micheletto, 1999: pp. 51-121).

Il castrum vetus, sempre rimasto legato al potere ecclesiastico ha registrato, nel corso della storia, una serie di trasformazioni che già in epoca moderna avevano riplasmato l'antico edificio alle moderne esigenze della curia, inserendo l'antica struttura nel maestoso palazzo dei vescovi, attorniato da un ampio giardino. Al contrario, il castrum novum, legato alla vicina porta Castello ha continuato a mantenere una funzione di guarnigione e di carcere sino alla seconda metà del XVIII secolo, controllando gli accessi alla città dalla strada in direzione della pianura cuneese e degli antichi centri di Pollentia e Augusta Bagiennorum. Si può notare ancora oggi come l'asse della via Belli, di collegamento tra l'antica porta Castello e l'attuale via V. Emanuele II (asse principale nord-sud), sia rimasto uno dei pochi tracciati, non eccessivamente frammentato dalle costruzioni di epoca medievale e moderna, a conferma del suo ruolo nevralgico per l'economia e la società di allora (Micheletto, 1999: pp. 51-121).

È probabile pensare che il castello nuovo venne edificato intorno al XIV secolo, con finalità istituzionali, assurgendo a simbolo della capitolazione delle istituzioni comunali di fronte alla politica dei Marchesi del Monferrato. Esso compariva nei documenti già dal XV secolo, inoltre gli archeologici hanno ipotizzato un probabile legame cronologico tra le strutture di fondazione del castello e le stesse del muro perimetrale della chiesa di S. Domenico (Micheletto, 1999). L'edificio presentava un impianto planimetrico quadrangolare con cortine murare di lunghezza pari a circa venticinque metri, probabilmente con torri circolari disposte in prossimità dei vertici. La struttura aveva un cortile interno e un'uscita munita di rivellino (Fig. 1).

## 2. Il castello nell'età moderna e contemporanea

Il complesso difensivo godeva di una posizione strategica all'interno del nucleo urbano, collocato su una lieve altura e circondato da orti e aree verdi che identificavano questa porzione di città come quella meno densamente abitata ed edificata (3). Queste condizioni permettevano un maggior

livello di sicurezza della struttura che appariva quasi 'isolata' rispetto al contesto.

Durante il XVI secolo il territorio albeso era controllato dal ducato di Mantova che avviò una campagna di rilievo e analisi delle strutture fortificate e dei sistemi difensivi delle principali città all'interno del suo territorio di pertinenza. Proprio a questo periodo risalgono una serie di disegni oggi conservati presso l'Archivio di Stato di Torino che raffigurano in pianta il castrum novum. La struttura interrompeva il tracciato delle mura di cinta, intervallate da torri emergenti di cortina. Una relazione dell'ingegnere militare Gian Maria Olgiati (4) del 1547 segnalava che le strutture difensive della città erano ancora prettamente medievali e perciò giudicate del tutto inadeguate, deboli e di altezza ridotta (Micheletto, 1999). Per tale ragione, nel 1572 Alba venne interessata da un progetto per implementare l'efficacia e la modernità della sua fortezza, con il coinvolgimento dell'architetto Francesco Paciotto, che però rimase solamente nelle carte per il cambiamento della politica militare del ducato che preferì impiegare le risorse per rafforzare le strutture di Casale Monferrato, allontanando l'idea di una grande fortezza albeso (Vigliano Davico, 2005: pp. 529-531).

Con la firma della pace di Cherasco, nel 1631, Alba passava definitivamente sotto il controllo dei Savoia e pochi anni dopo, è testimoniata la visita dell'architetto Carlo di Castellamonte, presso le strutture difensive. Questi, analizzandone lo stato evidenziava una situazione di forte precarietà proponendo interventi di miglioramento e di consolidamento con tecniche di sottomurazione.



Fig. 1- Planimetria del castello in una raffigurazione di età moderna (AST, Sezione Corte, Carte topografiche, serie V, Alba, n.2)

Tuttavia, a partire dal 1672 si decideva definitivamente di attuare la smilitarizzazione della città in relazione alle ridotte possibilità di resistenza in caso di attacco, soprattutto in base alla sua posizione geografica. Da questo periodo in poi non si registrarono più grandi interventi sulla struttura. Inoltre, molti atti notarili riferibili intorno al 1675 testimoniavano la vendita dei terreni su cui in precedenza vi erano i bastioni a conferma della poca attendibilità circa la veduta del *Theatrum Sabaudiae* che invece raffigura una città completamente fortificata con il castello integro nella sua conformazione architettonica (Viglino Davico, 1996: pp. 5-28).

### 3. Una nuova vita per l'area del castello

Dopo un secolo di incuria e abbandono il castello veniva descritto come una struttura fortemente degradata, utilizzata solamente come carcere in aggiunta ad altre strutture della città. Una nuova fase di prosperità economica e sociale, a partire dal Settecento, registrava ingenti interventi edilizi sul territorio comunale. Nella seduta del consiglio comunale del 6 gennaio 1769 venne deliberata la richiesta di autorizzazione per la concessione del terreno su cui insisteva il castello per la realizzazione di un nuovo ospedale civile e il 28 aprile 1769 Carlo Emanuele III di Savoia firmò l'atto di concessione. A partire dall'estate l'architetto Filippo Nicolis di Robilant si recò in città per rilevare il sito e avviare il progetto per la costruzione del nuovo edificio (Fig. 2). I disegni vennero consegnati l'anno successivo e il cantiere per la costruzione dell'ospedale venne avviato nel luglio 1770 (Mellino, 1988).



Fig. 2- Pianta eseguita dall'arch. Robilant. Si noti in rosso il profilo del castello e delle mura esistenti. (AST, Sezioni Riunite, Carte topografiche, Fondo camerale Piemonte, art. 663, n.2)

Alcune vedute della città, alla fine del XVIII secolo, evidenziavano come molte delle aree fortificate vennero trasformate in orti e giardini, modificando la conformazione esterna della città non più geometricamente definita. Il perimetro era sfrangiato con scarsa soluzione di continuità tra il verde urbano e quello agricolo. Ormai si era disgregata quella facies compatta con cui Alba si era presentata per secoli a chi proveniva dall'esterno. Una facies che si ricostruirà con l'anello dei viali alberati nel nuovo assetto derivante dalla nascita della città borghese nell'Ottocento (Viglino Davico, 1996: pp. 5-28).

In questo periodo i lavori per la demolizione del vecchio castello vennero appaltati a una squadra di operai del comune che aveva anche il compito di demolire l'antico tracciato della porta Castello, realizzando un nuovo accesso rettilineo d'innanzi la via Belli e selezionando il materiale della demolizione, utile per la nuova realizzazione dell'edificio ospedaliero.

La costruzione della nuova struttura seguì solamente in parte il precedente progetto di Robilant, realizzando la sola manica lungo l'attuale via Ospedale, sul sedime non direttamente interessato dai ruderi del castello, che si trovava pochi metri più a ovest. Questo favorì indubbiamente le operazioni di cantiere, prevedendo solamente lo sterro per rimuovere il declivio circostante e utilizzando il castello come cava per il materiale, senza effettuare una totale demolizione delle strutture. Lo storico albesse Giovanni Vico riferì che durante le operazioni di scavo vennero ritrovate numerose monete, tra cui alcune con l'effigie dell'imperatore Claudio (Rolando, 2018). I lavori per la costruzione della manica su via Ospedale, oggi denominata ala monumentale, videro un lento processo, principalmente legato alla carenza di risorse finanziarie, a tal punto che l'edificio fu completato solo dopo circa un secolo, mentre la porzione tergo dell'edificio venne adibita in parte a orto e a giardino di pertinenza. L'altezza del castello continuò ad essere scavata e utilizzata come cava di terra e laterizi. Dal verbale della seduta del consiglio di amministrazione dell'ospedale del 17 aprile 1826 si segnalava che il cortile dell'ospedale era ancora ingombro di materiale relativo al castrum, a testimonianza di strutture ancora presenti in alzata (Mellino, 1988).

A partire dall'inizio del XX secolo, con una nuova e intensa fase di sviluppo economico e soprattutto

demografico della città vennero realizzate tre grandi campagne di ampliamento dell'edificio ospedaliero che interessarono la porzione del lotto verso occidente, in direzione delle strutture del castello. La prima fase di ampliamento, realizzata intorno al 1935 su progetto dell'ingegnere municipale Molineris vide la costruzione di una manica trasversale alla precedente, su piazzetta P. Micca. In quell'occasione vennero effettuati alcuni ritrovamenti di antiche strutture di fondazione, non segnalate agli enti di tutela durante il cantiere. La seconda fase registrò invece la realizzazione di una manica opposta alla precedente, sul confine sud di via P. Belli, realizzata a partire dal 1963. Anche qui è intuibile che emersero alcune rovine di cui però non vi sono tracce presso gli archivi della Soprintendenza. L'ultima grande fase di ampliamento si concentrò invece sulla porzione interna del lotto con la costruzione di due grandi corpi di fabbrica, uno lungo il confine nord-ovest del lotto e l'altro sull'asse est-ovest, con una serie di padiglioni per il collegamento di tutte le strutture. Questa fase venne progettata a partire dal 1966 e realizzata in lotti successivi sulla base dei finanziamenti disponibili.

#### **4. I ritrovamenti archeologici**

I primi ritrovamenti segnalati di opere antiche avvennero solamente a seguito degli scavi in prossimità del fabbricato destinato alle sale operatorie, realizzato a partire dal 1976 e immediatamente comunicato dal progettista e direttore dei lavori arch. Oberdan Ruggi all'allora Soprintendente ai beni archeologici del Piemonte, dott.ssa Clelia Laviosa, che consentì una parziale demolizione delle opere ormai presenti solamente al di sotto dell'attuale piano di campagna, quindi al livello interrato. La demolizione, fortunatamente riconducibile a un breve tratto, venne ritenuta indispensabile per ragioni funzionali, senza quindi modificare profondamente il progetto o estendendo le analisi archeologiche con altre campagne di scavo. Pertanto, venne ampliato il corridoio lasciando a vista due paramenti murari antichi, tra i quali furono realizzati alcuni ambienti di servizio.

Dalla relazione di Luciano Maccario, funzionario del Museo Civico Archeologico di Alba, su richiesta della Soprintendenza, si evince che già durante i lavori condotti circa dieci anni prima erano stati rinvenuti alcuni lacerti antichi, probabilmente non segnalati e investigati dagli organi di tutela.

Altri ritrovamenti risalgono al 1989 in occasione della costruzione di una scala esterna di emergenza in calcestruzzo armato, all'estremo della manica di primo Novecento. I lavori vennero interrotti con provvedimento del Soprintendente in seguito alla scoperta di un tratto della cinta muraria storica. Da un'analisi dei rilievi prodotti durante le campagne di scavo è ipotizzabile che i resti riferiti alla scoperta del 1976 possano essere riconducibili al medesimo muro di cinta ritrovato nel 1989, considerata la medesima direzione della cortina muraria e ad una simile tessitura.

La più importante campagna di scavo è però riconducibile al 1993-1994 per la realizzazione del nuovo padiglione di citopatologia collocato nel cortile interno, verso la manica sud. Gli ingenti lavori, progettati dall'arch. Mauro Rabino, richiesero un esteso scavo per consentire la costruzione delle strutture di fondazione e del livello interrato. Durante questa fase vennero rinvenuti due possenti muri appartenenti al livello di fondazione dell'antico castello. La struttura, con uno spessore complessivo pari a circa due metri, è formata alla base da ciottoli e lastre di pietra unite con malta, probabilmente edificata con sistema di gettate successive di ciottoli, laterizi e malta. La muratura risulta costruita contro terra ed articolata da una serie di contrafforti interni. Il lato esterno presenta un elevato con facciavista in laterizi e, al di sotto, una fondazione in ciottoli e laterizi intervallata da arconi di scarico. La tecnica costruttiva sembra essere riferita ad un'unica fase (Micheletto, 1999: pp. 51-121). Durante lo scavo sono stati rinvenuti lacerti di embrici e laterizi sesquipedali. La porzione orientale del muro ritrovato ha messo alla luce un'apertura nel paramento riconducibile ad un condotto fognario. Tuttavia, la necessità di creare una rampa funzionale ai percorsi ospedalieri, ha interrotto la continuità del muro verso nord. Da un'attenta analisi archeologica sembrerebbe poter riferire gran parte delle strutture rinvenute al potenziamento delle fortificazioni avvenuto durante l'epoca rinascimentale (Fig. 3). Ma bisogna evidenziare che a seguito degli importanti ritrovamenti, l'intero progetto per il nuovo padiglione venne fortemente modificato in sinergia con le indicazioni della Soprintendenza, avviando la cantierizzazione nel 1997. Nella medesima campagna di scavi, durante la realizzazione di un nuovo vano ascensore per il nuovo servizio TAC emerse parte di un setto ad andamento radiale interrotto dalla struttura di

fondazione dell'ampliamento relativo al 1964 che quindi non ha permesso un'indagine più approfondita. Secondo le relazioni di scavo del 1993 la struttura potrebbe far riferimento ad una ghiacciaia dell'ospedale, risalente al XVIII secolo. Ma potrebbe anche essere riconducibile, data la posizione, a una delle quattro torri che originariamente coronavano i vertici del castello, ampiamente documentate dalle fonti storiografiche (5).

## 5. Conclusioni

L'antico castello della città, assieme alla porzione di mura attigue, giunge a noi oggi dopo una lunga serie di trasformazioni susseguites nel tempo, con studi archeologici non completamente approfonditi, basati su poche tracce ancora esistenti. Bisogna considerare, inoltre, che gran parte delle strutture antiche ha subito in passato, oltre a numerose distruzioni e rimaneggiamenti, una serie di fenomeni alluvionali dovuti alla traslazione nei secoli del letto fluviale del Tanaro, contribuendo alla perdita di molte tracce. Alla luce

di quanto precedentemente esposto, questa ricerca vuole ipotizzare, attraverso i resti rimasti in situ, un nuovo tracciato delle mura cittadine di epoca medievale, se non addirittura romane, nel tratto in questione ponendo in discussione alcune ipotesi in merito alla planimetria della città romana di Alba elaborata nel 1975 da Silvana Finocchi poi integrata da Egle Micheletto. Tuttavia, per avvalorare o smentire del tutto l'ipotesi formulata nel presente studio, risulta di fondamentale importanza eseguire uno scavo nella porzione di cortile interposta tra i due frammenti murari rinvenuti nel 1976 e 1989, ancora mai indagati sufficientemente.

Il trasferimento della struttura ospedaliera avvenuto nel luglio 2020 ha determinato una nuova fase per l'area. La probabile scelta di conservare l'ala monumentale e di demolire la restante parte di costruzioni realizzate a partire dal 1963 consentirebbe di attuare nuove strategie di valorizzazione delle opere antiche che riemergerebbero dagli ambienti interrati dell'ospedale, procedendo con ulteriori analisi

ASL CN2 - Servizi Tecnici - Roma  
11/05/2020



Fig. 3- Planimetria del piano interrato dell'ex ospedale S. Lazzaro. In rosso sono evidenziati i ruderi archeologici rimasti; il tratto puntinato rappresenta il tracciato murario ipotizzato. La campitura azzurra fa riferimento all'ala monumentale. Base cartografica del rilievo: ASL CN2- Servizi Tecnici (elaborazione dell'autore)



Fig. 4- Tratto del muro di fondazione del castello conservato nei locali interrati (foto dell'autore)



Fig. 5- Sulla sinistra una porzione dell'ala monumentale oggetto di futuri interventi di restauro. Sullo sfondo parte dell'ampliamento del 1976, oggetto della futura demolizione (foto dell'autore)



Fig. 6- In primo piano, il corpo monumentale settecentesco; sulla sinistra, l'innesto della manica realizzata a partire dal 1963 (foto dell'autore)

e scavi archeologici, con l'intento di ricucire una parte significativa del tessuto urbano della città (Fig. 6). Ciò al fine di restituire ai cittadini e all'intera comunità un frammento di storia

attualmente sconosciuto a molti e non visitabile al pubblico (Fig. 4, 5). La lunga vicenda di trasferimento della struttura ospedaliera aveva già indotto l'arch. Pier Massimo Stanchi a formulare un parere in merito alle rovine del castello e a una loro possibile e auspicabile valorizzazione affermando che sarebbe necessario “[...] riproporre in qualche modo la presenza [del castello] con la costruzione di un nuovo volume capace di evocarne l'immagine, demolendo in toto il corpo centrale; [...] tema progettuale di grande interesse” (6). Un progetto di grande portata, attualmente non ancora redatto, dovrà essere in grado di ridare un volto nuovo a questa porzione di centro storico, costruendo nuove volumetrie architettoniche all'interno del lotto con l'assoluta necessità di instaurare un dialogo con le rovine del castello e delle mura; eventualmente con sterri e riporti del terreno, se coerenti con l'idea progettuale complessiva. Sarà fondamentale far riferimento a una cartellonistica contemporanea, installata in situ e capace di comunicare la storia e le vicende costruttive del luogo. In particolare sarà necessario inserire questo luogo all'interno dei percorsi culturali legati all'archeologia albese che costantemente attraggono un nutrito pubblico di visitatori. In questo modo potrà essere valorizzata al meglio la memoria del luogo, evidenziando l'interessante stratificazione storico-culturale tra le diverse anime della città di un tempo, ovvero: quella romana, quella medievale e infine quella contemporanea.

#### Note

(1) Come riferisce Vitruvio nel *De architectura* è bene che le città non abbiano mai forma quadrangolare per evitare esposizioni eccessive ad eventuali colpi di ariete. Ad Alba questo viene risolto sapientemente, con un accurato studio della forma urbana in funzione della conformazione dei rilievi territoriali e dei corsi d'acqua (Filippi, 1997).

(2) L'argomento relativo ai castrum albesi, specie in passato, ha trovato scarso interesse nella ricerca storica e dei beni culturali, evidentemente per l'indisponibilità delle architetture, in larga parte ormai perdute. Gli scritti di E. Micheletto, in merito, riportano alcuni riferimenti a testi non più attendibili e superati da tesi formulate in tempi più recenti.

(3) In quest'area, sull'attuale via Belli prospiciente al castello, vi era il muro di cinta che perimetrava l'ampio giardino di pertinenza del monastero di

S. Chiara, di cui oggi rimangono poche tracce nell'edificio comunale interposto tra le vie Diaz e Gioberti.

(4) L'ing. Gian Maria Olgiati è ricordato per essere stato autore del progetto del sistema di fortificazioni murarie della città di Genova, su commissione di Andrea Doria.

(5) Molte delle informazioni di questo capitolo sono state acquisite grazie alla consultazione della documentazione depositata presso l'archivio archeologico della Soprintendenza Archeologia,

Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Torino a Palazzo Chiabrese. Cart. 6, fasc. 1-2 (archivio territoriale). CN/1993-1994 (archivio documentale).

(6) Relazione tecnica allegata alla deliberazione del Consiglio comunale di Alba n.58 del 15 luglio 2002. Il parere espresso dall'architetto si è limitato ad una valutazione generale dell'intervento, senza alcun elaborato grafico, soltanto per agevolare la comprensione del caso dibattuto durante i lavori del Consiglio comunale.

## Bibliografia

- Bonino, A. (1932) L'Ospedale Civile di Alba. *Bollettino della Società Piemontese di Archeologia e Belle Arti*, anno XVI (1-2), 1-5.
- Eusebio, F. (1910) Secolo XV, Per la storia delle mura d'Alba Pompeia. Le mura medievali. *Alba Pompeia*, III, 3-4, pp. 89-99.
- Filippi, F. (a cura di) (1997) *Studi per una storia d'Alba, Alba Pompeia, archeologia della città dalla fondazione alla tarda antichità vol. II*. Alba, edizioni Famija Albèisa.
- Fresia, R. (1991) Note su alcuni castelli del comune di Alba. *Alba Pompeia*, anno XII (2).
- Fresia, R. (2002) *Comune Civitatis Albe. Affermazione, espansione territoriale e declino di una libera città medievale (XII-XIII secolo)*. Cuneo, Società per gli studi storici, archeologici ed artistici della Provincia di Cuneo.
- Cavallari Murat, A. (1975) *Tessuti urbani in Alba*. Alba, Città di Alba editrice.
- Martone, E. (2005) *Rilievo e rifunzionalizzazione in Alba del complesso architettonico dell'architetto Nicolis di Robilant Filippo Giovanni Battista*. [Tesi di Laurea Magistrale]. Torino, Politecnico di Torino.
- Mellino, G. (1988) *L'ospedale S. Lazzaro e l'opera sanitario-assistenziale in Alba, fin verso la metà del secolo XX*. Alba, ediz. a cura di USSL n. 65.
- Micheletto, E. (a cura di) (1999) *Studi per una storia d'Alba, Una città nel medioevo, archeologia e architettura ad Alba dal VI al XV secolo vol. III*. Alba, edizioni Famija Albèisa.
- Panero, F. (1988) *Comuni e borghi franchi nel Piemonte medievale*. Bologna, Cooperativa Libreria Universitaria Editrice.
- Rolando, S. (2018) Il settecentesco ospedale civile "San Lazzaro". In: Accigliaro, W. (a cura di) *Alba. Itinerari d'architettura storica e cultura figurativa tra antichità romana e primo Novecento*. Alba, Edizioni San Giuseppe, pp. 261-287.
- Viglino, Davico, M. (1996) Le fortificazioni «alla moderna» di Alba, piazzaforte di confine. *Alba Pompeia*, anno XVII (2).
- Viglino Davico, M. a cura di (2005) *Fortezze «alla moderna» e ingegneri militari del ducato sabauda*. Torino, Celid.
- Viglino Davico, M., Bruno, A. jr, Lusso, E., Massara, G.G. & Novelli, F. (a cura di) (2010) *Atlante castellano. Strutture fortificate della provincia di Cuneo*. Torino, Celid.



## Culture, tourism and fortifications-Educational centre on St. John's Fortress in Šibenik, Croatia

Gorana Barišić Bačelić<sup>a</sup>, Ivana Lučev<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Public Cultural Institution Fortress of Culture, Šibenik, Croatia, gorana@tvrđjava-kulture.hr, <sup>b</sup> Public Cultural Institution Fortress of Culture, Šibenik, Croatia, ivana.lucev@tvrđjava-kulture.hr.

### Abstract

Šibenik is a city in Central Dalmatia where the river Krka flows into the Adriatic Sea. It is the only city in Croatia with two UNESCO World Heritage Sites: Cathedral of St. James and St. Nicholas Fortress. The old city of Šibenik, with its central square, gothic and renaissance sacral and public buildings and many other sights is one of the best preserved authentic medieval environments. Revitalisation of St. John's Fortress area is the largest EU-funded project that the City of Šibenik has ever implemented, thus continuing the restoration of its old fortification system, after the successful completion of similar projects on St. Michael's Fortress in 2014 and Barone Fortress in 2016. These fortresses are managed by Public cultural institution Fortress of Culture Šibenik, which has become a best-practice example and received multiple awards and recognitions. The institution has developed numerous partnerships with related national and European organizations, aspiring to exchange knowledge and ideas about the sustainable management of cultural heritage. One new feature of this 17<sup>th</sup> century fortress is an educational centre concealed within its external fortifications. The 2000 m<sup>2</sup> large centre contains three classrooms, a dining and living room with a small kitchen, office rooms, 14 sleeping rooms with 50 beds, along with sanitary and service facilities. This infrastructure is used for implementation of various programmes (professional training classes, field classes, seminars, summer schools...) developed in cooperation with a wide range of partners from the cultural and creative industry. Some of the goals are: to develop and diversify new educational, cultural and touristic products; to encourage the dispersion of activities throughout the year; to raise the levels of skills and competencies of local cultural and educational institutions by empowering them to create and implement projects; to enrich the overall visibility of the destination.

**Keywords:** Šibenik, Croatia, management, educational facilities.

### 1. Introduction

The City of Šibenik is more than 950 years old town located in the central part of the Croatian Adriatic coast. In the picturesque and indented bay where the Krka River, one of the most beautiful rivers in Croatia, enter the sea. With population of 46.332 is administrative, political, economic, social and cultural centre of the Šibenik Knin County which extends along the 100-kilometre-long coastline between the Zadar and Split. Šibenik's early demographic and economic development was centred around maritime trade

activity. At the beginning of the 20th century the city became a centre for aluminium and other metal industries, with factories which employed a great part of the population, while trade and transport were also important sectors. After a transition period in the last decade of 20th century and in the beginning of 21st century, Šibenik lost most of its industry and tourism gradually became a focus of economic development. Šibenik has a rich natural and cultural heritage, and it is the only city in Croatia with two UNESCO World



Heritage Sites. (Cathedral of St. James and St. Nicholas Fortress), and two national parks at 30 km distance - Kornati and Krka.

## 2. Public Institution Fortress of Culture Šibenik

Public Institution Fortress of Culture Šibenik is founded in June 2016. It originated from the Department for Management of Fortification System Facilities of Šibenik City Museum, which was established in 2014. Our Institution focuses on sustainable management and preservation of cultural heritage, namely the three revitalised fortresses in Šibenik - St. Michael's Fortress, Barone Fortress, St. John's Fortress and one multifunctional hall - House of Arts Arsen.

Organization's efforts are aimed at constant improvement of sustainable management of heritage, close cooperation with local community and improvement of visitor's experience. The long-term financial and programmatic plan is to maintain the institution's stability and sustainability, to contribute to economic and social well-being of citizens, and to be a best practice example of cultural management in the region.

Fortress of Culture employees within the management structure have participated in implementation of numerous EU co-founded

and international projects; they are educated on sustainable management of cultural heritage and familiarized with the latest technological innovations in cultural heritage presentation. From initial 7 employees in 2014, the institution has grown to a team of 58 employees in 2022.

St. Michael's Fortress with its new features (open-air summer stage, ground floor and basement structures, reconstructed curtain walls, interpretation of city history in 3D mapping technology) was reopened in 2014 and has since become one of the top cultural and tourist destinations of Croatia; usually referred to as "the most beautiful open-stage of the Adriatic". Main attraction of Barone Fortress, revitalised and reopened in 2016, is an augmented reality (AR) platform, which enables visitors to experience 17th-century Šibenik and relive the Ottoman attack.

Since their opening to public, both fortresses and the institution have won more than a dozen national and international awards in fields of cultural heritage management, heritage interpretation, sustainable tourism development, audience development, promotion... Direct cooperation with over 60 local small and medium entrepreneurs was established, with their products and hand-made souvenirs available in the shops of the fortresses.



Fig. 1- The three fortresses of Šibenik: St. Michael's Fortress on the left, Barone Fortress in the bottom right and St. John's Fortress on top right (PCI Fortress of Culture, 2017)

### 3. St. John's Fortress: Educational centre and new tourist attraction

#### 3.1. History

St. John's Fortress was built in 1646, on a 120 meters high hill north of Šibenik's old town. It was named after the church that had been there for several centuries. The fortress was built during August and September, in only 58 days, as the main point of the new defence system of the city, just before the great attack of the Ottoman army. The fortress was built by the people of Šibenik with their own hands and funds, following the design of the Franciscan engineer Antonio Leni of Genoa.

This first version of the fortress was in the form of a 'star' - typical of the 17th century. In order to control the area, a smaller position connected with the fortress was built in the north. In military terminology it is referred to as *tenaille* (Ital. 'tenaglia' - pliers). Only a few days after the construction was completed, the new defence of Šibenik withstood a smaller attack of the enemy, and the following summer the fortress was

subjected to an attack of tens of thousands enemy soldiers. They were led by the Bosnian pasha Techieli, who wanted to occupy Šibenik and rule the eastern Adriatic. During a month-long siege of the city, most of the enemy attacks were concentrated on St. John's Fortress. The fortress was largely damaged by permanent gunfire of the Ottoman army. At one point, they even conquered the *tenaille* of the fortress, and soon they attempted a final assault that was fought off by the brave people of Šibenik and Venetian soldiers.

Throughout centuries, St. John's Fortress was neglected and gradually fell out of use. However, following the successful revitalisation of other Šibenik's fortresses, a renovation project was launched in 2016. The project plan included renovation of damaged wall parts, reconstruction of demolished facilities, adaptation of the fortress premises in accordance with the original condition and implementation of scientific, educational, cultural and entertainment facilities.

St. John's Fortress is protected as a national cultural property of the Republic of Croatia, but it is not within the UNESCO World Heritage buffer

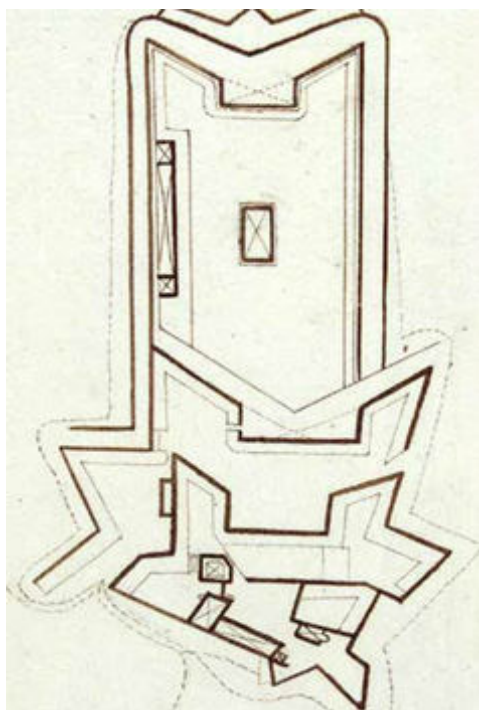


Fig. 2- V. Coronelli's plan of St. John's Fortress from c.a. 1688 (Šibenik City Museum).



Fig. 3- The floor plan of the new educational centre within the *tenaille*.

zones. Therefore, usual conservation measures were applied according to the national Law on the Protection and Preservation of Cultural Properties.

### 3.2. About the project: Revitalisation of St. John's Fortress area

Revitalisation of the St. John's Fortress is the largest project ever awarded to the City of Šibenik from European Union funds and the largest project for the restoration of a fortification heritage in the Republic of Croatia. On January 29th, 2016, the project was submitted to the tender "Preparation and implementation of integrated development programs based on the restoration of cultural heritage". On the first day of August of the same year, an agreement was officially signed, by which the City of Šibenik received a grant from the European Regional Development Fund.

One of the project goals is building and managing of educational centre equipped with smart interactive classrooms, presentation spaces, quality accommodation and accompanying programs. The project objectives are defined to improve tourist and cultural offer of Šibenik by fortress renovation and development of innovative contents tailored to different groups of visitors, to create a network of local DMO's and DMC's with the aim of creating a high value added content, to create a foundation for sustainable management of Šibenik's resources and tourist and cultural offer positioning Šibenik as a cultural and tourist attraction where tradition and modern technology are successfully blended. St. John's Fortress should represent a place of promotion for local small and medium entrepreneurs.

Over the years, the initial architectural project has been slightly reduced due to the demands of the conservation officers, as well as numerous archaeological structures and findings discovered on the fortress. The largest interpolation took place within the tenaille, where a spacious building with new contents was partly excavated and partly inserted on the natural slope. Due to its underground position, the new object is not visible from the fortress or from other neighbourhoods of Šibenik. Older objects (17<sup>th</sup> -20<sup>th</sup> c.) have been preserved and archaeological structures are conserved and presented.

The project was officially completed on June 3rd, 2022, when there was a ceremony held at St. John's Fortress on the occasion of the completion of the revitalisation project. The renovated



Fig. 4- The exterior of educational centre on St. John's Fortress (PCI Fortress of Culture, 2022)

Fortress opened its doors to visitors, which, after the reconstruction of the St. Michael's Fortress and the Fortress Barone, completed the reconstruction of the Šibenik fortification system.

### 3.3. Educational centre on a unique historical monument

St. John's Fortress provide a unique feature in the region: an all-year-round open educational centre offering various courses, workshops, classes, seminars and lectures for pupils, students and a wide variety of stakeholders in history, art, culture, archaeology etc., adding along the possibility of accommodation in the fortress itself.

The interior architecture of the educational centre enables the realization of multi-day group programmes, close cooperation between participants and isolation from the outside world, which enables the achievement of top results in the creative process. At the same time, in the afternoon and evening, it is possible to organize excursions and entertainment for participants.

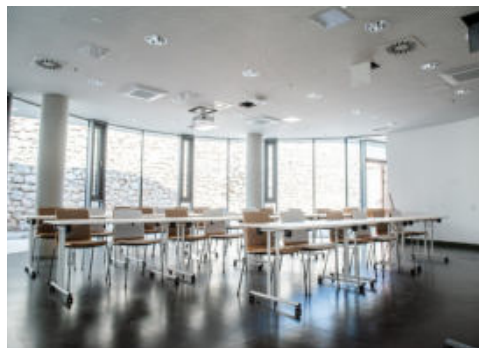


Fig. 5- Classrooms in educational centre, St. John's Fortress, (PCI Fortress of Culture, 2022)

Upon completion or during the education, the participants can present the acquired knowledge to the public through presentations and performances on the stages managed by Fortress of Culture or other public spaces in Šibenik. In this way, the quality level of education for the participants is raised and educational and cultural contents are created in the city.

The program areas of activity within the educational centre have to correspond to the program areas of the Institution, and to be aligned with the mission, vision and goals. These are intended to include scientific and professional conferences and education in the field of archaeology, history and art history; education programs and congress events with the theme of innovative and sustainable management of cultural heritage and development of tourist products based on cultural heritage; education programs in the field of creative industries and production of contemporary cultural content; and community/audience development programs-strengthening the cultural scene and the civil sector at the local level.

#### 4. Conclusions

PCI Fortress of Culture Šibenik has facilities, infrastructure, people, knowledge and resources thanks to which it can take responsibility for the realization of various cultural, professional and educational content. The facilities are adaptable to different types and sizes of events. This infrastructure is used for implementation of various programmes like professional training classes, field classes, seminars and summer

schools, developed in cooperation with a wide range of partners from the cultural and creative industry.



Fig. 6- The reception area in educational centre, St. John's Fortress (PCI Fortress of Culture, 2022)



Fig. 7- The first group of students from University of Zagreb residing in educational centre, St. John's Fortress (PCI Fortress of Culture, 2022)

#### References

- Bačelić Barišić, G. & Pavić, J. (2018) Model koji treba slijediti. *Vijenac Matice Hrvatske*, 636-638, 26-27.
- Čuzela, J. (2005) *Šibenski fortifikacijski sustav*. Šibenik, Gradska knjižnica "Juraj Šižgorić".
- Glavaš, I. & Pavić, J. (2016) Tvrđava sv. Ivana u Šibeniku - nove spoznaje i istraživanja. *Godišnjak zaštite spomenika kulture Hrvatske*, 40, 91-104.
- Kreator ATK (2022) *Educational Centre on St. John's Fortress in Šibenik* (unpublished business plan).
- Pavić, J. (2021) *Šibenik - grad tvrđava: vodič kroz fortifikacija Šibenika i njegovog distrikta u kasnom srednjem i ranom novom vijeku*. Šibenik, JUK Tvrđava kulture Šibenik.
- Pavić, J. & Nakić, A. (2021) *Mura Incognita: nepoznata utvrđenja Šibenika i okolice (istraživanja 2017-2021.)*. Šibenik, JUK Tvrđava kulture Šibenik.
- PCI Fortress of Culture Šibenik (2022) *official web page*, available at: <https://www.tvrđjava-kulture.hr>
- Stošić, K. *Šibenske tvrđave* (unpublished manuscript).



## Bunker landscapes. From traces of a traumatic past to key elements in the citizen identity

Giulia Cherchi<sup>a</sup>, Donatella Rita Fiorino<sup>b</sup>, Maria Rita Pais<sup>c</sup>, Maria Serena Pirisino<sup>d</sup>

<sup>a</sup> University of Cagliari, Cagliari, Italy, giulia.cherchi26@gmail.com, <sup>b</sup> University of Cagliari, Cagliari, Italy, donatella.fiorino@unica.it, <sup>c</sup> Universidade Lusófona, Lisbon, Portugal, maria.rita.pais@ulusofona.pt, <sup>d</sup> University of Cagliari, Cagliari, Italy, mariaserenapirisino@gmail.com

### Abstract

Abandoned as watchmen along the European coastlines and national borders, bunkers are monolithic and super-resistant architectures, considered an academic taboo for a long time: as it is known, defined as 'difficult heritage', they are material and immaterial traces linked to traumatic and cumbersome events of a recent past. By losing their strategic position in the defence of the territory, they gradually became 'modern ruins'. After a long period of neglect, bunkers have been recently included in rehabilitation, enhancement and reuse programs as part of a territorial and historical network, essential places able to support and encourage collective memories and citizen identity.

Starting from these considerations, the proposed research is focused on the investigation of two case studies: the system of batteries of Plan Barron in Lisbon, and the bunker network of South Sardinia, in Italy. Plan Barron includes eight batteries that were built between 1948 and 1958 by a British-Portuguese commission to defend the capital and Setúbal's ports. Four of them are in a good state of conservation, one disappeared and the rest abandoned and neglected since 1999. On the other hand, the system of bunkers deployed along the coastline of South Sardinia was built during the WWII, mainly located near the major urban centres and ports, both in urban and landscape contexts. Once lost their defence function, they have been abandoned and, after several decades of neglect, some of them disappeared and others are still awaiting appropriate conservation and enhancement processes.

These case studies are analysed in the paper under landscape, historical, architectural and archaeological terms, through indirect and direct analysis, in order to highlight their formal, typological, spatial, dimensional, technological and materic features and the relationship to their different environmental context. The research aim is twofold: 1. to create appropriate instruments able to trigger value acknowledgement and enhancement processes; 2. To provide guidelines for opportune strategies of re-appropriation of the places, attributing to the bunker a key role in the policies of management and cultural tourism.

**Keywords:** difficult heritage, memories, enhancement, WWII fortifications.

### 1. Introduction

Several bunkers systems characterise the European territory, both urban context and the landscape. Built during the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> century in order to defend the coastlines and national borders, these *monolithic and super-resistant architectures*, once lost their military and strategic function in the territories, gradually became modern ruins.

As architectures *hibernate* (Virfilio, 1975) in peacetime, they are material and immaterial traces of a recent past, linked to traumatic and cumbersome events. For this reason, they were considered for a long time an academic taboo, and represent a difficult heritage to manage, conserve, and enhance.

Despite bunkers have in recent decades become the principal object of many and different kinds of studies belonging to the so-called *bunker archaeology*, even now the issue connected to their recognition, knowledge, enhancement and reuse is deeply debated and still open.

Starting from these considerations, the study, here proposed, is part of a wider and ongoing research carried out from about a decade by the School of Architecture of the Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering of the University of Cagliari, focused on the investigation of the military systems, the analysis of their state of conservation and the construction of possible scenarios of reuse and cultural enhancement.

In particular, the paper intends to offer a reflection concerning military architectures built during the 20<sup>th</sup> century and, with a specific attention to defence structures such as batteries, bunkers, tunnels and supporting artifacts, with the aim of contributing to the process of their knowledge, preservation, conservation, stimulating ideas and proposals for their enhancement.

The recent occasion of several collaboration on this topic with the *Universidade Lusófona*, gave to the research the opportunity for a deep investigation on the meaning of such modern ruins linking them with their context and highlighting the importance of their safeguard.

Theories and principles of conservation have been tested on two case studies: the system of batteries of Plan Barron in Lisbon, and the bunker network of South Sardinia, in Italy. The first includes eight batteries that were built between 1948 and 1958 by a British-Portuguese commission to defend the capital and Setúbal's ports. On the other hand, the second was deployed along the coastline of South Sardinia, during the WWII, near the main urban centres and ports, both in urban and landscape contexts.

After a temporally limited use, as well as many other similar structures, today both Plan Barron and South Sardinia bunkers appear lost in times of peace.

As a matter of fact, once lost their defence function, they have been abandoned and, after several decades of neglect, some of them have disappeared and others are still awaiting appropriate conservation and enhancement processes.

Therefore, after a long period, bunkers should be included in adequate rehabilitation, enhancement and reuse programs able to consider these structures as part of a territorial and historical network, essential places able to support and encourage the growth of collective memories and citizen identity.

## **2. Bunker systems, an international comparison between Lisbon and South Sardinia**

The research developed as an interdisciplinary and inter-scalar methodological approach, based on a technical and operational step in order to build and develop effective knowledge and conservation paths and to configure consistent design tools for the enhancement, conscious reuse and participation, shared not only with public and protection institutions, but also with the communities of the involved territory.

The two case studies have been investigated under landscape, historical, architectural and archaeological terms, through indirect and direct analysis, in order to highlight their formal, typological, spatial, dimensional, technological and material features.

### **2.1. Plan Barron in Lisbon**

Plan Barron is a military plan whose mission was to defend the cities of Lisbon and Setúbal through the design and construction of a set of batteries, military compounds, minefields and anti-submarine obstacles. The eight batteries and the other military artefacts were built between 1948 and 1958, and represented the main defensive system of the Portuguese territory until their disposal in 1999.

As its name might suggest, Plan Barron was firstly conceived in 1938 by the General F.W. Barron from the English War Office, who kept in mind and respected, in his design, the principles contained in the Washington Naval Treaty, signed by Portugal in 1922, which influenced the definition of the counter-bombing arcs of the batteries as an initial criteria for their placement in the territory. One year later, the plan was revised by a technical group composed of English and Portuguese specialists, acquiring the name Plan 'B'. The turning point in its implementation took place in the summer of 1943 thanks to a negotiated exchange between London and Lisbon: the Portuguese Lajes Base in the Azores, which the British aspired to control,

was given to them in exchange for the equipment necessary to the operativity of Plan B, which had previously been long and unsuccessfully waited to be provided from the Portuguese government.

The construction of a new system of defence for the capital's territory was necessary due to two main reasons: 1. to protect the country from expected enemies having interest on its strategic features and position, such as the Allies; 2. to replace the obsolete network of forts of the Entrenched Camp of Lisbon (CEL), built at the very beginning of the 20<sup>th</sup> century. In fact, as warfare's technology advanced throughout the centuries, military buildings and artillery were progressively improved and replaced, leaving a territory dotted by military structures dating back to different periods.

As Lisbon is the only European capital that faces the Atlantic, a plaza in the big ocean, it has always needed particular defence. However, during centuries, the location chosen for military defensive purposes were mainly the same, due to their strategic features and position within the Tagus and Sado's rivers basins. This fact has led different fortified architectures to interact

with each other and the surrounding landscape, creating what can be defined as an historical and natural palimpsest.

This layering is even more tangible in those cases in which, following Plan Barron's prescriptions, existing military buildings were modified, improved and transformed to be a part of the new plan: most of the batteries were based upon older batteries' structures, while others included in their compounds coastal forts dating back to the 17<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> century. In these settlements, traditional and contemporary materials form have established an interesting debate, revealing the complexity of the war machine and its strict functionalism.

Either modifying an existing structure or being built ex novo, the batteries had to be completely camouflaged in their context, with the cannons as the only above-ground visible element. The rest of the complex, which included ammunition depots, ammunition lifts, machine rooms, storage rooms, barracks, and other facilities, had to be hidden in trenches, underground, or far from the firing platforms. Other *camouflage* techniques included the use of vegetation or designated nets to conceal the buildings in the surroundings.



Fig. 1 - Portugal, Lisbon, Lage Battery (photo by Giulia Cherchi, 2021)



As history teaches, the expected enemy invasion never took place, leaving a new military archaeological landscape. Although five of them have been abandoned for more than twenty years, the super-resistant concrete structure of the batteries, with a wall thickness reaching more than two metres and iron rods as a reinforcement, allowed them to keep their general static solid and therefore to impose themselves as invariants in the urban fabric, acquiring new significances in the modern society. While the ignorance of their cultural value has led to the partial destruction of one of them, two of the Plan Barron's compounds (*lage* and *bom sucesso* batteries) have been refuntionalised and are currently successfully used by military associations for cultural purposes.

Each one of the batteries represents an unicum within the system and throughout the territory, due to the peculiarities of their shape, typology and materials and to the diversity of the territories in which they are located, from the Natural Park of Arrábida and Fonte da Telha to the densely populated Lisbon suburbs. However, at the same time, every one of them is part of a synergic network which used to work as a whole to accomplish the same mission, as what Gilbert Simondon calls a techno-aesthetic work, "entirely successful and beautiful" (Simondon, 1992: p. 255).



Fig. 2- Portugal, Lisbon, Parede Fort (photo by Giulia Cherchi, 2021)

## 2.2. South Sardinia

Due to its strategic position in the middle of the Mediterranean Sea, Sardinia has always been a key outpost, and in particular in the period from June 1940, when Italy entered into the World War II, until the opening of the war front with the Soviet Union.

From 1940, and more systematically at the end of 1941, in Italy, despite the priority was to realise more complex and extensive systems such as the Alpine Wall, some fortification of the coastlines has been planned.

In Sardinia a complex defence system was created to defend the island from enemy landings and air attacks. Defined by the academics Andrés Martínez Medina and Paolo Sanjust, the Mediterranean wall (Martínez Medina & Sanjust, 2015), it is composed of bunkers, batteries, trenches, casemates, depots, and other types of buildings.

They nowadays appear as isolated elements but are part to a complex network whose nodes are located at strategic and control points of territory.

South Sardinia was one of the 7 Sardinian sectors designated in the plan of the fortification along the coasts (Sulcis Iglesiente, Gulf of Cagliari, Gallura, Port of Olbia, Nurra and Anglona, Western and Eastern sectors).

In particular, the territory of Cagliari, represented the most important of the island as it hosted a number of aero-naval infrastructures appointed for the control of the Mediterranean basin. Therefore, the sector of Cagliari provided for the fortification of the territory from Quartu Sant'Elena to Capoterra, in order to protect the city from the hinterland (Carro & Grioni, 2015).

Concerning the city of Cagliari it is possible to defined three lines of defence: the first, built along the coast, to control the port; the second located to defend the production places at the salt pans of Molentargius; the last in defence of the northern part of the city, using the topographical emergencies.

Regarding the territory of Quartu Sant'Elena, the defence lines have been built in order to strengthen those of Cagliari, both in the hinterland and along the coast.

The fortified positions dating back to the WWII found in the Sardinian territory mainly belong to two categories: 1. designed to host various

weapons, and 2. designed to host just one piece of artillery. The first typology was equipped with machine gun and cannon positions controlling different sectors of the territory through loopholes, while the second one was constituted by single concrete casemates with curved surfaces (Aresu, Carro & Grioni, 2009: pp. 73-77; Martinez Medina & Sanjust, 2015).

In addition, the first typology is characterised by different shapes and types. On the other hand, the bunkers are characterised by reduced size and simplicity, dictated by the speedy execution and low cost. They have a round plan, buried generally up to the share of the loopholes, and equipped with a small entrance and ammunition storage.

In both cases, these structure are constructed of reinforced concrete, and the *camouflage* was a very important feature to focus on: some of the buildings were concealed in their context using natural elements (rocks, earth, vegetation) others using artificial means (fake structures, colours and patterns, fake rocks), while those situated near

rural areas or urban centres were dissimulated as everyday buildings, services or facilities (houses, churches, wells, folds, huts, ruined buildings, water tanks) (Aresu, Carro & Grioni, 2009: pp. 124-130).

Concerning the state of conservation, it can be observed that the military structures generally show alteration and decay phenomena caused specifically to the lack of maintenance and their state of complete abandonment, as well as to anthropic actions consisting of vandalic writings and drawings or inadequate transformations (Porcu, 2015).

The coastal landscape of Sardinia has been dominated by military systems ever since the appearance of the nuraghe, a peculiar one-of-a-kind prehistoric structure which is thought to have been used, among others, for defensive purposes. These stone buildings still feature the island's skyline, along with the younger network of watchtowers, erected starting from the 16<sup>th</sup> century by the Spanish. Both the nuraghi and the



Fig. 3 - Italy, South Sardinia, Bunker along the coastline of Quartu Sant'Elena (photo by Martina Porcu, 2015)

towers were used during World War II to facilitate the *camouflage* of the bunkers, mainly in two different ways: installing within their structure observatories and sighting spots and using their constituent materials as raw fabric to manufacture concrete. Becoming one with them, the modern fortified system creates a continuity between ancient and recent history.

Today, the remains of the conflict lay in different contexts, along the beaches, alongside roads, into urban parks and free areas, into rural fields, etc., as objects integrated and concealed into their surroundings, thanks to their shape and materials. They are slowly becoming part of the population's daily life, being used from privates as storages of different natures and from children as climbing walls on the beach.

However, they are still waiting to be included in a conservation and enhancement program that can recognise the historical value that they represent (Pirinu, 2014: pp. 31-33).

### 3. Bunker as cultural landscape

After a long period of neglect, bunkers are recently object of interesting and suitable rehabilitation, enhancement and reuse programs.

They have been considered as layer of the landscape that, although they refer to significant



Fig. 4- Italy, South Sardinia, Nuraghe Diana (photo by Giulia Cherchi, 2022)

moments in history linked to traumatic and painful events, are essential places of memory, able to support and encourage the growth of collective memories and citizen identity.

In this context, as it is known, the value assessment of an architecture (Brandi, 1963), plays an essential role in the conservation and enhancement processes.

Therefore, in this 'difficult heritage', a primary aspect is the elaboration of protection strategies able to activate, above all in the communities the awareness of their documentary value. It is possible through a necessary dissemination and sharing of knowledge of the historical, architectural and testimonial value of this heritage, and with the promotion of actions that raise awareness public opinion towards these structures that, although are traces of a recent past, are cultural heritage too.

Starting from these consideration and results from the investigation of bunker landscapes, here analysed, the study carried out the development and the activation of value acknowledgement and enhancement processes able to provide guidelines for opportune strategies of re-appropriation of the places, attributing to the bunker a key role in the policies of management and cultural tourism, essential aspects of the two investigated contexts.

A preliminary phase is represented by the constitution of a repertoire of the military sites of the area, through a specially built Geographic Information System, including not only the localization, but also the historical, architectural, technological and material aspects of the individual element, also considering information on the accessibility of the sites. The objective is to put this tool on the net and share information in the geo-portals of the main institutional sites to allow a wide knowledge of the entire system.

A further essential phase is the definition of suitable reuse scenarios that must necessarily be compatible with the peculiarities of the examined architectural typology and with the landscape and environmental specificities of the contexts. As matter of fact, as Maurizio Boriani states, in reference to the 20<sup>th</sup> century architectures, but entirely pertinent to the military, the function in some architectural types is so deeply rooted in the form of architecture, in the organisation of the spaces as well as the technical installations connected to it, to condemn the structure to the uselessness or to a substantial transformation of its spaces (Boriani, 2003: p. 13).

In respect of this intrinsic fragility (Boriani, 2003: p. 16), it is common practice to propose a scenario of reuse that involves the conversion of the bunker into a museum space, as well as making an individual architecture a monument of itself.

However, the research on the basis of the analyses carried out, aims to propose a reuse scenario that is designed case-by-case base, in according to the heritage peculiarities and on the needs and requirements of the contexts.

Therefore, it is proposed to identify within the defence systems, some key elements, territorially central, to be used for cultural and museum spaces, and tourist services, accessible to all. On the other hand, the bunkers located in places with high landscape and natural qualities, could be used to offer accommodation facilities.

#### 4. Conclusions

The study here proposed is part of the wide and controversial debate on the protection and enhancement of the so-called 'difficult heritage', which, although it is a trace of a heavy past, is to be considered as an opportunity for the

development of the territory, fully acknowledging to its historical-documentary value.

The research is based on the definition of a valid research agenda on which to base the research phases on the WWII heritage. Part of a broader line of studies, focused on the defensive systems of Sardinia and Portugal, the research aims to define effective knowledge and conservation paths, based on an interdisciplinary and interscalar approach and to configure coherent tools design for the enhancement, the conscious and participated reuse, shared not only with public institutions and protection bodies, but also with the communities established in the territory of relevance.

#### Author contributions

The contribution was elaborated by the authors with unity of purpose. However, the paragraphs 1, 3, and 4 shall be assigned to the scientific supervisor of the research Donatella Rita Fiorino and Maria Rita Pais; paragraph 2 to Giulia Cherchi and Maria Serena Pirisino; paragraphs 2.1 and 2.2 respectively to G. Cherchi and M. S. Pirisino.

#### References

- Aresu, M., Carro, G. & Grioni, D. (2009) *Cementoarmato. Bunker-Archeologia nel territorio di Quartu Sant'Elena. Patrimonio storico da tutelare e valorizzare*. Soleminis, Alisea edizioni.
- Brandi, C. (1963) *Teoria del restauro*. Piccola Biblioteca Einaudi, Torino.
- Boriani, M. (2003) *Obsoleto prima ancora che storico. Conservare il "moderno"?*. In: Boriani, M. (ed), *La sfida del Moderno. L'architettura del XX secolo tra conservazione e innovazione*. Milano, Edizioni Unicopli, pp. 7- 17.
- Carro G., Grioni D. (2015). *Sistemi difensivi nella Sardegna del Novecento*. In: Fiorino, D.R., Pintus, M. (eds). *Verso un Atlante dei sistemi difensivi*. Napoli, Giannini Editore, pp. 189-200.
- Desilvey, C. (2017) *Curated Decay: Heritage Beyond Saving*. Minneapolis, University of Minnesota Press.
- Martinez Medina A., Sanjust P. (2015) *Il Muro Mediterraneo e l'architettura moderna. Il caso della Sardegna*. In: Fiorino, D.R., Pintus, M. (eds). *Verso un Atlante dei sistemi difensivi*. Napoli, Giannini Editore, pp. 469-482.
- Pirinu, A. (2014) Conservare per ricordare. I fortini della seconda guerra mondiale – l'utilità dell'inutile nel paesaggio costiero della Sardegna. *Agribusiness Paesaggio & Ambiente*, XVII (1), 31-37.
- Porcu M. (2015) *L'arco di contenimento di Quartu Sant'Elena nella Seconda Guerra Mondiale. Censimento dei manufatti*. In: Fiorino, D.R., Pintus, M. (eds). *Verso un Atlante dei sistemi difensivi*. Napoli, Giannini Editore, pp. 436-437.
- Simondon, G. (1992) *Du mode d'existence des objets techniques*. Alençon (Orne), Editions Aubier.
- Virilio, P. (1975) *Bunker Archeology*. Translated by George Collins. New York, Princeton Architectural Press.



# Fortified city's heritage and urban archaeology. The Neapolitan fortified port town through the archaeological discoveries

Teresa Colletta

Università di Napoli 'Federico II', Naples, Italy, [teresa.colletta@unina.it](mailto:teresa.colletta@unina.it)

## Abstract

In this presentation I would like to emphasize the importance of the urban archaeology for the urban history new methodology. Particularly I would like to illustrate the Naples' port town significant archaeological discoveries and the evidences of the ancient harbour's fortifications. Moreover the Mediterranean urban archaeology discoveries in the port town of Marseille, *Puteoli* etc. and their *mise en valeur*.

Naples is a port town with a long continuity of life since its foundation in the Greek period; due to the exceptional stratification of its urban heritage it is a UNESCO World Heritage Site, since 1995.

The port town has developed a continuous increase of the city walls along the southern coast line below the ancient Greek centre, from the Roman port dock, discovered 15 metres under the *Municipio* square to the East. The ancient waterfronts fortifications have come to light under the level of the contemporary city with the scientific archaeological interventions as consequence of the public works into the Metrolines-Underground-Line.1, running for about 3 kilometres in the historical 'low city', along the ancient sea coast line, with their towers and gateways. The same public works brought to light the Angevin *Beverello* pier facing the *Chateau neuf*, with its towered Renaissance turreted/bastioned Citadel in the South 16<sup>th</sup> century city walls. Moreover these discoveries shed new light on the long dimension of the Southern city walls and its relationship with the continuous advance of the sea coast line from the port to the *Sperone* Castle. One of the most important transformation inside the fortification system during the long period (Angevin, Aragona-Spanish) emerged with evidence, unit with the preservation, enhancement and management difficulties to make visible this heritage to a vast public, in observance of the International Charters' related to the conservation of archaeology and fortifications. The archaeological evidences have allowed a network of technical resources that contributed to outline the urban Mediterranean fortifications with the possibility to redesign the 'new maps' of the ancient fortified waterfronts with the 'reconstruction' of the fortified port-towns urban history.

**Keywords:** fortified cities, urban history, urban archaeology, Naples' enhancement.

## 1. Introduction

It's around the middle Seventies that the city's materiality starts to emerge as an unequivocal source of equal dignity to written sources for the establishment of an Urban history based on objective, documental connotations. The study of a city's materiality has been the achieved aim of Urban History's studies since the Eighties, with the correct rendition of all given data through precise matches between existing artifacts and archival sources (Guidoni, 1981). The complexity

of the urban object is now at centre stage and has an identity of multiple consistency, its materiality has to be reviewed and interpreted for what it was or intended to be, in light of urban archaeology ever more specialized this last in the same years (Biddle, 1974).

Archaeological data as coeval testimony directly inherent to the object and its contextual significance are of irreplaceable value for an authentic and understandable explaining of urban stratifications

(Guidoni, 1989). Urban archaeological evidences are a primary contribution for the urban history of many historical cities, especially in the High Middle Age. For these there is no mediation, as in other historical periods, of exhaustive or at least plenty written sources. That's exactly why medieval cities history is a combining of the few precious evidences (technical, literary, descriptive, from treatises, etc.) and "the archaeological data as an effective incentive towards the search of new methods of inquiry and interpretation" (Guidoni, 1989).

For urban history an interpenetration of research methods is required; history as a construction site in which primary are the material data, i.e. archaeological evidences: "a historical approach that focuses on materiality and therefore on the use of direct sources (the urban artifact) and indirect sources (written or iconographic) as the founding of an 'urban archaeology'; [...] the goal of a general change is the crucial issue: to create a singular different period for the city that's not based only on the history of styles or on the history of architecture" (Poleggi, 1985).

Many archaeological surveys carried out at the heart of urban centers allowed further updates of the high medieval urban planning, even of ancient times as in the case of Naples. The common approach of the two disciplines, urban archaeology and urban history, is in our view confirmed in its viability by the accurate planimetric renderings in adequate scale established by both archaeologists and urban historians (Colletta, 2006).

### **1. The historical Mediterranean cities and the increase of the urban archaeology discoveries today**

I would like to underline the urban archaeology in the historical ancient Mediterranean cities, moreover this presentation doesn't regard the archaeological sites, well known and studied as the Region Campania archaeological sites in the South of Italy, inserted in the W.H.L. (Pompei, Ercolano, Stabia, Paestum, Velia).

The urban archaeology in many cases is a consequence of the works under a contemporary Mediterranean city that has a long continuity of life as Athens, Rome or Costantinopoli-Istanbul, Smirne, Marseille, or Naples, or Pozzuoli etc. As wrote the English master Martin Biddle: "The

urban archaeology has the core of interest into the urban phenomena and not only one period of the history or one of its activities, but the whole continuity of the settlement and its complexity" (Biddle, 1974). The European Project APPEAR underlines in its conclusions the relevance of the ancient cities for the cities of future through the urban archaeology (Appear project, 2005).

The discoveries of the urban pre-existences of the ancient cultural landscape and environment constitute a new sources into the studies of urban history. The relevant archaeological discoveries into the Mediterranean historical town are one of the principal points in the discussion to go back to the origin of Mediterranean metropolitan cities urban history. The archaeological pre-existences in the Mediterranean cities are consequence that all these cities have a long continuity of life in the same site for 2 millennium, and more, and they show today a real stratification of the different phases of their long urban history. "The Mediterranean cities and the physiognomy of the stratification" is considered as characteristic invariant of the *genius loci* of these cities. (Colletta, 2012b).

It is well known that into the Mediterranean cities the urban situation is strongly conditioned by its long history, founded in the Antiquity, in comparison with the cities born in different contexts. The Mediterranean cities assume its specific distinguishing marks because it become an urban area with continuous renovation and rebuilding in the same site.

This increase has caused the stratification in height: that are the multilayered Mediterranean towns- with density of building up tissue and densely populated.(Colletta, 2013). The archaeological discoveries in these multilayered towns, by the integrated conservation strategies, are fundamental sources in the field of the urban history as the write documents or historical cartographies or ancient views (Colletta, 2007).

These qualities of the Mediterranean cities which make it outstanding in a European Mediterranean context and I think that may be traced in many points of my long historical research, based on Italian and European archive sources and on the historical documentary iconography and cartography, regarding especially Naples with the same historical urban methodology.

## 2. Synthesis of Naples' urban fortified history and its continuous expansion along the sea coast

I think it is relevant to underline at this moment a short synthesis of the Naples' urban history, to clarify the next considerations about the archaeological discoveries of the years 2000. Naples, the largest and the most preserved historical city of the Mediterranean area, still today shows the ancient street-pattern of its Greek origin (476 b. C.) and the stages and the forms of its bi-millennial ancient Greek planned. In Naples it is possible to read the ancient Greek-Roman street-pattern with the *platheai-decumanus* and *stenopoi-cardines*, but the city has lost all the Medieval belt and the places of trades that were built along the sea front since the 8<sup>th</sup> until the 15<sup>th</sup> century, certainly more investigated and more known of the capital of the Southern Kingdom.

In Naples the long Medieval period has given place to a mosaic of fragments and consequently it is much more difficult to distinguish the different historical period also because of the demolition works at the end of the 19<sup>th</sup> century. Works that were issued in analogy to the 'Haussmann's intervention' in Paris, to realize the new straight street named 'Rettifilo', about two kilometres long from the port in the Ovest to the Market square in the East. This coastal area was originated in the high middle ages and continues to extend with many dockings points in the long middle-ages and remains external, that is suburban, being located outside the ancient Southern walls until the middle 14<sup>th</sup> century (up today reconstructed only graphically). (Colletta, 2006). The urban research then analyses the subsequent phases of building the walls, which included in the towered precinct the built tissue near the sea and all the area of the southern quarters along the coast between the new Angevin pear and the large harbour and the new public market. These High Medieval fortifications are now supported by the archaeological discoveries in the years 2005-2006. The growth of these activities involves the increase of the inhabitants and the foreign merchants and consequently the expansion of the built area to the East and the South and the necessity of building the new coastal walls between the 10<sup>th</sup> and the 16<sup>th</sup> centuries. In this way at the middle of the 14<sup>th</sup> century a water- sea front strip more than two kilometres long, is already urbanized. For these reasons the discoveries into the founded town of *Neapolis* and in the mercantile low city along

the sea front about the pass of Naples, now in a different position regarding the contemporary city during many centuries. Especially put attention to the High Medieval fortifications of the port of the founded town of *Neapolis*. The 'reconstruction plans' of the vanished 'Low City', which are orographical too, are the demonstration of the complexity of the different phases of the urban development (Islamic phase - 8<sup>th</sup>-11<sup>th</sup>- and West European phase -12<sup>th</sup>/15<sup>th</sup>- centuries) that have followed each other during ten centuries, and it was analyses on the basis of documentary sources. The 'reconstruction plans' show the extension of this large and separate suburbs, than enclosed with continuous measures relating to new fortifications and today are the base to understand the localization of all the archaeological discoveries into the 19<sup>th</sup> century built up area. Naples with the new quarters of the 'Low city' becoming a *port-town*, not only a *town with a port*, as in Greek-Roman period, in the urban contemporary meaning (Poleggi, 1985). The capital of the Southern Kingdom since 1282 became a Medieval metropolis at the end of the 14<sup>th</sup> century. The strict connection between the urban maritime context and the growth of the city, that develops in parallel with the long construction of the port-mercantile city from the High Medieval to the Modern ages, it has represented in the famous Renaissance topographic view of the *Tavola Strozzi* (1473) (Colletta & Soragni, 2010).

## 3. Naples and the approach to the urban archaeology in the years 2000.

I would like to illustrate the quality of the relevant archaeological discoveries that has been found during the years 2000 in Naples historical centre, in the South of Italy, UNESCO World Heritage site since 1995. The Line 1 of the new Subway Metrolines crosses the whole Naples ancient waterfront, almost two kilometres long, and during these public works the Naples' Surintendence has discovered many archaeological remains in the 'Low City' along the sea (years 2003-2010) (Colletta, 2012a). One of the major discoveries in these years is the discovery of the Roman port of *Neapolis*. We found in the lower part of Piazza Municipio, at 25 metres under the core of the today city, the old Roman basin, as port, with three large Roman boats intact in wood, about 13 metres long. This relevant discovery concludes the long 'historical question' in connection with the true localization of the ancient port of *Neapolis*.



Now we have certainly that in the Municipio square there was the sea and the ancient harbour for the boats at the Roman time. The Neaples' urban history takes advantage of these archaeological 'discoveries' (2003-2004), although casual because related to the public excavations of the Metroline Line 1, it has concluded a century of discussions and debates regarding the localization of the ancient basin of the landing in Roman period and consequent urbanization of the coast (Colletta, 2010) (Fig.1).

In Naples these 'discoveries' have particular significance because there aren't simple evidences, but through these archaeological remains it is possible to clarify many questions regarding the ancient urban history of the ancient *Neapolis*. First its ancient urban landscape configuration in the first Roman centuries, before the burial of the ancient natural basin, second the existence of the line of the fortifications along the ancient high medieval coast line under the Greek-Roman centre, the 'Pendino' high ground. The map, now in the new Section of the National Archaeological Museum, shows the area of the excavation and the itinerary of the ancient coast line in comparison with the today coast (Giampaola, 2004; Giampaola, Carsana & Ferraro, 2005; Giampaola, 2010).

The map named 'The plan of *Neapolis* in a rebuilding map' shows on the left the Roman port with the site of the three boats localization at the moment of the discovery (November 2003), (Fig.2).



Fig. 1- The aerial photo of the Naples with the Metroline n.1 Subway-Stations along the ancient coast line (Giampaola, 2010)



Fig. 2- The Neapolis' excavations plan near the ancient coast (National Archaeological Museum, Giampaola, 2010)

It is significant to underline that all these interesting remains dating from the late Hellenic time to the late Byzantine period. In fact the last discoveries occurred under the Subway Station 'Bovio-University', now 'piazza della Borsa' in the years 2006-2008. Under this station we have discovered the magnificent remains of the Byzantine fortifications. This city walls has been realized with architectural elements of a public monument of the Imperial time (2<sup>th</sup> century). These remains show two very rare figurative slabs in the Neapolitan area, with one, a representation of a sacrifice and the other a group of military men, 'legionair', and magistrates 'togati' (Giampaola, 2010).

It is significant to stress that all these interesting remains have realized a fundamental knowledge on the dimension of the ancient Medieval town and its South fortifications along the sea, to understand the ancient historical urban landscape. Archaeological remains have been illustrated in a significant exhibition *La città e il mare* in the year 2010. In these exhibition all these new Roman and Byzantine discoveries are showed in many reconstruction models and pictures of the moment of the discovery and the consequent transportation into the Archaeological Museum for its preservation (Catalogue of Exhibition, 2010).

In the same Exhibition 2010 with the Roman and Byzantine Archaeological we have the presence for the main Entrance in the Roman city from the sea by a triumphal Arch located near the coast sea line. The important groups of marbles scultures are part 're-used' (6<sup>th</sup>-7<sup>th</sup> centuries AD) had come from the decoration of a Severan honorary Roman Arch, all the elements attentive studied and listed, let alone compared with similar structures as Oderzo in Friuli (Gentile, 2010).

These discoveries give attention and shows with evidence the complete original urban organism, that can be assumed as a model in comparison with other port-cities giving place to an experimentation field of great vitality. The exceptional discovery the Byzantine tower of the fortifications' line near the coast.

The exhibition reconstructs the time-line of the site's history. In the byzantine period the walls and a large building complex, probably a warehouses, were built. It was demolished as part of the 'Risanamento' at the end of 19<sup>th</sup> century, that took place after Italian Unification. The old bay of Neapolis can be read in 'reconstruction plan' with the course of the High-Medieval South fortifications, running for about 1 kilometre, in the historical 'low city', along the ancient sea coast line, with the identification of the probable urban Gates. It is clear the geo-morphological situation of the town and the advance of the coast through the centuries (Colletta, 2010), (Fig.3).

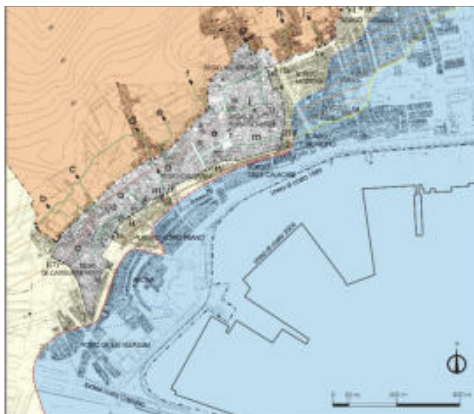


Fig. 3- Naples. The 'reconstruction plan' of the 'low city' tissue: the ancient coast line in comparison with the today coast and the ancient fortified High-Medieval waterfront with the probable urban Gates (Colletta, 2006, tav. I)

The new discoveries along the ancient low city of Naples gives back for the first time the 'genuine image' -as today is possible to say- of the urban coastal strip along the sea front and they provided a further opportunity to enhance our knowledge regarding a period not more investigated with possibility to make a 'restitution plan' of the urban South fortifications in the High Medieval time. Moreover these discoveries shed new light on the long dimension of the Southern city walls and its relationship with the continuous advance of the sea coast line from the port to the *Sperone* Castle in the East (Fig.3).

#### 4. The discovery of the Renaissance fortified citadel around Castelnuovo (last 15<sup>th</sup> century)

The same public works brought to light the Angevin *Beverello* pier facing the Angevine *Chateau neuf*, with its towered Renaissance turreted/bastioned Citadel in the South 16<sup>th</sup> century city walls. These works of the Subway Metroline, in the Municipality square, put in evidence the circular tower of the towered citadel, planned by Francesco di Giorgio Martini (1498-1499) and demolished in the 1930 'isolation' works of the *Castelnuovo* (Fig.4). The citadel work has its foundations in the sketching of the urban events of the construction of Naples, a city on the sea and looking at the sea, up to the end of the 15<sup>th</sup> century with the Aragonese Kings when, after conspicuous military and urban transformations, Naples became the large Aragonese capital of the Neapolitan Kingdom in the 15<sup>th</sup> century and than the Spanish viceregal



Fig. 4- Municipio square. The walls of the Renaissance citadel around Castel nuovo and the 'Incoronata' circular tower (photo by Teresa Colletta)

capital along more two centuries. Also the Renaissance waterfronts fortifications have come to light under the level of the contemporary city with the scientific archaeological interventions (Fig. 5). One of the most important transformation inside the fortification system during the long period (Angevin, Aragona-Spanish) emerged with evidence, unit with the preservation, enhancement and management difficulties to make visible this heritage to a vast public.

**5. The urban archaeological discovery in the Mediterranean cities**

These archaeological evidences have allowed a network of technical resources that contributed to outline the urban Mediterranean fortifications with the possibility to redesign the ‘new maps’ of the ancient fortified waterfronts with the ‘reconstruction’ of the fortified Naples port-town urban history. These archaeological evidences have allowed a network of technical resources that contributed to outline the urban Mediterranean fortifications with the possibility to redesign the

‘new maps’ of the ancient fortified waterfronts with the ‘reconstruction’ of the fortified port-towns urban history. There other many cases where the contemporary discoveries put in evidence archaeological remains that they clarify any questions regarding the ancient urban history of the historical cities in the Mediterranean area: I think, but here it is not possible to describe, the ancient harbor-canal-urban gate of Marseille in the Roman period. The site of the Ancient Port (named ‘Jardin des vestiges’ open to the public in 1983) presents the results of the first major urban archaeological excavations carried out in France, (Fig.6). The remains, revealed in 1967 on the construction site of the Centre Bourse, are major historical witnesses. The site is structured around the Roman road, the Greek ramparts and around the ancient port where the largest visible wreck in the world was discovered. This Roman road, lined with funerary monuments, enters the city through a monumental entrance. (Enzennat, 1980) (Fig.7). Very important discoveries are the site of the *castrum of Puteoli* under the Medieval Rione Terra in Pozzuoli (near Naples), especially the crossroads *decumanus-cardus* and the ancient Agorà in *Kemeralti* urban site of Smirne (Greece), in the centre of the contemporary city of Izmir (Turkey) (Fig.8). All the preexistences of these multilayered structures coexist today with the living buildings (Colletta, 2018).



Fig. 5- Municipio square. The Nord viceroial bastioned line of the citadel (photo by Teresa Colletta)

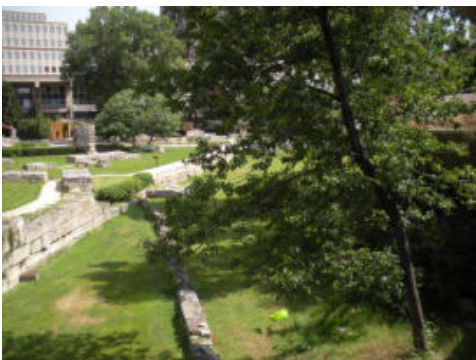


Fig. 6- Marseille. The Roman port town (photo by Teresa Colletta)



Fig. 7- Marseille. Map of the Roman port shoved in the site (photo by Teresa Colletta)



Fig. 8- Rione Terra (Pozzuoli) from the sea (photo by Teresa Colletta)

## 6. Conclusions

Towns located around the Mediterranean sea are characterized by a singular long historical past (Greek, Roman, Medieval etc.) extends to several thousands of years with a bi-millenary stratification, with different layers in the same site. The Mediterranean cases that I have showed have demonstrated the urban archaeology relevance to clarify the urban history doubts with

the evidences of the materials 'sources'. These multilayered historical towns are distinguished from an archaeological area because they are a living urban area. This situation means that it cannot be considered these towns as an area containing fragments of archaeological findings unrelated to the whole system of life. These discoveries constitute the historical identity of the Mediterranean towns: their particularly genius loci. For these reasons the archaeological pre-existences of all the Mediterranean multilayered port cities are a cultural heritage' richness and they necessitate of a special conservation integrated scientific approach. The discipline of urban archaeology, which occurred for these particular settlements, are strictly related to theory of urban integrated conservation. As it is well known we have relevant ICOMOS Guiding References related to the conservation of archaeology, fortifications in urban areas (The Valletta Principles for safeguarding and management of historic cities, towns and urban areas, 2011 and Charter on Fortifications and Military Heritage; Guidelines for Protection, Conservation and Interpretation, 2021) (ICOMOS, Charters and doctrinal texts).

## References

- APPEAR Project (Accessibility, Projects sustainable, Preservation and Enhancement of Urban Subsoil Archaeological Remains), (2005) *Colloque Bruxelles 4/5 October*.
- Biddle, M. (1974). The future of urban past. In: Rahtz, P. (ed.) *Rescue archaeology*, London, Harmondsworth, pp. 95-112.
- Colletta, T. (2006) *Napoli città portuale e mercantile. La città bassa il porto ed il mercato dall'VIII al XVIII secolo*, Roma, Kappa Edizioni.
- Colletta, T. (2007). Archeologia urbana e storia urbanistica. In Genovese, R. (ed.) *Archeologia, città, paesaggio*. Napoli, Arte Tipografica.
- Colletta, T. (2010) Le trasformazioni del fronte a mare in periodo Toledano. *Quaderno n. 3*, Napoli, Istituto dei Castelli, Sezione Campania, 5-26.
- Colletta, T. (2012a) The relevant archaeological discoveries into the historical ancient cities: factor of tourist attraction in Mediterranean area. The Naples city port case. In: Gudelis, R. (ed.), *Life Quality in city centres. Conditions for residences and tourism*. Toruń (Poland), pp. 194-209.
- Colletta, T. (2012b) (ed.) *Città portuali del Mediterraneo. I luoghi del commercio e colonie mercantili straniere tra Medioevo ed Età moderna*. Roma, Franco Angeli.
- Colletta, T. (2013) Multilayered Mediterranean towns and historical cultural landscape. Integrated conservation strategies. In: Colletta T. (ed.) *The role of the integrated conservation of cultural heritage for a creative, resilient and sustainable city*. Roma, Franco Angeli, pp. 35-48.
- Colletta, T. (2018) The long history of the urban centre and the territory port city trough of Pozzuoli trough natural catastrophies and its extraordinary resilience. *BdC Bollettino Dipartimento di conservazione*, 18 (2), 181-204.
- Colletta, T. & Soragni, U. (ed.) (2010) *I punti di vista e le vedute urbane dal Medioevo al Cinquecento*. Roma, Kappa Edizioni.
- Enzennat, M. (1980) Ancient Marseille in the light of recent escavation. *American Journal of Archaeology*, 84 (2), 133-140.

- Giampaola, D. (2004) Dagli studi di Bartolomeo Capasso agli scavi della metropolitana: Ricerche sulle mura di Napoli e sull'evoluzione del paesaggio costiero. *Napoli Nobilissima*, V.(I-II), 35-56.
- Giampaola, D. (2010) Archeologia e città: la ricostruzione della linea di costa. *Tema*, 2 (3), 37-46.
- Giampaola, D. & Carsana V. (2009). Castelnuovo riscoperto. Le recenti indagini archeologiche. In: Maglio, L. (ed.) *Castel nuovo, Quaderno n.2*, Napoli, Istituto italiano dei castelli, pp. 33-40.
- Giampaola, D., Carsana, V. & Ferraro, S. (2005). Napoli trasformazioni edilizie e funzionali della fascia costiera. In: Vitolo, G. (ed.), *Le città campane fra Tarda antichità e Alto Medioevo*. Salerno, Laveglia editore, pp. 219-249.
- Gentile, M. (2010) La fortificazione bizantina. In: *Napoli: La città e il mare*, Napoli, catalogo Electa, pp. 51-58.
- Guidoni, E. (1981) *La città dal Medioevo al Rinascimento*. Roma, Kappa Edizioni.
- Guidoni, E. (1989) *Storia dell'urbanistica. Il Medioevo VI-XI secolo*. Roma-Bari, Laterza.
- Guidoni, E. (1992) *L'arte di progettare la città, Italia e Mediterraneo dal Medioevo al Settecento*. Roma, Kappa Edizioni.
- ICOMOS, Charters and Doctrinal Texts, available at <https://www.icomos.org>
- Poleggi, E. (1982). Per una storia dell'urbanistica nel Mediterraneo medievale. In: Stringa, P. (ed.) *Genova e la Liguria nel Mediterraneo*. Genova, Sagep.
- Poleggi, E. (ed.) (1985) *Città portuali del Mediterraneo. Storia e Archeologia*. Genova, Sagep.

## Da struttura fortificata a centro per la comunità: il caso del castello di Hylton a Sunderland (UK)

Daniele Dabbene

Politecnico di Torino, Torino, Italy, daniele.dabbene@polito.it

### Abstract

Hylton Castle was commissioned by Sir William Hylton as a fortified residence from the 14<sup>th</sup> century. Major alterations were made to the complex in the 18<sup>th</sup> century, and it remained the family's principal seat until 1746. Over the following centuries, the castle underwent changes in ownership, resulting in changes of use. The site was taken over by the state in 1950 and is now owned by English Heritage. The currently surviving structures (the west watchtower and St Catherine's Chapel) are subject to national protection orders (Grade I Listed Building and Scheduled Monument).

Between 2017 and 2020, the castle underwent a major restoration and re-functionalisation campaign promoted by a partnership of organisations (Sunderland City Council, The Friends of Hylton Castle and Dene, National Lottery Heritage Fund, The Garfield and Wolfson Foundations, English Heritage, and Historic England). The intervention included the insertion of new floors and vertical connections as well as improved accessibility, with the creation of flexible spaces for community and educational use. Alongside the physical intervention, the management entrusted by the Hylton Castle Trust has involved the community by providing volunteering opportunities, activities and events for the population and visitors, educational visits for schools and training for young people, with an emphasis on the collective memories of the place as a means of strengthening the bond with the asset.

The contribution aims to illustrate the results of the actions carried out on the castle, questioning the degree of compatibility with the historical architectural heritage of an intervention oriented towards community use. It also highlights the characteristics that emerge from a project involving public and non-profit organisations in the conservation, regeneration, and management of an asset with a strong social value.

**Keywords:** castle, reuse, management, community.

### 1. Introduzione

Nel corso degli ultimi decenni, la nozione di patrimonio culturale ha subito un processo di ripensamento e aggiornamento, assumendo un'importanza crescente come "bene comune" e risorsa per lo sviluppo sostenibile. Il patrimonio non è più interpretato come bene avulso dal contesto sociale, bensì come mezzo per soddisfare le esigenze materiali e immateriali delle comunità (Cerreta & Giovane di Girasole, 2020). In questo contesto, la Convenzione per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale (Unesco, 2003), sottolineando che il patrimonio può esistere solo in relazione ad una comunità, contribuisce

a definire alcuni degli aspetti fondamentali del moderno approccio alla conservazione: in primo luogo, il patrimonio, per essere riconosciuto come tale, deve svolgere un ruolo centrale nella vita di una comunità; in secondo luogo, nessun patrimonio può essere efficacemente conservato senza la partecipazione della comunità stessa (Bandarin, 2020). In questa prospettiva, anche la Convenzione di Faro nel preambolo evidenzia la "necessità di mettere la persona e i valori umani al centro di un'idea ampia e interdisciplinare di patrimonio culturale" (Council of Europe, 2005), spostando dunque il baricentro delle questioni

dal “diritto del patrimonio culturale” al “diritto al patrimonio culturale” (Manacorda, 2016; Volpe, 2016). Tale orientamento è ulteriormente confermato nella Comunicazione del Consiglio dell’Unione Europea, “Conclusioni del Consiglio sulla governance partecipativa del patrimonio culturale”, in cui si afferma che “il patrimonio culturale è risorsa condivisa e un bene comune e che pertanto la protezione di tale patrimonio è una responsabilità comune” (Council of the European Union, 2018: art. 3). L’attenzione del dibattito si estende dunque dall’oggetto della tutela in sé alla dimensione sociale ed all’utilità che ne può ricavare la persona, intesa non come mero fruitore dei beni ma come soggetto teso alla soddisfazione dei propri bisogni (Napoleone, 2019). Da questo cambio di paradigma consegue che alle comunità di utenti è assegnato un ruolo attivo nella definizione del patrimonio e nel riconoscimento di valori socialmente condivisi.

L’approccio attuale si configura, dunque, come un percorso bottom-up all’opposto di quello tradizionale top-down (Bandarin & Van Oers, 2014). Secondo tale visione, i sistemi di valori identificati dalle comunità incidono sensibilmente sulle politiche e sulle pratiche di conservazione, con la conseguenza che gli interventi progettuali richiedono la ricerca di un equilibrio tra il valore ‘intrinseco’ del bene e i valori sociali di cui è espressione. Tale passaggio non risulta privo di criticità, ma, al contrario, introduce numerosi punti di discussione in relazione ai criteri di individuazione del patrimonio stesso e allo spostamento dell’attenzione dagli aspetti materici a quelli più propriamente immateriali (Fiorani, 2014).

Nel campo più specifico del riuso dei beni architettonici, tali considerazioni richiedono ulteriori approfondimenti: se è pur vero che il quadro disciplinare del restauro riconosce l’importanza delle esigenze materiali e d’uso ai fini della conservazione e l’utilità sociale del progetto sull’esistente (Dezzi Bardeschi, 2004; Bellini, 2005), pur nell’ambito di un progetto rispettoso della consistenza materiale del bene (Bartolozzi, 2008), ulteriori spunti di riflessione nascono nel passaggio dalla teoria alla prassi nei casi in cui il riuso risulta fortemente promosso dalle comunità locali, chiamate a farsi carico dei beni secondo interventi ispirati a principi di utilità sociale. In questo senso, il caso del castello di Hylton a Sunderland (UK) rappresenta un interessante campo di osservazione per

analizzare le dinamiche di un processo di riuso ‘community-driven’. Esso si inserisce inoltre in un contesto normativo, quello inglese, che attribuisce forte importanza al riuso come fattore di sviluppo sostenibile e al ruolo delle comunità nell’attivazione di tali processi (Veldpaus et al., 2019; Pendlebury, 2021). Tale quadro legislativo è inoltre accompagnato da un vivace dibattito culturale sui temi connessi con il valore sociale del patrimonio e sui processi di riuso su base comunitaria (Emerick, 2014; Chitty, 2016; Onciul et al., 2017).

## 2. Il castello di Hylton: brevi note storiche

Il vasto repertorio bibliografico sul castello di Hylton ascrive la fondazione del complesso, per volere di Sir William Hylton, all’ultimo decennio del XIV secolo e l’ultimazione dei lavori nei primi anni del secolo successivo (Surtees, 1908: pp. 87-88; Honeyman, 1928: pp. 225-239; Morley, 1976: pp. 118-134; Morley, 1979; Pevsner & Williamson, 1983: pp. 470-473; Meadows & Waterson, 1993: pp. 42-44; Morley & Speaks, 2002: pp. 258-265; Emery, 2006: pp. 107-109). Citato per la prima volta in un inventario del 1448 (Pevsner & Williamson, 1983: p. 470), esso si configura come corpo di guardia e, simultaneamente, residenza del barone.

La struttura interna del complesso nella fase di impianto risulta articolata su quattro piani: al piano terreno è presente un passaggio voltato di ingresso con locali anch’essi voltati ai lati. Una scala circolare con ingresso dall’atrio dà accesso al primo piano; esso ospita una sala centrale che si sviluppa per tutta l’altezza della struttura fino alla copertura ed è affiancata da ambienti di servizio e camere private. A est della sala si trova la cappella. Le stanze a nord della sala principale sono riservate alla residenza della famiglia, i locali sul lato sud sono adibiti agli ospiti della struttura e agli ufficiali (Morley, 1976: pp. 15-16).

All’inizio del XVIII secolo, su commissione di John Hylton, sono apportate importanti modifiche al complesso: le campagne di lavori avviate comportano la costruzione di un’ala nord addossata alla casa-forte e lo stravolgimento dell’impianto interno con la realizzazione di un’unica stanza per ciascuno dei tre piani su cui il castello si sviluppa in elevato. Tale fase costruttiva segna, dunque, una progressiva perdita dei caratteri fortificati dell’edificio in favore di una connotazione maggiormente residenziale. La

conformazione del castello al termine dei lavori promossi da John Hylton è visibile nell'incisione di Samuel e Nathaniel Buck del 1728 (Fig. 1).

A seguito di questa imponente campagna di lavori, il figlio di John Hylton, succeduto alla proprietà del bene nel 1712 fino al 1746 (anno della sua morte), promuove ulteriori interventi di riplasmazione del complesso che prevedono l'aggiunta di una seconda manica a sud in modo da conferire un aspetto più simmetrico alla proprietà in linea con i dettami classici. La torre nord-occidentale, originariamente rotonda, viene conformata alle altre esistenti e viene realizzato un portico in corrispondenza dell'ingresso principale ovest.

La ricerca di simmetria che orienta le scelte costruttive in questa fase determina modifiche sul prospetto retrostante: al primo piano viene costruita una finestra neogotica e al piano terra si inseriscono padiglioni raccordati con una teoria di archi nel medesimo stile. Tali interventi di trasformazione e ampliamento sono attribuiti dalle fonti bibliografiche all'attività dell'architetto Daniel Garrett. A questa campagna di lavori sono riconducibili anche interventi di intonacatura e

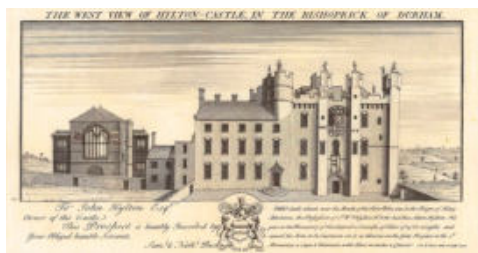


Fig. 1- Castello di Hylton, 1728 (incisione di Samuel e Nathaniel Buck)

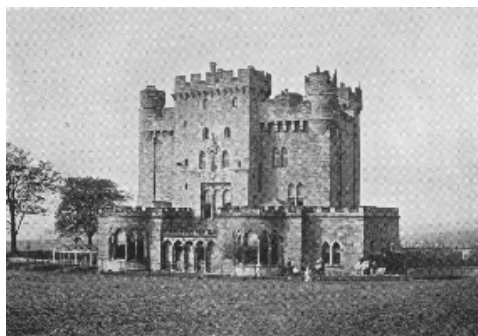


Fig. 2- Castello di Hylton, 1870 circa (Honeyman, 1928: p. 238)

stuccatura all'interno dell'edificio probabilmente opera di Pietro La Francini (Pevsner & Williamson, 1983: p. 471).

Nel 1758 il castello viene venduto alla famiglia Bowes, alla quale non sono attribuiti sostanziali interventi sulla struttura. A fine Settecento risale invece l'aggiunta di merlature alle ali nord e sud, probabilmente su commissione di Simon Temple al quale il castello è concesso in affitto. A questa fase si ascrivono interventi di restauro e riallestimento interno dell'edificio, nonché opere di ridisegno dei giardini e dei terreni circostanti (Meadows & Waterson, 1993: p. 43). I successivi passaggi d'uso e periodi di inutilizzo della struttura incidono profondamente sulla consistenza del bene, che cade in uno stato di degrado e subisce anche un incendio.

Nel 1862 il castello viene venduto a William Briggs che avvia una campagna di lavori tra il 1863 e il 1869 con l'obiettivo di trasformare il castello in una villa suburbana (Emery, 2006: p. 107). Gli interventi avviati comportano la demolizione delle ali nord e sud e la rimozione del portico aggiunto al prospetto principale nella prima metà del Settecento. Agli interventi di demolizione si aggiungono lavori di sventramento dell'interno dell'edificio con la creazione di nuovi ambienti. L'immagine databile al 1870 illustra lo stato di fatto del castello a seguito della campagna di lavori finanziata da Briggs (Fig. 2).

Nel 1908 il castello viene venduto alla Monkwearmouth Colliery Company, rimanendo privo di funzioni e in pessimo stato di conservazione fino all'acquisizione del bene da parte del Department of the Environment nel 1950 (Meadows & Waterson, 1993: p. 44). La consistenza interna dell'edificio alla metà del XX secolo è illustrata in una foto conservata presso l'archivio di Historic England: essa raffigura l'atrio di ingresso al piano terra delimitato da due setti in muratura (Fig. 3). In direzione parallela al fronte di ingresso, tale atrio ospita al suo interno una scala per l'accesso al primo piano, il quale rivela una struttura portante in carpenteria lignea in precario stato di conservazione.

Ulteriori informazioni sono desumibili, inoltre, dal coevo rilievo dello stato di fatto, da cui emerge come al 1950 permangano ancora i padiglioni sul prospetto est già illustrati nella foto del 1870 (Fig. 4). I piani primo e secondo sono articolati in diversi locali, riconducibili agli interventi condotti da Briggs alla fine dell'Ottocento.



L'acquisizione pubblica del bene determina una consistente campagna di consolidamento della struttura superstite, fortemente trasformata rispetto alla fase di impianto medievale a seguito degli interventi di riplasmazione subiti. Gli orientamenti di tutela seguiti vanno tuttavia non nella direzione di garantire la conservazione delle stratificazioni storiche acquisite, bensì di privilegiare il valore iconico dell'edificio consolidandolo allo stato di rudere e depurandolo delle aggiunte di età moderna. L'intervento mette a nudo la struttura portante in pietra eliminando le tracce delle intonacature realizzate nel XVIII e XIX secolo e mettendo in luce il paramento lapideo (Morley, 1976: p. 118). Parallelamente si procede alla eliminazione delle strutture interne e delle addizioni sul prospetto est.

## 2. Il progetto di riuso

L'attuale proprietà del bene è dell'English Heritage (1). Le strutture superstiti includono, oltre al corpo di guardia, anche la cappella di Santa Caterina, anch'essa allo stato di rudere (Fig. 5). L'intero complesso è oggetto di provvedimenti di tutela a livello nazionale (Grade I Listed Building e Scheduled Monument).

Tra il 2017 e il 2020 il nucleo del castello è interessato da una importante campagna di lavori



Fig. 3- Castello di Hylton, vista interna prima degli interventi di demolizione, 1950 circa (archivio Historic England, P/A06422/014)

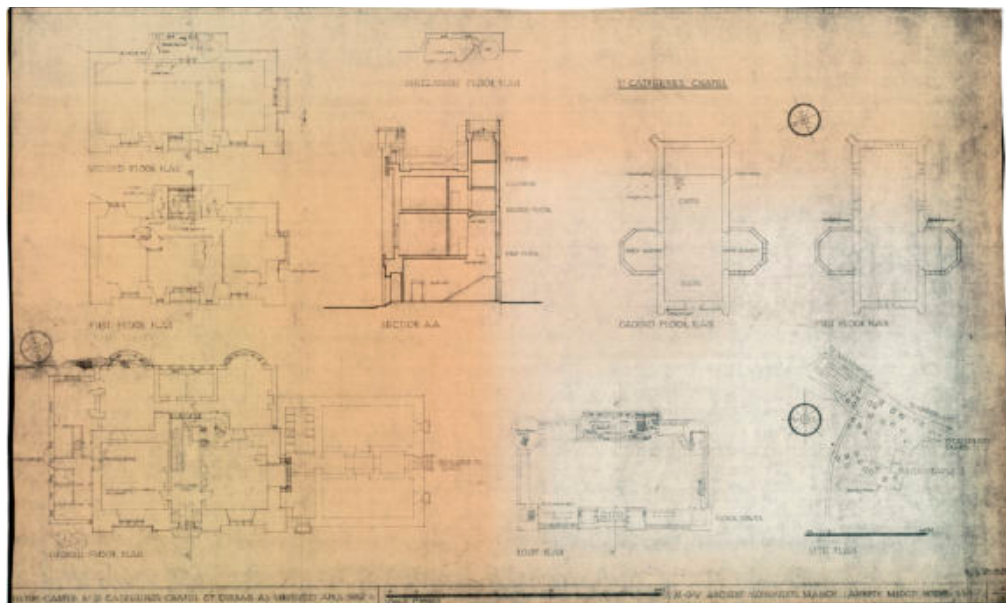


Fig. 4- Castello di Hylton, rilievo stato di fatto prima degli interventi di demolizione, 1952 (archivio Historic England, MP/HYL0009)



Fig. 5- Cappella di Santa Caterina (foto di Daniele Dabbene, 2022)



Fig. 6- Castello di Hylton, stato di fatto prima dei lavori di rifunzionalizzazione (foto di S. Adie, 2017)

di restauro e rifunzionalizzazione promossi da un partenariato di enti (Sunderland City Council, The Friends of Hylton Castle and Dene, National Lottery Heritage Fund, The Garfield and Wolfson Foundations, English Heritage e Historic England) per un ammontare di 4,2 milioni di sterline. Il progetto è il risultato di una campagna ventennale promossa dalla popolazione locale, attivamente impegnata per restituire la struttura alla collettività e trasformarla in centro della vita comunitaria. Il progetto si è posto dunque l'obiettivo di restituire

efficienza funzionale al complesso, affrontando i problemi legati alla rifunzionalizzazione del rudere e alla ricerca di una piena accessibilità della struttura (Fig. 6). L'indirizzo progettuale perseguito non è stato dunque ispirato alla pura conservazione dell'edificio ma si è orientato al suo riuso adattivo attraverso l'assegnazione di funzioni utili alla comunità locale. In questa direzione, il paramento murario esterno è stato trattato come un involucro in cui inserire un nuovo volume indipendente dalla muratura stessa (2).

Gli interventi eseguiti sulla muratura hanno previsto la pulitura e consolidamento del materiale lapideo con la rimozione localizzata degli elementi ammalorati, nonché la riapertura delle finestre tamponate e l'inserimento di nuovi infissi in legno. All'interno del rudere l'intervento in progetto ha previsto l'inserimento di una struttura in carpenteria metallica e la creazione di nuovi collegamenti verticali finalizzati ad un miglioramento dell'accessibilità, con la realizzazione di spazi flessibili da destinare ad uso comunitario e formativo (caffetteria, servizi igienici, centro educativo e visitatori, copertura panoramica) (Figg. 7-9). Una parte importante del progetto è stata inoltre dedicata all'installazione di luci, IT e display audiovisivi per illustrare la storia del castello e della comunità circostante.

Se da un lato l'intervento ha risposto all'esigenza comunitaria di assegnare una nuova funzione al rudere, occorre sottolineare come tale intervento si sia indirizzato verso un progetto che non rispetta un principio di minima invasività. La riconfigurazione degli spazi interni non ha proposto una soluzione evocativa che potesse restituire il senso dell'originaria configurazione spaziale. Al contrario, le scelte progettuali ostacolano la lettura delle tracce materiali superstiti e la comprensione di un palinsesto fortemente stratificato. Dunque, a fronte della necessità di riportare in efficienza l'edificio, il nuovo intervento si sovrappone ad esso con un'aggiunzione che, attraverso i nuovi volumi opachi, condiziona fortemente la percezione degli spazi interni.

### 3. La gestione comunitaria

La gestione del castello è attualmente affidata all'Hylton Castle Trust. Tale charity, registrata nel 2019, conta oggi 11 trustees e 25 volontari e gestisce il bene per conto della comunità locale. L'asse portante del progetto di riuso e gestione del castello riguarda la creazione di opportunità

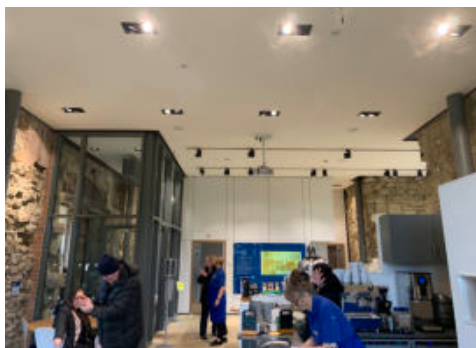


Fig. 7- Castello di Hylton, piano terra dopo i lavori di rifunzionalizzazione (foto di Daniele Dabbene, 2022)

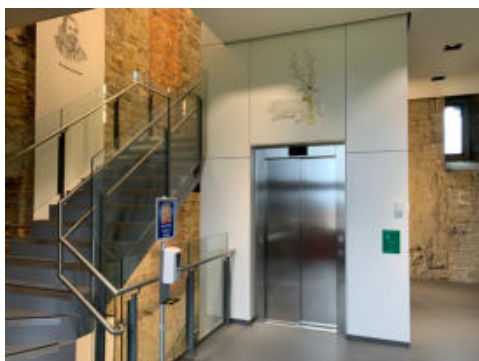


Fig. 8- Castello di Hylton, nuovo vano scala e ascensore (foto di Daniele Dabbene, 2022)



Fig. 9- Castello di Hylton, nuova sala polivalente al primo piano (foto di Daniele Dabbene, 2022)

di formazione, apprendimento, cultura e tempo libero, con la promozione di attività di volontariato (3). Tali attività hanno coinvolto sia la fase di cantiere che la riapertura del bene alla comunità. Nel corso della realizzazione dei lavori, più di 120 persone hanno offerto volontariamente

le loro competenze in una serie di eventi ed attività (ricerca, apprendimento, social media e comunicazioni, progettazione grafica, supporto di eventi, visite guidate). Tra le iniziative promosse, si segnala l'attivazione di 'hard hat tours' (visite con il caschetto) del sito per più di 200 persone, con la possibilità di salire sui ponteggi allestiti durante i lavori. Inoltre, sono state attivate iniziative di manutenzione dell'area, con la pulizia dei terreni nell'ambito della campagna nazionale "Keep Britain Tidy - Great British Spring Clean" che ha visto la partecipazione degli studenti della Castle View Enterprise Academy insieme ai volontari della comunità locale in una serie di sessioni nel mese di marzo 2018.

Scuole, college e università sono stati coinvolti anche in una serie di progetti di istruzione e formazione legati al castello, che hanno incluso l'inserimento lavorativo di studenti nel gruppo di costruzione in loco attraverso tirocini formativi. Centinaia di bambini in età scolare sono stati istruiti sulla storia del castello attraverso visite al sito e laboratori nelle scuole. I laboratori scolastici si sono concentrati sulle vicende costruttive del castello e sul suo ruolo nel contesto locale, con una forte attenzione alle memorie immateriali connesse al bene. Attività di apprendimento hanno inoltre riguardato la comunità attraverso l'attivazione di percorsi naturalistici, attività artigianali, sport, scuola forestale e attività di narrazione. Infine, si segnala l'istituzione di un gruppo di ricerca volontario attivo sulla modalità di comunicare la storia e le memorie del castello attraverso testo, immagini e media digitali.

In questo senso, è possibile rilevare come l'esperienza del castello di Hylton rappresenti una testimonianza concreta della creazione di una comunità di patrimonio in linea con gli indirizzi espressi dalla Convenzione di Faro (Council of Europe, 2005). La visione del castello inteso come 'bene comune' ha portato, dunque, ad una governance non strettamente legata all'ambito pubblico ma, al contrario, aperta ai soggetti espressione del territorio. Ciò è avvenuto come diretta conseguenza di un processo bottom-up, in cui la spinta e la presa di coscienza del valore sociale dell'edificio non è avvenuta a valle del processo di riuso ma è stata il motore di azione del cambiamento. La valorizzazione in itinere ha permesso, dunque, un ulteriore incremento della consapevolezza del valore del bene e la sua comunicazione alla comunità locale.

#### 4. Conclusioni

Nel panorama delle azioni sul patrimonio architettonico dismesso, il caso del castello di Hylton rappresenta un esempio in cui la spinta dal basso ha avviato un percorso virtuoso di riuso e gestione del bene da parte della collettività, creando una comunità di cura come auspicato dalla Convenzione di Faro. Il riuso è stato interpretato come mezzo per garantire la riappropriazione del complesso, secondo una visione dinamica del bene inteso come opera aperta a trasformazioni e rinnovamenti. In relazione a tali pratiche, è stato proposto un superamento dei concetti di restauro e conservazione in favore della nozione di “re-inhabitation”, che sottende il ruolo centrale delle comunità nel processo di rinnovamento e risignificazione dei luoghi (Emerick, 2014: p. 219).

Tuttavia, come già evidenziato nell’analisi, se da un lato il coinvolgimento comunitario è stato un elemento strategico nel sollevare l’attenzione sull’edificio e sottrarlo a un progressivo degrado, il processo di riuso avviato non è pienamente condivisibile sulla base dei principi del restauro, configurandosi come soluzione che non va nella direzione di un minimo intervento e di un rispetto della consistenza materica. Nel complesso equilibrio di valori che contraddistinguono e orientano le azioni sull’esistente, è possibile rilevare come sia stato soprattutto il valore sociale assegnato all’edificio a orientare le scelte progettuali.

L’esperienza del castello di Hylton testimonia dunque come, in un luogo di una visione del restauro come mezzo per tramandare al futuro le testimonianze materiali del passato, si prediliga una strategia di azione che pone in primo piano le comunità che abitano oggi i luoghi e sono in grado di trarre godimento da essi. In questo senso, sembrano delinearci due traiettorie divergenti per il dibattito teorico italiano e quello inglese. Il primo, infatti, riconosce il valore etico del progetto sull’esistente ed auspica una cura del patrimonio in una prospettiva finalizzata al miglioramento della qualità della vita profondamente radicata

nelle teorie ruskiniane (Dezzi Bardeschi, 2012: pp. 2-3; Prescia, 2019: pp. 34-39) (4). Al contrario, il quadro culturale inglese è contrassegnato da posizioni che sembrano orientarsi verso riflessioni più radicali: ci si interroga sulla possibilità di “ending the tyranny of Ruskin and Morris” (Emerick, 2014: pp. 219-238), intesi come fattori di un approccio puramente conservativo, a vantaggio di una visione che pone al centro le comunità e i loro bisogni.

Da questa interpretazione teorico-culturale applicata al caso studio indagato, è possibile trarre, infine, due considerazioni di natura più propriamente operativa. Innanzitutto, si riconosce un progressivo indebolimento del riconoscimento di valore assegnato al dato materico dell’edificio: esso risulta celato dalle nuove addizioni e sminuito in favore di una sottolineatura maggiore del significato che il bene riveste per la collettività in termini più specificatamente immateriali. Infine, si rileva come il primato assegnato alle memorie collettive e identitarie veicolate dal castello si traduca in una nozione di valorizzazione intesa più in termini di produzione di valore economico-sociale per la comunità locale che non di incremento di conoscenza come auspicato dagli orientamenti teorici della disciplina (Bellini et al., 2005).

#### Note

- (1) <https://www.english-heritage.org.uk/visit/places/hylton-castle/>
- (2) Il progetto è consultabile sul sito dello studio Beaumont Brown Architects LLP (<http://www.beaumontbrownarchitects.co.uk/project/hylton-castle/>)
- (3) Le iniziative sono consultabili sul sito del castello di Hylton (<https://hyltoncastle.org.uk/>)
- (4) Paradigmatico in tal senso è l’intervento di recupero della Cascina Cuccagna a Milano, in cui la conservazione della consistenza materica del bene si è integrata con un intervento di riuso finalizzato alla realizzazione di un centro di cultura e partecipazione comunitaria (<https://www.cuccagna.org/>)

#### Bibliografia

- Bandarin, F. (2020) Urban Conservation and Sustainable Development. *The Historic Environment: Policy & Practice*, 11 (4), 444-453.
- Bandarin, F. & Van Oers, R. (2014) *Il paesaggio urbano storico: la gestione del patrimonio in un secolo urban*. Assago, CEDAM.
- Bartolozzi, C. (2008) *Progetti ed esperienze di conservazione e restauro*. Torino, Celid.

- Bellini, A., Carbonara, G., Casiello, S., Cecchi, R., Dezzi Bardeschi, M., Francelli, P., Marconi, P., Spaghetti Cimboli, G. & Torsello, B. P. (2005) *Che cos'è il restauro? Nove studiosi a confronto*. Venezia, Marsilio.
- Cerreta, M. & Giovene di Girasole, M. (2020) Towards Heritage Community Assessment: Indicators Proposal for the Self-Evaluation in Faro Convention Network Process. *Sustainability*, 12 (23), 9862.
- Chitty, G. (a cura di) (2016) *Heritage, conservation and communities: engagement, participation and capacity building*. Abingdon, Routledge.
- Council of Europe (2005) *Council of Europe Framework Convention on the Value of Cultural Heritage for Society*, disponibile su: <https://rm.coe.int/1680083746> (Ultima consultazione: 30 maggio 2022)
- Council of the European Union (2018) *Council Conclusions on Participatory Governance of Cultural Heritage*, disponibile su: [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/ELEX:52014XG1223\(01\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/ELEX:52014XG1223(01)&from=EN) (Ultima consultazione: 30 maggio 2022).
- Dezzi Bardeschi, M. (2004) *Restauro: due punti e da capo*. Milano, FrancoAngeli.
- Dezzi Bardeschi, M. (2012) L'economia secondo John Ruskin e Patrick Geddes: una sfida di attualità. *Ananke*, 65, 2-3.
- Emerick, K. (2014) *Conserving and managing ancient monuments. Heritage, democracy, and inclusion*. Woodbridge, Boydell & Brewer Ltd.
- Emery, A. (2006) *Greater Medieval House of England and Wales. Volume I Northern England*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Fiorani, D. (2014) Materiale/immateriale: frontiere del restauro. *Materiali e strutture. Problemi di conservazione*, 5-6, 9-23.
- Honeyman, H. (1928) Hylton Castle, County Durham. *Proceedings of the Society of Antiquaries of Newcastle upon Tyne*, serie 4, 3, 234-239.
- Manacorda, D. (2016) Patrimonio culturale, un diritto collettivo. In: Auriemma, R. (a cura di) *Proceedings of the Conference on La democrazia della conoscenza. Patrimoni culturali, sistemi informativi e open data: accesso libero ai beni comuni?*. Udine, Forum, pp. 117-124.
- Meadows, P. & Waterson, E. (1993) *Lost Houses of County Durham*. York, Jill Raines.
- Morley, B.M. (1976) Hylton Castle. *Archaeological Journal*, 133 (1), 118-134.
- Morley, B.M. (1979) *Hylton Castle, Tyne and Wear*. London, H.M, Stationery Office.
- Morley, B.M. & Speak, S. (2002) Excavation and Survey at Hylton Castle, Sunderland. *Archaeological Journal*, 159 (1), 258-265.
- Napoleone, L. (2019) La tutela del patrimonio culturale negli ultimi decenni. Riflessioni e possibile cambiamento di paradigma. *Quaderni dell'Istituto di Storia dell'Architettura*, 241-246.
- Onciul, B., Stefano, M. L. & Hawke, S. (a cura di) (2017) *Engaging heritage, engaging communities*. Woodbridge, Boydell & Brewer.
- Pendlebury, J. & Brown, J. (2021) *Conserving the Historic Environment. Concise guides to planning*. London, Lund Humphries.
- Pevsner, N. & Williamson, E. (1983) *County Durham*. Harmondsworth, Penguin Books.
- Prescia, R. (2019) L'eredità di John Ruskin "critico della società". *Restauro archeologico*, 2, speciale, 34-39.
- Surtees, R. (1908) *History and Antiquities of the County Palatine of Durham. Sunderland and District Section. Sunderland*. Sunderland, Hills and Company, pp. 87-94.
- Unesco (2003) *Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage*, disponibile su: <https://ich.unesco.org/en/convention> (Ultima consultazione: 30 maggio 2022).
- Veldpaus, L., Fava, F. & Brodowicz, D. (2019) *Mapping of current heritage re-use policies and regulations in Europe: complex policy overview of adaptive heritage re-use*, disponibile su: [https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/d\\_1.2\\_mapping\\_of\\_current\\_heritage\\_re-use\\_policies\\_and\\_regulations\\_in\\_europe.pdf](https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/d_1.2_mapping_of_current_heritage_re-use_policies_and_regulations_in_europe.pdf) (Ultima consultazione: 30 maggio 2022).
- Volpe, G. (2016) *Un patrimonio italiano. Beni culturali, paesaggio e cittadini*. Torino, Utet.

## Identification and Prioritization of Conservation Measures at the Castle of Gjirokastra, Albania

Rand Eppich<sup>a</sup>, Elena Mamani<sup>b</sup>, Lejla Hadzic<sup>c</sup>, José Alonso<sup>d</sup>, Marieta Núñez García<sup>e</sup>, Irene Martínez Cuart<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Cultural Heritage without Borders, Gjirokastra, Albania, randeppich@gmail.com, <sup>b</sup> Cultural Heritage without Borders, Gjirokastra, Albania, elena.mamani@chwb.org, <sup>c</sup> Cultural Heritage without Borders, Gjirokastra, Albania, <sup>d</sup> Proskene Conservation and Cultural Heritage, Madrid, Spain, jose.alonso@proskene.com, <sup>e</sup> Proskene Conservation and Cultural Heritage, Madrid, Spain, <sup>f</sup> Proskene Conservation and Cultural Heritage, Madrid, Spain

### Abstract

Gjirokastra, in southern Albania, is a rare example of a well-preserved Ottoman town built around a fortified hilltop. The history of the fortifications is long and unsurprising given its natural defensive geology, prominent views controlling the valley, and nearby fertile fields with access to water. The rocky outcroppings were inhabited as early as 500 BCE, and later, it is speculated that this was the location of the famous Castle of Pyrrhus, built to resist the Roman hegemony. The fortifications and the surrounding settlement underwent numerous changes, especially in the 15<sup>th</sup> CE century under the Ottoman Empire during the reign of Sultan Bayezid II (1481-1512). The defenses reached their zenith in the early 19<sup>th</sup> century with numerous additions, including an aqueduct by Ali Pasha Tepelena, a local Ottoman administrator. By the 20<sup>th</sup> century, the castle was converted into a prison under King Zog and continued as a political prison under Albania's communist regime. In 1969, the castle was converted into a museum; in 2005, Gjirokastra and its castle were placed on the World Heritage List. The uninterrupted use and continuous changes culminated in a sizeable multi-layered structure with a wide variety of materials and construction techniques. These changes, combined with unstable geology, active faults, poor drainage, and periods without maintenance, resulted in a structure with areas in poor condition. This paper describes the methodology for identifying and prioritizing emergency conservation measures with limited resources and time. The project began with extensive documentation, a rigorous inspection of all spaces, materials, construction methods, detailed historical research, and stakeholder input. Critically, the project also incorporated geological, hydrological, and structural assessment and analysis. A multidisciplinary decision-making method was developed to identify the most at-risk significant elements while seeking to achieve the objectives of the larger project, i.e., to open currently closed areas of the castle to improve the visitors' experience while enhancing their understanding of the fortifications. The investigations led to the creation of a complete set of drawings, technical specifications, and bills of quantity. The methodology and documentation proved invaluable as soon after starting, the site was closed for six months, travel bans enacted, and in-person meetings prohibited due to the global COVID-19 pandemic. Even given this significant event, the team completed project planning on schedule. The castle is currently undergoing conservation managed by the Albanian Development Fund with the support of the World Bank and collaboration with the Ministry of Culture. The project investigations and designs were executed by Cultural Heritage without Borders, Albania, and Proskene Conservation and Cultural Heritage of Spain.

**Keywords:** emergency conservation, priority measures, Gjirokastra, Albania, World Heritage

# 1. Introduction

Albania is a region that is simultaneously fertile and mountainous. These traits have confined settlements into the valleys and plains while restricting travel along narrow mountain valleys or by sea. The territory also exists at the historical crossroads between the east and the west by land and sea. These characteristics have made the domain valuable and fought over for millennium. The Romans had three major routes through the mountain passes of Albania, connecting across from the Ionian Sea to the Aegean and from Rome to Constantinople. As a result, Albania was heavily fortified with numerous castles, watch towers, and walled settlements. A total of 158 castles and fortifications in Albania are recognized as national monuments of cultural heritage. One of the most significant fortifications is that of Gjirokastra (Dipasquale, 2020).

## 1.1. History

Population growth from the 6th century CE onward in Gjirokastra resulted in the first fortifications elements which survive today. The castle's development for the small settlement's protection continued until the 15th century CE. The city first grew inside the castle and slowly expanded outside the gates onto the surrounding hillsides, with the most intensive building activity during the 9th to 10th centuries. During this period, the castle walls extend from the current main entrance to the lower gate at the northeast

(where the clock tower stands today). In the early 15th century, Gjirokastra held a strategic role in controlling the valley; thus, it was seized by the Ottoman Empire during its rapid expansion.

Afterward, the settlement became an essential Ottoman administrative and military center. The early years of Ottoman rule were turbulent, but eventually, peace prevailed, and the Ottomans ruled Gjirokastra for nearly 500 years. During this time, the Ottomans kept detailed records describing the settlement's growth from a small town to an important regional trade and administration center. The next substantial phase of construction of the castle began during the Ottoman period of the reign of Sultan Bayezid II (1481 - 1512) (Lamprakos, 2010).

In 1670, the chronicles of famed traveler Çelebi described a substantial castle in the form of a ship-shaped fortress. Ottoman garrisons used this stronghold until 1811, when it was captured by a representative of Ali Pasha Tepelena, a competing Ottoman administrator to the local Ottoman rulers of Gjirokastra, Delvina, Berat, and Kardhiq.

The capture of the castle was accomplished by cutting off the water supply and bombarding it with British cannons from Malta and England. In 1812, Ali Pasha Tepelena seized power over the entire settlement of Gjirokastra and expanded the castle walls, adding a clock tower and building an aqueduct. In 1820, Ottoman forces retook the Castle from Ali Pasha, thus re-establishing their

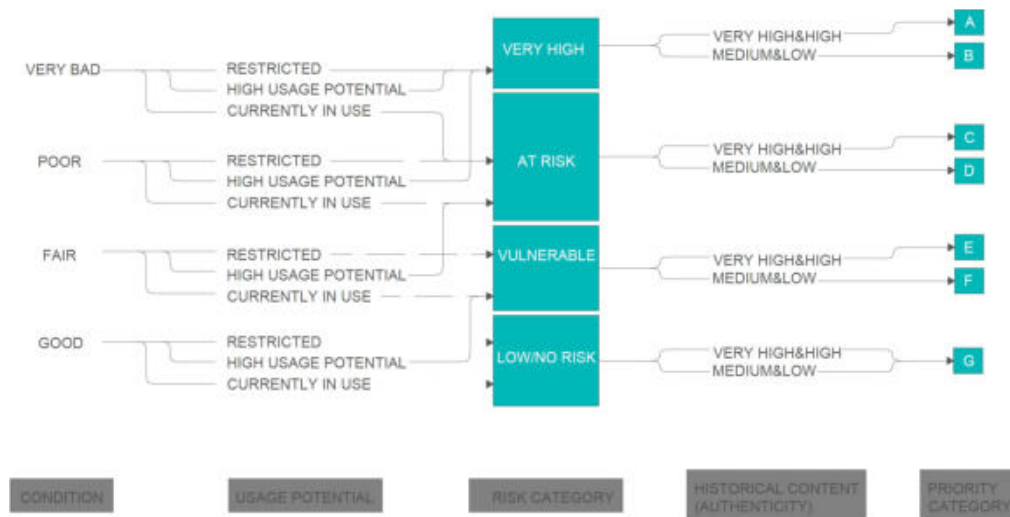


Fig. 1 - Flow charts for prioritization of necessary interventions (CHwB/ Proskene, 2020)



Fig. 2- Example of one page of the composition documentation requiring urgent attention. Such documents were essential to communicate via reports and virtual meetings (CHwB/ Proskene, 2020)

dominance. After Albania declared independence from the Ottoman Empire in 1912, Gjirokastra celebrates this historic day by raising the Albanian flag over the castle every 4<sup>th</sup> of December. Following independence, a prison was built within the castle using stone from the collapsed aqueduct.

The castle was also used as a bomb shelter during the Second World War (1939-1944). From 1944-1968, Albania's communist regime used the prison to incarcerate political opponents (Lamprakos, 2010; Komata, 2015; Kotollaku, 2015).

In 1969, the Arms Museum was built; in 1983, The National Folk Festival stage was constructed in the castle. Former military barracks (previously located near the flagpoles) were destroyed.

Despite these changes and its long and turbulent history, what a visitor sees today at Gjirokastra Castle are the most recent layers of a long 1.500 years history -much of which is still steeped in mystery. In 2005, Gjirokastra and its castle were inscribed on the World Heritage List (UNESCO, 2012).

## 1.2. Larger Project

The Project for Integrated Urban and Tourism Development was funded by the World Bank to support the Government of Albania in developing the economy while improving the living conditions of surrounding communities. This overall project focuses mainly on urban centers that are of cultural and natural interest to strengthen cultural tourism, including Gjirokastra. Previous elements of this project have addressed urban upgrading, street improvements, pedestrian trails, city center buildings and shops, museums, and lighting (ADF/World Bank, 2022). In addition, cultural heritage sites in Albania are undiscovered and a potential source of economic development based on cultural tourism (Bashi, 2015).

## 1.3. Specific Project

This article describes a project specifically addressing the fortifications, given their significance, prominence as an attraction, and current poor condition. The Ministry of Culture and the Municipality of Gjirokastra requested





Fig. 3- The clock tower with the historic town of Gjirokastra in the background (Eppich, 2020)



Fig. 4- Tower A cracks (Eppich, 2020)

support given the emergency and stability of the castle. Cultural Heritage without Borders (CHwB) in Albania and Proskene Cultural Heritage & Conservation of Spain executed the project. Both projects are administered by the Albanian Development Fund (ADF, 2022). Initial investigations were conducted by CHwB and Proskene concerning the castle's condition, structural problems, hydrology, and geology. The first mission established the methods of investigation and coordination between disciplines. Fortunately, the first three missions were conducted in early 2020, just before the COVID-19 global pandemic and subsequent closure of the fortifications. Critically, these first missions sufficiently documented large portions of the castle to continue work during the lockdowns, travel bans, and restrictions on in-person meetings.

The first mission involved an initial inspection of the fortifications, verifying previous reports and drawings, and refining the project schedule. The second and third campaigns conducted on-site assessments, identification of all necessary conservation interventions, a detailed inventory, and an environmental survey.

The team also performed surveys and technical assessments required to identify hazards affecting the site (e.g., landslides, rockfalls, and other locations at risk). The detailed documentation included topographic, hydrological, structural, and geological surveys and geotechnical investigations. These studies were followed by modeling and analyses of structures and ground conditions, along with proposals for future archaeological studies. All these efforts are intended to confirm the priority areas for urgent works in the short, medium, and long term. The team captured aerial images, and photogrammetric models were created and supplemented by detailed laser scanning. In addition, 360-degree images of each space and a standardized condition form were also utilized.

## 2. Methodology

One primary objective of the project was to identify and prioritize measures to address urgent safety concerns and prevent the loss of heritage structures in the Castle of Gjirokastra. Initially identified areas of concern:

- Life safety for visitors and staff
- Geological slope stabilization
- Structural stability
- These objectives were supplemented with:
  - Remote sensing analysis Persistent Scatterer Interferometry (PSI)
  - Geotechnical and structural analysis by Finite Element Modeling (FEM)
  - Geometrical analysis
  - Complete damage survey
  - Non-destructive material and morphological wall characterization

While the focus of the initial investigations was based on urgency for stabilization, they were also informed by other studies for a holistic approach.

- Historical development, past and recent interventions



Fig. 5- 3D model of the exterior created to aid investigations (CHwB/Proskene, 2020)

- Heritage values, Authenticity, and Integrity
- Materials and original craftsmanship
- Other parallel and overarching projects
- Albanian laws and local master plans
- Input from stakeholders

This method allowed the team to prioritize interventions and set priorities in the short, medium, and long terms, as well as levels of urgency, classified based on conditions Very Bad, Poor, Fair, and Good.

Given the overall objective of improving cultural visitation, this was then correlated with access: Restricted, High Use Potential, and Currently in Use. A potential visitor route was then designed.

All these elements were then combined to establish a priority list. Preliminary designs for structural, geological, hydrological, and architectural conservation were then made by the team based on this priority list, and the interventions were rated on various impact criteria:

- Heritage values
- Original materials/ construction techniques
- Environment and Social concerns
- Current function and use
- Visitor access, interest, comfort, comfort.

### 3. Interventions

The rigorous methodology led to the decision to focus on seven main areas for planning interventions:

1. Tower A - stabilization and conservation
2. Geological stabilization -at several high-risk areas, below Tower A, the northeast corner, and above the tunnel
3. Hydrological - in areas where water catchment and drainage are feasible
4. Southwestern vaults -consolidation and opening for visitation within and on top
5. Central vaults - archaeological excavation and consolidation
6. Museum -new bitumen built-up roof over the main portion
7. Visitor interpretation center and new toiletsand septic system

These seven interventions went beyond the initial narrow scope of work of only emergency measures included in the first three areas. The methodology was explained in detail to the Albanian Development Fund and the World Bank supervising experts and later to the Ministry of Culture and Municipality.

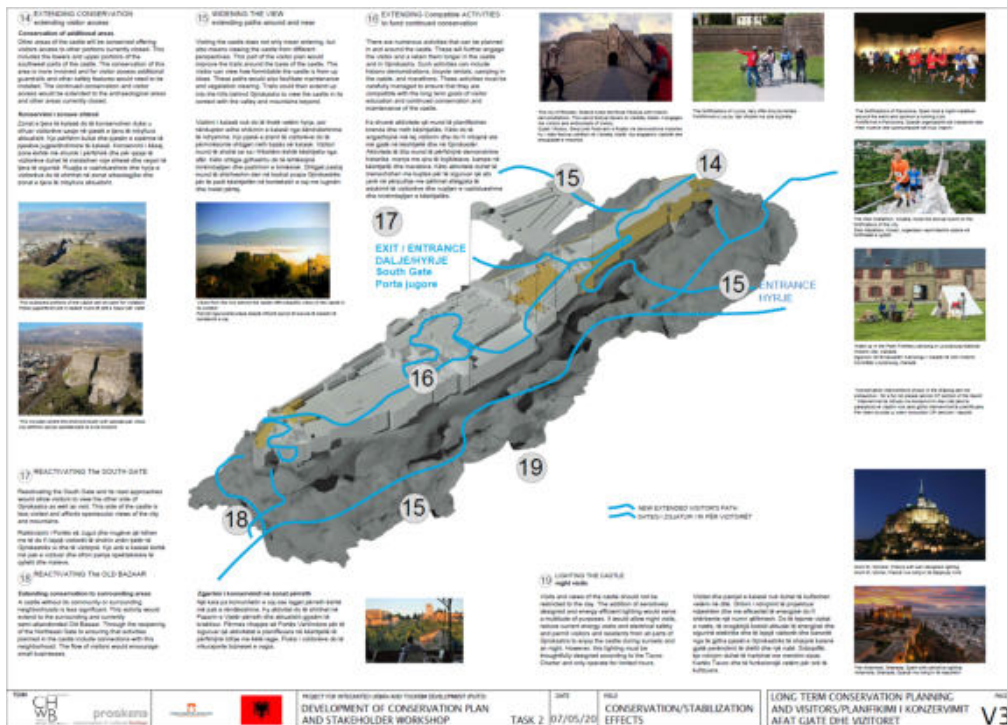


Fig. 6- Preliminary visitor route (CHwB, 2020)

The methodology and planned interventions were discussed virtually, given the travel restrictions and prohibition on in-person meetings.

Should the original scope of work have been followed strictly, only Tower A, the geological stabilization, and drainage would have been addressed. However, the methodology informed the process to broaden the scope and include important elements not considered during the preliminary planning. This method helped achieve the overall larger project objectives of enhancing the visitor experience and professional obligations. For example, the bitumen roof over the museum had failed in a recent storm. Water was penetrating the cast-in-place concrete structure and putting at risk the invaluable collection. It was also exposing the steel reinforcing to significant oxidation. It was an issue that could not be ignored.

Another example was the existing toilets. It was discovered they were depositing water into the underlying unstable geology. The toilets were also inadequate for modern visitor use. The investigations led to the decision to install new toilets with wastewater disposal in a more appropriate location that would not put at-risk the

geology. An unused and unvisited two-barrel vault space at the existing gate was identified to host these toilets. As the space was larger than required for only toilets, the opportunity to create a small visitor interpretation center and administrative offices was possible. The area was not overlarge and could be heated during the colder months and, in the future, host lectures and exhibitions.

#### 4. Results

Before any work was approved, a Historic Impact Assessment (HIA) report following the ICOMOS guidelines was investigated and submitted. This report was revised several times following professional and stakeholder meetings that impacted the eventual design (ICOMOS, 2011). The HIA served as a convenient method to describe the project. The HIA was submitted to the Ministry of Culture, who then forwarded it to the World Heritage Centre of UNESCO as per the Operational Guidelines.

The main result is that conservation works on Tower A, geology, and the southwestern vaults commenced in early 2022 and are ongoing. In addition, archaeological investigations were

begun in the toilets and visitor interpretation center area. Other excavation and conservation works, including cleaning, drainage, and follow-up stakeholder engagement, are currently in process. A second significant result is that this project aligned with other current and future projects in Gjirokastra. One of these other projects was the System of Museums in the historic city, which culminated at the museum in the castle. A parallel project by the Ministry of Culture designed and installed a new lighting system. Finally, one significant result was the subsequent project to create visitor, management, and maintenance plans for the fortifications. The comprehensive study of visitor routes that identified key areas of interest coupled with international best practices and illustrated examples was a key recommendation of the project, although beyond the scope of work.

## 5. Conclusions

Gjirokastra is a vast castle that was constructed over a long period. Various materials and construction techniques were used, from stone masonry to reinforced concrete. The castle was also built upon unstable geology with many faults exacerbated by poor drainage. This situation has been compounded by a dearth of resources and periods without maintenance resulting in poor conditions. The original project was focused only on emergency works, and the proposed budget for conservation works was insufficient to address all the issues uncovered during the investigations. It was also essential that the project's overarching objectives be observed and professional ethics. Therefore, a methodology was devised for carefully selecting interventions and prioritizing actions.

## References

- Aas, C., A. Ladkin & Fletcher, J. (2005) Stakeholder collaboration and heritage management. *Annals of Tourism Research*, 32(1), 28-48.
- Albanian Development Fund (2022) Albanian Development Fund, available at: [www.albaniandf.org](http://www.albaniandf.org) (Accessed: 18 July 2022).
- Albania National Strategy Plan Urban System 2015-2030.
- Albanian Restoration Charter (2007) 13 July 2007.
- Atelier European Fortresses, A. (2015) Identified Good Practice. Brussels, European Regional Development Fund, European Union, INTERREG IVC.
- Bashi, E. (2015) Cultural Heritage of Albania - A Fabulous Economic Source for the Sustainable Economic Development of Tourism. *Social and Behavioral Sciences*, 188, 89-94.
- Brezovec, T. & Bruce, D. (2009) Tourism Development: Issues for Historic Walled Towns. *Management*, 4, 101-114.
- Bruce, D. M. (1994) Tourism in Walled Towns. *Tourism Management*, 15(3), 228-230.
- Bruce, D. M. (1993) *Handbook of Good Practice for Sustainable Tourism in Walled Towns, Report of a*

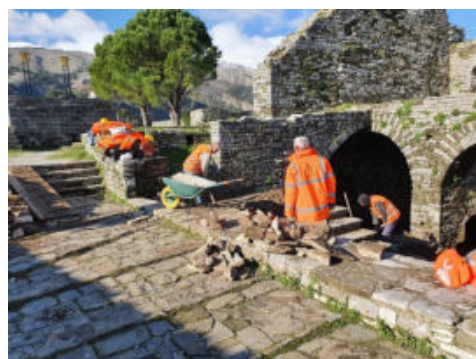


Fig. 7- Conservation center vaults (ADF, 2022)

The urgent situations related to structural insufficiency and poor geology combined with visitor safety and the opening of interesting areas created a direction for allocating resources. While seemingly excessive at the beginning of the project, the extensive documentation proved invaluable as the work progressed during the global pandemic. The 3D model, orthophotos, 360-degree images, project notes, and other online resources permitted detailed project development during the closure of the castle. The team submitted all project reports, deliverables, and final designs on schedule. Stakeholder engagement suffered, yet attempts were made to connect with smaller groups. Thankfully, in-person presentations were possible at the end of the project as COVID-19 restrictions, and travel bans were lifted. The methodology proved robust and a useful tool between disciplines and for communication with stakeholders and can thus be adapted for use on other sites.

- study into sustainable tourism in walled towns*. WTFC Walled Town Friendship Circle.
- Collins, S., Laban, P. & Lloyd, F. (1993) *A Handbook of Good Practice for Sustainable Tourism in Walled Towns - Report to European Commission*. Directorate General XXIII (Tourism) 92/C 51/16.
- Creighton, O. (2007) Contested townscapes: the walled city as world heritage. *World Archaeology*, 39(3), 339-354.
- Dipasquale, L., Carta, M., Galassi, S. & Merlo, A. (2020) *The Vernacular Heritage of Gjirokastra (Albania) Analysis of Urban and Constructive Features, Threats and Conservation Strategies*. ICOMOS, Vol. XLIV-M-2 Heritage 2020.
- Eppich, R., Chabbi, A. & Getty Conservation Institute (2007) *Recording, documentation, and information management for the conservation of heritage places*. Getty Conservation Institute.
- Gjirokastra Local Plan Gjirokastra (1988). In: *Iliria*, vol. 18 n°2, 1988, pp. 165-176.
- Gjirokastra, Bypass Implementation Project, (2015), *Geological-engineering study*.
- ICOMOS (2011) *Guidance on Historic Impact Assessment for World Heritage properties*.
- ICOMOS (2021) *Guidelines on Fortifications and Military Heritage*.
- ICOMOS (1964) *International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites*.
- ICOMOS (2011) *The Valletta Principles for the Safeguarding and Management of Historic Cities, Towns and Urban Areas*.
- Komata, D. (1988) Gjurmë të antikitetit ilir dhe të mesjetës në kalanë e Gjirokastrës / Vestiges de l'Antiquité illyrienne et du Moyen Age dans la forteresse de Gjirokastra. *Iliria*, 18, 2, 165-176.
- Kotollaku, M., Margariti, M. (2015) Cultural Tourism in Gjirokastra, *European Scientific Journal*, 11 (14)
- Lamprakos, M. (2010) *Conservation of Gjirokastra. On Site Review Report*.
- Law on Cultural Heritage and Museum, Albania (2018), 27/2018, 17/05/2018.
- UNESCO (2012) Historic Centres of Berat and Gjirokastra, available at: [whc.unesco.org/en/list/569/](http://whc.unesco.org/en/list/569/) (Accessed: 13 September 2022).
- World Bank Project (2022) Integrated Urban and Tourism Development Albania, available at: [documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/330301479438041183/albania-integrated-urban-and-tourism-development-project](https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/330301479438041183/albania-integrated-urban-and-tourism-development-project) (Accessed: 13 September 2022).

## Andar per castelli: Calendasco lungo la via Francigena

Michela Marisa Grisoni<sup>a</sup>, Nicola Badan<sup>b</sup>, Davide Zanon<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Politecnico di Milano, Milano, Italia, [michela.grisoni@polimi.it](mailto:michela.grisoni@polimi.it), <sup>b</sup> Istituto Italiano dei Castelli, Conegliano (TV), Italia, [nicolabadan9665@gmail.com](mailto:nicolabadan9665@gmail.com), <sup>c</sup> Istituto Italiano dei Castelli, Agordo (BL), Italia, [davidezanon@icloud.com](mailto:davidezanon@icloud.com)

### Abstract

Despite its importance, the castle of Calendasco (Piacenza) and the buildings nearby are neglected by the 'pilgrims' walking along the Via Francigena, because of their inaccessibility - as they are partly private and partly public but still under restoration - and a lacking circulation of studies. Furthermore, leg 16, the connection between Orio Litta, in Lombardy, in the province of Lodi, and Piacenza, passing throughout the place, has a relatively dull and dangerous part. Shortcuts are recommended to avoid the most trafficked segments. The small village and its architecture are thus bypassed. In the following paper, the case study is described and its strategic importance as one of the architectures of the defensive or offensive circle of the Emilian city is recalled. What was probably a disputed garrison should therefore be re-appreciated as such: that is considering the rarefied 'texture of castles' that dots this border area of the Po valley. For it to somehow return to being recognized by residents and travellers, it seems first of all helpful to reflect on its past. In the future, it will be to ideally reconstruct connections: authentic and feasible departure from the composed itinerary of the Francigena; opportunities for the more widespread development of this peripheral and neglected area.

**Keywords:** cultural itineraries and pilgrim routes, tangible and intangible heritage, sustainable tourism.

### 1. Introduzione

Non sempre il fiume Po è stato un confine. Sempre invece, scorrendo per oltre seicento chilometri da nord al mare Adriatico, variando spesso corso e portata, ha inciso il territorio e provocato approdi e attraversamenti, porti, ponti e guadi (De Berti & Parisi, 2018).

Calendasco, o *Kalendasco* per richiamare il toponimo in uso nel IX secolo (Degni, 2006; Musina, 2012), è un piccolo 'paese', abitato da circa duemila Calendaschesi e vissuto da molti meno. Incastonato tra due anse del Po, è a poco meno di un chilometro dal celebre 'Guado di Sigerico', il vescovo di Canterbury il cui diario ha fornito le tappe per tracciare l'itinerario della più ufficiale delle vie francigene (Fig. 1); ma anche i viandanti passano da qui con indifferenza. Nella pianura solcata dal fiume e i suoi affluenti il profilo del suo castello si distingue solo avvicinandosi, tanto più oggi che si presenta come

una costruzione articolata, e molto rimaneggiata: un'architettura dispersa nella bassa pianura, ai piedi degli Appennini, dove iniziano le valli modellate dalla Trebbia e dal Tidone.

Distava una decina di chilometri da Piacenza. Tra XIV e XVII secolo avrebbe svolto una funzione talvolta difensiva talaltra offensiva per la città di fondazione romana poi fiero comune (1127): avamposto dei piacentini piuttosto che dei milanesi che si contendevano la bassa padana (Nasalli Rocca, 1933; Racine, 1997). Se non l'origine, le modifiche medievali e moderne si legano a questo 'compito'. Da tempo, riconoscendovi peculiari caratteri costruttivi, se ne auspica quindi lo studio (Artocchini & Maggi, 1967; Perogalli, 1972). Di particolare rilievo la parte che Carlo Perogalli definì di interesse non secondario e chiamò: "il rustico" (Fig. 2).

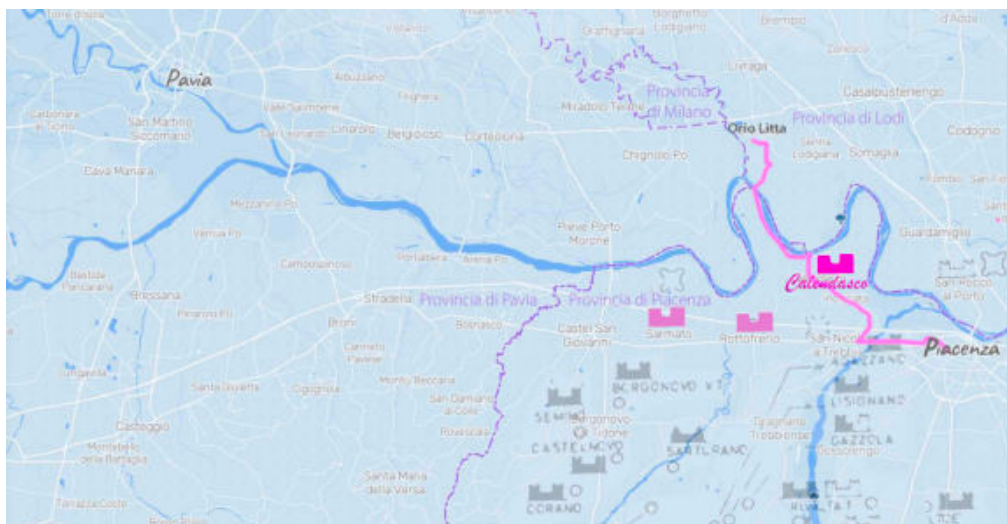


Fig. 1- Mappa di inquadramento della tappa 16 della via Francigena (in fucsia). Il percorso da Orio Litta (LO) a Piacenza (chiesa di S. Antonino), passa per Calendasco verso un'area fitta di castelli (elaborazione grafica di Michela Marisa Grisoni su base Monochrome | Mapboxe)



Fig. 2- La cosiddetta 'scuderia' del castello di Calendasco, Piacenza (foto di Michela Marisa Grisoni, 2022). Al disotto della gronda corre la sequenza di "finestrelle" sotto le quali si legge il motivo a dente di sega realizzato disponendo i laterizi in lieve aggetto

Esterno al fossato ma nei pressi del batti-ponte, separato dal castello ma perpendicolare al suo fronte sud, il rustico, che convenzionalmente ma impropriamente è detto anche 'scuderia', presenta caratteri simili al castello: un "motivo decorativo a dente di sega" e "finestrelle ad arco scemo" riconoscibili sui soli prospetti verso Piacenza.

Le finestrelle ricompaiono nella torre circolare posta a fianco di uno dei due ingressi verso

l'abitato, peraltro incompiuto, o rimaneggiato (Fig. 4). Indizi di incompletezza appaiono anche nel muro a scarpa del corpo settentrionale verso est (Fig. 3).

Nell'elencare questi e altri caratteri costruttivi (Figg. 3-8), adottando una terminologia che oggi è un glossario riconosciuto e dunque necessario (Maglio & Taddei, 2018), lo studioso avanzava anche un raffronto con il vicino castello di

Rottofreno e proponeva qualche ipotesi cronotipologica; sarebbero infatti: trecentesco e padano il motivo a dente di sega; quattrocentesche le finestrelle; cinquecentesco il cortiletto di ingresso con “notevole” volta ad ombrello e curiosa forma pentagonale verosimilmente dettata da una qualche preesistenza (Fig. 6).

A fronte delle fonti documentarie note, pare un sapiente adattarsi per convalidare, con la lettura diretta della costruzione, l’idea di una preesistenza trecentesca (il castello distrutto nel 1346; Artocchini, 1983), ma subito riedificata (per farne nel 1372 il caposaldo della difesa anti-viscontea; Boselli, 1804; Andreozzi, 1997), quindi riadattata nel Quattrocento dopo che nel 1412 Gian Galeazzo Visconti crea gli Arcelli conti della Val Tidone (Boselli, 1804; Agazzari, 1862; Andreozzi, 1997) e poi ritoccata più volte nel seguito, quando le più copiose fonti di età moderna consentono di intercettare il succedersi di notabili locali.

Nel seguito, i pochi che si sono riproposti l’analisi del complesso di edifici hanno pure tentato di riconoscerne tipi convenzionali (il ricetto, la casa dei soldati o casa-forte) (Bianchi, 2019). Nessuno, però ha fornito un nuovo e convincente corredo di dati o di evidenze stratigrafiche.

Comune è la convinzione che il castello abbia assolto tra XIV e XVI secolo una funzione difensiva o strategica. Il più settentrionale tra tutti (Fig. 1), probabilmente davvero, con Sarmato e Rottofreno, avrebbe creato la “spalla occidentale della scacchiera” organizzata per difendere la città (Perogalli, 1972). Di conseguenza avrebbe ospitato soldati e cavalli (Bianchi, 2019).

L’attuale complesso - ibrido per possesso (sia pubblico che privato), destinazione d’uso (sia residenza che azienda agricola) e fruizione (una parte è abitata mentre l’altra è in attesa di esserlo) - fu davvero un completo e compatto fortilizio? Quando? Calendasco si può chiamare borgo?

## 2. Metodologia di studio: ricerche d’archivio e analisi in situ

Seguendo questi stimoli, si è dato corso ad una ricerca sia con affondi nelle fonti archivistiche milanesi, piacentine e parmensi che con il rilievo degli elevati, peraltro già giunto, attraverso l’analisi stratigrafica e la mappatura delle tessiture murarie, a qualche ipotesi sul modificarsi nel tempo proprio del ‘rustico’ (Grisoni, Badan & Zanon, in corso di stampa). Al suo interno



Fig. 3- La “scarpa” dei prospetti (foto di Michela Marisa Grisoni, 2020)



Fig. 4- Le “finestrelle ad arco ribassato” e la “torre” (foto di Michela Marisa Grisoni, 2020)



Fig. 5- La “torre di ingresso”, il “torrino con apparato a sporgere” e le tracce degli alloggiamenti per i bulzoni del ponte levatoio (foto di Michela Marisa Grisoni, 2020)





Fig. 6- La “volta ad ombrello” (foto di Redaelli, 2019)



Fig. 7- Il “motivo a denti di sega ottenuto in oggetto” (foto di Michela Marisa Grisoni, 2020)

vi è infatti un nodo da argomentare: l’effettiva esistenza e la datazione di una scuderia di impronta ‘ducale’ - sul modello delle più ideali (con ovvio riferimento agli schizzi leonardeschi) o coeve (come quelle di Vigevano o di Valeggio Lomellina) - le cui tracce per ora si manifestavano solo e soltanto nel costruito anche quando per lo più crollato o fortemente rimaneggiato (Fig. 9).

Sono proprio queste ‘imperfezioni’ e il degrado a reclamare la massima attenzione, cioè una vera cura conservativa, in caso di interventi.

Scopo di questo scritto è dunque condividere gli inediti apporti archivistici di ‘fase’ cinquecentesca del castello e dell’abitato, peraltro coevi alle costruzioni delle note mura di Piacenza (paragrafo 2.1), e le osservazioni crono-tipologiche sui caratteri costruttivi dettate dal rilievo delle tessiture murarie e dall’analisi degli elementi, per lo più laterizi, impiegati nella costruzione

(paragrafo 2.2). Seguono e portano alle prime conclusioni, alcune valutazioni sulla promozione dei ‘percorsi fisici’ a fronte dei tanti itinerari culturali che attraversano Calendasco. Per quanto vi si potrà solo sinteticamente accennare, si prestano ad estendere la rilettura del patrimonio culturale così da fare della promozione del tratto francigeno, attualmente molto enfatizzata, un progetto ampio, sia in termini di scala che di valori da tutelare e trasmettere (paragrafo 3). Restano infatti ancora da trattare i momenti successivi; quando, nel corso della guerra della lega di Augusta (Asburgo, Olanda e Inghilterra) contro la Francia, il territorio del Ducato di Parma e Piacenza fu destinato all’alloggiamento coatto di quattro mila soldati imperiali (Giarelli, 1889) (1).

## 2.1. Calendasco Confalonieri

Il castello di Calendasco risalirebbe al Medioevo; passato già nel XIII secolo dai Pallastrelli agli Scotti ma anche alla cattedra vescovile di Piacenza (Artocchini, 1983) (2). È probabile visto che si trova in un crocevia di strade risalenti (Grisoni, 2021); non solo in direzione nord-sud, come le vie francigene ma est-ovest, come le *viae* romane: l’Emilia pavese, cioè la *Postumia* (148 a.C.) (3) e la più estesa *via Julia Augusta* (13 a.C.) (4).

Il loro connettersi qui è evidente e molto stimolante. Gli archivi restituiscono indicazioni di altri percorsi. Suggestivo, ad esempio, il foglio, non datato, che annota il tragitto per raggiungere Milano da Genova. Poco più di un appunto, indica quanto fosse importante, nel XVI secolo, farsi strada nella pianura padana contesa e solcata dal Po e innervata dai suoi affluenti. L’appunto è uno dei tanti custoditi nella corrispondenza tra i centri del potere e le periferie; tra Re e Governatori, tra Duchi e fedelissimi (5).

La presenza di uomini sul campo, condottieri e capitani di ventura, mercenari assoldati, cioè stipendiati e dotati di fanti, cavalli e ‘quartieri’, era una tattica che poteva precipitare rovinosamente: come quando, nel 1482, i Sansverino, complici i Confalonieri, ‘tradiscono’ il Duca di Milano affiliandosi a Venezia. Il citatissimo episodio della resa del “debole castello” di Calendasco (Poggiali, 1760) ricorda le ‘tensioni’ di allora e spiega quegli isolamenti e nuove alleanze da cui originavano piccoli “stati” o ampie e rarefatte scacchiere, oltre ai borghi.

La peculiarità dei castelli emiliani risiederebbe proprio in questo (Perogalli, 1972; Nasalli Rocca,



Fig. 8- Il “portale” e la “pusterla pedonale” murata, e le tracce di alloggiamento dei bulzoni dei due ponti levatoi (foto di Michela Marisa Grisoni, 2020)



Fig. 9- Indizi intatti anche lungo i ‘bordi’ permettono di ‘immaginare’ le volte crollate (foto di Michela Marisa Grisoni, 2018)

1961). *Stati d’anime* ed *Estimi* consentono di guardare alle evoluzioni di queste realtà specchio di un più eterogeneo rapporto tra città

e campagna. Anche per Piacenza, gli *Estimi farnesiani*, civici e rurali, compilati nella forma di autodichiarazioni di quanto posseduto rese all’amministrazione ducale dagli ‘estimati’, pur tendendo ovviamente a minimizzare le proprietà e le rendite tassabili, restituiscono un dettagliato spaccato. Per Calendasco consentono di accertare la presenza stabile, ancora nella seconda metà del Cinquecento, di un gruppo familiare di antico lignaggio, i Confalonieri appunto, non sempre residenti ma proprietari locatari e ‘maggioranti’ (6). Nel 1579 l’insediamento ne porta addirittura il nome: “Calendasco Confaloniero”.

Nel 1576 l’estensione delle proprietà dei tre fratelli eccede il solo castello che è già struttura articolata, parte affittata, parte personalmente goduta.

Quella affittata, in muratura e circondata da fossa, con ricetto e stalla da cavalli, casa da braccianti, colombaia, mulino e giardino è delimitata dal rio Raganella, dalla piazza con il forno, dalla strada che gira dietro al castello. Dell’altra, confinante e goduta dai proprietari, colpisce che vi sia un giardino detto “vecio”.

Ci è ancora difficile dire quando il nuovo si accosti al vecchio senza sottoporre ad un vaglio più fine la ricerca (ora da orientarsi verso atti notarili o archivi di famiglia) così da riconoscere le ricadute sui beni in Calendasco della gestione di Giovanni Luigi Confalonieri, stimato capitano di Giustizia nel Ducato di Milano (Rabà, 2016) (7), che nel 1558 dichiara di possedere la metà del castello, del rizetto, della stalla che è nel rizetto, e di un orto; ma anche dei coevi e confinanti Cesare e Livio, e dei già richiamati tre fratelli, più giovani di una generazione, Giovanni Battista, Camillo e Pietro Antonio, saltuariamente residenti nel 1579. Ma già ad un primo esame questa prima serie di documenti dipinge, se pure a parole, un quadro dell’abitato molto colorito e databile tra 1557 e 1579 (8).

Vi ricompaiono nomi e qualifiche. Per ciò che più ci riguarda, con riferimento alla sola soglia indicata, consente di adottare alcuni termini. Esistevano allora la ‘piazza’ del castello e quella del forno, un giardino “vecio” e uno “novo” con alberi da frutto e salici prossimo al rio Raganella, una “stratta che va dietro al castello”, un mulino (10), le colombaie, una “hostaria”, il torchio e le due strutture più attese: la stalla da cavalli e il “rizetto” più volte evocato (Artocchini, 1983; Bianchi, 2019).



Fig. 10- Calendasco. Veduta aerea attuale del castello (ortofoto tratta da: Immagini©2022 CNES/Airbus, Maxar Technologies, Dati cartografici ©2022 e successiva rielaborazione di Michela Marisa Grisoni)



Fig. 11- Sopraelevazione del fronte del castello rivolto verso il 'rustico' (Badan, 2021)

## 2.2. Le 'parole' del castello di Calendasco

La scelta dei materiali da costruzione per questo complesso fortificato, come vale in generale per molti nell'area padana, è strettamente legata a ragioni di migliore organizzazione del cantiere: la collocazione geografica in pianura, con la conseguente difficoltà di reperimento di materiale lapideo per uso edificatorio, compensata dalla presenza di fiumi e terreni argillosi che facilitano l'approvvigionamento di argilla ed acqua, è tra i principali fattori che hanno portato all'impiego esclusivo del laterizio anche nel caso della 'scuderia' e del castello di Calendasco.

Dal lavoro di osservazione e ricerca in corso relativamente ai caratteri costruttivi, ai materiali e al rilievo stratigrafico emerge che, pur nell'apparente uniformità di materia, attraverso lo studio dimensionale e cromatico degli elementi e dei tipi di malta utilizzati per i giunti e la registrazione delle diverse modalità di messa

in opera dei laterizi, è possibile disvelare una complessa dinamica costruttiva, di modificazioni e riparazioni. Anche a testimonianza della cultura costruttiva delle maestranze coinvolte nei cantieri, la maggior parte delle unità stratigrafiche murarie riconosciute in ogni caso presenta una apparecchiatura tendente alla regolarità del tessuto, con elementi di testa e di fascia in corsi sovrapposti alternati, riconoscibile come concatenamento 'alla gotica'; le irregolarità rilevate nella tessitura sono nella maggior parte dei casi riconducibili ad azioni di riparazione o puntuale modificazione.

Un inedito dato, esito dell'indagine diretta, è la cognizione che la 'scuderia', a dispetto di un'apparenza in una certa misura unitaria, sia in realtà costituita da due corpi di fabbrica distinti edificati in due differenti momenti temporali; e che la costruzione del secondo volume (nominato 'ambito B') abbia incluso la sopraelevazione del primo nucleo ('ambito A') come riparazione di un crollo: tale dunque è la motivazione della continuità della connotante decorazione "a dente di sega" lungo l'intera estensione del prospetto nord-est.

Uno dei caratteri qui riconosciuti, e ricorrenti nelle strutture fortificate emiliano-romagnole, è inoltre il muro a scarpa che determina l'attacco a terra dei fronti nord-ovest e nord-est del 'rustico' realizzato con tecnica costruttiva affine a quella impiegata per le sovrastanti murature in elevato. Esso appare eminentemente motivato da esigenze di sostegno e consolidamento del terrapieno più che di carattere difensivo.

Sembra testimoniarlo anche il buon ammorsamento del paramento esterno, che lo differenzia dalle scarpe difensive rinascimentali, nelle quali la camicia esterna è costituita da più file di mattoni incastrati tra di loro e con ammorsamento sempre meno solidale procedendo verso l'esterno, proprio allo scopo di dissipare al massimo l'effetto dell'impatto del proiettile da cannone.

Carattere frequente in molti castelli emiliani è anche il cordone che segna il raccordo tra la scarpa e il sovrastante muro verticale, costituito da elementi in cotto con superficie esterna convessa, distinguibili tuttavia per le diverse dimensioni che assumono nei due ambiti individuati (maggiori nell'ambito B).

Le tre feritoie da archibugio sulla facciata nord-est, elementi di un apparato difensivo 'castellano' disposti al primo e secondo livello in collocazioni

non riconducibili a evidenti criteri di simmetria, pur nella complessità della lettura dovuta alle rifugature, paiono presentare al proprio intorno dei bordi di discontinuità evidenziati da una maggiore dimensione del giunto verticale e dall'uso di elementi di raccordo, a possibile giustificazione dell'ipotesi che tali fori siano stati ricavati in rottura della muratura.

La citata analogia tra il “motivo decorativo a dente di sega” sul prospetto nord-orientale della ‘scuderia’ e quello sulla vicina ala del fortilizio, rivolta verso sud-est, trova riscontro nella preliminare osservazione degli elementi costituenti le relative murature nei due corpi di fabbrica che appaiono tra loro coerenti per cromia e dimensione; la conferma consentirebbe di mettere in relazione il cantiere per la realizzazione dell’ambito B e per la sopraelevazione dell’ambito A del ‘rustico’, con quello di sopraelevazione del fronte castellano.

### 3. Un presidio accogliente: attraversare il castello e la storia

Nel 1900 Calendasco non è più Confalonieri; ma il castello resta proprietà divisa (passato in eredità o alienato) e mantiene ancora i suoi tre ponti. Il settore S-O, attualmente di proprietà pubblica, ha ancora il secondo accesso verso la nuova strada. Se mai vi fu un borgo centrico e connesso tramite ponti mobili al suo intorno, si sta però scombinando cedendo diritti e servitù di passo. Mutati completamente i rapporti economici e sociali la proprietà si frammenta. Resiste qualche villa, testimone di un risiedere nella campagna che sta pure entrando in crisi.

Scompare la parola ‘castello’, probabilmente rimaneggiato per interpretare, lui stesso, il modello della villa suburbana se già Giovanni Luigi Confalonieri descriveva il suo terreno come un giardino sopraelevato con alberi da frutto e salici lungo la Raganella.

Nel Novecento però subentrano cambi d'uso: la destinazione agricola (ovvia per la scuderia), manifatturiera (comoda ad un bottonificio allestito nel salone del piano terra), socioeducativa (utile ad un asilo aperto al piano terra). Evidenti oggi le conseguenti, irreversibili modifiche: di assetti distributivi e aperture, di coperture e superfici, di finiture e impianti. Non solo ma nuove costruzioni o proprietà pressano e ingombrano il fossato.

Il castello perde così uno dei suoi accessi e il suo circuito. Occasione mancata ma non del

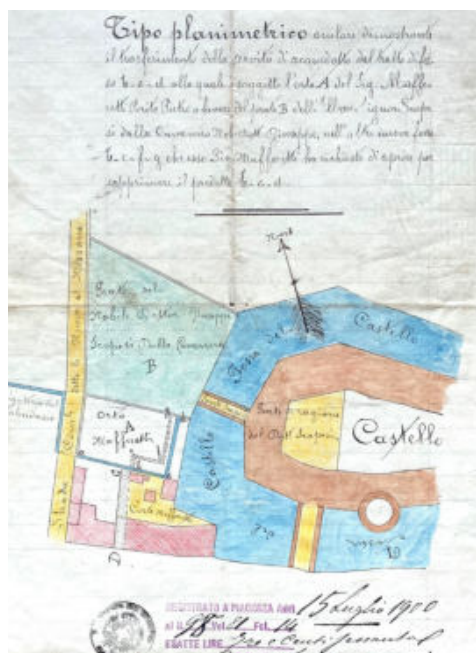


Fig. 12- Atto di cessione di diritti e servitù a ridossi del castello (Archivio del Comune di Calendasco, Fondo Scopesi)

tutto sfuggita. Oggi innesca una riflessione sull’opportunità di ricucire il castello al suo intorno; magari salvaguardando i diritti acquisiti e ‘sorvolando’ con collegamenti aerei ciò che ora è di altri o ha assunto, come il ponte crollato, un’importanza quasi archeologica e dunque è bene non toccare.

### 4. Conclusioni

Attualmente, le cosiddette scuderie del castello, oggetto di un progetto di riuso si predispongono ad ‘accogliere’. Assicurare una pervasiva rilettura, storicamente fondata, dell’architettura ma anche del territorio, si crede essenziale per comprendere similitudine e varietà, origini e modifiche del costruito così da rispettarne il palinsesto: anche se imperfetto e lacunoso in realtà e più ricco di un ‘prodotto’ tendente a modelli, anche di consumo, ideali. L’indagine storica, il rilievo diretto del costruito si affrontano per cogliere intrecci di epoche e fatti diversi compresenti nella contemporaneità. Riordinare sequenze di dati e date è utile a questo. Così come per il restauro dell’architettura quindi anche la rievocazione della via francigena, se pure di rilievo, non è che uno degli itinerari possibili



Fig. 13- Primi studi degli accessi, dei collegamenti e degli attraversamenti. (ortofoto tratta da: Immagini©2022 CNES/Airbus, Maxar Technologies, Dati cartografici ©2022 e successiva rielaborazione di Michela Marisa Grisoni)

per riattivare un territorio denso di percorsi. Non servono eccessi di sovrascritture o segnaletiche per esplorarlo.

Andar per castelli è invito a stimolare i viandanti - chiunque essi siano - a scoprire le costellazioni di itinerari culturali, di patrimoni storici, materiali e immateriali, che strutturano il territorio e si dipartono dalla via Francigena. Obbligarli ad ‘inciampare’, costringerli ad una pausa di lettura.

## Note

(1) Studio in corso e parte della convenzione tra il Politecnico di Milano, Dipartimento di

## Bibliografia

- Agazzari, G. & Villa, F. A. (1862) *Chronica civitatis Placentiae*. Parma, Petri Fiaccadori.
- Andreozzi, D. (1997) *Piacenza. 1402-1545. Ipotesi di ricerca*. Piacenza, Tip. Le. Co.
- Artocchini, C., Maggi, S. (1967) *I castelli del Piacentino*. Piacenza, Utep.
- Bianchi, F. (2019) *Calendasco. Evoluzione di un territorio nell'architettura*. Piacenza, Tip. Le.Co.
- Boselli, V. (1792-1805) *Delle storie piacentine, XII libri*. Piacenza, Reale Stamperia Salvoni.
- Cremonini, C. (2003) *Teatro genealogico delle famiglie nobili milanesi. Manoscritti 11500 e 11501 della Biblioteca Nacional di Madrid*. Mogliano Veneto, Arcari editore.
- De Berti, M. & Parisi, D. (2018) *Quattuor fluminum finium vita atque rerum memoria. Vita e storia del territorio dei quattro fiumi. Po, Lambro, Tidone e Trebbia. I pellegrinaggi attraverso il guado del Po*. Piacenza, Officina foto grafica di Piacenza.
- Degni, P. (2006) Italy, XL, Piacenza V. In: Cavallo, G. & Nicolaj, G. (eds), *Chartae Latinae Antiquiores, Facsimile Edition of the Latin Charters, Ninth Century*. Dietikon-Zurigo, Urs Graf Verlag, p. LXVIII.
- Giarelli, F. (1889) *Storia di Piacenza. Dalle origini ai nostri giorni*. Vol. 1. Piacenza, Vincenzo Porta libraio editore.
- Grisoni, M. M. (2021) Una pluralità di percorsi' per paesaggi e architetture 'smarrite'. In: Bellanca, C. & Antonini Lanari, C. *Atti del convegno Re-Usò 2021. Roma capitale d'Italia 150 anni dopo*. Vol. II. Roma Artemide, pp. 675-686.

Architettura e Studi Urbani e il comune di Calendasco per la valorizzazione del patrimonio comunale vincolato o di possibile interesse.

(2) Una semplice deduzione in ragione dei ruoli primari assegnati ai Pallastrelli in questo secolo. Risale già al 1371 il loro legame con Sariano, tra le più antiche proprietà ascrittegli; al 1513 l'acquisto del feudo di Celleri (ASPc, *Famiglie, Pallastrelli*, b. 20, fasc. 1).

Tutto ancora da accertare il loro legame con Calendasco.

(3) Il collegamento unisce Genova ad Aquileia.

(4) Fu pensata per collegare Roma ad Arles passando per la Gallia meridionale. Nel tratto *Placentia-Dertona* ricalca la *via Postumia*.

(5) ASMi, Sforzesco, c. 1601.

(6) Si tratta di Giovanni Battista, Camillo e Pietro Antonio, in ASPc, *Estimi farnesiani*, b. 28.

(7) L'autore trae e trascrive il sollievo confidato nel 1555 dal Governatore di Pavia, Giovanni Battista Gallarati, per l'arrivo delle due compagnie di Confalonieri "le quali sono di molta bella gente", ASMi, Carteggio, c. 197

(8) Una seconda serie, attualmente in corso di studio, riguarda il 1647.

(9) Di Livio Confalonieri ma in affitto a terzi, in ASPc, *Estimi farnesiani*, b. 28.

## Contributi degli autori

Michela M. Grisoni è autore di introduzione, paragrafo 2.1 e relativa premessa, paragrafo 3 e conclusioni; Nicola Badan e Davide Zanon del paragrafo 2.2.

- Grisoni, M. M., Badan, N. & Zanon, D. (in corso di stampa) Gestire la complessità che è nei dettagli. Studi per il progetto delle 'scuderie' del castello di Calendasco. In: *Conference proceedings Xth ReUSO Edition Documentation, Restoration and Reuse of Heritage, Porto, Portugal 2-4 November 2022*.
- Maglio, L. & Taddei, D. (2018) *Le parole del castello. Nomenclatura castellana*. Roma, Giannini editore
- Musina G. (2012) *Le campagne di Piacenza tra VII e IX secolo, insediamenti e comunità*. [Tesi di dottorato di ricerca in storia medievale]. Bologna, Alma Mater studiorum Università di Bologna.
- Nasalli Rocca, E. (1961) *Problemi storici e architettonici dei castelli piacentini*. Piacenza, Biblioteca dell'Archivio di Stato.
- Perogalli, C. (1972) *Castelli e rocche di Emilia e Romagna*. Milano, Gorlich.
- Poggiali, C. (1760) *Memorie storiche della città di Piacenza*. Tomo VIII. Piacenza, Filippo G. Giacomazzi.
- Rabà, M.M. (2016) *Potere e poteri. "Stati", "privati" e comunità nel conflitto per l'egemonia in Italia settentrionale (1536-1558)*. Milano, Franco Angeli.
- Racine, P. (1997) Il vescovo di Piacenza signore della città (997), *Archivio storico per le province parmensi*, XLIX, 257-276.



## Le mura invisibili

Massimo Malagugini<sup>a</sup>, Stefano Saj<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Università degli Studi di Genova, Italia, massimo.malagugini@unige.it, <sup>b</sup> Centro Studi Sotterranei, Genova, Italia, rivista Opera Ipogea, Journal of Speleology in Artificial Cavities, Società Speleologica Italiana, Bologna, Italia, studiosaj@aruba.it

### Abstract

The Genoese city wall, with its more than 20 kilometres of linear development, is the most extensive system of urban fortifications and the second largest if we also consider the Great Wall of China, which stretches over eight thousand kilometres and crosses different cities and nations. This extension could easily exceed 30 kilometres if one considered all the sections related to the seven walls that were erected to defend the city at particular moments in its history. Subsequent extensions of the defensive rings followed the natural expansion of the city mainly northwards and westwards, until the construction of the so-called *Mura Nuove* which, in the first half of the 17<sup>th</sup> century, clearly delineated the limits of the city. They followed the natural conformation of the two major ridges that descend from Monte Peralto down to the sea. Thus, sections of walls built in different periods were added and integrated, leading to a true ‘stratification’ of defensive structures that today, in some parts, are hidden by later urban developments.

Thanks to the work started over thirty years ago by a group of Genoese speleologists, it has been possible to ‘rediscover’ some sections of the ancient fortifications that lie, forgotten, underground in the contemporary city. These are curtain walls that were buried as a result of the great 19<sup>th</sup> century works; elements that are now inadequate for the city’s renewed defensive needs; true ‘invisible walls’ that, for the moment, only show themselves to the eyes of the speleologists who descend into the hidden belly of the city.

The survey, study and systematisation of this hidden heritage, as well as its guided enjoyment, can become an important driving force for the development and dissemination of knowledge of the underground part of this city that already holds the *Strade Nuove* and the *Sistema dei Palazzi dei Rolli* as Unesco heritage sites.

**Keywords:** fortifications, enhancement, communication, speleology.

### 1. Introduzione

Genova, nei suoi 2.500 anni di storia (gli storici ipotizzano che un piccolo nucleo del popolo dei Ligures si assestò dal VI sec. a.C. sulla collina di Castello), si è dotata di svariate cinte murarie difensive: per la precisione sette. Si è passati dai 22 ettari di superficie protetta della seconda cinta muraria, anche nota come le ‘Mura Carolinge’, - del primo manufatto militare non conosciamo una esatta datazione né il suo preciso tracciato - ai circa 900 ettari della settima cinta, chiamata le ‘Nuove Mura’.

La ‘Speleologia Urbana’, grazie all’attività scientifica del Centro Studi Sotterranei - Genova,

ha ricercato, individuato ed esplorato cospicue tracce ancora integre di tali manufatti difensivi nel sottosuolo cittadino. Questi ritrovamenti sotterranei, insieme a centinaia di altre opere e siti ipogei, dovranno confluire in uno strumento conoscitivo informatizzato fruibile da vari soggetti (Amministrazioni, Public Utilities, professionisti ed imprese): la mappa del Sottosuolo.

### 2. Una fortificazione naturale

Ogni cartografia storica mostra sempre una città affacciata sul mare, protetta dalle colline retrostanti e dotata di un porto naturale che la avvolge da



Levante a Ponente. Nel 1358 sono le parole di Francesco Petrarca a porre in evidenza questa immagine: “Vedrai una città regale, addossata ad una collina alpestre, superba per uomini e per mura, il cui solo aspetto la indica signora del mare” (1). Da quel momento Genova sarà nota come la ‘Superba’ e le sue mura diventeranno sempre più determinanti e connotative della Città stessa.

Naturalmente tutte le successive cartografie seicentesche raffigurano la città ormai ampliata oltre le più antiche cinte murarie, ma ancora compresa entro le ‘Mura Nuove’, che si estendono per oltre 20 chilometri e sono il più vasto sistema di fortificazioni urbane nonché il secondo in assoluto se si considera anche la ‘Grande Muraglia Cinese’ che si sviluppa per oltre ottomila chilometri attraversando, però, città e nazioni diverse (Malagugini, 2018).

La nuova cinta, realizzata fra il 1626 e il 1639 in seguito alle ripetute minacce di invasione da parte dei Savoia e di Luigi XIII di Francia, ha la particolarità di non seguire l’orditura del tessuto urbano e di andare ben al di là del costruito seguendo, senza nessuna interruzione, i due crinali principali che dal Monte Peralto, a 512 m. s.l.m. in corrispondenza di ‘Forte Sperone’, scendono verso la Foce del Bisagno a Levante e fino al promontorio della Lanterna a Ponente.

L’effetto visivo indotto da queste mura è straordinario: una cortina muraria dotata di un fronte esterno scarpato e articolata con una sequenza di bastioni, avamposti e forti che sembra sottolineare la naturale conformazione del territorio dominando le due vallate sottostanti e offrendo una visione unitaria dell’intera Città. Non a caso, nel 1844, Charles Dickens, in occasione

del suo soggiorno genovese scrive 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).

È questo l’ultimo anello di una serie di sette cinte che si sono succedute a partire dall’epoca romana (2). I documenti fanno risalire, invece, la costruzione della ‘seconda cinta’ fra la metà dell’800 e il 935 d.C., anno in cui la Città subì un violento saccheggio da parte dei Saraceni. Il tracciato ricalcava in parte quello preesistente nella zona di Castello, ma si spingeva fino al piano di Sant’Andrea, scendeva fino a S. Lorenzo per poi terminare presso il dirupo di Sarzano.

È però la ‘terza cinta’ a connotare fortemente la città: fu realizzata nel giro di pochissimi anni (dal 1155 al 1159) per far fronte alle incursioni di Federico Barbarossa determinato a ridurre all’obbedienza i Comuni che si arrogavano l’indipendenza dal potere imperiale. Il tracciato si estendeva 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.

Partendo da Porta Soprana (uno dei tre varchi principali) nei pressi del Colle di Sant’Andrea, la cinta, si sviluppava verso il mare percorrendo la Via del Colle (in un tratto che è ancora esistente e percorribile) e includendo la chiesa di S. Salvatore in Sarzano, mentre nella direzione opposta si sviluppava verso le colline di Piccapietra dove era posizionata la Porta Aurea, (andata distrutta solo nella metà del Novecento) e Luccoli, per poi scendere alle Fontane Marose e proseguire fino a Portello. Da qui saliva fino al Castelletto – posto sul colle naturale che da sempre domina la Città – per poi scendere nuovamente lungo la zona del Carmine e giungere alla costa in corrispondenza di Via del Campo. Qui si trova una porta analoga a quella di Sant’Andrea, che rappresentava il varco di accesso di Ponente ed era posta ad una quota inferiore rispetto agli altri ingressi. Per questo motivo tale porta è anche nota come Porta Sottana. Le opere antropiche non riguardavano, invece, la base del colle di Sarzano, in quanto questo si ergeva già a strapiombo sul mare creando una barriera naturale. I tre varchi principali e monumentali erano dotati di un impianto con lo



Fig. 1 - Elaborazione della carta del Porro (1835) con il tracciato delle mura nuove (elaborazione grafica di Massimo Malagugini)

stesso schema: due torri merlate con pianta a ferro di cavallo unite da un grande arco a sesto acuto.

Per tutto il XII e XIII secolo la continua crescita economica genovese induce una notevole espansione urbana e la città, dal 1276, racchiude entro le mura anche la penisola del Molo mediante quella che è conosciuta come la 'quarta cinta' che si poneva come obiettivo una maggiore protezione sul fronte a mare.

A partire dal 1320 prende il via un ampliamento delle mura con l'obiettivo di includere quei borghi che nel frattempo erano sorti al di fuori di esse. Sono queste le prime opere della 'quinta cinta' che si andava ad innestare sulle mura preesistenti. In questa occasione si innalzano anche una fortificazione in porto e un muro di cinta provvisto di fossato intorno alla Lanterna. Sono queste mura, così strutturate e articolate a ridosso della complessa orografia genovese a far guadagnare alla Città l'appellativo di 'Superba' attribuitole dal Petrarca.

Durante tutto il XV secolo la città si sviluppa a livello urbanistico: sorgono nuovi edifici, vengono aggiornati ed elevati quelli già esistenti, ma non si attuano ulteriori modifiche alla cinta muraria, la cui parte più antica, e quindi più interna, viene in molti punti inglobata dalle case o demolita. La cinta più esterna, invece, viene rafforzata con l'introduzione di nuove strutture militari, come il Castelletto o come gli avamposti distaccati nei pressi della Lanterna, al Peralto, e al Castellaccio.

Nel XVI secolo, nel pieno del suo splendore, la città è ancora dotata di mura vecchie di due secoli e decisamente inadatte a proteggere da attacchi sferrati con le nuove tecnologie di guerra, al punto che, nel 1507, bastò poco a Luigi XII per piegare la città sotto l'avanzata del suo esercito. Quando finalmente i Genovesi riuscirono a liberarsi dalla dominazione francese e, sotto la guida di Andrea Doria, strinsero alleanza con la Spagna, si impose l'assoluta necessità di aggiornare l'apparato difensivo per la salvaguardia dalle minacce francesi.

Nel 1536 venne allora incaricato il noto architetto militare Giovanni Maria Olgiati, di redigere il progetto per l'erezione di nuove mura che prevedesse un sistema di difesa moderno ed adeguato. Il progetto coinvolse anche Antonio da Sangallo, e propose una cinta muraria concepita secondo i nuovi principi dell'architettura militare basati sull'elemento del bastione fortificato.

La nuova cinta (la 'sesta') si estendeva per oltre 9 km ed era provvista di 19 bastioni e 25 guardiole. Il percorso ricalcava in gran parte quello trecentesco ma era concepito in modo completamente diverso sotto il profilo progettuale. I nuovi tratti di mura scarpate 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. È in questo contesto che, pochi anni dopo, si realizza la monumentale Porta del Molo disegnata da Galeazzo Alessi, posta a coronamento del tratto di mura che proteggeva il molo vecchio.

Il Seicento è il secolo in cui si manifestano con forza i contrasti con i Savoia e con i Francesi che nutrivano mire espansionistiche sui territori controllati dalla Repubblica di Genova. Nel 1625 la disposizione di forze franco-piemontesi contribuì ad accrescere il fondato presentimento di un imminente attacco; questo spinse i Genovesi a prendere provvedimenti d'urgenza per la difesa della città. Venne allora istituita una commissione per redigere il progetto per la realizzazione di una cortina fortificata, unica nel suo genere, estesa da S.Benigno al Bisagno, che passasse lungo la linea di cresta dei rilievi montuosi che formavano la conca entro cui stava il centro urbano. I lavori per la nuova cinta coinvolsero una grande quantità di ingegneri militari e architetti sotto la direzione generale di Bartolomeo Bianco e Bastiano Ponsello. Il progetto prevedeva mura che si estendessero per ben 20 chilometri la cui realizzazione impose la sospensione di tutti i lavori pubblici e privati. Le due porte principali erano Porta Pila, che immetteva sulla piana del Bisagno, e Porta della Lanterna, che si apriva sul Ponente, verso Sampierdarena; oltre a queste c'era una serie di porte minori (sei portelli) in punti strategici. All'inizio del 1633 la colossale cerchia muraria – che contava 48 bastioni e 137 guardiole - era compiuta e faceva di Genova una delle città meglio fortificate d'Europa, la cui vista suscitava profonda ammirazione nei visitatori che giungevano dal mare (Dellepiane, 1984). Nove anni dopo, nel 1642, verrà eretta la monumentale Porta Pila, principale varco di accesso alla città provenendo da Levante. È questo l'ultimo passo della realizzazione di quella che ad oggi risulta essere la cinta muraria urbana più estesa.

L'edificazione di ogni cinta ha sempre sfruttato al meglio la complessa orografia del territorio,

confermando l'abilità dei Genovesi nel riuscire a trarre ogni beneficio dalle particolari condizioni ambientali del luogo. Le mura genovesi appaiono come se fossero state disegnate dal territorio stesso; un territorio che, se da una parte ha offerto una facile e naturale protezione ai loro abitanti, dall'altra ha sempre mostrato ogni sua avversità.

### 2.1. Strati di mura

La sequenza delle sette cinte murarie descrive una complessa stratificazione delle strutture urbane fortificate. I continui interventi di ampliamento e miglioramento hanno lasciato in eredità un patrimonio assai vasto e complesso in cui in alcuni casi risulta difficile distinguere con esattezza i differenti tracciati. Al di là della schematica ripartizione in 'sette cinte' (dalla Romana alle Nuove Mura) sono molteplici i tratti di mura comuni a successivi tracciati fortificati. Si ha, cioè, una sorta di stratificazione "orizzontale", in cui da ogni tracciato viene avviato quello successivo mantenendo inalterate alcune parti e modificandone altre. Si può anche rilevare una stratificazione 'verticale', di molto più difficile lettura, secondo la quale, in alcuni tratti, si sovrappongono parti di cinte differenti. Oltre a questo, le trasformazioni ottocentesche hanno talvolta nascosto interi tratti di mura, sostituendoli con strutture che con essi si integrassero e, formalmente, apparissero ancora come tali. È quanto accade, per esempio nella circonvallazione a mare, strada concepita sul finire dell'Ottocento per consentire una diretta comunicazione fra l'area del porto e la zona della Foce (Luccardini, 2018). Lungo questo tratto, fino al secolo precedente, il territorio urbano lambiva direttamente il mare con scogliere, dirupi e brevi tratti di mura. In corrispondenza della Marina - a difesa di quello che sembrerebbe essere stato il più antico approdo dei Liguri - le mura seguivano l'andamento dell'insenatura per poi spingersi fino alla penisola del Molo. Il nuovo tracciato stradale, disposto più a mare, cancellava completamente alcuni tratti di mura e ridisegnava la linea di costa. La particolarità è che i nuovi muraglioni furono concepiti con una tessitura non troppo diversa da quella degli originari tratti fortificati e adottando alcune scelte formali che li evocavano. Il risultato è che, a un occhio non attento possono apparire in tutto e per tutto come una ulteriore cinta fortificata disposta più a mare e con tratti più rettilinei.

Una situazione ancor più equivocabile si ha nei pressi dell'Acquasola dove, con le mura

cinquecentesche, era stato realizzato l'omonimo bastione che risultava poco distante dalle porte dell'Olivella e dell'Arco. Con la realizzazione delle Fronti Basse dell'ultima cerchia si trovò in posizione decisamente arretrata rispetto al fronte sul Bisagno. Quando, nel primo quarto dell'800, presero il via le grandi opere urbanistiche, si pensò per quell'area a una grande promenade alla francese che collegasse la Porta dell'Arco al bastione di Santa Caterina, parte integrante della cinta difensiva cinquecentesca, su cui sorgeva la Villa di Gian Carlo Di Negro con il relativo orto botanico. La villa e il suo parco - nel frattempo acquisiti dal Comune - avrebbero rappresentato l'ideale terminazione della passeggiata pensile realizzata per superare la depressione fra il colle di Luccoli e quello dell'Acquasola. Il progetto concepito dal Barabino, intorno al 1825, prevedeva il riempimento dell'area nei pressi del bastione dell'Acquasola e la realizzazione di un lungo tratto di muro rettilineo di contenimento dotato di due elementi d'angolo di forma cilindrica.

L'accesso alla promenade avveniva direttamente in quota nei pressi dell'Acquasola, mentre era consentito da due grandiose scalinate nella parte sopraelevata compresa fra i due bastioni e piantumata come un giardino pensile. La particolarità di questo intervento è che le cortine murarie progettate dal Barabino appaiono del tutto simili alle originarie mura militari: hanno analoga tessitura e presentano una scarpa fino alla linea di imposta del parapetto che è segnata con un cordolo aggettante in laterizio di sezione torica (come accade nelle precedenti fortificazioni militari). Per realizzare questo imponente intervento venne sacrificato quel tratto di mura cinquecentesche che furono inglobate nel terrapieno. Sorte analoga toccò anche al bastione dell'Acquasola che certamente perse il suo parapetto e, dopo 3 secoli si trovò completamente interrato al di sotto della nuova 'spianata'.

Poco distante, sul finire dell'800, in vista dell'apertura del nuovo asse stradale di via XX Settembre, si realizzò un grandioso ponte dove sorgeva la storica porta dell'Arco. La struttura, concepita dall'ingegner Gamba, si componeva di un'unica grande arcata in mattoni che sarebbe stata rivestita da un paramento in marmo, opera dell'architetto Riccardo Haupt, dotato di tre fornici. Il ponte costituiva la naturale prosecuzione del nuovo asse stradale che univa il bastione del Prato alla porta dell'Arco rettificando l'originario percorso delle mura. Anche in questo

caso, l'immagine che si percepisce è quella di una cortina muraria fortificata in cui risulta difficile distinguere i tratti e gli elementi antichi, dagli interventi ottocenteschi. In particolare, nei pressi del bastione del Prato (che è ancora oggi ben visibile), in un tratto di muro di nuova costruzione, venne ricollocata la Porta dell'Arco che nel frattempo era stata rimossa dalla sua originaria posizione, contribuendo ulteriormente a confondere la lettura degli originari tracciati.

La continua commistione fra gli antichi manufatti militari e le nuove murature ottocentesche ha disegnato, sul finire del XIX secolo un'immagine nuova della città, stravolta però in quella antica logica difensiva che aveva dettato il suo sviluppo nel corso di quasi mille anni.

## 2.2. Analisi cartografica e studio sul luogo

Per meglio comprendere le complesse stratificazioni che nel corso dei secoli hanno interessato il sistema fortificato genovese è di grande aiuto la lettura congiunta delle differenti cartografie realizzate fino ai nostri giorni. L'assetto della città all'alba dei primi grandi interventi urbanistici è chiaramente descritto dalla preziosa cartografia redatta intorno al 1835 dal Maggiore del Genio Militare del Regno di Sardegna Ignazio Porro. La carta risulta particolarmente innovativa anche per le scelte grafiche adottate nella restituzione: è infatti uno dei primi casi in cui le tecniche della luce radente e dello sfumino lasciano il campo al tracciamento delle isoipse. Oltre a questo, le operazioni di rilievo, condotte con strumenti ottici, hanno consentito la redazione di un'ottantina di tavole in scala 1:2000 che rappresentano l'intero territorio genovese e si spingono anche oltre la cinta seicentesca. Tale cinta è sempre stata un punto di riferimento



Fig. 2 - La circonvallazione a mare, disposta ai piedi delle mura del '500. (Cartolina, inizio '900)

per l'intero sistema fortificato della penisola e per questo è stata oggetto - insieme all'intera città - di questo rilievo topografico (Fara, 1986) la cui accuratezza consente oggi una perfetta sovrapposizione con la cartografia attuale, fino a visualizzare con chiarezza l'evoluzione della città nel corso dell'ultimo secolo.

Questa cartografia è stata di supporto anche all'architetto Barbieri per la stesura della *Forma Jenuae* e a tutti gli studi successivi che hanno portato ad una attenta conoscenza della città e del suo sistema di fortificazioni. Anche il confronto con le documentazioni archivistiche e i progetti conservati delle grandi opere ottocentesche forniscono un grande contributo alla lettura di queste stratificazioni, come dimostrato dal lavoro condotto negli anni '80 da Poleggi e Grossi Bianchi. Di fondamentale importanza sono anche i progetti redatti dal Barabino che, nei primi decenni dell'800 ipotizzano nuovi assi stradali. In particolare, il progetto per il nuovo parco dell'Acquasola mostra la sovrapposizione del nuovo terrapieno con il bastione cinquecentesco, consentendo di localizzarlo nonostante sia ormai sepolto sotto il riempimento della promenade.

## 3. Calarsi nella storia

La presenza di stratificazioni storiche così complesse e in parte ancora da scoprire ha spinto il Centro Studi Sotterranei (CSS), fin dal suo nascere oltre trent'anni fa, ad interessarsi a quanto ancora permane celato nel sottosuolo della Città. Il Centro, infatti, ha per scopo lo studio, l'esplorazione, la rilevazione, la documentazione, la divulgazione, la valorizzazione e la salvaguardia delle grotte e degli ambienti artificiali giacenti nel sottosuolo, con particolare attenzione a quelli che presentano elevato interesse storico,

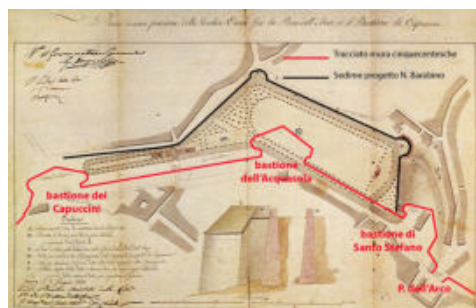


Fig. 3 - Progetto del parco dell'Acquasola con in evidenza i bastioni delle mura cinquecentesche. (Genova, Archivio del comune, f. 1126)

scientifico, culturale, paesistico-ambientale. Il CSS è costituito da un'equipe interdisciplinare di esperti in varie branche - speleologia delle cavità artificiali, urbanistica del sottosuolo, archeologia, architettura, geologia, storia, ingegneria, scienze naturali, ecc. - e tecnici con competenze speleologiche, alpinistiche, subacquee ed opera a livello locale, nazionale ed internazionale, collaborando in sinergia con le Pubbliche Amministrazioni, le Università, le Soprintendenze, gli Enti di ricerca ed Istituzioni a carattere nazionale e sovranazionale (CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche, ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, UIS - *Union Internationale de Spéléologie*, ecc.), i Ministeri, le Fondazioni e le Organizzazioni (UNESCO - *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, SSI - Società Speleologica Italiana, CAI - Club Alpino Italiano, ecc.). Dal 2000, il CSS ha in essere una specifica convenzione con il Comune di Genova che lo autorizza ad operare nel sottosuolo della Città. Le più ricorrenti attività del CSS consistono proprio nell'esplorazione delle cavità presenti al di sotto del contesto cittadino, generalmente accessibili attraverso piccoli e insospettabili varchi. Il sottosuolo del capoluogo ligure, come peraltro quello di molte altre città italiane, è assai ricco di testimonianze architettoniche sia di un passato antico - quali ad esempio gli storici condotti idraulici, i sistemi di accumulo dell'acqua potabile (le cisterne), ecc. - sia di un passato più recente, quali ad esempio i bunker della Seconda Guerra Mondiale, i rifugi antiaerei, ecc.. Ogni attività esplorativa ha inizio letteralmente 'calandosi' nel ventre della Città -



Fig. 4 - I grandi spazi all'interno del Ponte Monumentale. È visibile la scarpa delle vecchie mura (foto di G. Barranco, Archivio Centro Documentazione CSS)

generalmente attraverso tombini presenti in strade marciapiedi - per andare alla riscoperta di quanto giace dimenticato da secoli o decenni, diversi metri più al di sotto della superficie. Queste attività mirano anche ad individuare un sistema di strutture potenzialmente accessibili ai visitatori, sotto la guida degli esperti del CSS, per condurli alla scoperta della storia urbana e dei misteri nascosti nel sottosuolo. Naturalmente non tutte le cavità scoperte hanno caratteristiche tali da poter essere aperte al pubblico, seppure sotto la guida di specialisti, per cui in questi casi il lavoro si limita alla documentazione mediante rilievi strumentali e fotografici di quanto scoperto, nell'intento di fornire fondamentali contributi nella conoscenza dei processi evolutivi della Città.

Da un chiusino posto in Corso Andrea Podestà si è riusciti ad esplorare le cavità del Ponte Monumentale fino a conoscerne, in ogni dettaglio, la struttura concepita dall'ingegnere Gamba nel 1895 e celata fin dai primissimi anni del '900 da un monumentale rivestimento scenografico in pietra, dotato di tre fionchi che tradiscono completamente l'arcata unica in laterizio, vero elemento portante del ponte. Nel corso di queste esplorazioni è stata anche rivenuta un'intera porzione dell'antico baluardo cinquecentesco che cingeva sul lato meridionale la Porta dell'Arco. Nonostante le difficoltà di accesso, negli ultimi anni, si è riusciti a consentire visite guidate, del tipo realmente esperienziale, che hanno la finalità di illustrare agli astanti la vera struttura del ponte e di divulgare la conoscenza delle opere militari che si trovavano nei pressi e che, come in questo caso, sono ancora conservate e visibili. Le iniziative, che stanno avendo una ottima risposta da parte del pubblico, rappresentano un mezzo fondamentale per far meglio conoscere ai turisti ed ai genovesi la complessa storia della Città e del suo sviluppo urbanistico, da sempre fortemente correlato alle strategie difensive militari.

### 3.1. Una scoperta inattesa

Nonostante fosse noto che l'architetto Carlo Barabino per realizzare nel 1825 la Spianata dell'Acquasola, avesse fatto interrare e parzialmente demolire l'antico bastione omonimo, nessuno, prima dei fondatori del Centro Studi Sotterranei, nel 1989, pensava di poter trovare al di sotto del parco documentazioni ancora così estese ed integre di quel tratto di mura cinquecentesche. Il bastione, infatti, giace ancora pressoché perfetto sotto al piano di campagna

dell'ampia promenade concepita dal Barabino. La scoperta è stata consentita da una fortunata coincidenza: all'epoca, infatti, un tecnico del comune raccontò agli esploratori del CSS di aver trovato, in fondo ad uno scarico di acque reflue di viale IV Novembre, una piuma dei cigni allora presenti nel vicino laghetto dell'Acquasola. Questa notizia fece ipotizzare l'esistenza di un collegamento sotterraneo fra il condotto fognario e il parco e spinse gli 'speleonauti' (fra i quali l'autore) a calarsi nel sottosuolo, pur senza sapere cosa si sarebbero dovuti aspettare.

Dopo 12 metri di discesa verticale, il gruppo di speleologi trovò uno stretto cunicolo che dopo 300 metri si apriva in uno slargo dove era visibile una breccia su una muratura scarpata. L'esplorazione aveva già dato il primo risultato: il muro scarpato apparteneva al bastione dell'Acquasola. Il fatto ancor più sorprendente fu che oltre quella breccia si sviluppavano le lunghe gallerie interne della fortificazione e si celavano migliaia di resti umani; questa visione lasciò interdetti gli esploratori che, poco oltre, si trovarono a camminare letteralmente su ossa e teschi umani, li giacenti non in connessione anatomica. Poco distante, sotto a un camino di areazione - un tempo collegato con la superficie dell'Acquasola - si presentava una catasta naturale di ossa.

Benché non ci fossero documentazioni scritte, si può presumere che la catasta - il 'totem' come fu subito battezzato - si creò probabilmente in seguito allo svuotamento di carretti carichi dei resti delle vittime della peste del 1657-58 rinvenuti nelle fosse comuni - poste all'esterno delle mura, in una zona che era denominata popolarmente 'de Müggi' (dei mucchi) - durante i lavori di ristrutturazione del parco nel 1825.



Fig. 5- La galleria interna del bastione con i resti umani (foto di G. Barranco, Archivio Centro Documentazione CSS)

Al di là di aver individuato l'antico bastione, si è scoperto un patrimonio che potrebbe essere valorizzato: dimenticate per centinaia di anni, le ossa sono arrivate quasi intatte ai giorni nostri rappresentando una testimonianza unica sia dal punto di vista storico sia da quello scientifico. I resti, infatti, restituiscono in modo puntuale la situazione della popolazione dell'epoca, e offrono la possibilità di avviare studi sotto il profilo medico-antropologico che consentano di valutare lo stato nutrizionale e le caratteristiche genetiche molecolari dei defunti. Oltre a ciò, si potrebbe



Fig. 6- Il 'totem' di ossa umane all'interno delle gallerie del bastione cinquecentesco (foto di M. Traverso, Archivio Centro Documentazione CSS)



Fig. 7- Ipotesi di come potrebbe essere avvenuto il riempimento della galleria con i resti degli appestati. (elaborazione grafica di M. Bertagna, Archivio Centro Documentazione CSS)

agire uno straordinario potenziale turistico culturale. Questa scoperta, tanto inattesa quanto sorprendente, potrebbe essere il primo passo per la realizzazione di una serie di interventi di valorizzazione di quanto ancora permane nel sottosuolo a cominciare dagli ampi tratti di mura ‘invisibili’ che nascondono una storia ancora da studiare della Città.

#### 4. Conclusioni

La possibilità di esplorare e documentare sistematicamente le ‘stratificazioni’ presenti nel sottosuolo potrà consentire di definire una vera e propria mappa del sottosuolo della Città che sia capace di illustrarne i processi evolutivi, ma non solo. Con l’ausilio delle tecnologie digitali si potrà pensare ad un vero e proprio museo – reale e virtuale - che racconti la storia della Città e dei suoi apparati difensivi mostrando la sua evoluzione urbanistica e sociale. Il bastione cinquecentesco rinvenuto è soltanto una delle tante testimonianze ormai invisibili - o magari non ancora visibili - presenti nel sottosuolo di Genova. Da esso si sta pensando di definire un apparato narrativo, multimediale, ma anche reale, che sia capace di

diffondere la conoscenza di questo straordinario patrimonio sotterraneo.

Tutte queste informazioni saranno comunque utili e dovranno convergere nell’acquisizione di dati/informazioni per l’elaborazione di un ‘Underground Masterplan’ cittadino, quale imprescindibile strumento urbanistico per uno sviluppo futuro realmente sostenibile, smart e resiliente delle nostre città storiche.

#### Note

(1) Francesco Petrarca così descrisse l’arrivo a Genova nel 1358, nel suo *Guida al viaggio da Genova alla Terra Santa: Itinerarium Syriacum*.

(2) Nonostante non siano rimasti tratti integri di queste antichissime mura ad eccezione di alcuni blocchi di pietra in alcuni edifici della collina di Castello, la presenza della cinta romana è testimoniata dall’ordine di ricostruzione della Città impartito da Roma nel 205 a.C.

#### Contributi degli autori

L’autore del paragrafo 2 è Massimo Malagugini.

L’autore del paragrafo 3 è Stefano Saj.

#### Bibliografia

- Baghino, C. (2018) *Forti e mura: la difesa di Genova e l’antica cinta muraria*, disponibile al link: <http://www.guidadigenova.it/storia-genova/mura-forti/> (Ultima consultazione: 16 Luglio 2021).
- Barbieri, P. (1938). *Forma Jenuae*. Genova, Edizione del Municipio di Genova.
- Bixio, R., Faccini, F., Saj, S., Terrone, M. & Traverso, M. (2021) Geomorfologia e speleologia urbana a supporto di ricerche geo-archeologiche: il caso del bastione dell’Acquasola a Genova. In: Mannoni, T. *Attualità e sviluppi di metodi e idee*. Biblioteca dell’Istituto di Storia della Cultura Materiale, 4.2, a cura dell’ISCUM, Sesto Fiorentino (FI), Edizioni All’Insegna del Giglio, Vol. 2, pp. 383-386.
- Dickens, C. & Brilli, A. (a cura di) (2014) *Genova, una città che ti prende giorno per giorno*. Bologna, Minerva edizioni.
- Dellepiane, R. (1984) *Mura e fortificazioni di Genova*. Genova, Nuova Editrice Genovese.
- De Negri, E. (1977) *Ottocento e rinnovamento urbano*. Carlo Barabino. Genova, Sagep Editrice.
- Fara, A. (a cura di) (1986) *La carta di Ignazio Porro - Cartografia per l’architettura militare nella Genova della prima metà dell’Ottocento*. Roma, Stato Maggiore dell’Esercito.
- Grossi Bianchi, L. & Poleggi, E. (1987) *Una città portuale del medioevo. Genova nei secoli X-XVI*. Genova, Sagep Editrice.
- Luccardini, R. (2014) *Carignano. Genova - Storia dell’espansione sulla collina*. Genova, Sagep Editori.
- Malagugini, M. (2018) Le fortificazioni genovesi: dall’analisi alla valorizzazione. In: Marotta, A. & Spallone R. (a cura di) *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. 705-712.
- Melli, P., Bixio, R., Saj, S., Traverso, M. & Ferrando, L. (2022) *Genova sotterranea*. Genova, Erga Edizioni.

# Adaptive Reuse for Fortifications as a Strategy towards Conservation and Urban Regeneration. The case of ‘Canto di Stampace’ in Pisa

Laura Marchionne<sup>a</sup>, Elisa Parrini<sup>b</sup>

<sup>a</sup> University of Florence, Pisa, Italy, [laura.marchionne@unifi.it](mailto:laura.marchionne@unifi.it); <sup>b</sup> Empoli, Italy, [elisa.parrini@alice.it](mailto:elisa.parrini@alice.it)

## Abstract

The purpose of this paper is to illustrate a strategy for restoration and enhancement of historical fortifications. The target is to guarantee the physical conservation and the maintenance of use. Without a continuous employment a physical declining process would rapidly occur causing abandonment. Therefore, these historical buildings shall be restored, connected to and integrated into the cultural activities and itineraries of their area.

The main objective for this research is the study of the south-west section of the medieval city walls of Pisa including the sixteenth-century bastion, so-called Canto di Stampace. The definition of the restoration proposal is based on its strengths and weaknesses in order to increase the value of the firsts and rectify the seconds. The aim is to integrate the area inside the city life through the realization of new social spaces. The outdoor spaces have been redesigned as a new urban park, including multi-functional areas for several activities that will involve the University and the museums of Pisa. The addition of technological features employs a contemporary language. These new additions are meant to not be excessive or invasive and the design uses light materials and solutions in order to be respectful to the identity of the location, chasing the concept of “compatibility”. The design of the street furniture consists of elements that strive to be versatile, adaptable, and integrated within the context. It also includes the choice of specific plant species, in order to improve the environment both from an esthetical and ecological point of view.

In conclusion, the area known as Canto di Stampace shall be converted from a neglected unsafe area to an important landmark destination with a high cultural and social value. With new vitality and dynamism to the neighbourhood, it will immensely improve the environmental qualities, adding new social catalysts and attractions.

**Keywords:** re-use, integration, landmark, enhancement.

## 1. Introduction

This article focuses on a particular category of the architectural heritage: historical building remains in a state of ruin located in an urban context.

Architectural heritage constitutes a physical source of information, the material traces of our historical memory. A ruin represents at the same time an evocative fragment, an anatomical text, a historical testimony, a pretext for new experiments, as well as an instrumental subject for the knowledge and dating of itself and the related historical artefacts (Fiorani, 2009).

The negligence and inefficiency in the preservation and conservation of a cultural asset exemplify a dissipation of social and cultural values, a sort of negation of the historical memory. A historical monument in a state of abandon is not merely a building that does not express its value, but becomes the exact opposite, in other words a negative value. The state of ruin is the antithesis of the final purpose of preservation, whose aim is to prevent - or to contain - the degradation process of an architectonic asset (Rodrigues, 2018).



The purpose of this article is to strongly illustrate a strategy for restoration and enhancement. The target is to guarantee the physical conservation and the maintenance of the use, because - without a continuous employment - a physical declining process would rapidly occur causing abandonment (Frate, 2010). The close link between monument and use is an intrinsic condition of architecture. The maintenance of the use represents a privileged condition for conservation since the daily use should result in virtuous processes of periodic maintenance and restoration. Any hypothesis of conservation of a ruin cannot overlook the research for possible usefulness, including - not least - the pure contemplation (Fiorino, 2014).

Undoubtedly, the study of historical building remnants in a state of ruin and their conservation and protection is a complicated and across-the-board topic that requires multidisciplinary contributions. This study aims to analyse the complexity of the Restoration field, and its connections with Composition, Archaeology, Landscape and Technology areas, concerning the re-use of a cultural asset for the benefit of the community.

The re-use, and therefore the “adaptation”, of ancient structures in a state of ruin entails the modification of the artefacts, in order to include new functions other than the exquisitely contemplative one. This operation requires an in-depth analysis regarding the connection between the new additions and the historical architecture. Any intervention shall comply with the typological, material, structural characteristics of the “monument-document” (Le Goff, 1978).

## 2. Overview: the fortifications in Pisa

The main objective for this research is the extensive study of a particular case: the south-west section of the medieval city walls of Pisa, including the Sixteenth-century bastion, so-called “Canto di Stampace”.

An in-depth knowledge of the subject, carried out on different levels (historical, typological, material) is an essential precondition to analyse the historical architectural artefacts.

First of all, a study including solid detailed territorial analysis, as well as an accurate historical, bibliographic and archival survey, is crucial. Within this study, the ability to understand, analyse, synthesize the information will aid in the organization of the planning process.

### 2.1. City walls

The construction of the medieval city walls started in the Twelfth Century. It proceeded by stages, beginning from the north-west corner (1154), and it was completed in a few years (Fig. 1). The walls are built with two skins of stonework, made of squared-off stones placed in regular courses with little mortar, and a rubble core. They are approximately 2.20 meters thick. The crenellated parapet has rectangular shape merlons made of bricks. The walls were surrounded by a pomerium and a moat. Additions, modifications, new fortifications were made throughout the following centuries.

Today the medieval walls are largely still present, and they surround the historic centre of the city. Several restoration projects have been carried out during the last decades. The aim of the Municipality of Pisa is a sustainable urban development; not just the protection of an important monumental system, but an urban project that - through the articulation of the fortification system - interprets the entire historic city, creating relationships, repercussions and synergies with the spaces and complexes internal and external to the walls. The north and north-east sections of walls have been restored, the adjacent area - the pomerium - has been requalified, the scenic height walkway at the top can be partially visited. However, some parts - mainly in the south and south-east sections - and their adjacent areas still are in a state of decay and abandonment both from a physical and social point of view. Consequently, the city walls do not have a homogeneous visual impact. The portions that have not been requalified stand in contrast with those that have been, representing an actual contrasting aesthetic dualism.

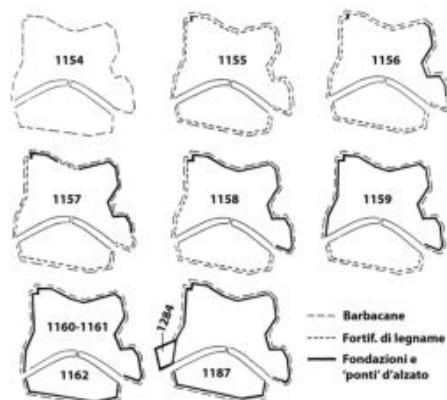


Fig. 1- Construction phases of the medieval city walls (Tolaini, 2007)

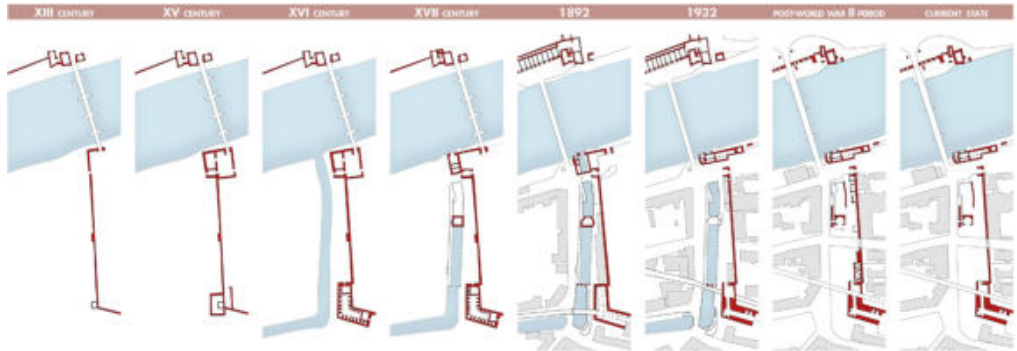


Fig. 2- Historical evolution of the ‘Canto di Stampace’ (graphic elaboration by Laura Marchionne and Elisa Parrini, 2020)

## 2.2. “Canto di Stampace”

In Stampace (Fig. 2), a tower was built to reinforce the south-west corner of the walls (ca. 1287).

During the Florentine domination, a fortification was built around the Thirteenth-century tower: historical narrative reports its existence in 1426 when it was used as a prison.

The battles that took place between the Fifteenth and Sixteenth Centuries caused serious damages to the “Canto di Stampace” fortifications, therefore substantial works were necessary to reinforce them. In the Sixteenth Century a bastion was built, probably re-using part of the structures of the existing Fifteenth Century fortress (Tolaini, 2007).

In the Seventeenth Century, a new system of fortifications was built around the old walls. Presumably, the Stampace bastion remained unaltered, or maybe it was reinforced with earth ramparts (Bevilacqua & Salotti, 2010). During the following Century these fortifications lost their military function and were therefore no longer maintained. In consequence they resolved into a health problem for the city, and they were demolished in 1767.

During the Nineteenth Century, the medieval city walls were seen as a useless and cumbersome presence. The Stampace bastion underwent large modifications between the end of the Nineteenth and the beginning of the Twentieth Century, both additions and subtractions, in order to allow the passage of the railway line (Betti Carboncini & Bedini, 1986) (Vasarelli, 2012). Lastly, it’s important to remember that the area of the bastion was also largely affected by the bombings in 1943 in Pisa (Ferrara & Stampacchia, 2004).

## 3. Methodological approach

The requalification project proposal includes the entire area between the Stampace bastion and the former tram station.

Expressive newness, in the Restoration field, is defined as that particular way of pursuing the distinction of any addition and, at the same time, that particular way of preserving the authenticity of the artefact. New materials and techniques chase the criteria of reversibility and compatibility (Palmerio, 1996).

The restoration project of the historical complex in Stampace and its integration into the cultural activities of the city chases the same criteria. The addition of technological features employs a contemporary language. These new additions are meant not to be excessive or invasive and the design uses light materials and solutions to be respectful to the identity of the location

### 3.1. SWOT analysis

A SWOT is a matrix by which it is possible to analyse strengths, weaknesses, opportunities, and threats of a project. This analysis is a valid help in designing a strategy that allows to reach the objectives underlying a project idea, it helps to identify its feasibility, as well as its strengths and weaknesses, especially in large-scale projects or urban developments. All the parameters, planning factor, social and economic consideration that can influence the project are valued.

The SWOT analysis on the ‘Canto di Stampace’ shows the high potential of the area given by the presence of historic monuments - the

medieval walls and the sixteenth-century Bastion of Stampace, both important evidence of the historical phases of the city. Moreover, there are other cultural attractions in the neighbourhood such as the mural 'Tuttomondo' by Keith Haring, the Domus Mazziniana, the church of San Paolo a Ripa d'Arno, the riverfront. The area is also located in a strategic position in relation to communication infrastructure, being close to the Central Train Station and the Sesta Porta bus station, as well as to Corso Italia, the main pedestrian street in the southern part of the city. Therefore, the goal is to connect this area with the city cultural itinerary, considering an integrated tourism management policy. The historic monuments shall be included in the *Promenade Architecturale* of the city fortification system and integrated in the city cultural offer and museum system. The requalification and the enhancement of the area would implicate evident positive results also in the daily use and enjoyment by citizens. The cultural offer would be increased, new places of rest and entertainment would be added. The urban redevelopment would also intensify the neighbourhood safety: the inclusion of recreational function would inhibit criminal activity.

Unfortunately, this high potential corresponds to a lack of actions aimed to exploit the opportunities it offers. The monumental artifacts are growing into a state of decay, the internal spaces of the bastion are closed and unused, the extra moenia side of the city walls between the bastion and the former tram station cannot be reached (although this area is currently going through redevelopment works). The area of Largo Uliano Martini, which connects the Bastione Stampace and the former tram station, show signs of urban degradation such as the presence of waste abandoned on the ground. Despite the strategic position adjacent to important roads and communication infrastructures, the area is not used as a hub and passage point, and there is no presence of a CicloPi station (city bike sharing service) close to the bastion.

### 3.2 Project objectives

The 'Canto di Stampace' appears to be a city area with a lot of potential even if not well valued. The aim is to make this area a new urban nerve centre for both the citizen and the occasional visitor. By a synergistically optimization of the available resources, the area can evolve from an optional second choice to a real city destination and attraction with multiple purposes and interest.

A priority intervention is the restoration and integration of this part of city walls within the city museum system. This action gives the possibility to increase tourism. Another possible intervention is the restoration of the Navicelli canal area, and its connection with the river Arno, as a link to a potential navigation tour for a sightsee of the city from an unusual point of view. The outdoor spaces around the bastion shall be renovated, with a new design of large green areas dedicated to several activities for the community. Providing this area with an open-air theatre assures the integration of cultural events and art exhibitions. Other outdoor spaces can be managed in collaboration with the University, an important institution of Pisa, which can carry through environmental research, experimental crops, studies on pollinating insects.

The combination of these interventions improves greatly the slow mobility system. In consequence, the urban renovation of the neighbourhood promotes the use of public transport, leading to a significantly decrease of the traffic and the problem of parking, and it creates new protected aggregation spaces.

## 4 Planning proposal

The renovation project (Fig. 3) aims to enhance every historical phase the complex has gone through. The most recent phases have also been included, that are the transformations linked to the passage of the tram. In fact, these still represent an important chapter in the history of the monument.

### 4.1. New museum path

The top of the medieval walls and its accessibility are restored. Interruptions of the path caused by modern demolitions, alongside Largo Martini and at Porta a Mare, are re-integrated with new structures that complete the walkway (Fig. 4). The compatibility of these new structures with the historical monuments is guaranteed by the use of light technologies and materials, which consist of non-invasive metal elements, characterized by a particular perforated pattern, appropriately designed to visually and chromatically philologically resemble a traditional repair work with bricks. The bastion and the former tram station constitute two important access points to the new museum path. Both are restored and accessible and reconfigured as new cultural centres. New vertical and horizontal connections are integrated, for an architectural barriers-free design, still respecting the fundamental criteria of Restoration.



Fig. 3- Project layout for the renovation of the Canto di Stampace area (graphic elaboration by Laura Marchionne and Elisa Parrini, 2020)

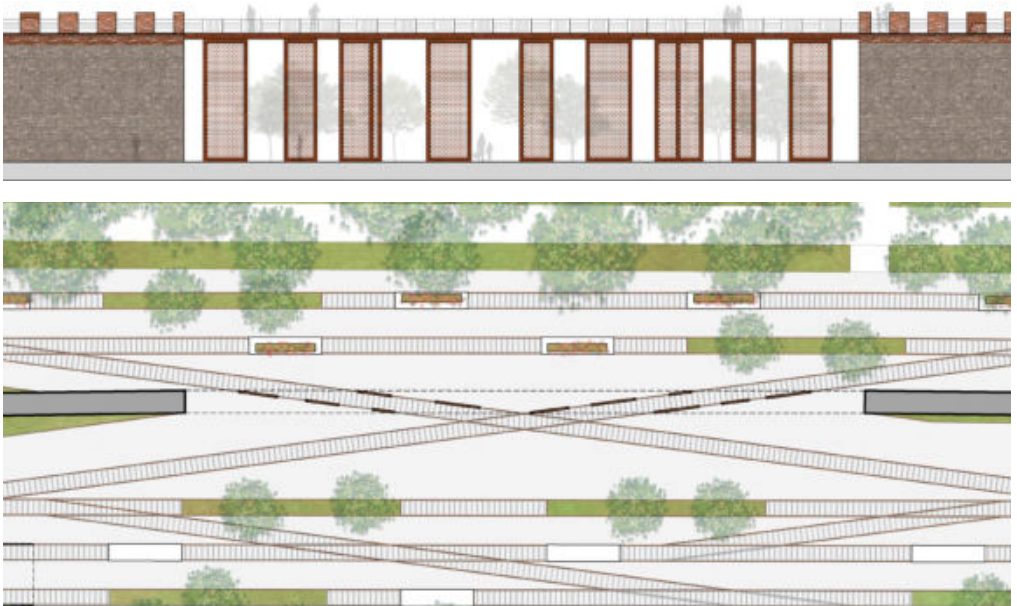


Fig. 4- Design of the new aerial walkway, front and plan views (graphic elaboration by Laura Marchionne and Elisa Parrini, 2020)

#### 4.2. Restoration of the bastion

The inner galleries of the bastion are renovated as exhibition spaces, the roof structure is repaired and integrated with a panoramic viewpoint. An excavation around the exterior fronts allows to reveal the entire height of the scarp, which was

covered with terrain shortly after the World War II bombing. Furthermore, the excavation grants to redesign the area including a *cavea*-shaped space in front of the bastion, with great potentiality and noteworthy polyvalence (Fig. 5).



Fig. 5- Design of the bastion area, rendered view (graphic elaboration by Laura Marchionne and Elisa Parrini, 2020)

#### 4.3. Restoration of the former tram station

In the former station building, the existing vertical connections are implemented and separated based on different types of users. The interiors are re-configured as tourist reception, permanent and temporary exhibition spaces, and administration.

#### 4.4. Outdoor Park

The outdoor spaces are redesigned as a new urban park that includes multi-functional areas for several activities. The historical Nineteenth-Twentieth Centuries tramrails are re-proposed on the pattern of the paving, as evidence of an important historical phase as well as to enhance the design homogeneity. This railway motif has in addition different conformations: from the basic double metal line with an internal paving pattern as a remembrance of the historical railroads, to other various designs, such as recesses for pavement lights or extruded elements for urban furniture like portals, vertical panels, benches and planters (Fig. 6-7). Urban furniture elements are integrated into the context, in harmony with the metal structures of the new aerial walkway. They are versatile, removable, modular and combinable, in order to compose different configurations and to enclose different functions, thus ensuring a new attractive and innovative vocation to the area.

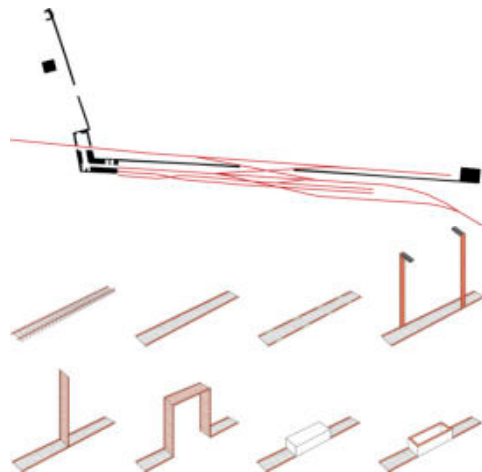


Fig. 6- The urban design based on the historical railway tracks: layout of the railroad and design development of the rail as the base element (graphic elaboration by Laura Marchionne and Elisa Parrini, 2020)

The design also includes the choice of specific plant species to improve the environment both from an esthetical and ecological point of view. The new urban park is crossed by a path furnished with planters that accommodate shrubs characterised by separated and suggestive blooming periods, and it is enclosed by a green belt with trees that create a visual and anti-smog filter.



Fig. 7- Design of outdoor spaces, rendered views (graphic elaboration by Laura Marchionne and Elisa Parrini, 2020)

With the purpose of making the citizens more involved and engaged, an area of the new urban park is dedicated to experimental cultivation and pollinators observation, managed in collaboration with the University of Pisa. These spaces are accessible and open to the public, and they could be used as a research laboratory for Agriculture and Biology students, or as multidisciplinary workshops such as guided tours, multimedia communication, etc.

#### 4.5. Canale dei Navicelli

Lastly, the initial part of the historical “Canale dei Navicelli” (Navicelli’s canal) is restored and refilled with water, with its reconnection to the river Arno. Boats for trips along the river could be accommodated here to connect and integrate the Stampace area with other cultural and recreational activities that the city can offer.

### 5. Conclusions

As previously stated, the area known as “Canto di Stampace” is - at present - a neglected unsafe area, despite its high potential. An urban regeneration of the neighbourhood shall convert it into an important landmark destination with a high cultural and social value. The addition of new vitality and dynamism to the neighbourhood will immensely improve the environmental qualities, adding new social catalysts.

The project proposal described in this paper adds different types of attractions and values:

- cultural attractions, such as the restored monuments with the new museum tour on the top of the medieval walls and inside the bastion;
- artistic attractions, such as the outdoor polyfunctional *cavea* and the modular and combinable urban furniture elements that can accommodate temporary exhibitions;
- “green” attractions, such as the new urban park with innovative and versatile features;
- and finally, the connection and integration of the area with the city networks and other cultural highlights.

All the interventions are not invasive and rather enhance the historic monuments, respecting their identity with the use of light materials and solutions.

This case has made possible to understand how important succeeding in finding the value and the qualities of historic buildings in a state of ruin can be. In this way, it has also been possible to discuss the difficult topic of sustainability through the re-use of existing constructions and - particularly - of the historically important ones. This project is about a re-use strategy that could be considered the recovery engine from both an urban and an architectural point of view. In this case, the challenge is to find new functions for the monuments in order to make them a real social centre for the community. Hence, thanks to the connection with the cultural tour of the city of Pisa, the renovation intervention would succeed in maintaining the architectural spirit thus reintegrating the area’s relation with the modern society.

Finally, the *Canto di Stampace* manages to live an endless present adapting and transforming its morphology and use to the new necessities of the ever-changing urban lifestyle.

### Acknowledgments

This paper is based upon the authors’ thesis *Il canto di Stampace. Un caso studio per la riqualificazione e la riconnessione urbana della città di Pisa attraverso le antiche strutture difensive* (Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio, Università degli Studi di Firenze, 2020).

We would like to thank our supervisor Prof. M. De Vita, University of Florence, and co-supervisor Prof. M. G. Bevilacqua, University of Pisa, for their valuable and constructive support during

the planning and development of our thesis. We would also like to thank Arch. M. Guerrazzi, Comune di Pisa, for sharing valuable knowledge and material.

## References

- Betti Carboncini, A. & Bedini, M. (1986) *Livorno e Pisa: due città e un territorio nella storia dei trasporti pubblici locali*. Cortona, Calosci.
- Bevilacqua, M. G. & Salotti, C. (2010) *Le mura di Pisa - Fortificazioni, ammodernamenti e modificazioni dal XII al XIX secolo*. Pisa, ETS.
- Bicincitta Italia S.R.L. (2019) *Ciclopi. Pisa Pedala In Grande*, available at: <http://www.ciclopi.eu/> (Accessed: 24 May 2022).
- Brandi, C. (1977) *Teoria del restauro*. Torino, Einaudi.
- Comune di Pisa (2021) *PIUSS*, available at: <https://www.comune.pisa.it/it/ufficio/piuss> (Accessed: 24 May 2022).
- Consiglio Superiore per le Antichità e Belle Arti (1932) *Carta italiana del restauro*.
- De Vita, M. (2011) *Architetture restituite*. Firenze, Alinea.
- De Vita, M. (2015) *Architetture nel tempo*. Firenze, Firenze University Press.
- Ferrara, E. & Stampacchia, E. (2004) *Il bombardamento di Pisa del 31 agosto 1943. Dalle testimonianze alla memoria storica*. Pontedera, Tagete.
- Fiorani, D. (2009) Architetture, rovina, restauro. In: Barbanera, M. (ed.) *Relitti Riletti. Metamorfosi delle rovine e identità culturale*. Torino, Bollati Boringhieri, pp. 339-358.
- Fiorino, D. R. & Pilia, E. (2014) Il rudere come time-landmark del paesaggio storico. *Agribusiness Paesaggio & Ambiente*, XVII, 2, 108-114.
- Frate, M. C. (2010) *Restauro e conservazione del patrimonio storico*. Palermo, D. Flaccovio.
- ICOMOS (1964) *Carta di Venezia per il restauro e la conservazione di monumenti e siti*.
- Le Goff, J. (1978) Documento/Monumento. In: Romano, R. et al. (eds.) *Enciclopedia Einaudi*, v. 5. Torino, Einaudi, pp. 38-43.
- Luperini, I. & Tolaini, E. (1988) *Le mura di Pisa. Documenti e materiali per la conoscenza e lo studio della cerchia del XII secolo*. Pisa, Litografia Tacchi.
- Marchionne, L. & Parrini, E. (2020) *Il canto di Stampace. Un caso studio per la riqualificazione e la riconnessione urbana della città di Pisa attraverso le antiche strutture difensive*. [Tesi di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio]. Firenze, Università degli Studi di Firenze.
- Ministero della Pubblica Istruzione (1972) *Carta italiana del restauro*.
- Pisa/Mura (2018) *Le Mura*, available at: <https://www.muradipisa.it/le-mura/> (Accessed: 24 May 2022).
- Palmerio, G. (1996) Il progetto di restauro. In: Carbonara, G. (ed.) *Trattato di restauro architettonico*, v. III. Torino, Utet, pp. 501-716.
- Picone, R. (2009) Il rudere architettonico nella storia del restauro. *Confronti. L'architettura allo stato di rudere. Quaderni di Restauro Architettonico della Soprintendenza per i Beni Architettonici, Paesaggistici, Storici, Artistici ed Etnoantropologici per Napoli e Provincia*, 0, 27-41.
- Pierotti, M. (2013) *L'Oltrarno dimenticato - Progetto di restauro e riqualificazione urbana del canto di Stampace a Pisa*. [Tesi di Laurea Specialistica]. Pisa, Università di Pisa.
- Riegl, A. (2017) *Il culto moderno dei monumenti: il suo carattere e i suoi inizi*. Scarroccchia, S. (a cura di). Milano, Abscondita.
- Rodrigues A. (2018) Ruin and architectural heritage in Brazil: memory and oblivion. *V!RUS*, 16 (e-journal).
- Tolaini, E. (2005) *Le mura del XII secolo ed altre fortificazioni nella storia urbana di Pisa*. Pontedera, Bandecchi e Vivaldi.
- Tolaini, E. (1992) *Forma Pisarum*. Pisa, Nistri-Lischi.
- Tolaini, E. (2007) *Pisa: la città e la storia*. Pisa, ETS.
- Vasarelli, F. (2012) *Il Trammino Passato, presente e futuro della ferrovia del litorale pisano*. Ghezzano, ETS.

## La Cittadella di Alessandria, ‘Faro’ di pace in Europa

Anna Marotta

Politecnico di Torino, Torino, Italia nannarella.marotta@gmail.com

### Abstract

This article describes the virtuous path that led, with the support of the Council of Europe, to the proposal of the Patrimonial Community project “The Citadel of Alexandria”, Lighthouse “of peace in Europe” (Framework Convention, 2005), in full conviction that the knowledge and awareness of a cultural asset themselves constitute a cultural heritage, the first and indispensable premise in which the possibility of every subject (public or private) to contribute to the conservation and transmission of the heritage, to all levels. Indeed, the Convention itself confirms (as a right / duty) the individual and collective responsibility towards the heritage in question, making it the subject of actions aimed at sustaining and preserving its qualities and characteristics, in order to pass them on to future generations. The programmatically and systematically organized confrontation led to an effective and effective convergence between all the interested and involved subjects. The Index of the project - by points and by phases - was structured as follows: 1: The Citadel in the complexity of European Defense Systems: itineraries from History and Tradition. Fortified types and systems. Networks, sources, matrices, protagonists, examples. 2: The historical building as a “monument / document”, testimony of History and Memory “. Places, times, events. 3: The historical building as a “monument / document of itself”. 4: Events and “Heritage Walks” “in real and virtual”: in the Citadel and city, territory, landscape, in nature (and not only ...). 5: Training, education, orientation, from war to peace. 6: Studies and research, dissemination and dissemination. Digital archives. National and international research exchanges. 7: Functions and Usage. 8: National and international cultural tourism, organization and marketing. 9: An ethical code of conduct.

**Keywords:** Heritage Community Faro Convention, Council of Europe, Culture of Peace, enhancement of tangible and intangible assets, international cooperation and tourism.

### 1. Introduzione

Durante l’ultimo convegno di Fortmed 2020, in occasione della tavola rotonda (Bevilacqua, 2020), ho posto un problema concreto, anche se complesso: il ruolo dell’amministrazione Pubblica in tutto il bacino del Mediterraneo, nel gestire, promuovere, sostenere, (o eventualmente ostacolare), la ricerca e l’intervento sul Patrimonio Culturale, materiale e/o immateriale. Ad esso conseguiva la domanda: “in che misura realtà, associazioni e istituzioni di carattere privato possono in ciò affiancare e sostenere il sistema della Pubblica Amministrazione? Mi sono così risolta a realizzare il volume (ora in fase conclusiva): *La Cittadella di Alessandria*.

*Un Bene da conoscere, conservare e valorizzare* (Marotta & Netti, 2022), concepito come “forum” per interrogarsi sui futuri destini della fortezza. A seguito di ciò, proprio per promuovere al massimo questo complesso (letto nella sua stretta connessione locale con Marengo per un verso, e nella rete dei sistemi difensivi alessandrini ed europei dall’altro), ho inteso dar vita, con il sostegno e supporto del Consiglio d’Europa, della Municipalità (e non solo, cfr. Elenco A), a un progetto di ‘Comunità Patrimoniale’ secondo la Convenzione di Faro - ratificata nell’omonima città portoghese, (Convenzione quadro 2005) - in grado di includere tutti i soggetti e le associazioni



alessandrine interessate (cfr. Elenco B). Voluta da Vittorio Emanuele II di Savoia dal 1732, e progettata da Giuseppe Ignazio Bertola, Primo Ingegnere del Re, questa grande Fortezza (su un'area di 60 ettari) si configura, ancor oggi, come "antologia dei tipi della difesa" nell'Alessandrino e nella rete europea, per i suoi caratteri formali e strutturali, ispirati ai modi 'all'olandese' di Minno di Coehorn e 'alla francese', di Sebastien Le Prestre di Vauban, ingegnere del Re Sole.

La stessa deve inoltre essere letta nella coeva cultura dei sistemi difensivi, (quali esiti di saperi scientifico-disciplinari, sviluppati nel tempo), con le conseguenti trasformazioni fisiche e funzionali del territorio e del paesaggio di riferimento, fino ai relativi tipi strutturali. Non a caso è possibile ritrovare nella stessa realtà non meno di 130 cittadelle, assimilabili a quella di Alessandria. Per conservare, 'vivere' e valorizzare in modo consapevole e interattivo questa Fortezza, a titolo esemplificativo, possiamo citare due diversi modi: il primo, ( che riguarda l'approccio cognitivo), è legato quindi alla conoscenza razionale, poiché non è possibile parlare di cittadelle e fortezze per la difesa del territorio senza essere informati sui particolari aspetti legati (per ogni singolo caso) alla Geografia, la Storia, la Geometria, ma anche alla Botanica e la Zoologia, la Mineralogia, la Geologia e altro ancora...

Il secondo approccio riguarda invece le scienze umanistiche, applicate anche nella dimensione più etica e spirituale, multiculto e multiculturale, per educare alla condivisione: il tema della "Cittadella di Alessandria per la Pace" è nato proprio in omaggio a una figura di pace come Papa Francesco, che ha lo stesso nome (Bergoglio) del quartiere alessandrino sul quale la nostra Fortezza è stata edificata (Marotta & Di Stefano, 2014) e mai come oggi di viva attualità.

## **2. Premessa. Il quadro legislativo e istituzionale di riferimento**

All'articolo 2b, la richiamata Convenzione di Faro del Consiglio d'Europa propone questa definizione: "una Comunità Patrimoniale è costituita da persone che attribuiscono valore ad aspetti specifici del patrimonio culturale, che essi desiderano, nel quadro dell'azione pubblica, mantenere e trasmettere alle generazioni future", (Convenzione quadro 2005). Tale nuovo concetto di bene culturale è chiaro: non risulta più fondato sulla mera ottica della conservazione, ma su

quella di una accessibilità onnicomprensiva, per consentire la tutela, la condivisione e la trasmissione non solo del bene materiale in quanto tale, ma anche nella sua valenza immateriale, nella piena consapevolezza del suo valore di testimonianza storica, culturale e sociale (Ainis, 1988; Codice dei Beni Culturali e del paesaggio, 2004; Orofino, 2006). In linea con tali dettami, la costituzione della Comunità Patrimoniale (e il collegato progetto da me ideato, progettato e coordinato) denominata 'La Cittadella di Alessandria, Faro di Pace in Europa', confermerà dunque la Fortezza come importante patrimonio culturale di livello internazionale, in grado di significare le radici identitarie della città: secondo la medesima Convenzione, infatti, il patrimonio culturale è un insieme di risorse ereditate dal passato, identificato come esito ed espressione di valori, conoscenze e tradizioni, in continuo divenire nel tempo della Storia. Inoltre la Convenzione riconosce una responsabilità (un diritto/dovere) individuale e collettiva nei confronti del patrimonio in questione, rendendola oggetto di azioni volte a sostenerne qualità e caratteri e a trasmetterli alle generazioni future. L'iniziativa, condivisa col Politecnico di Torino (1), è stata immediatamente accolta dal prof. arch. Calzolaio, coordinatore di Faro Italia Platform presso il Consiglio d'Europa, con dei riscontri estremamente positivi. La sottoscrizione di una convenzione/quadro del Consiglio d'Europa (idea sinergica con il progetto che vede la Cittadella come cuore della Coesione Territoriale, bacino del Tanaro) rappresenta un passaggio fondamentale per riscoprire e confermare il grande rilievo storico- culturale della nostra Fortezza - in un ruolo rinnovato e più alto - intorno al quale coagulare l'attenzione delle istituzioni europee ed internazionali, le energie delle istituzioni nazionali e locali e l'azione di diversi stakeholders, interessata alla piena valorizzazione (anche attraverso iniziative a carattere finanziario) di questo irripetibile patrimonio (De Martin & Ielo, 2005; Carcione, 2022). Va evidenziato come tutto ciò non sarebbe stato possibile senza l'illuminato e competente appoggio della Direttrice dell'Ufficio del Consiglio d'Europa di Venezia, dott.ssa Luisella Pavan-Woolfe (Pavan-Woolfe & Pinton, 2019). Il progetto: La Cittadella di Alessandria, "Faro" di Pace in Europa. Un primo esito positivo è costituito dai costruttivi e immediati riscontri e adesioni che il Progetto ha riscosso, qui riportati in nota, e che sono stati suddivisi fra i primi soggetti promotori e/o sostenitori (Elenco 3.1a) (2) e gli ulteriori contatti avviati (Elenco 3.1b).

### 3. Descrizione sintetica di singole fasi e obiettivi

#### 3.1 La Cittadella nella complessità dei Sistemi Difensivi europei: itinerari dalla Storia e dalla Tradizione. Tipi e sistemi fortificati. Reti, fonti, matrici, protagonisti, esempi.

a Conoscere, diffondere e valorizzare il patrimonio culturale della Cittadella e città, nelle sue connessioni con il territorio della difesa alessandrino, nei valori identitari e di comunità, nella rete delle fortezze europee, con particolare accezione “dalla Guerra alla Pace”.

b Sostenere e promuovere formalmente la candidatura alla Lista del Patrimonio mondiale già presentata sin dal 1999 (e inserita nella Tentative List italiana presso l’UNESCO nel 2006), (AA. VV., 2005; Oro, 2022) in forma seriale e quindi in rete con altri siti di storia militare già iscritti, Non sarà esclusa la possibilità di avviare nuove candidature in analoghe liste internazionali ed europee.

#### 3.2 Il costruito storico come “monumento/documento”, testimonianza della Storia e della Memoria. I luoghi, i tempi, gli eventi.

a Riconoscere, valorizzare e gestire in senso ampio la Cittadella come “secondo centro storico” della città, nella riscoperta del ruolo storico del quartiere Bergoglio dalla fondazione di Alessandria fino alla costruzione della fortezza da parte dei Savoia. Di conseguenza, avviare la riconnessione del rapporto fra Cittadella e città, anche mediante cronologie.

b Preservare la memoria degli eventi nei luoghi della Fortezza: periodizzazioni. Lo stesso patrimonio architettonico può essere vissuto, analizzato e restituito come “documento e monumento della memoria”, nel teatro degli eventi, dentro e fuori la Fortezza: dal periodo napoleonico ai moti preunitari (1821), fino alla Resistenza (con l’Isral), dopo l’ultima Guerra Mondiale. Così, fino all’attualità, il sistema delle fortezze potrà costituire una ‘lezione vivente’, dalla guerra alla Pace, ‘per non dimenticare’.



Fig. 1- L’(e)vocazione della memoria, l’architettura come percorso nel tempo della Storia, verso il progetto. Atelier di Progetto e Rappresentazione (proff. Marotta e Patestos, a.a. 2017-2019). a.a. 2017-2018 - Gruppo 2, Avenoso Martina, Mancini Myrian, Shojaei Jasmine

### **3.3 Il costruito storico come ‘monumento/documento di sé stesso’**

a Salvaguardare, incrementare, diffondere e valorizzare la conoscenza del patrimonio culturale, della Cittadella come costruito storico, per affiancare la tutela, la salvaguardia, la conservazione, anche attraverso la consapevolezza delle tipologie strutturali, (fra teoria e prassi, confrontate da manuali e trattati), come parametro di progetto per la conservazione e la valorizzazione.

b Completare periodizzazioni e caratteri delle fasi costruttive, con ricostruzione delle cronologie essenziali, anche attraverso l'impiego di restituzioni digitali in 3d.

c Conservare e valorizzare, oltre agli edifici, anche il sistema dei bastioni e fossati, destinandolo a parco pubblico attrezzato, mantenendone la biodiversità, ma ricostruendone almeno in parte l'originario aspetto del lato nord, tutelando quindi anche la campagna circostante da ulteriori insediamenti industriali o commerciali.

Il sistema del verde, il suo ambiente, e il suo panorama di riferimento (anche culturale), andranno salvaguardati, in una dimensione confrontata anche con la riconversione ecosostenibile (se possibile, Bioparco, con eventuale Centro di educazione ambientale). Un esempio virtuoso in questo senso, può essere costituito dall'Associazione Nazionale Bersaglieri (che ha sede nella fortezza alessandrina) con il ricorso agli ovini per la bonifica dalle specie invasive e dannose, massicciamente presenti.

d Ripristinare la porta di ingresso nord-ovest della Cittadella per realizzare un accesso ‘turistico’, con parcheggio accessibile dalla tangenziale, ma anche per garantire almeno una ‘uscita di sicurezza’ in occasione delle manifestazioni.

### **3.4. Eventi e Passeggiate Patrimoniali ‘nel reale e nel virtuale’: in Cittadella e città, territorio, paesaggio, nella natura (e non solo...).**

a Organizzare passeggiate per ‘dialogare con i luoghi, e nei luoghi’, anche per disabili e non vedenti: in particolare, ad es. passeggiate patrimoniali reali o virtuali in siti e paesaggi di particolare interesse, legati ai caratteri storici del complesso difensivo e del suo territorio di riferimento, primo fra tutti il Territorio della Difesa alessandrino e il suo valore storico-paesaggistico.

b Anche l'approccio della Rappresentazione e della Cultura della Visione non sarà casuale, ma darà vita a restituzioni e narrazioni visive sistematiche sui vari temi, secondo approcci disciplinari differenziati e/o incrociati, per luoghi e livelli, o scale di approfondimento.

### **3.5 Formazione, educazione, orientamento, disseminazione: eventi, mostre e spazi dedicati**

a Organizzare e proporre sistematicamente (e in modo istituzionale) attività di formazione di base, continuando con la didattica in progressione, anche nel quadro di programmi promossi dall'Unione Europea (Consiglio d'Europa), dallo Stato Italiano ed altri Stati, dalle Regioni, nonché da altri Enti locali; (ad esempio Docenti Senza Frontiere).

b Integrare e correlare attività di informazione, per la formazione permanente e l'orientamento, in collaborazione con le scuole, le università e altri attori della filiera per la formazione e l'istruzione permanente (compresa la Pubblica Amministrazione) sui temi della sensibilizzazione all'eredità culturale e alla sua conservazione. Avviare il coinvolgimento sistematico di media (pubblici e privati) a tutti i livelli.

c Eventi per riflettere insieme su temi comuni dalla Guerra alla Pace (Punto 5) da condividere. La ‘PACE’, un obiettivo che sembra difficilissimo e irraggiungibile: non è fatta di sorrisi e strette di mano, ma di lavoro, di impegno, di rispetto, di rinunce, in un percorso che si potrà articolare a seconda dei vari casi e situazioni. La ‘PACE’, da perseguire sempre: con sé stessi, con i propri genitori e fratelli.

Nella coppia: la pace fra i sessi, fra tutti i sessi. Ma anche con gli amici, a scuola e sul lavoro, fra i gruppi sociali, fra le generazioni, fra i diversi modi di pensare e concepire la vita, nel rispetto di tutti, sempre.

Per la Pace, contro i conflitti e le guerre, saranno affrontati alcuni possibili approcci, sia pure tutti da rivedere: fra le varie culture, religioni e idee politiche (in una visione che potremmo definire ‘Identità nelle differenze’); la ‘moral suasion’ verso governi e gruppi di poteri forti (con la rifondazione di ruoli, mezzi e canali diplomatici). Ma anche il soccorso ai ‘deboli’, vittime delle guerre e dei conflitti. Fra gli attori interessati, si segnalano il Centro UNESCO di Torino) e Docenti Senza Frontiere, prof. Pietro Pustorino della LUISS, mentre un ruolo privilegiato sarà riservato al Consiglio d'Europa e a Faro Italia Platform.

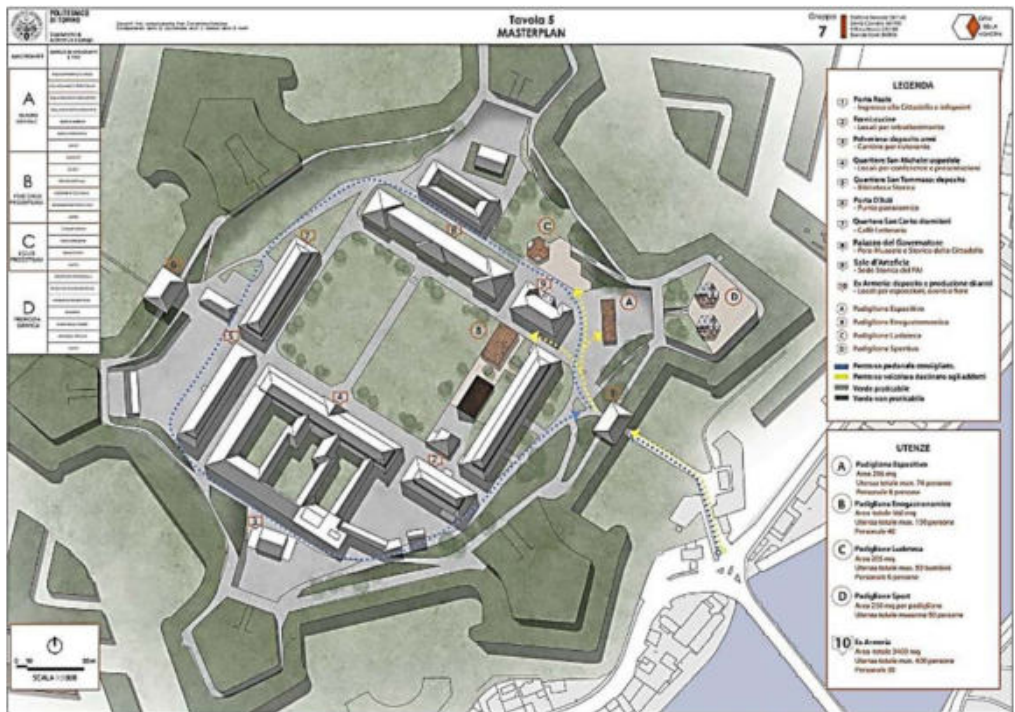


Fig. 2- L'(e)vocazione della memoria, l'architettura come percorso nel tempo della Storia, verso il progetto. Atelier di Progetto e Rappresentazione (proff. Marotta e Patestos, a.a. 2017-2019). a.a. 2018-2019 - Gruppo 7, Bersezio Stefano, Claverio Elena, Scirè Davide

### 3.6 Studi e ricerche, diffusione disseminazione. Archivi digitali. Scambi di ricerche nazionali e internazionali.

a Proporre e sviluppare scambi culturali e collaborazioni con associazioni italiane e non su temi delle fortificazioni, in particolare in ambito europeo; promozione di reti e connessioni nazionali ed internazionali tra associazioni ed altre organizzazioni che perseguono obiettivi analoghi o compatibili. Collaborazioni sistematiche con Istituzioni universitarie e non, prima fra tutte quella fra il Consiglio d'Europa e il Politecnico di Torino, in conseguenza di quanto già proposto e avviato da Marotta con il convegno del 18/5 us (Marotta, 2022).

b Favorire la produzione di pubblicazioni e documentazione rilevante per il concetto di 'patrimonio culturale' in qualsiasi forma: testi, immagini, video, siti web e qualsiasi altra forma opportuna;

c Avviare una raccolta sistematica per diffondere e valorizzare i contributi prodotti in letteratura specialistica, così come di esperienze, idee,

proposte e partecipazione attiva, messo a disposizione dall'intera 'Comunità patrimoniale' Faro della Cittadella.

### 3.7 Funzioni e Fruizione

a Coordinare e unificare la gestione e promozione di tutti i siti storico-militari della città e del territorio, a partire da Marengo, dai tre forti minori e dall'ex Ospedale militare (Chiesa di San Francesco).

b Realizzare un Museo dei sistemi difensivi europei, in applicazione di quanto anticipato al Punto 1 di questo Indice, superando l'attuale realtà della mostra permanente delle divise militari, per realizzare una vera istituzione museale nazionale (Museo di Storia dell'Esercito Italiano) secondo gli standard internazionali dell'ICOM, dotandola di adeguate competenze tecnico-scientifiche, servizi museali e strutture di fruizione.

c Ricepire la proposta (più volte prospettata) di destinare almeno parte degli edifici a sede di tutte le biblioteche, archivi e altre istituzioni culturali cittadine (e non solo), a partire da

quelle attualmente ospitate in edifici inadeguati, per metterle a servizio dell'utenza universitaria italiana e straniera, che potrebbe così fruire di un vero grande 'polo universitario' con funzioni culturali, residenze e servizi.

d Razionalizzare il problema del 'parcheggio incontrollato' di automezzi e installazioni di altre strutture incompatibili all'interno del sito monumentale, progettando parcheggi e depositi adeguati come potrebbe accadere in alcuni bastioni, a ciò destinati.

### **3.8 Turismo Culturale, nazionale e internazionale, organizzazione e marketing**

a Operare all'interno dei sistemi turistici (specie in quei contesti caratterizzati dall'offerta integrata di beni culturali e ambientali), per promuovere la Cittadella e inserirla in circuiti qualificati, nazionali e internazionali.

b Individuare le peculiarità del sito in funzione di una valorizzazione turistica sostenibile, gestire il sistema di offerta turistica e dei singoli attori della filiera, programmare progetti di intervento in ambito turistico- culturale a livello locale, nazionale ed internazionale.

c Individuare forme e modalità di finanziamento previste nei Fondi di Sviluppo dell'UE e nei Documenti di Attuazione a livello nazionale e locale, gestire l'attività di comunicazione e commercializzazione di prodotti turistici.

### **4. Verso un codice etico di comportamento e di controllo fra le parti**

Prima di versare i dati e i materiali (da concordare fra tutti), nella Scheda della Piattaforma Faro che mi è stata dedicata, in una fase preparatoria è stata avviata fra le parti interessate e disponibili una prima base di discussione condivisibile, per arrivare a una valutazione comune, attraverso i punti del paragrafo che segue.

#### **Confronti tematici**

Per concordare 'chi fa che cosa', sono stati proposti, e sono in fase di continuazione, i seguenti temi:

1. La formula istituzionale di cooperazione più idonea, e possibile;
2. La definizione dei rispettivi ruoli e specifici contributi dei soggetti coinvolti, secondo le competenze scientifiche e normative di ognuno;

3. Gli obiettivi, contenuti, strumenti rispettosi degli approcci metodologici di ciascun soggetto interessato, con eventuali possibilità di incrocio e dialogo interdisciplinare e transdisciplinare;
4. I relativi ambiti di applicazione, con materiali illustrativi e documentari da organizzare, diffondere e condividere;
5. Le strategie di coinvolgimento, sia reciproco che con la cittadinanza; modalità di disseminazione, diffusione, comunicazione.
6. Le tempistiche di massima delle fasi preliminari, poi di consolidamento, sviluppo e gestione dell'iniziativa;
7. Le risorse economiche necessarie e le occasioni di reperimento dei fondi, con possibili meccanismi di finanziamento;
8. La sottoscrizione legale della Convenzione di Faro (vedi Schema allegato), con l'approvazione dello Statuto.
9. La strutturazione e articolazione del progetto completo, per sezioni tematiche, modalità, e non solo.
10. Classificazione, schedature, comparazioni, archiviazione e memorizzazione di dati, documenti e informazioni. Categorizzazione delle attività, classificazione dei materiali e dei contenuti.

### **Conclusioni: conferme dalle ricerche nelle applicazioni**

La fase di proposta del programma - appena conclusa e qui illustrata - può assimilarsi metaforicamente a un 'mosaico', derivato nel tempo (e a vari livelli) da studi, ricerche, esperienze e attenzioni. Non a caso, uno dei suoi ideali tasselli può riconoscersi nell'atelier di Progetto e Rappresentazione (3), sulla Cittadella di Alessandria, nel lavoro (Fig 1 e Fig. 2) e nelle parole i alcuni studenti: "Ci siamo confrontati non solo con le regole della Rappresentazione, i codici e le norme, ma con un nuovo modo di concepire l'architettura e la Storia (anche della Fortezza...), che ci ha aperto gli occhi verso un approccio più critico alla lettura formale del testo d'architettura in rapporto al suo contesto, nel senso più ampio. Ci riteniamo quindi decisamente soddisfatti delle conoscenze e della crescita che questo corso ci ha portato, in quanto crediamo che quanto imparato sia alla base non solo di qualsiasi buon progetto,

ma anche di qualsiasi buon architetto in grado di rispettare la preesistenza, valorizzandola, e incidendo quindi positivamente nel contesto in cui il progetto andrà a inserirsi” (Gruppo 10: Bonis, Depalmas, Pipoli).

Ora, da quel mosaico, lungo e articolato, complesso e condiviso, soggetti pubblici e privati hanno visto nella proposta per la Cittadella di Alessandria, “Faro di pace in Europa”, un possibile processo di conoscenza, valorizzazione e conservazione, verso un nuovo e concreto futuro per la Fortezza, anche se ancora tutto in divenire: una eredità culturale che mi auguro di poter lasciare a chi vorrà comprenderla, riceverla, continuarla.

Fra i più recenti, concreti sviluppi, qui si segnala la ‘Giornata di Presentazione’ del progetto (6/12 u.s.), svoltasi nella sede del Comune di Alessandria, in occasione di una Commissione Consiliare a ciò dedicata, e condivisa da tutti i soggetti (pubblici e privati) interessati.

All’evento ha partecipato la rappresentante del Consiglio d’Europa in Italia, dottoressa Luisella Pavan-Woolfe, che fra l’altro, ha invitato chi scrive a illustrare quale esempio virtuoso lo stesso progetto per la Fortezza alessandrina, all’interno del volume: *Il valore del patrimonio culturale per la società e le comunità. La convenzione del Consiglio d’Europa tra teoria e prassi.*

### Note

- (1) Nota con Delega del Rettore, prof. Guido Saracco, prot.25772, dell’8/4/2022).
- (2) Primi soggetti promotori e/o sostenitori, al punto A: Proponente del progetto, ideatore e coordinatore: prof. arch. Anna Marotta, con

Politecnico di Torino e Rettore (prof. Guido Saracco); Comune di Alessandria (sindaco Gianfranco Cuttica di Revigliasco, poi Giorgio Abonante); Associazione Cittadella 1728/ Comitato Difesa Cittadella di Alessandria (Presidente Anna Marotta); Coesione Territoriale Bacino del Tanaro (con 36 Comuni collegati); Icomos Italia (Presidente prof. ing. Maurizio di Stefano); Provincia di Alessandria (Presidente Enrico Bussalino); FAI (Delegazione di Alessandria, Denis Zamburlini); Centro Studi per lo Sviluppo Rurale della Collina, dell’Università di Torino (Presidente prof. Marco De Vecchi); Centro per l’UNESCO di Torino (Presidente dott. ssa Maria Paola Azzario); Docenti senza Frontiere, sezione di Alessandria (Presidente Pier Luigi Cavalchini), Associazione Nazionale Bersaglieri, Sez. “E. Franchini”, Alessandria. Ulteriori contatti avviati, al punto B : Soprintendenza ai Beni Architettonici e Ambientali per il Piemonte (arch. Luisa Accurti); MIC (Segretariato Regionale per il Piemonte); Regione Piemonte, Assessorato alla Cultura; Isral, Istituto Storico per la Resistenza di Alessandria (Presidente arch. Mariano Santaniello); Italia Nostra (Francesca Petralia); Società di Storia, Arte e Archeologia (prof. Elisa Mongiano); Fondazione CR Alessandria (Presidente Luciano Mariano); Docenti senza Frontiere, sezione nazionale; Municipio di Almeida (Portogallo), Sindaco Antonio Machado; CEAMA (Centro Estudios Arquitectura Militar), Almeida; Fondazione Trivulzio, Milano (Direttore Marino Viganò).

- (3) Atelier di Progetto e Rappresentazione (proff. Marotta - Patestos, a.a. 2018- 2019).

### Bibliografia

- AA.VV. (2005) *Progetto di definizione di un modello per la realizzazione dei Piani di Gestione dei siti UNESCO*. Roma, MiBAC-Ernst & Young.
- Ainis, M. (1988) L’intervento culturale: promozione e libertà della cultura nel disegno costituzionale. In: Sempreviva, M. T. & Silvestro, C. (a cura di) *Il nuovo procedimento amministrativo*. Napoli, Simone.
- Bevilacqua, M. G., Karwacka, E., Mininno, V., Perrone, M. & Santini, L. (2020) The Fortress of Ripafratta, Tuscany. A research project for its conservation and enhancement. In: Navarro Palazón, J. & García-Pulido, L. J. (a cura di) *Defensive Architecture of the Mediterranean. Vol. XI: Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 1-3 October, Granada*. Granada, Editorial Universitat Politècnica de València, Patronato de la Alhambra y Generalife, pp. 835-842.
- Codice dei Beni Culturali e del paesaggio* (2004) *Decreto legislativo 22/1/2004, n. 42 o Codice Urbani*.
- Convenzione quadro del Consiglio d’Europa sul valore del patrimonio culturale per la Società* (2005) (CETS no. 199) 18/03/08 Faro, 27.X. 2005.
- De Martin, G. C. (2004) Autonomie e policentrismo normativo prima e dopo la riforma del titolo V della Costituzione. In: AA.VV. *Studi in onore di Fausto Cuocolo*. Milano, Giuffrè Editore, pp. 391-408.
- Ielo, D. (2005) *Commento all’art. 15, in AA. VV., L’azione amministrativa. Commento alla l. 7 agosto*

1990, n. 241 modificata dalla l. 11 febbraio 2005, n. 15 e dal d.l. 14 marzo 2005, n. 35.

- Marotta, A. (2022a) *Il Patrimonio Internazionale tra Materiale e Immateriale: Itinerari Culturali e Convenzione di Faro del Consiglio d'Europa, un confronto verso il futuro*. Politecnico di Torino, Consiglio d'Europa, Convegno internazionale, Castello del Valentino, Sala delle Colonne, 18 maggio 2022, Coordinamento scientifico di Anna Marotta (Atti in corso di stampa).
- Marotta, A. (2022b) *Colore per una Cittadella dalla guerra alla pace. Atti della XVII Color Conference (Conferenza del Gruppo Italiano del Colore), Firenze, 2022* (Atti in corso di stampa).
- Marotta, A. & Di Stefano, M. (2014) *Territories of defense from War to Peace: the Citadel of Alessandria*. In: *Heritage and Landscape as Human Values, 18th Icomos General Assembly and Scientific Symposium, 9-14 November 2014, Florence*. (Relazione su invito).
- Marotta, A. & Netti, R. (a cura di) (2022) *La Cittadella di Alessandria. Un Bene da conoscere, conservare e valorizzare*. Roma, Aracne editrice.
- Oro, D. (2022) *La Cittadella e l'UNESCO: una non-candidatura condivisa*. In: Marotta, A. & Netti, R. (a cura di) *La Cittadella di Alessandria. Un Bene da conoscere, conservare e valorizzare*. Roma, Aracne editrice.
- Orofino, M. (2006) *La ripartizione delle funzioni amministrative nel nuovo Titolo V della Costituzione con specifico riferimento al settore dei Beni Culturali*. In: Bilancia, P. (a cura di) *La valorizzazione dei beni culturali. Modelli giuridici di gestione integrata*. Milano, Franco Angeli, pp. 63-77.
- Pavan-Woolfe, L. & Pinton, S. (a cura di) (2019) *Il valore del patrimonio culturale per la società e le comunità. La Convenzione del Consiglio d'Europa tra teoria e prassi*. Bologna, Linea edizioni.

# Identidad y memoria: nuevos enfoques para la gestión de los castillos en la provincia de Alicante (España)

Juan Antonio Mira Rico<sup>a</sup>, Gema Jover Roig<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universitat Oberta de Catalunya, Castalla, Spain, jmirari@uoc.edu, <sup>b</sup> monoDestudio, Castalla, Spain, roiggem@gmail.com

## Abstract

The management of defensive architecture is largely based on archaeological, architectural and historical research, which becomes a fundamental pillar to carry out any action of preservation, restoration, didactics and dissemination. At the same time, a new research approach has been developed on the management of castles in public ownership at the beginning of the 21st century in different administrative territories such as the province of Alicante (Spain). In order to analyse it in more detail, a pilot project has been designed for Castalla Castle, one of the most outstanding fortifications in Alicante. It is aimed at finding out what the castle represents for its community and how it is perceived through the qualitative methodology, as well as improving its management. In this sense, is it a reference heritage landmark? Or is it a great unknown that represents a great economic burden and does not provide any benefit? These questions are of great interest because, without the effective involvement of the community, the correct management of defensive architecture cannot be complete as pointed out by the ICOMOS Guidelines on Fortifications and Military Heritage and the National Plan for Defensive Architecture of the Spanish Cultural Heritage Institute.

**Keywords:** defensive architecture, castles, management, province of Alicante.

## 1. Introducción

La gestión del patrimonio cultural se ha caracterizado, tradicionalmente, por ser unidireccional, desde la administración hacia la ciudadanía, que ejerce un rol pasivo (Paño, 2012: p. 103).

Frente a dicho planteamiento, todavía muy presente, la sociedad está adquiriendo un mayor protagonismo, en la gestión del patrimonio cultural, a través de la participación ciudadana. Esto es algo que se aprecia, perfectamente, a nivel local, en muchos yacimientos arqueológicos como, por ejemplo, el de Castillejo de la Muela (Aras de los Olmos, España) (Pérez & Soler, 2016: pp. 232-235).

Se trata de una estrategia impulsada por tratados como el *Convenio Marco del Consejo de Europa sobre el Valor del Patrimonio Cultural para la Sociedad*, más conocido como el *Convenio de*

*Faro*, firmado por España en 2018 y ratificado en 2022 (Consejo de Europa, 2005).

Él mismo, en su preámbulo recoge la necesidad de “lograr que toda la sociedad participe en (...) la (...) gestión del patrimonio cultural”; mientras que los artículos 11 y 12 se centran, respectivamente, en la organización de las responsabilidades públicas en el ámbito del patrimonio cultural y el acceso al patrimonio cultural y participación democrática. De gran interés es el artículo 12, en el que se apuesta por, entre otras cuestiones, impulsar la participación de todos en los procesos “de determinación, estudio, interpretación, protección, conservación y presentación del patrimonio cultural (y) de reflexión y debate públicos sobre las oportunidades y los retos que el patrimonio cultural representa” (art. 12.a). Pero, dicha estrategia, también, se ve favorecida,



por documentos técnicos como el *Plan Nacional de Arquitectura Defensiva* y las *Directrices de ICOMOS sobre Fortificaciones y Patrimonio Militar*.

En el caso del primero, uno de sus objetivos es “incentivar la participación y el protagonismo de la sociedad civil en el apoyo y el fomento de la cultura y la conservación de bienes culturales” (Carrión, 2015: p. 9). En concreto, apuesta por una difusión centrada en la población local de las intervenciones a realizar en la arquitectura defensiva para lograr su implicación a la hora de protegerlo y conservarlo (Carrión, 2015: p. 10).

De manera más precisa, señala que los proyectos de gestión cultural incidirán en la “participación ciudadana, por medio de iniciativas y trabajo con la población local y los diferentes agentes, públicos y privados en todas las escalas del territorio” (Carrión, 2015: p. 10). Por su parte, el artículo 3.4. de las directrices de ICOMOS está dedicado a las fortificaciones y las comunidades, pues las primeras juegan un importante papel en la identidad cultural y las tradiciones de las segundas. Para ello, apuesta por una interpretación focalizada en las comunidades locales que refuerce la apreciación de la arquitectura defensiva (ICOMOS, 2021).

## 2. Justificación y objetivos

Una investigación como la ejecutada es necesaria porque si se desconoce qué representa y cómo es percibida la fortificación para la ciudadanía castallense; difícilmente se la podrá implicar, de manera más efectiva y activa, en la gestión del castillo.

Y, para lograrlo, es necesario conseguir los siguientes objetivos. En primer lugar, y como objetivo general, es indispensable mejorar la gestión del *Castell de Castalla* mediante la incorporación de la ciudadanía en dicho proceso. Y, en segundo lugar, hay que lograr los siguientes objetivos específicos: conocer qué representa la fortificación para la comunidad de la que forma parte y cómo la perciben sus gentes.

De esta forma, se sentarán las bases para que los habitantes de Castalla pasen de un papel pasivo a otro activo; y comprendan y apoyen la necesidad de invertir recursos, en la fortificación, para fomentar su conocimiento, garantizar su buen estado de conservación y permitir su disfrute a las generaciones actuales y a las futuras.

## 3. Metodología

La presente investigación sigue la metodología cualitativa (Flick, 2012), muy útil para conocer las experiencias de la comunidad relacionada con el *Castell de Castalla* y cómo, esas experiencias, se han transformando en un proceso que ha mutado el tradicional vínculo establecido entre la población y castillo.

En concreto, se ha empleado la técnica de la entrevista grupal semiestructurada por ser la que mejor se adecua a los objetivos que busca la presente investigación. Además, este tipo de entrevista permite interpretar los discursos asociados a una cuestión determinada como un todo interrelacionado; en el que se hace comprensible el objeto de investigación de una manera ligada y concreta a la interpretación que los sujetos expresan en el momento en el que se realiza la acción (Alonso, 2015: p. 391).

De esta forma, se busca el diálogo entre el entrevistador y las personas entrevistadas, así como entre el propio grupo entrevistado; encontrando un espacio acotado, pero no totalmente cerrado, que permita generar conocimiento compartido sobre aquello que se investiga.

No obstante, al igual que las entrevistas estructuradas y las entrevistas en profundidad; la entrevista semiestructurada también presenta ventajas e inconvenientes perfectamente sintetizados por, entre otros autores, Eloísa Pérez Santos (Pérez Santos, 2000: p. 96). A ellos hay que sumar los problemas epistemológicos y éticos señalados por S. Kvale (Kvale, 2011: pp. 33-48 y 49-58).

Con todas estas premisas se seleccionó una muestra representativa de la sociedad objeto de la investigación; teniendo en cuenta las siguientes variables: composición del grupo por rangos de edad que faciliten una comprensión del proceso de transformación del castillo para la población nacida en la década de los años cincuenta del siglo XX hasta el año 2004; evitar los contactos familiares; paridad de las personas entrevistadas (seis mujeres y seis hombres); y heterogeneidad en cuanto al nivel educativo con personas con estudios secundarios y superiores que, en ningún caso, son expertas en el tema.

Las entrevistas se realizaron, el 28 de mayo de 2022, sobre una muestra de 12 personas. En cuanto a sus características propiamente dichas, la entrevista diseñada cuenta con 11



Fig. 1- Conjunto de personas seleccionadas para ser entrevistadas (Juan Antonio Mira Rico)



Fig. 2- Castell de Castalla: la Torre Grossa (i), el Pati d'Armes y el Palau (Juan Antonio Mira Rico, Màrius Bevià i Garcia & José Ramón Ortega Pérez, 2017)

preguntas agrupadas en tres bloques temáticos: conocimientos sobre la fortificación, vínculo personal con el castillo y su entorno y modelo de gestión.

#### 4. Objeto de estudio: el Castell de Castalla

##### 4.1. El bien cultural

La fortificación se localiza en un estratégico cerro, a 780 m s. n. m., situado en la comarca de la *Foia de Castalla*, al noroeste de la provincia de Alicante y en las coordenadas (DATUM ETRS89) UTM X 702635 y UTM Y 4274687.

Se trata de un castillo cuya adscripción cronológica y cultural abarca desde el siglo XI hasta el siglo XVI (andalusí taifa y cristiana moderna); y posee tres partes principales: *Palau*, *Pati d'Armes* y *Torre Grossa*.

Además, se encuentra bien estudiado desde los puntos de vista arqueológico (Menéndez et al. 2010; Mira, Martín & Ortega, 2022; Mira, et al.

2017); arquitectónico (Menéndez et al. 2010); histórico (Menéndez et al. 2010); de gestión (Mira, 2018; Mira, Bevià & Ortega, 2015); y museográfico (Mira, Bevià & Ortega, 2017).

#### 4.2. Modelo de gestión

El *Castell de Castalla* cuenta, al igual que el de la mayor parte de las fortificaciones de la provincia de Alicante, con un modelo de gestión público simple y centralizado, liderado por el Ayuntamiento de Castalla y su Concejalía de Patrimonio Cultural, con colaboraciones, patrocinios y subvenciones de otras administraciones como la Generalitat Valenciana (Martinell, 2014).

Este modelo se caracteriza por la conversión de los ayuntamientos en agentes culturales encargados de trabajar con el patrimonio cultural de sus municipios.

A partir de aquí, se llevó a cabo una gestión basada en cinco pilares básicos: investigación, conservación, restauración, didáctica y difusión.

Siguiendo a Alejandro Bermúdez (Bermúdez et al. 2004: p. 19, 68 y pp. 69). Todos ellos formarían una cadena lógica de intervención. Una síntesis de todo este proceso puede consultarse en el trabajo de Màrius Bevià i Garcia, Juan Antonio Mira Rico y José Ramón Ortega Pérez (Mira & Ortega, 2022).

#### 5. El Castell de Castalla y sus contextos

##### 5.1. Contexto patrimonial, cultural y turístico

La fortificación forma parte del denominado *Conjunt Patrimonial del Castell de Castalla*. Dicho término que define la agrupación de bienes culturales -materiales e inmateriales- y naturales, con unos valores históricos, medioambientales y patrimoniales comunes localizados y/o que se celebran en el promontorio del castillo (Mira, Bevià & Ortega, 2015: p. 381).

Desde el punto de vista cultural complementa la amplia y variada oferta municipal de este tipo. En el ámbito turístico, la fortificación es el único recurso de la localidad que reúne todas las condiciones para poder ser visitado: elevado grado de conocimiento, buen estado de conservación, existencia de equipamiento interpretativo, horario estable, oferta de servicio de visitas guiadas y/o autoguiadas, etc. Por ello, también, forma parte de la ruta de los *100 castillos de la Costa Blanca*, impulsada por la Diputación de Alicante (<http://>

### 5.2. Contexto económico

Desde la segunda mitad del siglo XX, Castalla se caracteriza por tener un sistema productivo basado en una industria de pequeño y mediano tamaño diversificada y estable; que combina artesanos y trabajadores de las industrias manufactureras, junto con operarios de maquinaria (Jover & Quiñonero, 2013).

Por otro lado, el sector servicios ha aumentando en la localidad sobretodo el referido al transporte, la hostelería, los servicios profesionales y, en menor medida, el comercio. De esta manera, puede afirmarse que el peso de la estructura productiva se distribuye entre los servicios y la industria. Unos sectores que han manteniendo cierto dinamismo económico incluso durante los ciclos de crisis ocurridos en los últimos años (Consejo General de Economistas, 2020; Generalitat Valenciana, 2021).

### 5.3. Contexto social

Castalla contaba, para el año 2021 con un total de 10.752 personas, número que ha aumentando, en los últimos cinco años, con un 2% de aumento positivo desde el 2015 hasta la actualidad. Se parte de un municipio con una clara tendencia al envejecimiento poblacional, donde el grueso de población se sitúa entre las edades que van desde los 35 hasta los 49 años de edad. Por otro lado, la localidad posee un fuerte dinamismo debido a la llegada de personas de otros municipios y del extranjero. Ello favorece el equilibrio entre las tasas de dependencia y longevidad al ser pobladores que, también, se sitúan en los rangos de edad que conforman las personas activas. En este sentido puede afirmarse que, actualmente, Castalla se encuentra en progresión demográfica por la llegada de población de otros lugares. Este hecho, además, aporta riqueza social a la localidad (Jover & Quiñonero, 2013).

### 6. Resultados

Desde el inicio de la entrevista se establece, en el discurso, la existencia de una relación muy estrecha entre memoria social (entendida como los recuerdos vividos y experiencias compartidas), experiencia y el *Castell de Castalla*. Además, dicha relación no es, exclusivamente,



Fig. 3- El Conjunt Patrimonial del Castell de Castalla en 2022. Patrimonio cultural material: 1-Castell de Castalla, 2-Vila medieval, 3-Posible albacara, 4-Posible necrópolis del *Fossar Vell*, 5-Márgenes y bancales de cultivo tradicionales, 6-Yacimiento arqueológico del *Dipòsit Vell*, 7-Dos vías crucis, 8-Escenarios bélicos de las batallas de Castalla, 9 y 10-Depósitos de agua, 11, 12 y 13-Refugios agrícolas y 14-Enterramientos de la *Vessant Oest*. Patrimonio cultural inmaterial: Fiestas de Moros y Cristianos y Semana Santa. Patrimonio natural: flora-224 especies pertenecientes a 59 familias diferentes de plantas y fauna-37 especies de vertebrados (Juan Antonio Mira Rico, Carlos Martín Cantarino & José Ramón Ortega Pérez, 2022)

hacia la fortificación, sino que abarca todo el entorno paisajístico y patrimonial que la rodea (incluyendo el centro histórico). En este sentido, el castillo ha sido, a lo largo del tiempo, un lugar vinculado, estrechamente, con buena parte del centro histórico de Castalla. La conexión entre la fortificación y el centro histórico se señalará, a lo largo de la entrevista, como relevante para entender el proceso de transformación experimentado por el castillo y los retos que supone su gestión y las dificultades actuales para activarlo.

La conexión entre la fortificación, el entorno y las vivencias es más fuerte cuanto mayor edad tienen las personas entrevistadas. En esta línea, se trata de una relación basada en los recuerdos de la infancia y la juventud. Por su parte, en los jóvenes

se da la situación contraria. Su experiencia es casi nula y no tienen recuerdos de infancia asociados al castillo y/o su entorno. Interesante es observar como la diferencia, en cuanto a experiencia vinculada con la edad, se diluye cuando se les pregunta por la relación que tienen actualmente con la fortificación. Aquí todos los participantes coinciden en aportar que no tienen ninguna relación con el castillo, ya sea personal y/o social, y señalan que la recuperación social de la fortificación se ha producido en detrimento del vínculo que había con la población local, que se encuentra debilitado. Este alejamiento se traduce en un cierto sentimiento de desapego que ha deteriorado la relación vivida y la experiencia social señalada que, con anterioridad, formaba parte de la identidad del municipio, así como de su cotidianeidad.

Se trata de una situación negativa, como han indicado todas las personas entrevistadas, que ha derivado en una pérdida de su valor como espacio de identidad social. Por lo tanto, aunque reconocen su fuerte valor patrimonial, expresan que ha perdido valor social y comunitario y que, actualmente, la población local no siente el monumento como suyo y que, por tanto, no reconoce el castillo como un lugar que pueda ser activado y vivido, como lo fue en su momento. Vinculada a esta problemática se aportan otros valores (cultural/festivo, relacionado con las Fiestas de Moros y Cristianos, paisajístico y natural), consideradas un potencial para el castillo, y su entorno, y que deberían promoverse para revertir el proceso de distanciamiento.

Durante la sesión se reitera que existen diversas causas que han impactado de manera negativa y han potenciado ese mayor distanciamiento entre la población y la fortificación. En primer lugar, se puede citar la progresiva pérdida de población del centro histórico y su consecuente deterioro. Este hecho ha dificultado la existencia de un planteamiento de gestión o usos de este espacio más vinculado a la comunidad. Aquí se consensua que se ha primado la conservación del castillo sin atender aspectos vinculados con el tejido social local. En este sentido, señalan que recuperar la fortificación era fundamental, pero que dicho proceso debió acompañarse de una política de sensibilización, promoción y activación de posibles usos, del castillo y su entorno, más allá de los patrimoniales. En segundo lugar, destaca el vallado existente en la rampa de acceso a la *Ermida de la Sang* –intervención realizada por

el ayuntamiento, en un momento determinado para disminuir el vandalismo—. Se plantea que debería de ser revisado y puesto en cuestión pues todos los participantes están de acuerdo en que dificulta e impide un acceso más normalizado, para la población local y las personas que visitan el municipio, al conjunto patrimonial. En esta línea, y en cuanto a revertir el proceso de distanciamiento y desactivación, señalan que se deberían potenciar acciones que abrieran el entorno a actividades programadas con un horario más amplio acompañado de una mayor pedagogía sobre el patrimonio local. Aquí el grupo de personas entrevistadas coincide en que cuanto más uso vinculado a la población local se le dé al castillo y su entorno, mayor valor recibirá y consideran que habrá más implicación en su conservación. Además, reconocen que debe ser un proceso que debe implicar a todos los agentes sociales de Castilla.

Otro aspecto que consideran relevante y reconocen como una fortaleza y, a su vez, una dificultad es la ubicación de la fortificación. Por un lado, las vistas de la comarca son fantásticas, pero su emplazamiento dificulta programar una cantidad de actividades debido a la dificultad de acceso. Aún así señalan ejemplos, caso de conciertos y talleres didácticos para niños, que se han realizado en algún momento.

Además, las personas entrevistadas coinciden en que el castillo y su entorno tienen muchas potencialidades que van más allá de lo patrimonial. Indican que se pueden desarrollar otro tipo de actividades (educativas, deportivas, festivas o lúdicas) y dotarlo de usos más diversos atendiendo a todos los tramos de edad. Nuevamente, diferencian la fortificación de su entorno, siendo el espacio que rodea el castillo el que mayor reclamo y posibilidades le encuentran a la hora de activarlo. Aquí se proponen actividades que van desde el ámbito cultural/festivo (Fiestas de Moros y Cristianos), educativo (desarrollando actividades conjuntas con los centros educativos locales) y lúdico (Feria de San Isidro), hasta el deportivo y medioambiental. Muchas de las propuestas son actividades que en algún momento ya se han realizado, pero las personas entrevistadas enfatizan su excepcionalidad. Por ello, consideran necesario que deberían ser más habituales y formar parte de una programación continuada y de una política municipal más integral y no, exclusivamente, centrada en el ámbito del patrimonio cultural. No obstante,

existe la duda de si la administración pública tiene la capacidad, en cuanto a recursos económicos, humanos y materiales, para implementar una política que planifique futuros usos atendiendo a las necesidades de la comunidad local. Ello se justifica por el hecho de que no se conocen, en Castalla, experiencias previas que faciliten estos modelos, así como los mecanismos administrativos para implementarlos.

Por último, también se propone la necesidad de realizar un estudio de impacto económico que pueda determinar la contribución de la fortificación en la economía local y que, también, ayude a su gestión.

## 7. Conclusiones

A partir de lo expuesto, en el punto anterior, puede afirmarse que, entre los entrevistados más mayores, existe una relación muy estrecha con el *Castell de Castalla* (recuerdos vividos y experiencias compartidas). No obstante, todos los participantes señalan que, en la actualidad, no tienen ninguna relación con la fortificación, ni personal, ni social, hecho que se traduce en un sentimiento de desapego. En este sentido, reconocen su valor patrimonial, pero expresan que ha perdido valor social y comunitario. Además, aportan otros valores (cultural/festivo, relacionado con las Fiestas de Moros y Cristianos, paisajístico y natural), que los consideran un potencial para el castillo y su entorno y que deberían promoverse para revertir el proceso de distanciamiento.

Esta situación puede deberse a diversos factores como la pérdida de población del centro histórico y su consecuente deterioro (aquí consideran que se ha primado la conservación de la fortificación sin atender aspectos relacionados con el tejido social local); el vallado existente en la rampa de acceso a la *Ermita de la Sang* que, aunque ha reducido el vandalismo, impide el acceso regular al conjunto patrimonial; y la propia ubicación del castillo, con unas visitas espectaculares, pero con una mala accesibilidad. Finalmente, todas las personas entrevistadas coinciden en señalar que la fortificación y su entorno tienen un potencial que va más allá de lo puramente patrimonial; desarrollando actividades educativas, deportivas, festivas, lúdicas, etc., para un amplio segmento de público. Además, destacan que sería conveniente conocer su aportación a la economía local.

A partir de aquí se propone, a modo de conclusión, el diseño de una estrategia para, en primer lugar,

superar el distanciamiento existente entre la ciudadanía y el castillo y, en segundo lugar, promover la participación activa de la sociedad en el proceso de gestión de la fortificación, en particular, y del conjunto patrimonial, en general. Dicho planteamiento, estará en consonancia con el *Convenio de Faro*, el *Plan Nacional de Arquitectura Defensiva* y las *Directrices de ICOMOS sobre Fortificaciones y Patrimonio Militar*.

En concreto se apuesta por redactar un plan director del conjunto patrimonial que, además de las cuestiones puramente patrimoniales de investigación, conservación, restauración, didáctica y difusión; incorpore un diagnóstico social -entrevistando a más personas y colectivos- y económico para dar a conocer las oportunidades y los retos que supone la gestión de la fortificación y del conjunto patrimonial y su aportación a la economía de Castalla. Además, el documento tendrá un programa de usos elaborado, conjuntamente, con la ciudadanía con un doble objetivo: superar la indiferencia existente y enriquecer con aportaciones y sugerencias diversas, la futura utilización del castillo y del conjunto patrimonial. A modo de ejemplo, algunas de las acciones que podrían desarrollarse son las siguientes:

- Abrir el cerramiento existente en la rampa de acceso a la *Ermita de la Sang*, en horario amplio, para que los visitantes puedan disfrutar del conjunto patrimonial, aunque el castillo se encuentre cerrado.

Realizar actividades culturales como las exposiciones al aire libre y animar a las entidades y grupos musicales, locales a actuar allí durante los meses óptimos para ello. En función del tipo de concierto y exposición, se podría aprovechar el castillo o el conjunto patrimonial. Por otro lado, conviene señalar que los conciertos son actividades que se han realizado en el lugar (conjunto patrimonial), pero que los artistas dejaron de hacer por las dificultades de accesibilidad. Para contrarrestar esta situación, se pueden promocionar la fantástica acústica y las vistas de un entorno privilegiado.

- Recuperar el programa de difusión patrimonial con los centros educativos para que los escolares de diferentes edades entren en contacto con el monumento y el resto de patrimonio cultural y natural existente, lo conozcan de forma detallada y descubran su

larga historia.

- Ejecutar actividades didácticas y de difusión orientadas a diversos tipos de público (charlas, talleres, etc.).
- Restablecer actividades de carácter deportivo como el *Cross Centre Històric de Castalla*, prueba que, además, del centro histórico, cruzaba por el conjunto patrimonial y el castillo.
- Abrir el debate hacia la ciudadanía para que las acciones relacionadas con la gestión del castillo, en particular, y del conjunto patrimonial, en general, que se puedan proponer; partan de una necesidad compartida y demandada por la población de Castalla.

Finalmente, se debe constituir un órgano de seguimiento del plan director, configurado como un instrumento de gobernanza y gestión complejo basado en el modelo de la cuádruple hélice (administración, sociedad civil, academia y empresa). El mismo estaría en concordancia con el artículo 12 del Convenio de Faro. Además, es muy beneficioso para diversos ámbitos como el

patrimonio cultural, el cambio climático, el acceso a la vivienda; etc.; y suele implicar a los siguientes agentes (Caravannis & Campbell, 2009):

- Investigación. Entidades de conocimiento, investigación, ciencia y tecnología, universidades, grupos de investigación y parques tecnológicos.
- Economía productiva. Organizaciones y entidades empresariales, clústeres, grandes empresas, pymes y micropymes, emprendedores y *startups*.
- Sociedad civil. Organizaciones medioambientales, grupos de consumidores, tecnologías de la información y de la comunicación, y público en general.
- Administración pública: áreas o departamentos relacionados con el ámbito del proyecto.

De esta manera, se contribuirá a mejorar la cohesión social y fomentar el sentido de pertenencia de los ciudadanos y su participación activa en favor del patrimonio cultural.

## Referencias

- Alonso Benito, L. E. (2015) La entrevista abierta como práctica social. In: Ferrando García, M., Alvira Martín, R., Alonso Benito, L. E. & Escobar Mercado, M. (eds.) *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación*. Madrid, Alianza Editorial, pp. 390-417.
- Bermúdez, A., Vianney, J. & Giralt, A. (2004) *Intervención en el patrimonio cultural*. Madrid, Editorial Síntesis.
- Bevia i Garcia, M., Mira Rico, J. A. & Ortega Pérez, J. R. (2022) El Castell de Castalla (Alicante, España) y proceso de recuperación social: 1984-2017. In: Menéndez Fueyo, J. L. & Pérez Jiménez, R. (eds.) *I Seminario de fortificaciones. Los castillos de Alicante ante sus proyectos de intervención, 17-18 de octubre de 2018, Alicante*. Alicante, Museo Arqueológico de Alicante, pp. 165-174.
- Caravannis, E. G. & Campbell, D. F. J. (2009) 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46 (3-4), 201-234.
- Carrión Gútiérrez, A. (ed.) (2015) *Plan Nacional de Arquitectura Defensiva*. Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Consejo General de Economistas (2020) *Fichas socioeconómicas 2021*. Disponible en el enlace: <https://fichassocioeconomicas.economistas.es/index.php> (Consultado: 20 June 2022).
- The Council of Europe (2005) *Faro Convention Action Plan*. Disponible en el enlace: <https://www.coe.int/en/web/culture-and-heritage/faro-action-plan> (Consultado: 15 June 2022).
- Diputación de Alicante (2022) *100 castillos de la Costa Blanca*. Disponible en el enlace: [http://www.costablanca.org/Esp/Descubre\\_la\\_Costa\\_Blanca/Castillos\\_de\\_la\\_Costa\\_Blanca/Paginas/default.aspx](http://www.costablanca.org/Esp/Descubre_la_Costa_Blanca/Castillos_de_la_Costa_Blanca/Paginas/default.aspx) (Consultado: 29 April 2022).
- Flick, U. (2012) *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid, Ediciones Morata.
- Generalitat Valenciana (2021) *Portal estadístico de la Comunidad Valenciana*. Disponible en el enlace: <https://pegv.gva.es/es/fichas> (Consultado: 13 June 2022).
- ICOMOS (2021) *ICOMOS guidelines on fortifications and military heritage*. Disponible en el enlace: [https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/AGA\\_202111\\_61\\_ICOMOS\\_Guidelines\\_Fortifications\\_MilitaryHeritage\\_2021\\_EN.pdf](https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/AGA_202111_61_ICOMOS_Guidelines_Fortifications_MilitaryHeritage_2021_EN.pdf) (Consultado: 25 May 2022).

- Jover Roig, G. & Quiñonero Oltra, J. (2013) *Proceso participativo para la revitalización el Centro Histórico de Castalla. Primera fase diagnóstico*. Unpublished.
- Kvale, S. (2011) *Las entrevistas en Investigación Cualitativa*. Madrid, Ediciones Morata.
- Martinell Sempere, A. (2014) Modelos de gestión. In: Ben, L., Rivas, V. & Ojeda, C. (eds.) *Manual Atalaya de apoyo a la gestión cultural*. Cádiz, Universidad de Cádiz.
- Menéndez Fueyo, J. L., Bevià i Garcia, M., Mira Rico, J. A. & Ortega Pérez, J. R. (2010) *El Castell de Castalla. Arqueología, arquitectura e historia de una fortificación medieval de frontera*. Museo Arqueológico Provincial de Alicante, Alicante.
- Mira Rico, J. A. (2018) The management of municipal property castles: an impossible challenge? Analysis of the Castalla Castle Heritage Site (Castalla, Spain). In: Amoêda, R., Lira, S., Pinheiro, C., Santiago Zaragoza, J. M., Calvo Serrano, J. & García Carrillo, F. (eds.) *HERITAGE 2018. Vol.1: Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Heritage and Sustainable Development, 12-15 June, Granada*. Granada, Editorial Universidad de Granada & Barcelos, Green Lines Institute for Sustainable Development, pp. 867-876.
- Mira Rico, J. A., Bevià i Garcia, M. & Ortega Pérez, J. R. (2015) Del Castell de Castalla al Conjunt Patrimonial del Castell de Castalla: un nuevo enfoque en la gestión del patrimonio cultural valenciano. In: Rodríguez-Navarro, P. (ed.) *Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII Centuries. Vol. 1: Proceedings of FORTMED – Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 15-17 October 2015, Valencia*. Valencia, Universitat Politècnica de València, pp. 381-388.
- 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, B. (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.
- Mira Rico, J. A., Martín Cantarino, C. & Ortega Pérez, J. R. (2022) Nuevos estudios para el conocimiento del Castell de Castalla (Alicante, España): análisis de la malacofauna medieval. *Arqueología y Territorio Medieval*, 29, 1-16.
- Mira Rico, J. A., Carrión Marco, Y., Morales-Pérez, J. V. & Ortega Pérez, J. R. (2017) Nuevas aportaciones sobre el aprovechamiento faunístico y vegetal en el Castell de Castalla (Alicante, España) durante los siglos XI-XV. *Arqueología y Territorio Medieval*, 24, 291-330.
- Paño Yáñez, P. (2012) Gestión del patrimonio cultural y participación ciudadana. Presupuestos participativos como ejemplo de decisión y gestión compartida del patrimonio cultural entre instituciones públicas y ciudadanía. *Treballs d'Arqueologia*, 18, 99-123.
- Pérez Santos, E. (2000) *Estudio de visitantes en museos: metodología y aplicaciones*. Gijón, Ediciones Trea.
- Pérez Herrero, C. I. & Soler Mayo, B. (2016) Patrimonio y participación ciudadana. Ejemplos y reflexiones desde el País Valenciano. In: Díaz-Andreu, M., Pastor Pérez, A. & Ruiz Martínez, A. (eds.) *Arqueología y comunidad. El valor social del patrimonio arqueológico en el siglo XXI*. Madrid, JAS Arqueología.

## Recupero dei camminamenti in quota delle mura urbane limitrofe al Giardino Scotto di Pisa

Matteo Pierotti<sup>a</sup>, Marco Guerrazzi<sup>b</sup>, Gerardo Masiello<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Matteo Pierotti Ingegneria, Cascina (PI), Italy, matteopierotti.ingegneria@gmail.com, <sup>b</sup> Comune di Pisa, Pisa, Italy, m.guerrazzi@comune.pisa.it, <sup>c</sup> Studio Masiello Strutture, Pisa, Italy, gerardomasiello@smstrutture.it

### Abstract

Giardino Scotto (Scotto's Garden) is the main urban garden in Pisa, enclosed by a triangular fortress known as Cittadella Nuova (New Citadel), built as a reinforcement of the medieval fortifications between the 14<sup>th</sup> and the 15<sup>th</sup> century, later on disarmed from its military use and sold in 1798 to shipowner Domenico Scotto, who transformed the fortress into an extensive garden with terraces and promenades, serving the adjoining palace.

A peculiar feature of Giardino Scotto is a vaulted gallery located on the first level of the fortified wall, running for the whole extension of the fortress, which on the western side becomes an ambulatory with 19<sup>th</sup> century arched openings; another unusual feature is the Tower of St. Anthony, which was cut off at the fortification level like in almost all the other towers in Pisa, located at the northern end of the fortress and presenting an important lean in respect of the ground level and the town walls as well. The whole of fortifications and galleries has not been allowed to the public, due to necessary maintenance and the presence of a few structural damages.

As part of a larger project for the valorisation of such important heritage in the historical town centre, the restoration of the walkways has recently begun; such rehabilitation campaign includes the construction of a new access to ascend to the two promenades, consisting of a staircase and an elevator located inside the Tower of St. Anthony; the latter will be raised to the summit of the walls with a timber enclosure.

**Keywords:** fortifications, enhancement, walls, routes.

### 1. Introduzione

Il Giardino Scotto è il principale parco urbano di Pisa, situato all'interno della fortezza triangolare nota con il nome di fortezza San Marco o Cittadella Nuova, costruita dai fiorentini dopo la conquista della città di Pisa del 1406, come ulteriore fortificazione della parte orientale della città, in corrispondenza proprio della porta S. Marco sulla via Fiorentina (Bevilacqua & Salotti 2010: p. 110).

L'area prescelta per la realizzazione del progetto era già edificata: vi si trovava, infatti, la chiesa di S. Andrea in Chinzica, un monastero e un ospedale, che si trovavano sul tracciato del progettato muro rettilineo di collegamento tra la rocca di S. Marco e il fortilizio presso il Ponte

della Spina (situato nei pressi dell'attuale Ponte della Fortezza). Il campanile della chiesa fu inglobato nel complesso murario e rimase con la funzione di torre di difesa, nota con il nome di Torre S. Antonio (Tolaini 2005: p. 103); la peculiarità di questa struttura, a differenza delle altre torri cittadine, è l'inclinazione di circa 45° rispetto all'allineamento delle mura (presentando quindi quattro lati anziché tre), nonché la presenza di quattro ringrossi d'angolo, che rimandano alla base di altri campanili ancora presenti in città, quali quelli di San Matteo, San Paolo all'Orto e San Michele degli Scalzi.

Il progetto fu affidato a Filippo Brunelleschi e prevedeva la realizzazione del collegamento



della rocca S. Marco con la riva dell'Arno, in corrispondenza del Ponte della Spina; quest'ultimo venne fortificato e una torre fu costruita sopra l'ingresso. I lavori durarono circa trent'anni.

La muratura era composta da un paramento interno in mattoni, da uno esterno a scarpa in blocchi squadri di calcare e da un nucleo a sacco; erano inoltre presenti due torri circolari.

Di questa prima costruzione, ad oggi restano il mastio della porta San Marco, a sud; la torre circolare di Santa Barbara, a nord est; le due torri circolari sul fianco occidentale in direzione della città, di cui uno, detto 'della Campana', in corrispondenza del ponte sul fossato e della porta di accesso alla fortezza (Bevilacqua & Salotti 2010: p. 112).

Nel 1495, la rivolta pisana che portò alla breve riconquista della città causò drastiche distruzioni anche le mura medievali incluse nella Cittadella, da cui si salvò soltanto la porta San Marco con alcuni annessi nel mastio nella fortezza meridionale. Il tratto tra la porta e l'Arno appare infatti ricostruito in parte in mattoni e in parte riutilizzando pietre del muro originario insieme a

bozze di marmo della cortina a scarpa demolita (Tolaini 2005: p. 107).

Dopo aver conquistato nuovamente Pisa nel 1509, fiorentini ordinarono un nuovo progetto della Cittadella ad Antonio e Giuliano da Sangallo (Bevilacqua & Salotti 2010: p. 120); la fortificazione quattrocentesca fu completata con due fortezze, una a sud e una a nord, quest'ultima poi abbattuta sulla fine del Settecento per la costruzione del palazzo sul lungarno.

La Cittadella Nuova, così come le altre fortificazioni non più necessarie per scopi militari, fu disarmata e privatizzata dal Granduca Pietro Leopoldo nel 1781; nel 1798 fu acquistata dall'armatore livornese Domenico Scotto, il quale fece costruire un imponente palazzo lungo il fiume Arno nella parte settentrionale della Cittadella e utilizzò quest'ultima quale giardino, realizzando una serie di terrazze e promenoirs (Tolaini 2005: p. 108), su progetto dell'architetto Giovanni Caluri.

Il giardino divenne proprietà del Comune di Pisa nel 1935, il quale apportò delle drastiche modifiche, quali l'inserimento di due grandi

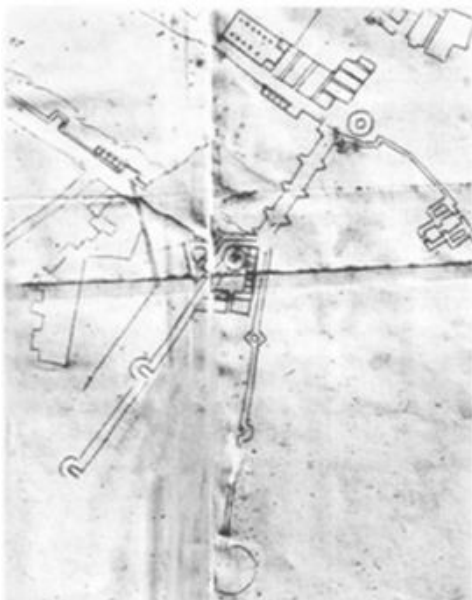


Fig. 1 - Pianta di Pisa non finita, particolare, sec. XVI; indicata dalla freccia è la torre di S. Antonio; si nota la prosecuzione delle mura fino al ponte (Gabinetto dei Disegni e delle Stampe delle Gallerie degli Uffizi, Firenze, 7959A)



Fig. 2 - Progetto del Giardino di Domenico Scotto del 1806; si nota la Torre di S. Antonio (indicata con 'G') e il camminamento indicato sopra di essa (Archivio di Stato Firenze, Scrittoio delle fortezze e fabbriche, fabbriche lorenesi, f. 2045, c. 65)

archi nei pressi del vertice orientale del triangolo fortificato per il passaggio della viabilità del lungarno, l'apertura di alcune finestre ad arco sul lato nord-orientale, e il taglio di un puntone della fortezza S. Marco per la realizzazione del ponte della Vittoria (Tolaini 2005: p. 108).

Il palazzo fu distrutto durante i bombardamenti della Seconda guerra mondiale sia a causa della sua posizione in prossimità del ponte che a causa della funzione che assolveva al tempo, Regia Questura, rendendolo quindi un obiettivo sensibile (Gattiglia & Milanese 2006: p. 106).

## 2. Il Giardino Scotto oggi

Il Giardino Scotto è oggi un importante parco urbano, vero polmone verde della città; vi sono giochi per bambini, gazebo attrezzati, aree a verde e d'estate ospita numerosi eventi, a cui la fortezza fa da splendida cornice. Allo stato attuale, il sistema fortificato del Giardino Scotto, isolato dalle altre porzioni ancora esistenti di mura urbane, presenta sul suo perimetro triangolare una galleria con delle grandi finestre ad arco e un soprastante camminamento a cielo aperto, presentando, pertanto, un doppio ordine di percorsi in quota: si tratta di un unicum nelle mura di Pisa, originato dalle trasformazioni ottocentesche.

Le mura, anche grazie ad interventi di restauro che si sono succeduti in anni recenti, sono perlopiù integre e in buono stato di conservazione, ma l'accesso al pubblico è interdetto. Il vertice settentrionale, che un tempo conduceva ad un ponte fortificato sul fiume Arno, è mancante, e le mura si interrompono in corrispondenza della torre di S. Antonio, che si presenta mozzata alla quota del camminamento della galleria; a fianco della torre è attualmente presente uno degli ingressi al giardino.

La torre, in grandi blocchi di pietra squadrati e alta circa 5 m, è parzialmente interrata, e presenta una forte pendenza in direzione del fiume Arno (Figg. 3-4).

Le mura sono a sacco con paramenti in mattoni pieni, intervallati da alcuni blocchi in pietra; alcune porzioni sono evidentemente frutto di una recente ricostruzione, mentre sporadicamente, soprattutto al lato interno e all'interfaccia con la torre di S. Antonio, si è verificato il distacco parziale o totale di elementi in laterizio in maniera più o meno estesa. Nei pressi della torre, la volta galleria e le strutture portanti sono crollate per una lunghezza di circa 15 m lato interno e di circa 7 m

lato esterno (Fig. 5); il muro esterno (a due teste) è stato puntellato per impedirne l'ulteriore crollo.

## 3. Il progetto di recupero



Fig. 3 - Interno della torre vista dall'alto (foto di Matteo Pierotti, 2022)



Fig. 4 - Torre di S. Antonio vista dal Lungarno Fibonacci, prima dell'intervento di recupero (foto di Matteo Pierotti, 2019)



Fig. 5 - Porzione di mura crollate nei pressi della torre S. Antonio, prima dell'intervento di ricostruzione (foto di Matteo Pierotti, 2019)



Fig. 6- Vista del camminamento sommitale con il panorama del lungarno e la torre di S. Barbara (foto di Matteo Pierotti, 2022)

Il progetto di recupero del tratto di mura urbane limitrofe al Giardino Scotto prevede la realizzazione di un punto di salita a partire dalla torre di S. Antonio, estremità settentrionale lato lungarno del perimetro fortificato; in questo modo si vuol garantire l'accesso al doppio ordine di camminamento in quota: la galleria, un corridoio voltato con finestre sui due lati, e il parapetto, dal quale si possono ammirare i paesaggi del lungarno e del parco del Giardino Scotto, completando il percorso esistente (Fig. 8).

L'intervento si inserisce in uno scorcio paesaggistico, quello del lungarno, fondamentale per la città di Pisa (Fig. 6); per questo motivo, le principali scelte progettuali sono state concertate con la Soprintendenza. I lavori sono in corso di esecuzione e si prevede la fine entro l'anno 2022.

Il progetto si pone in continuità con una serie di importanti interventi effettuati nel corso degli ultimi dieci anni, nell'ambito del piano degli interventi di sviluppo urbano sostenibile, che hanno unito al restauro monumentale delle mura urbane una riqualificazione urbana con la creazione di percorsi pedonali alla base delle mura stesse e l'apertura al pubblico del camminamento in quota della porzione di mura a nord del fiume Arno, con la creazione di punti di accesso lungo tutto il perimetro realizzati entro strutture fortificate esistenti oppure costruiti ad hoc (Fig. 7); questo intervento consente di godere, tra l'altro, della vista dall'alto della principale area monumentale

cittadina, la Piazza del Duomo. Allo stesso modo, con il restauro dei camminamenti in quota del Giardino Scotto si valorizzerà ulteriormente questo importante parco, recuperando un capitolo importante della sua storia.



Fig. 7- Torre in legno progettata dagli autori per l'accesso alla parte settentrionale delle mura urbane di Pisa e realizzata nel 2016; l'oggetto del presente intervento ne riprende l'idea (Matteo Pierotti, 2019)

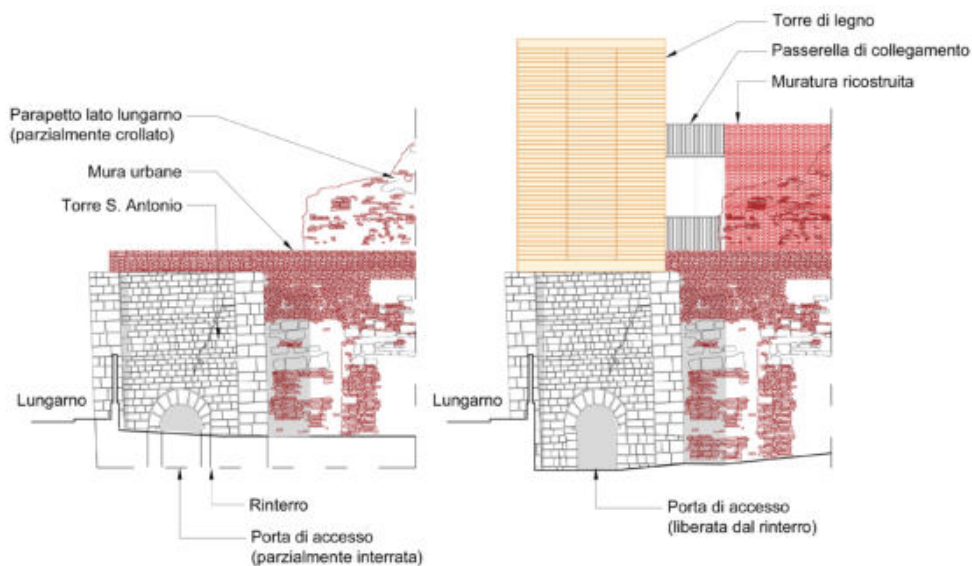


Fig. 8- Stato ante intervento -a sinistra- e progetto - a destra - (elaborazione grafica di Matteo Pierotti, 2019)

#### 4. La nuova torre

La torre di S. Antonio, rimasta inutilizzata e inaccessibile dopo il suo interrimento, è stata parzialmente liberata dal terreno circostante in modo da poter accedere alla porta presente sul lato nord-ovest, e sarà collegata al piano all'interno del Giardino Scotto con un sistema di rampe pedonali e di gradini.

All'interno della torre è stata realizzata una struttura in carpenteria metallica costituita da un castelletto centrale in profili scatolari, con un ascensore interno con accesso prospiciente la porta e una scala a sbalzo che si sviluppa attorno ad esso. Scala e ascensore, quindi, partono da un livello posto a circa -1.20 m dal piano stradale, e servono sia la quota della galleria delle mura (circa +7.65 m, raggiunta con 45 gradini), sia la quota di camminamento in sommità a cielo aperto (circa +11.00 m, raggiunta con ulteriori 20 gradini). Le rampe di scale hanno larghezza 90 cm (120 agli sbarchi dell'ascensore) e sono costituite da gradini in lamiera, contenuti da due cosciali in piatto d'acciaio.

A partire dalla quota sommitale della torre S. Antonio, quale rivestimento della scala, il progetto prevede una torre di legno lamellare, impostata su quattro pilastri angolari sui ringrossi della muratura e alcuni pilastri intermedi; il tamponamento, su tre lati, è a lamelle orizzontali

in legno che lasciano penetrare dei piccoli orizzonti luminosi all'interno.

La torre in legno ha un'altezza, dallo spicco della muratura, di 8.10 m: la proporzione è stata definita dalla sezione aurea dell'altezza della torre in pietra dal lungarno (circa 5 m). Il collegamento della scala con il doppio camminamento in quota esistente ha reso necessaria la ricostruzione della



Fig. 9- Vista dei portali in acciaio che costituiscono lo scheletro della porzione di muratura ricostruita (foto di Matteo Pierotti, 2022)



Fig. 10- Fase di calo in basso del castelletto scale-ascensore visto dall'interno della torre (foto di Matteo Pierotti, 2022)



Fig. 12- Particolare della mensola di sostegno della scala; si noti l'esigua distanza rispetto alla muratura della torre (foto di Matteo Pierotti, 2022)



Fig. 11- Varo del primo concio del castelletto all'interno della torre a mezzo di autogrù (foto di Matteo Pierotti, 2022)

porzione di galleria crollata, che è stata realizzata con dei telai in acciaio rivestiti da muratura di nuova realizzazione integrata con quella esistente e armata con tralacci Murfor, con funzione di rivestimento e di elemento controventante dei telai in direzione longitudinale (Fig. 9).

Il progetto prevede di sopraelevare il parapetto in muratura presente nel camminamento in sommità, di altezza media intorno ai 70 cm, con una ringhiera in ferro battuto fino ad arrivare a 1.10 m.

La maggiore difficoltà di realizzazione è stata quella di riuscire a progettare una struttura, quella della scala e dell'ascensore, per la quale le dimensioni sono dettate da molteplici normative (altezza dei gradini, rapportoalzata/pedata, accessibilità dei disabili, ecc.), all'interno di una struttura esistente, le cui limitate dimensioni sono state ulteriormente ridotte a causa della forte pendenza della torre.

Altra difficoltà è stata quella della realizzazione della struttura in uno spazio così angusto; anche in questo caso, è stato necessario un lungo dialogo tra tecnici e imprese per definire la soluzione finale: il castelletto ascensore è stato assemblato in officina in due concii, con montanti, traversi, diagonali e dei moncherini saldati ai piedritti per il collegamento delle mensole che sostengono le rampe, queste ultime, pure, assemblate singolarmente in officina; il collegamento delle rampe al castelletto, con l'inserimento delle mensole è avvenuto a piè d'opera: i due concii così assemblati, poi, sono stati varati con l'ausilio di un'autogrù (Figg. 10-11).

La criticità maggiore si è verificata durante il varo del primo concio, relativo alla porzione entro la torre di pietra: la differenza di larghezza tra struttura nuova ed esistente risulta essere appena mezzo centimetro per lato (Fig. 12).

## 5. Conclusioni

Il progetto di recupero delle mura urbane limitrofe al Giardino Scotto è un importante tassello nella valorizzazione del vasto patrimonio monumentale della città di Pisa. Il primo lotto di intervento, nel quale si inserisce il progetto appena descritto, permetterà la fruizione di circa 175 m di mura (per ogni livello), corrispondente al lato orientale prospiciente il lungarno Fibonacci, sul totale dei quasi 600 dell'intero perimetro che in una prima fase rimarranno ancora chiusi.

L'entità degli interventi di questo primo lotto, però, in ragione del degrado presente e della creazione del punto di salita, risulta superiore

a quella richiesta per la riapertura dell'intero perimetro, per raggiungere la quale si prevedono interventi di manutenzione straordinaria che potranno restituire alla città la piena fruibilità di questo importante parco monumentale.

### **Dati progettuali**

Progetto architettonico e direzione lavori: arch. Marco Guerrazzi (Comune di Pisa);

Collaboratori alla progettazione: geom. Maurizio Malasoma, geom. Stefano Pierotti (Comune di Pisa);

Direzione operativa opere strutturali e coordinamento progettazione: ing. arch. Matteo Pierotti (Matteo Pierotti Ingegneria);

Progetto strutturale: ing. Gerardo Masiello (Studio Masiello Strutture);

Collaboratori alla progettazione strutturale: ing. Giovanni Inghirami, ing. Martina Pellegrino, ing. Francesco Del Viva (Studio Masiello Strutture);

Imprese esecutrici: Impresa Edile Santillo Luciano & C. (opere edili), Piancatelli S.R.L. (carpenteria metallica), Italian Style (strutture in legno).

### **Bibliografia**

Andolfi, D. & Pasqualetti, R. (a cura di) (2009) *La fortezza di Pisa. Dal Brunelleschi al Giardino Scotto. Storia e restauro*. Pisa, Edizioni ETS.

Bevilacqua, M. G. & Salotti, C. (2010) *Le mura di Pisa. Fortificazioni, ammodernamenti e modificazioni dal XII al XIX secolo*. Pisa, Edizioni ETS.

Gattiglia, G. & Milanese, M. (a cura di) (2006) *Palazzo Scotto Corsini. Archeologia e storia delle trasformazioni di un'area urbana a Pisa tra XI e XX secolo*. Pisa, Felici Editore.

Tolaini, E. (2005) *Le mura del XII secolo e altre fortificazioni nella storia urbana di Pisa*. Pisa, Bandecchi & Vivaldi Editori.



# The Military Heritage and its natural environment of the Veracruz-Mexico Royal Road

**Dolores Pineda Campos**

Instituto de Antropología, Universidad Veracruzana, México, dpineda@uv.mx

## Abstract

In this research we propose to establish and take advantage of a management model for the conservation of the fortifications and their natural environment, with the objective of making the municipalities included in the route of the fortified inland road more productive in the cultural tourism sector. We will apply a methodology that facilitates the participation and integration of academics with the communities.

We handle and apply the research model that was created in a project carried out in the Polytechnic University of Valencia, Spain, with a duration of 3 years, where the corresponding experiences were contributed in order to interact and achieve proposals for solutions to the problems that arise in each city in which the study is carried out. The respective experiences are provided to interrelate and achieve proposals for solutions to the problems of each city in which the study is conducted, and are developed around four major groups: Identification, Valuation, Use and Management, this research addresses the Inland Fortified Road that includes its municipalities with the purpose of serving as a paradigm for the recovery of the Fortified Road, with emphasis on the cultural landscape of the state of Veracruz, this will contribute to illustrate the current social conception of the values of military heritage as a resource for its sustainable social, cultural and economic development.

**Keywords:** fortifications, natural landscape, sustainable, management, valorization.

## 1. Introduction

It is significant to mention the precedent of this research that the Unit for the Study and Formation of the Value of Property and Heritage of the Polytechnic University of Valencia in collaboration with the Polytechnic University of Turin, Italy, University of Porto, Portugal and Forum UNESCO/University and Heritage. Three major meetings were held on the Use and Management of Heritage, the first of which was held in the Villa de Requena, Spain, Torino, Italy and Porto, Portugal. In these meetings, the characteristics of creating a paradigmatic research model for the recovery of historic centers were contemplated. The work was carried out in the form of practical research workshops; expert professionals were invited and committed to collaborate in the three workshops. Their professional background was multidisciplinary.

The study was developed around four major groups: Identification, Valuation, Use and Management.

Within the Identification block, criteria were established in terms of history, territorial organization, perception and economy.

In terms of valuation, value was placed on all the historical background materialized in the peculiar features that identify it, the territorial organization and perception.

Likewise, the value given by the balance and diversification through compatible uses was studied, as well as the individualization of the qualified and qualifying functions with capacity of attraction and promotion of community life.

In addition, management and transformation agents were established, highlighting the



importance of the support of universities as centers of plural knowledge.

The methodology that was contemplated was with characteristics of study in the places, the goods of interest, elements of valuation, the problematic and the social groups of reference. What was culminated that for any historic center is the study of the areas mainly of Identification, Qualities of Value, and Agents of the transformation.

Identification consisted of investigating; history, highlighting as an element to be considered the coexistence of its culture.

Territory considering the province, the city as a global whole and the historic center as an integrated part of the global city.

Perception construction of a global image, where the visitor perceives the town, the city and the province as a peculiar whole, within a diversified region.

In the Qualities of Value were examined, the Integration, Hierarchization that contemplates: The block as a reference element for the intervention, originality and authenticity with respect to the globality, etc. Optimization, Sustainability and Concurrence of interest were also considered.

As for the agents of transformation, the Government was contemplated as the structuring axis and promoter of transformation, using the appropriate and adequate instruments. The Community participating in the promotion and knowledge of the tangible and intangible cultural assets and their values, and the University generating transformation proposals, guiding and supporting community and government initiatives.

## 1. Historical background

The Real Road was consolidated in the 19th century. More than two centuries would have to pass since the establishment of the viceroyalty of New Spain before the necessary infrastructure was built for the commercial transit between the highlands and the European metropolis through the port of Veracruz. Until the middle of the 18th century, the transportation of merchandise was in almost the same conditions and discomfort faced by the conquistadors in their transit to the seat of the largest indigenous empire. Although from the first moments of the colony the pack animal was incorporated, a mule team took twenty-two days to

travel the distance between Veracruz and Mexico City, capital of the viceroyalty. During this period, the cruel custom of using indigenous people and slaves as porters continued to be exploited, and the muleteer's trade was also built as one of the main activities for long-distance travel.

During the 19th century, towns that functioned as inns, inns or inns resurged, due to the influx of travelers that increased considerably. In the same way, smaller congregations were founded along the road, as is still the case today.

In successive wars of Independence, the American invasion of 1846, the French Intervention, the revolutionary movements and the American invasion of 1914, the defensive points on the road projected since the 18th century, were the scene of frequent battles and today are mute witnesses of the events settled in the History of Mexico.

It is important to mention one of the significant parts of our study is the military architecture integrated to the cultural landscape, this concept, understood as the transformation that man makes on nature, is constituted in an inclusive notion from which it is possible to integrate the patrimonial resources to a territory, making more and more evident the relation that should exist between the natural and cultural heritage. In turn, with this concept, cultural heritage is articulated to the conditions of territorial planning in order to become a resource that promotes human development in the communities to integrate the economic and cultural development of the populations that make up the Military Road, its natural environment and cultural landscape (Figs. 1-2).



Fig. 1- Fortifications present on the Veracruz-Mexico inland road, (graphic elaboration by Dolores Pineda Campos)

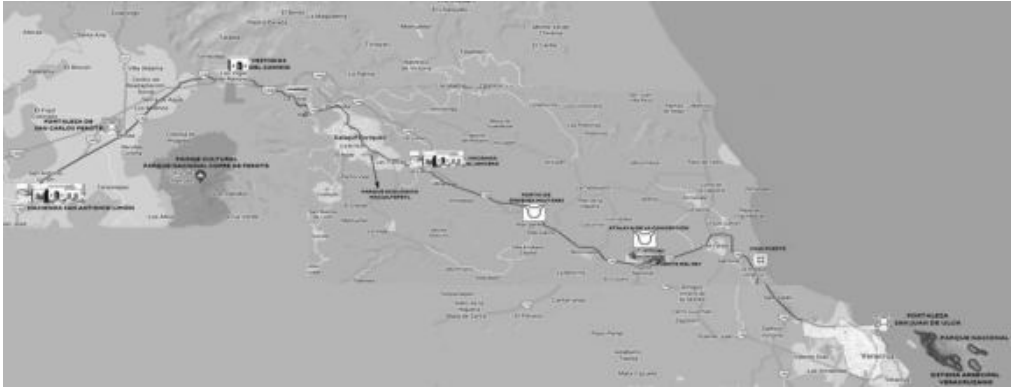


Fig. 2- Veracruz-Mexico Inland Fortified Road, (graphic elaboration by Dolores Pineda Campos)

## 2. Development

The diagnosis is based on aspects such as: natural environment, cultural landscape, military architecture, archeology, urban image, and intangible heritage. Based on the above, it is recognized that there are recommendations for the conservation of heritage due to various aspects:

- Development pressures. Given the growing process of economic globalization in which they are immersed, the ancestral uses in the countryside and the traditional processes of elaboration of handicrafts and gastronomy of the communities could be violated by not taking the appropriate measures, transforming and modifying their essence and characteristics.
- Environmental pressures. In terms of environmental conservation, the environment in which each historic monument is located, as an example of a cultural landscape, could deteriorate. These are related to pollution and inappropriate management of arable land; threats to the natural environment from deforestation due to erosion, or vulnerability due to loss of diversity in natural species living in neighboring areas.
- Pressures due to tourism and the flow of visitors. In the proposed area there are no problems related to tourism or the flow of visitors. Tourism promotion is very limited and is still in the process of being strengthened; visitor flows are not currently a factor affecting the site; on the contrary, they can be an element that supports the conservation of the communities.
- Others. An element of pressure on the fortifications is related to the inevitable change in the cultural pattern of the inhabitants of the communities that comprise the road. The change in social behaviors is not unique to the communities along the road, but is manifested throughout the world. The factors associated with the economic globalization in which they are immersed, such as migration to the United States of America, the influence of the media, access to new technologies and material goods, also lead to a gradual change in cultural expressions that are evident in the architecture, the way of speaking or dress.

In order to assess the pressures for heritage conservation as well as the important values of the fortified Road, the Master Plan establishes the following relevant objectives:

1. to create a balance between the natural environment, the fortifications and the urban environment to improve the quality of life
2. to conserve the characteristics of the environment and the ecosystem in the natural areas surrounding the fortifications bridges, haciendas, rivers, streams and forests
3. to conserve the cultural landscape of historical monuments, as well as the uses and customs through sustainable projects that are compatible with economic and urban development
4. to protect, conserve and restore architectural monuments, inside or outside population centers, as well as their urban or natural surroundings

5. protect, conserve and restore archaeological sites, and promote tourism in these places
6. to protect, conserve and restore the traditional architecture of the centers of the populations included in the fortified road, as well as the original characteristics of the urban environment
7. to rescue and protect the cultural traditions of each community, as well as to promote knowledge of them

Each of these objectives is aimed at addressing the specific problems of each strategic heritage element in the cultural conservation of the Fortified Road.

Taking into account the extension and its overall value, as well as its territorial dimensions, it is necessary to establish a system of coordinated and integrally managed activities. It is essential to start from the global identification of the Fortified Road and the cultural landscapes of its various sections, accompanied by the elaboration of inventories of the assets it includes, as well as to carry out an The plan must include, of necessity, measures aimed at the preservation and conservation of the fortified road and the cultural landscapes along its various stretches. This plan necessarily includes measures aimed at promoting knowledge and social awareness of the Fortified Road and awakening the interest of public and private entities. Likewise, it requires the adoption of measures that guarantee a coordinated action with specific legal instruments for the protection, use and management of all its elements, since they are substantive parts of the value and significance of the Fortified Road as a whole.

The study covers the following areas:

- Interpretation. To interpret the landscape and its fortification in order to know how to read and interpret the history, the defensive strategies and the objects that emerged from the fortress, to understand the events, stories, discourses that move within the cultural community, are encoded and decoded according to their socio-cultural development, forms of participation in dialogues, frequent and enriching symbolic encounters from the military fortress.
- Valuation, Protection and Conservation. The landscape, together with its fortification, requires new instruments for its valuation, protection and conservation. It is not enough

to guarantee the protection of its heritage elements in a partial or random way. A rigorous inventory of these elements will be carried out, as well as a verification of their authenticity and integrity, in order to identify possible negative impacts on the values of the fortified landscape that would also have an impact on its significance. It will also be necessary to monitor deterioration processes and develop a strategy against the adverse effects of development and neglect. To this end, it is important to establish a coordinated system of legal measures and appropriate instruments to guarantee the conservation and integral valuation of its structure, significance and the whole system of authentic values. It is important to understand the heritage values before making interventions that may produce negative impacts on the Fortified landscape or alter its significance.

- Tourism use and activity. The Fortified landscape can serve to promote activity of social and economic interest of extraordinary importance for sustainable development. The landscape and fortification are a reality that can be of great importance for territorial cohesion and sustainable development. From this point of view, knowledge will be promoted, for the proper and sustainable use, adopting measures regarding the elimination of risks and the correct preparation for the tourist visit. The protection and promotion must be integrated, in a harmonious way, a supplementary infrastructure - tourism, access roads, information, presentation and interpretation - with the essential condition of not undermining the meaning, authenticity and integrity of the historical values, as essential elements to be transmitted to visitors. Tourist visits should be managed in accordance with prior environmental impact studies, plans for public use and social participation, as well as control and monitoring measures aimed at avoiding negative impacts of tourism. Tourism promotion of the fortified landscape should guarantee the priority participation of the local population and local and regional tourism businesses. It should not be created monopoly systems of large transnational companies or strong companies that cross the historic route, we must take into account, the relative importance of its parts within the whole, the promotion of positive developments

in any of its sections increases the interest in the landscape and its fortification, producing a multiplying and beneficial effect for the region. The landscape is considered an instrument of cooperation and understanding that provides us with an integral vision of the meeting of the cultures and civilizations that make up the Cultural Route.

- Management. It is important to rely on management, in order to understand its significance, and ensure the harmonious development of all activities related to research, valuation, and social dissemination of its culture. The management of the fortified landscape needs a transversal coordination that guarantees the conjunction of policies related to its protection, use and conservation, territorial planning, sustainable development and tourism. Elaborate projects that ensure stable development on a state and national scale, as well as specific management plans that include protection against natural disasters and all types of risks that may cause negative impacts on the authenticity and integrity of the values and therefore on their significance.
- Public participation. The protection, conservation, preservation, promotion and management of the landscape and fortification requires the stimulation of social awareness and the participation of the inhabitants of the concerned areas that comprise the Fortified Road. It should be seen as a symbol of union among the peoples that comprise the Veracruz-Mexico route. The historical links materialized through the Trail can help promote cooperation projects based on the reunion of peoples who shared certain values and knowledge in the past.

It is important to create an interpretation center, an existing military structure that is part of the site's heritage can be used and can be an important element in the explanation of the more general values, not only those of the specific site where it is installed.

First, the fortified landscape should encompass all natural features and fortifications. Also, there must be an affinity in the design, to help visitors who tour it completely, to understand its totality.

In the management of the fortified landscape should be established, in agreement with the community or representatives of the same, to interact in the interpretation, based on traditional

community folk culture, in coordination with the rest of those involved and within the common management system.

The natural cultural landscapes to be protected in the Fortified Trail by typological groups, according to the characteristics they share are:

- Capital cities: Historic center of the city of Veracruz; Historic center of the city of Xalapa (Fig. 3)
- Medium-sized cities: Historic center of Antigua; Historic center of the city of Perote (Fig. 4)
- Towns: Villa Rica Town; Historic site of the town of Tejería, Paso de San Juan, Paso del Real, Tierra Colorada, El Hatito, Tolóme, Paso de Ovejas, Conejos, La Ventilla (Puente Nacional), Tamarindo, Rinconada, Palo Gacho, Plan del Río, Cerro Gordo, Corral Falso, Dos Ríos, El Lencero, Las Trancas, La Joya, Las Vigas (Fig. 5)
- Hacienda complexes and chapels: Hacienda of El Lencero, Hacienda of San Antonio Limon Totalco (Fig. 6)
- Military Architecture: Fortress of San Juan de Ulúa, Bastion of Santiago, Bastion of Antón Lizardo, Atalaya de la Concepción, Fort of Órdenes Militares, Fort of Cerro Gordo, Fortress of San Carlos (Fig. 7)
- Bridges: Paso de Ovejas Bridge, King's Bridge (Fig. 8)
- Natural landscapes: Sistema Arrecifal National Park, sections of the Fortified Road, Cerro de Macuiltépetl and Cofre de Perote National Park (Fig. 9)

It is necessary to point out that the value of the various sites that make up the Fortified Trail lies in the sum of all its components and not in what each of them represents as a spatial unit.

It is important to develop a management plan that establishes general policies to sustainably preserve the integrity and authenticity of the site as a whole, as well as generic policies for each of its components.

Since the management and administration plan requires the establishment of general preservation policies that address the various problems that arise in each of its specific elements, it is necessary to establish generic strategies and lines of action that implement and prefigure actions in



Fig. 3- Historic Center of Paso de Ovejas (photo by Dolores Pineda Campos, 2018)



Fig. 6- Hacienda de San Antonio Limón Totalco and church (photo by Dolores Pineda Campos, 2017)

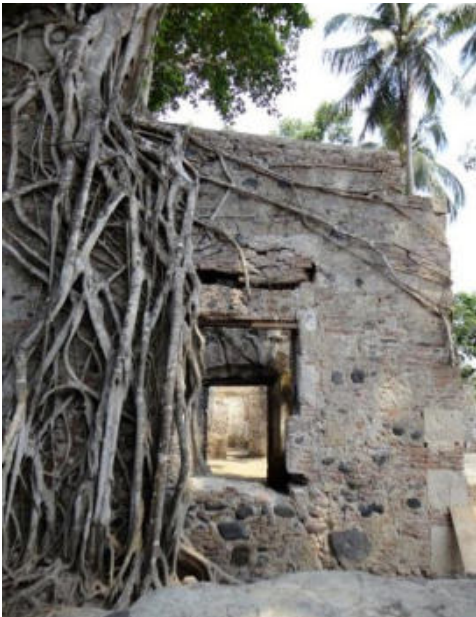


Fig. 4- House of Hernán Cortés, historic center of Antigua (photo by Dolores Pineda Campos, 2019)



Fig. 7- Fort of Military Orders (photo by Dolores Pineda Campos, 2019)



Fig. 8- King's bridge and its natural landscape (photo by Dolores Pineda Campos, 2019)



Fig. 5- Historic Center of Paso de Ovejas (photo by Dolores Pineda Campos, 2018)



Fig. 9- Natural landscape of the sections of the Fortified Way (photo by Dolores Pineda Campos, 2019)

each of the components defined according to the topological groupings identified in the properties that make up the site.

In this case we will point out the Management, management and preservation of the environmental heritage with its cultural landscapes of the Fortified Road, refers to the actions and programs identified for the sustainable management and preservation of the natural environment seeking the preservation of the environmental characteristics of the site and the endemic flora and fauna of the region within the delimited polygon, as well as the reestablishment of the balance with the ecosystem in which it is inserted. It includes flora, fauna, geomorphology and water resources that are the basis for the development of each of the areas where the Fortified Road is located. It includes natural landscapes, rivers, Sistema Arrecifal National Park, Cerro de Macuiltépetl, and Cofre de Perote National Park.

The Management Plan establishes six outlines; one for process and several projects and programs for management.

The management schemes are as follows:

1. natural environment management.
2. management of the cultural landscape
3. archaeological heritage management
4. management of the architectural heritage
5. urban image management
6. management of intangible heritage

For the management of the natural environment, specific objectives, strategies, actions, mechanisms, programs and management instruments are defined to address elements such as flora and fauna, and rivers. With specific actions, such as the creation of evaluation units, biodiversity monitoring, and surveillance of the environmental impact caused by humans, ecotourism programs that highlight the natural values of the zones, the Arrecifal System National Park, Cofre de Perote National Park, and rivers, monitoring and surveillance of the quality of surface water in the zone, or the participation of society, through decentralized organizations, in the care of the fortified road.

In the case of the management of the fortified landscape, specific objectives, strategies, actions, mechanisms, programs and management instruments to address the issue are identified.

Specific actions include: the creation of evaluation and monitoring units for the fortified landscape; the promotion of social participation through decentralized organizations; and ecotourism and rural tourism programs that highlight the special natural values of each population.

Within the management of the archaeological heritage, the identification of archaeological sites within the fortified road, the protection of archaeological areas, and the development of research and conservation stand out.

For the management of the architectural heritage, actions and mechanisms are established such as the creation of a catalog of monuments; the development of a program for the protection of the road's urban and rural architectural monuments; their restoration and rehabilitation; and the design of tourist-cultural tours of the road's fortifications and haciendas.

Within the actions for the management of the urban physiognomy, the regeneration and maintenance of the public infrastructure is established, as well as the transportation and maintenance of facades, gardens, squares and infrastructure or the regeneration of old houses in traditional neighborhoods, as well as the restoration of the old buildings. old houses in traditional neighborhoods, as well as the participation of citizens in the conservation of traditional houses.

In the same way, specific objectives, strategies and actions are established for the management of intangible heritage. The actions to support the organization of regional fairs, programs to support the production of gastronomy and handicrafts, and the protection of the human rights of indigenous people stand out.

The processes registered in the region have to do with the integral attention to the 6 elements that govern the analysis of the Management Plan. In this sense, aspects that need to be addressed in a coordinated manner have been detected. This results in a series of multi-sectoral agreements with the social agents involved.

In relation to the natural environment, it is important to monitor forest fires in the area of the fortifications that are located in a natural environment; reduce indiscriminate logging in the Cofre de Perote National Park and the surrounding area of the fortifications that are located in strategic points of the park.

On the other hand, the promotion of ecotourism tours through the natural areas and dissemination campaigns for the conservation of the natural areas along the way are also contemplated.

The processes to be addressed within the cultural landscape have to do with the projection and design of ecotourism routes along the road; the commercialization of plants native to the region.

In the archeological processes, the most important are the integral attention to avoid deterioration due to lack of periodic maintenance, the control of tourist-cultural visits to the archeological sites, and the promotion of research and excavation works in the archeological sites.

The processes to be developed in the area of architectural heritage include the integration of specific criteria for the granting of construction permits to restore or maintain monuments, as well as those used for demolitions or structural modifications; the prevention of floods, fires or earthquakes; control at the time of changes of ownership or division of property. On the other hand, the promotion of tourist-cultural tours of the most important haciendas and information on the main fortified monuments in urban and rural areas.

In terms of urban image, the importance of taking care of the modifications to the facades of the historic center of the towns included in the road is highlighted; the maintenance of facades, gardens, plazas and infrastructure, for the improvement of the urban infrastructure in the centers of each town.

With regard to intangible heritage, it is important to integrate the communities that inhabit each town along the road; undertake programs to

produce and market local handicrafts and typical gastronomy, support the promotion and organization of regional fairs, as well as the development of traditional events and festivities in the region.

### 3. Conclusions

At present, the Fortified Road enjoys unanimous recognition as an element of the utmost importance in the national collective heritage. What is lacking is greater attention to the landscape as a fundamental component that speaks to us of the historical man-environment relationship established along its itinerary. Nor has a policy of landscape management and protection actions been put into practice, although there are legal tools that, if properly developed and applied, could represent a great step forward.

With the participation of the authorities of the three levels of government, the University, the private initiative and the inhabitants of the communities near the Fortified Road, it is possible in the medium term to carry out projects of the different modalities of alternative tourism; adventure tourism, ecotourism and rural tourism, that offer national and foreign visitors the opportunity to carry out recreational and sports activities such as hiking, climbing, rappel, etc., observation of ecosystems, environmental education workshops, handicrafts and gastronomy. Thus, it would be possible to generate and maintain sources of work to contribute to boost the economy of the area, to stimulate its sustainable development and the economic, social and cultural progress of its inhabitants, at the same time, a fundamental part of our historical heritage is revalued and rescued.

### References

- Bernal Santa Olalla, B. (2002) Imágenes y paisajes de la vid y el vino ¡Bases para un itinerario cultural!. *Douro, Estudios & Documentos*, Universidad de Burgos, VII (14,4), 223-236.
- Feilden Bernard, M. & Jokilehto, J. (2003) *Manual for the Management of World Cultural Heritage Sites*. Rome, ICCROM, UNESCO, ICOMOS.
- Gómez Arriola, I. (2005) *El paisaje agavero y las antiguas instalaciones industriales de Tequila*. Guadalajara, Cámara Nacional de la Industria Tequilera, Secretaría de Cultura de Jalisco, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Gómez Arriola, I. & Pérez Fernández, R. (2005) *Grupo Ciudad, Plan de manejo del paisaje agavero y las antiguas instalaciones industriales de Tequila*, Guadalajara, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Desarrollo Urbano de Jalisco.
- International Scientific Committee on Cultural Routes (CIIC) of ICOMOS (2008) *Charter on cultural routes. 16<sup>th</sup> General Assembly of ICOMOS, Québec (Canada), 4 October 2008*.
- Morales Miranda, J. (2001) *Guía práctica para la interpretación del patrimonio*. Sevilla, Consejería de Cultura, Junta de Andalucía.

# La Real Piazza di Pescara: prospettive per la ricerca di un'identità urbana

**Michela Pirro**

PhD in Sistemi Terrestri e Ambienti Costruiti, Bologna, Italy, [michela.pirro@unich.it](mailto:michela.pirro@unich.it)

## Abstract

The speculative dynamics - indifferent to the logic of preservation and protection - that have altered the historic fabric of Pescara after World War II to the present, actually arose as early as the post-unification phase and took hold with the demolition of the fortress that had delimited the town for centuries. The erasure of the city's past, therefore, began with the demolition of the walls of the "Real Piazza" and led, within a few generations, to the total oblivion of the fortress.

The fortified structure, in its mid-16th-century configuration, was defined by a bastioned perimeter: within it was located the residential area, which is still legible today in its general outlines. But the presence of the defensive wall was perceived by the community after 1986 as an impediment to the city's development, desired, rather than a testimony to a historical step in the city's history.

The research carried out on the urban fabric of Pescara, focusing in particular on the architectural elements of what remains of the fortified perimeter and its urban area, aims to clarify the consistency and evolutionary phases of the fortress and its residential area, define strategies and a preliminary framework of interventions aimed at the knowledge of such a complex identity as that of the so-called "trident." It also seems essential to prepare congruent operations useful for directing future interventions that can reconcile instances of adaptation with respect for testimonial values and the necessary redevelopment of the urban environment.

But the whole acts of protecting and preserving a heritage prove unsustainable when they are not based on the active participation of the communities of reference (Faro Convention 2005). Pescara from the Fortress to the Twentieth Century (2013) and discussions with members of city associations are evidence of how in recent years-thanks in part to recent discoveries of underground rooms at the ramparts-there is a first attempt to resurface the history of this city.

**Keywords:** Pescara, urban identity, stronghold, knowledge.

## 1. Introduzione

Grazie ai recenti scavi che hanno portato alla luce porzioni di mura e ambienti sotterranei di un bastione della fortezza di Pescara (2020), in questi ultimi anni si sta assistendo ad un rinnovato interesse per la storia della città da parte della comunità e delle organizzazioni cittadine, e sono stati portati avanti diversi approfondimenti e pubblicazioni sulla Real Piazza della città (Tunzi, 2015; Di Biase, 2020; Palladini, 2021). Inoltre, il dibattito suscitato dalle indiscriminate demolizioni del patrimonio architettonico di

Pescara e la consapevolezza della necessità di orientare gli interventi sul costruito storico stanno innescando una graduale inversione di marcia nel processo di cancellazione della memoria (Varagnoli, 2019).

Nonostante la vivacità dei dibattiti, le mostre (1) e gli articoli su quotidiani regionali, però sembra che poco sia stato ancora fatto per la valorizzazione e la fruizione di ciò che la città conserva delle proprie radici.





Fig. 1- Ritrovamento di ambienti sotterranei della fortezza durante i lavori per l'ampliamento dell'impalcato ferroviario (Nicola Monti, 2020)

La presente ricerca mira a definire strategie ed interventi finalizzati alla conoscenza della memoria storica dell'antica cinta muraria di Pescara, partendo in particolare dalle emergenze architettoniche di quanto resta del perimetro fortificato della Piazzaforte: testimonianze materiali sopravvissute allo smantellamento della *Real Piazza* - successivo all'Unità d'Italia - per l'adeguamento infrastrutturale necessario alla vocazione metropolitana del nuovo capoluogo di provincia.

Risulta, oggi, indispensabile rileggere e rendere noto il perimetro dell'antica fortificazione e la fruizione degli ambienti rinvenuti durante i recenti scavi, per predisporre opportune operazioni necessarie anche alla riqualificazione complessiva dell'ambiente urbano.

## 2. La conformazione della *Real Piazza*

La storia della fortezza di Pescara - dalla costruzione allo smantellamento, dalla consistenza fisica alla forma - è stata negli anni approfondita grazie alla consistente documentazione cartografica (Bianchetti, 1997; Pessolano, 2006; Pirro, 2019).

La città fu abitata sin da epoca romana e durante la dominazione bizantina e normanna necessitò di protezione per cui venne cinta da

una fortificazione trapezoidale. L'impianto ebbe un'evoluzione stratificata, ma nel suo assetto risalente alla metà del XVI secolo era definito da un perimetro irregolarmente pentagonale con sette bastioni posto a cavallo dell'alveo fluviale a cingere l'abitato e le fabbriche militari (Pessolano, 2011). I baluardi triangolari posti ai vertici, conformati da spigoli diversamente acuti e fianchi ritirati a "musone" definiscono una conformazione bastionata del fortilizio denominata "fronte italiano migliorato". Le opere fortificate proteggevano inizialmente la sponda sud, da sempre sede del nucleo abitativo, e solo successivamente si decise di estenderle a nord del fiume, nella località detta ancora oggi Rampigna. I disegni conservati presso lo *Österreichisches Staatsarchiv* di Vienna, datati 1821, restituiscono una rappresentazione dei bastioni, sia in pianta che in sezione, di cui emerge anche la tipologia di fondazione, palificata, adottata a causa del terreno paludoso su cui insistevano. Il bastione di Sant'Antonio era collegato direttamente alla cortina delle caserme, sulla sponda destra del fiume, nel punto in cui vi erano le antiche pile del ponte romano. Il bastione di San Rocco, posizionato nello spigolo sud occidentale del corpo di piazza, era simmetrico e con profondi fianchi, nei quali ampi vani coperti a volta erano destinati alla difesa della cortina sotto attacco. Il bastione di San Giacomo, era l'unico dotato di "cavaliere", mentre quello di San Nicola difendeva la strada litoranea e quello di San Cristoforo, stretto tra fiume e mare, era collegato ad un nucleo edilizio probabilmente corrispondente all'antico *castrum* bizantino. Appartengono al bastione di S. Vitale gli ambienti voltati sotterranei, rinvenuti durante i recenti scavi per l'ampliamento dell'impalcato ferroviario. Sulla sponda settentrionale, nell'area di Rampigna, in linea con la Porta Principale era posto un rivellino, per rafforzarne la difesa.

I rilievi conservati presso l'Archivio Storico del Comune di Pescara, eseguiti al momento della cessione al Comune del fortilizio dismesso, rendono possibile una ricostruzione tridimensionale della fortezza in tutte le sue parti. L'area della fortezza misurava circa 15 ha distribuiti in 11,41 a sud del fiume e 3,76 a nord, ed era contenuta in 2.224 m di cinta muraria. Gli spalti in terra erano alti circa 4 m con inclinazione di 80°; questi erano seguiti da un fossato umido a sud e secco a nord. La cinta bastionata irregolarmente pentagonale aveva

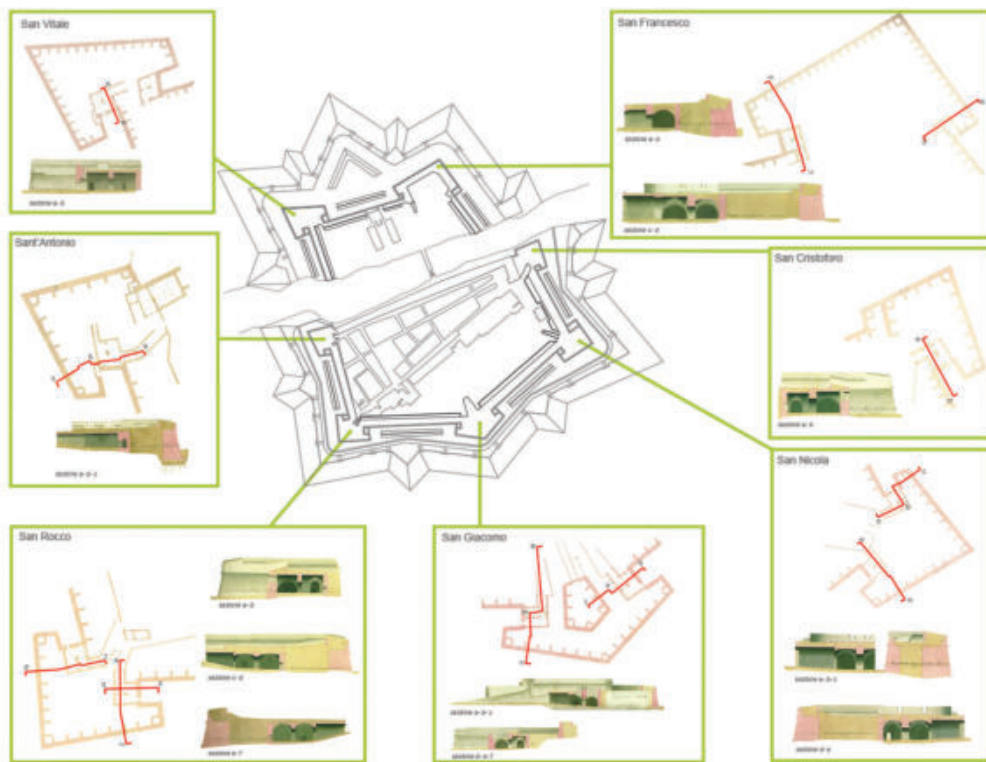


Fig. 2- La planimetria della piazzaforte nel XIX secolo e le sezioni dei bastioni tratte da *Österreichisches Staatsarchiv* di Vienna 1821 (Michela Pirro & Gemma Renella, 2013)

inclinazione del muro di scarpa esterno di 10° fino ad una modanatura a toro in pietra posto a 4,60 m, per proseguire fino ad una altezza complessiva di 8,40 m dal piano di campagna (Foderà, 1951). Il cammino di ronda aveva una larghezza di 10 m e costituiva il primo fronte di controllo; su di esso erano collocate le postazioni di sorveglianza armata, collocate a circa 30 m le une dalle altre. Le porte di accesso alla piazzaforte erano cinque: la Porta Principale, in posizione centrale nell'edificio delle Caserme, unica porta di accesso all'abitato, fu distrutta durante la seconda Guerra Mondiale; la sortita "Giulia", posta a sud dell'area di Rampigna; la sortita denominata "Chieti", la cui collocazione proprio in un'ansa del fiume, dettata probabilmente dalla presenza dell'antico ponte, si rivelò errata, poiché erosioni e piene la resero spesso inagibile; la sortita "Ortona" e quella "a Mare", che nel progetto del 1834 conservato presso l'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio, si prevedeva fosse abolita e sbarrata con un muro a due ordini di feritoie.

Meno note sono invece le vicende che spinsero nel 1865 il Consiglio Comunale ad ordinare lo smantellamento. La giustificazione ufficiale della demolizione fu che la fortezza, ormai irrilevante dal punto di vista militare, non consentiva lo sviluppo della città, pertanto le opere e i terreni furono messi all'asta (Pirro, 2019). A rafforzare la finale decisione del Consiglio in merito alle "inutili ed abbandonate mura" fu anche il dispaccio ministeriale di guerra, datato al 27/11/1864, con cui venne dichiarata la totale inutilità della Piazza di Pescara come postazione di difesa. Anche Vittorio Emanuele II, nel suo viaggio verso sud per raggiungere Garibaldi dall'alto del bastione di San Cristoforo preconizzò per la città un futuro di commerci, propugnando la cancellazione dell'antica fortezza (Di Biase, 2010).

Com'è noto, la demolizione delle mura urbane fu uno dei provvedimenti del secondo Ottocento in Italia, come conseguenza del rinnovamento dell'intera nazione a seguito dell'Unità e sul modello di altre città europee.

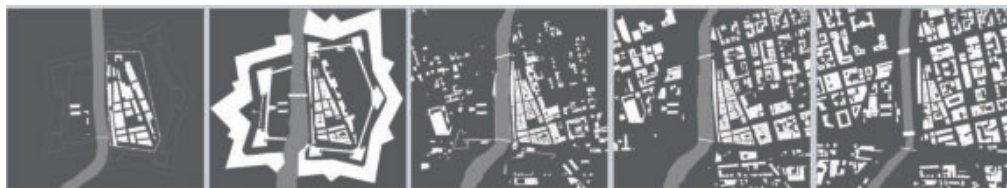


Fig. 3- Fasi evolutive del tessuto edilizio di Pescara: la piazzaforte dal XVI secolo ai giorni nostri (Michela Pirro & Gemma Renella, 2013)

Una delle prime città italiane fu l'allora capitale, Firenze, dove, durante il cosiddetto "risanamento" (1865- 1895) furono demolite le mura, secondo il piano di ampliamento di Giuseppe Poggi, realizzando grandi *boulevards* sul modello parigino e rispondendo anche a esigenze di decoro e di igiene pubblica. In queste operazioni, le mura non erano ancora viste come testimonianza costruita degna di conservazione. Più controverso lo smantellamento della cerchia trecentesca di Bologna (Costa, 2010), a partire dal 1902, che vide contrario Alfonso Rubbiani: ma in generale le giunte comunali erano d'accordo nel decretare la fine di strutture obsolete come del resto avveniva in tutta Europa (Varni, 2005). La decisione di Pescara non fu quindi un fatto isolato e inconsapevole, su cui incise, peraltro, la costruzione della Ferrovia Adriatica Ancona Bari: l'inaugurazione della tratta Ancona-Castellamare-Pescara nel maggio del 1863 richiese infatti la demolizione di un consistente tratto di mura a ovest del nucleo abitato e la costruzione della stazione di Pescara-Porta Nuova a ridosso della piazzaforte.

Ma le poche tracce morfologicamente impresse sul territorio dalla fortificazione, leggibili solo attraverso una visione zenitale dei luoghi, sfuggono alla percezione corrente, ulteriormente compromessa dalla stratificazione edilizia ed infrastrutturale del secolo scorso che pone il residuo abitato originario in secondo piano nell'attuale skyline cittadino.

### 3. Strategie per la conoscenza e valorizzazione

La possibilità di stabilire, nonostante la cancellazione del perimetro bastionato, l'antico tracciato della Piazzaforte permette oggi di reimpostare le politiche di tutela a scala urbana.

Gli interventi di scavo promossi dall'Amministrazione comunale in accordo con l'ArcheoClub, quelli di indagine diretta di fonti e manufatti e l'opera di sensibilizzazione

della collettività attraverso la divulgazione e la messa in rete dei dati emersi dagli studi finora effettuati sono infatti azioni fondamentali nella predisposizione di strategie d'intervento.

La rilettura delle strutture della fortezza si estende soprattutto ai tentativi di individuazione e fruizione dei pochissimi resti ancora rimanenti, in particolare i locali voltati sotterranei nei pressi dell'impalcato ferroviario, lungo la golena di Rampigna e nei pressi dell'attuale piazza della Marina (2). Si tratta per ora di deboli tracce rinvenute durante prospezioni o di semplici ipotesi di lavoro che non consentono di restituire la fortezza nella sua integrità, naturalmente, ma di consolidare la consapevolezza storica della collettività. La coscienza di un patrimonio storico dovrebbe portare ad un maggiore controllo sulle sue trasformazioni per disciplinare l'eccessiva pressione speculativa, per riunire in un unico percorso tutela e benessere degli abitanti della città attuale. Da questo punto di vista, è auspicabile la riscoperta della piazzaforte, sconosciuta alla maggioranza dei cittadini, attraverso visite guidate e musealizzazioni "all'aperto", insieme alla rilettura, anche attraverso un opportuno progetto di pavimentazione, del perimetro delle mura.

Si vuole così proporre un intervento minimalista che mira a restituire quei pochi punti in cui il perimetro fortificato sarebbe oggi ancora visibile, attraverso l'inserimento di piastre in acciaio Cor-Ten. Laddove il tracciato si interrompe a causa della presenza di edifici, potrebbero essere previsti pannelli espositivi, dotati di codici QR, nei quali andrebbero collocate indicazioni ed informazioni sulla fortezza e sul patrimonio edilizio incluso, così come sugli eventi culturali in città. Pannelli interattivi, in continua crescita di informazioni, in cui sono raccolti i progetti svolti sulla città, per la comprensione della città attuale, o inserite le riproduzioni delle antiche mappe storiche, da poter sovrapporre per poter capire la stratificazione e come si è modificato il tessuto edilizio attuale.



Fig. 4- Proposta d'intervento per la riproposizione dell'antico tracciato della piazzaforte (Michela Pirro & Gemma Renella, 2013)

La digitalizzazione del patrimonio raccolto consente in questo modo la diffusione e comprensione della città stessa. Nelle ore notturne, il tracciato diviene visibile attraverso linee luminose con inserimento di ledRgb.

Una passeggiata fisica che ripercorre racchiude ma fa rivivere la storia e il passato ormai dimenticato della città di Pescara: il perimetro bastionato, l'antico centro storico del "tridente" – soggetto purtroppo a continue modifiche e trasformazioni del costruito imposte dagli impropri adeguamenti strutturali e formali (Pirro, 2019) - e l'area di Rampigna (3).

Per sensibilizzare la comunità al patrimonio storico edilizio incluso entro la ex cinta muraria della piazzaforte, sono stati organizzati eventi specifici, in occasione del convegno sul 150° anno dalla nascita di Gabriele d'Annunzio, per la messa

in rete dei dati emersi dalla ricerca e per restituire ai cittadini la percezione dell'antico tracciato: una mostra nei locali del Circolo Aternino – edificio di fine Ottocento confinante con la casa del poeta - di pannelli illustrativi sulle fonti iconografiche dell'antica piazzaforte, contenenti ricostruzioni planimetriche e tridimensionali dell'antico nucleo abitato, degli edifici di culto e delle antiche mura fortificate, nella prospettiva di un primo nucleo del futuro "Museo della città", istituzione che potrebbe indurre nei cittadini una maggiore consapevolezza della storicità dell'impianto urbano e della stessa consistenza edilizia di Pescara; una serie di visite guidate alle emergenze architettoniche che sono ancora riscontrabili all'interno della città storica, e degli scavi archeologici effettuati, segnalate da targhe disegnate per l'occasione.



Fig. 5- La mostra con le mappe storiche dell'antica piazzaforte, organizzata presso il Circolo Aternino di Pescara nel 2013 (Andrea Rapino, 2013)

#### 4. Conclusioni

Dall'organizzazione di questi eventi emerge la volontà di recuperare la storia, ricca di un passato importante per creare una coscienza identitaria ed un rinnovato spirito di appartenenza; è importante far capire che si l'impianto fortificato è scomparso ma è rimasto ciò che vi era contenuto all'interno, seppur modificato in molti casi: il "Museo della città" potrebbe guidare ad una critica lettura del patrimonio storico che ancora oggi è presente, mantenendo fermi i capisaldi della storia e permettendoci di ricostruire un ritratto di Pescara che ridia valore alla città stessa. Un museo che, attraverso la digitalizzazione dei dati, esperienze, convegni e tracce raccolte fondi la coscienza della città stessa per consolidarne la lettura e nuove comprensioni.

## Note

(1) A partire dal 2013, con l'evento *Pescara Real Piazza*, organizzato in occasione del 150° anno dalla nascita di Gabriele d'Annunzio, fino al più recente *La Piazzaforte di Pescara, tre secoli di storia* (2021) sono stati organizzati numerosi convegni e mostre per far riscoprire alla comunità la storia e le antiche radici della città di Pescara.

(2) A pochi passi dal mercato di Porta Nuova, tra il ponte di ferro e quel che rimane del Bagno Borbonico, durante i lavori di realizzazione del nuovo tracciato ferroviario nel 1973, fu individuato un passaggio che conduceva a locali abbandonati: gallerie sotterranee, passaggi ed

ambienti voltati (fotografie di L. Bardacci, in archivio Bardacci). Nel 2014, durante le riprese di un documentario sulla storia di Pescara, è stata rinvenuta una parte della cortina muraria del bastione San Vitale, sotto l'impalcato ferroviario. Altri scavi condotti nel 2002 nell'attuale piazza Unione portarono alla luce porzioni di muratura, probabilmente riconducibili al *castellum* e alla cinta stessa. Fino ai recenti scavi del 2020 nel bastione San Vitale.

(3) L'area di Rampigna dal 2020 è stata oggetto di scavi e ricognizioni archeologiche che hanno portato alla luce resti di un'antica necropoli risalente all'insediamento di Ostia Aterni.

## Bibliografia

Bianchetti, C. (1997) *Pescara*. Roma-Bari, Laterza.

Costa, T. (2010) *Il grande libro delle mura di Bologna*. Bologna, Studio Costa.

Di Biase, L. (2010) *La grande storia. Pescara-Castellamare dalle origini al XX secolo*. Pescara, Edizioni Tracce.

Di Biase, L. (2020) *La Piazzaforte di Pescara. Tre secoli di storia della "Real Piazza di Pescara" dall'edificazione all'abbattimento*. Chieti, Solfanelli.

Foderà, O. (1951) Cenni storici sul rilevamento fondiario nella città e territorio di Pescara. *Rivista del Catasto e dei servizi tecnici erariali*, Roma, pp. 14-16.

Monti, N. (2020) *La Piazzaforte di Pescara torna tra noi*, disponibile al link: <https://primapescara.altervista.org/la-piazzaforte-di-pescara-torna-tra-noi-di-nicola-monti/> (Ultima consultazione: 9 ottobre 2022).

Palladini, M. (2021) *Pescara. Riscoprire la città scomparsa*. Pineto, Riccardo Condò Editore.

Pessolano, M. R. (2006) *Una fortezza scomparsa. La piazzaforte di Pescara fra memoria e oblio*. Pescara, Carsa.

Pessolano, M. R. (2011) Pescara: la piazzaforte nel 1821. *Opus*, 11, 57-82.

Pirro, M., Renella, G. (2013) *Fasi evolutive del tessuto edilizio di Pescara*. [Tesi di Laurea Magistrale]. Pescara, University "G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara.

Pirro, M. (2019) Quel che resta del Forte. Indagini e progetti sul nucleo storico di Pescara. In: Varagnoli, C. (a cura di) *La tutela difficile. Patrimonio architettonico e conservazione a Pescara*. Corfinio, MAC Edizioni, pp. 29-48.

Rapino, A. (2013) *Andrea Rapino Album Photos: Pescara Real Piazza*, disponibile al link: <https://www.facebook.com/media/set/?set=a.519609418094384&type=3> (Ultima consultazione: 9 ottobre 2022).

Scerni, N. (1952) Alcuni cenni sulla fortezza di Pescara. *Bollettino dell'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio*, 4 (40).

Tunzi, P. (2015) *Pescara e il suo doppio. La rappresentazione della città perduta*. Pescara, Carsa.

Varagnoli, C. (2018) La documentazione archivistica per la conservazione e la tutela dell'architettura del Novecento. Proposta di un Museo della Città a Pescara. In: Appignani A. & Tunzi P. (a cura di) *Le carte dell'ing. Giustino Cantamaglia conservate nell'Archivio di Stato di Pescara*. Pescara, Fondazione Pescarabruzzo-Vario edizioni, pp. 81-87.

Varagnoli, C. (2019) *La tutela difficile. Patrimonio architettonico e conservazione a Pescara*. Corfinio, MAC Edizioni.

Varni, A. (2005) *I confini perduti. Le cinte murarie cittadine europee tra storia e conservazione*. Bologna, Compositori.

# Torri nel paesaggio urbano. La ‘turrita’ Forio d’Ischia tra alterazioni e possibilità di valorizzazione delle architetture fortificate

Annamaria Ragosta

Università degli Studi di Napoli “Federico II”, Dipartimento di Architettura, Napoli, Italia, annamaria.ragosta2@unina.it

## Abstract

The island of Ischia has an articulated system of watchtowers, which in different forms characterises the entire territory. In particular, Forio, a municipality located on the western strip of the island, is called the ‘Turrita’ because of the particular concentration of towers built to face the Saracen invasions that, between the end of the XV century and the first half of the XVI century, led to the building of this defensive network, organised on two lines, one more internal, the other external.

Today, the towers are incorporated in a dense urban framework, the result of speculative phenomena that in the last decades of the XX century gave rise to cases of unauthorised building. Today, the weave of these turreted garrisons is still visible; they are articulated, starting from the port, in the central-western area of the municipality, following the gentle slope that defines it.

By virtue of the tourist attendance linked to the island’s cultural and geo-historical resources, Forio’s turreted network, as a significant historical-architectural testimony, is potentially the object of concrete enhancement strategies.

Therefore, on the basis of studies conducted on the current state of conservation of the fortified landscape of Forio, the contribution intends to highlight the desirable possibilities of use and management of the defence system, which - through a profitable interaction between public bodies and private property - aim to increase cultural tourism throughout the island of Ischia.

**Keywords:** Ischia island, Forio, fortified landscape, cultural tourism.

## 1. Introduzione

Significativa espressione del paesaggio culturale della baia partenopea, l’isola di Ischia - prossima all’area flegrea e ancor di più all’isola di Procida - occupa il lato occidentale del Golfo di Napoli. La sua storia, iniziata nel VIII secolo a.C. (Delizia, 1987), è testimoniata dai segni che la natura e l’uomo hanno impresso sulla sua superficie nel corso dei secoli. Fin dall’antichità si conosceva l’azione benefica delle sue “acque termali e fanghi” (Brandi, 1991), che hanno attirato numerosi visitatori specialmente dal XVII secolo in poi, in seguito alla pubblicazione del volume *De’ rimedi naturali che sono nell’isola di Pithecusa, oggi detta Ischia* del medico Giulio Iasolino, al quale era allegata la nota planimetria di Mario Cartaro, che indicava

ben cinquantanove fonti (Delizia & Delizia, 2006). Il testo di Iasolino racconta la presenza di grotte, ninfei termali e sorgenti in un paesaggio assimilabile ad un grande giardino (Giusti, 2017), a cui si è connessa la vocazione eminentemente turistica dell’isola - espressione del binomio natura-arte - che ha condotto nel XIX secolo alla costruzione di una serie di stabilimenti nelle prossimità delle fonti sulfuree, dopo che Ischia divenne meta privilegiata di visitatori eruditi, interessati tanto al termalismo quanto agli aspetti naturalistici del luogo (Maglio, 2017). Infatti, la natura vulcanica dell’isola, connessa alla presenza del Monte Epomeo, determina anche la particolare conformazione geologica del suolo, composto da lava, tufo verde e pomici

(D'Ascia, 1867), e definisce quindi la struttura morfologica del territorio, che si caratterizza per una considerevole differenza di quota, dal mare alla vetta del vulcano, che quasi sfiora gli ottocento metri.

I caratteri identitari di Ischia, legati alla complessa struttura vulcanica e alle cromie nei toni definiti "caldi e opachi" (Pane, 1949) del verde e del grigio, si esprimono nel denso tessuto costruito e, dunque, anche attraverso le architetture difensive - perlopiù identificabili in torri di avvistamento, fatta eccezione per il castello Aragonese - che punteggiano l'isola, imponendosi e definendo il paesaggio urbano, che oggi si mostra profondamente alterato. Infatti, i mesi che seguirono il terremoto di Casamicciola del 1883, noto per aver di fatto azzerato il tessuto stratificato di alcune zone dell'isola, tra le quali anche Forio, si caratterizzarono per la fretta di risolvere l'emergenza attraverso un consumo indiscriminato delle risorse, che comportò un radicale primo cambiamento della morfologia insediativa di Ischia, di cui mutò completamente la configurazione (Delizia, 1987). A questa prima alterazione e a valle della crisi dell'economia rurale della metà del XX secolo,

fece seguito un nuovo approccio all'edilizia e al tema del turismo, confluito - durante il secondo dopoguerra e più precisamente dagli anni Sessanta del secolo scorso - in un atteggiamento quasi esclusivamente speculativo (Marino, 2017), volto ad una estesa cementificazione dei suoli residui, per convertire l'economia da agricola a prevalentemente turistica (Capano, 2009), contaminando anche i luoghi ancora inviolati dell'isola (Brandi, 1991) (Fig. 1).

In un territorio frazionato in sei municipalità, si intende ora rivolgere l'attenzione al sistema fortificato di Forio d'Ischia, che, occupando per intero la fascia occidentale dell'isola, si configura quale comune con la maggiore estensione territoriale. Nello specifico, il contributo, partendo da un approfondito studio storico alla scala territoriale ed architettonica, propone una breve disamina delle torri che ancora si conservano lungo due tracciati difensivi, approfondendone le caratteristiche attuali, con uno sguardo critico verso eventuali problematiche riscontrabili, con lo scopo di rintracciare nel tessuto fortificato di Forio auspicabili possibilità di incrementare il turismo culturale dell'isola d'Ischia.



Fig. 1- Forio d'Ischia, si noti il denso e disordinato tessuto abitativo, in cui si intravedono la torre Quattrocchi e il Torrione (Annamaria Ragosta, 2017)



Fig. 2- Forio, 'la Turrita'. Nel denso tessuto abitativo, si notino alcuni presidi difensivi, tra i quali si segnalano: il Torrione, in primo piano, la torre Quattrocchi, la torre Patalano, la torre Costantina (Annamaria Ragosta, 2017)

## 2. Il paesaggio fortificato di Forio d'Ischia

Lo storico locale Giuseppe D'Ascia nella sua *Storia dell'isola d'Ischia* racconta che "la prima specialità del Comune di Forio, la costituisce le molteplici torri" (D'Ascia, 1867) e dalle sue parole si comprendono le ragioni dell'appellativo "la Turrita", che lo connota (Fig. 2). Infatti, la condizione di agevole accessibilità del suo territorio, favorita dalla presenza di coste basse, ha condotto - per le scorrerie saracene verificatesi tra la fine del XV e la prima metà del XVI secolo - alla edificazione di un preciso sistema difensivo costituito da torri organizzate su due linee, interna ed esterna.

In particolare, quelle posizionate sulla linea esterna probabilmente svolgevano le sole funzioni di difesa e avvistamento, mentre quelle più interne divenivano anche rifugio in caso di attacco. Alcune cilindriche, le più antiche (D'Ascia, 1867), e altre con pianta quadrata, hanno costituito quasi sempre l'estrinsecazione di una precisa volontà difensiva di privati e soltanto raramente dell'Università di Forio, per rispondere ai frequenti assedi (Aveta, 2017). Attualmente Forio conta dieci torri effettivamente identificabili, sebbene in molti casi alterate, qualche altra invece risulta scarsamente riconoscibile ed è necessario incrociare il dato materiale con quello storico per poterle riconoscere (Fig. 3). La proprietà di tali fabbriche, tra l'altro quasi tutte vincolate, è esclusivamente privata, con la sola eccezione del Torrione, di proprietà del Comune dal 1926 e destinata a museo civico.

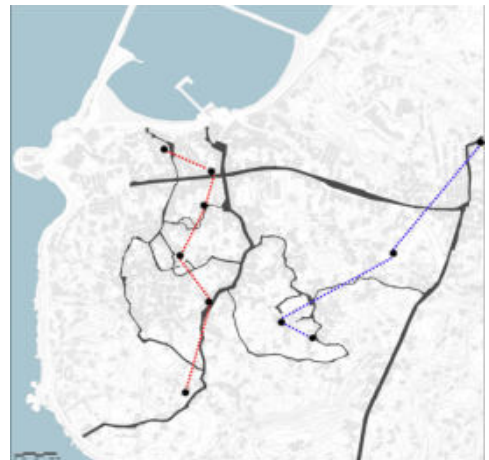


Fig. 3- Stralcio di planimetria del territorio di Forio d'Ischia con l'indicazione delle due linee difensive, esterna (in rosso) ed interna (in blu) (Annamaria Ragosta, 2022)

### 2.1. La linea difensiva esterna

Il Torrione costituisce il primo presidio militare che si incontra giungendo a Forio dal mare; è, infatti, prossimo al porto e domina l'abitato dal banco tufaceo su cui si innesta. La torre, che presenta una pianta circolare, si sviluppa su tre livelli, di cui uno sotterraneo adibito a cisterna, un altro scavato nel masso roccioso e l'ultimo fuori terra, dal quale si accede alla soprastante copertura piana terrazzata. Costituisce la più antica fortificazione locale, già costruita nel 1480 dall'Università di Forio (Sardella, 1985),



il cui attuale aspetto è frutto di alcuni interventi realizzati dopo il sisma del 1883 dall'allora proprietario, seguiti da un restauro diretto da Roberto Di Stefano negli Ottanta del Novecento. Attualmente il Torrione risulta inglobato in un fitto tessuto di abitazioni, che ne hanno parzialmente aggredito un versante (Fig. 4), condividendo in un caso anche l'area del cortile di sua pertinenza.

A poca distanza dal Torrione c'è la torre Quattrocchi (Fig. 5), un edificio difensivo a pianta quadrata, edificato intorno alla seconda metà del XVI secolo (Sardella, 1985). Oggi la torre, che si sviluppa su tre piani e si inserisce nella cortina edilizia che prospetta sul corso F. Regine, è utilizzata come residenza privata. Lo stato di conservazione che interessa le superfici esterne, trattate a finto bugnato, nel basamento e nei cantonali, e a falsa cortina in laterizio ai livelli superiori, manifesta una diffusa trascuratezza della preesistenza, evidentemente anche adattata ai più recenti usi, come dimostra il vano aperto al pian terreno.

Quasi dirimpetto alla torre Quattrocchi di cui è coeva, ad una distanza di circa cento metri in linea d'aria, verso l'entroterra, si incontra un altro presidio turrito a pianta quadrata. Si tratta della torre Patalano, situata nel nucleo più antico di Forio (Sardella, 1985) e attualmente destinata ad un uso residenziale. Nel denso e compatto tessuto urbano, la torre – sviluppata verticalmente su due livelli – quasi si mimetizza, confondendo le modalità di accesso e le eventuali interconnessioni con le abitazioni limitrofe. Ancora lungo quella che si è definita «linea esterna», vi è la torre Costantina (Fig. 6), a pianta circolare, su due livelli e sopraelevata su un banco di tufo, per cui più visibile. Costruita nella seconda metà del XVI secolo al centro dell'abitato medievale di Forio (Sardella, 1985), anch'essa è destinata ad un uso abitativo, dunque privato. Proseguendo il percorso, in linea d'aria a poco più di cento metri dalla torre Costantina, lungo la via San Vito, si incontra la torre Milone, un presidio difensivo a pianta quadrata della seconda metà del XVI secolo (Sardella, 1985). Questa, a partire dal XVIII secolo, è stata inglobata nella costruzione dell'omonimo palazzo settecentesco, di cui costituisce il corpo conclusivo, ed è anch'essa una abitazione privata, sviluppata su tre livelli, di cui uno ammezzato. L'ultima fortificazione della linea esterna è la torre Torone, che si incontra percorrendo in salita la via San Vito fino ad incrociare la via degli Agrumi.

Edificata alla metà del Cinquecento (Sardella, 1985), si presenta piuttosto simile al Torrione, per la forma cilindrica e per la posizione prominente rispetto all'abitato, che comunque si addensa fitto tutt'intorno. Rispetto al Torrione cambia la destinazione d'uso, essendo anche questo ancora un caso di uso residenziale.



Fig. 4- Il Torrione: volumi edilizi addossati al versante occidentale (Annamaria Ragosta, 2017)



Fig. 5- Torre Quattrocchi, sul Corso F. Regine. Il mediocre stato di conservazione delle superfici esterne della torre, incrementato da aperture che ne alterano l'architettura (Annamaria Ragosta, 2022)



Fig. 6- Torre Costantina (Annamaria Ragosta, 2016)

## 2.2. La linea difensiva interna

Nei pressi della torre Torone, partendo da sud e procedendo verso l'area del porto, la linea di difesa interna comincia con la torre di Vico Schiano, anche detta torre "del Cierco". Datata alla metà del XVI secolo, quando fu posta a protezione di un agglomerato rurale (Sardella, 1985), si presenta a pianta circolare su due livelli, più uno seminterrato, con alcuni volumi aggregati successivamente. Una prima riconversione da presidio di difesa e rifugio ha reso la torre residenza di campagna, come testimoniato dalla presenza di un palmento annesso al cellaio (Sardella, 1985; Capano, 2017); oggi è adibita a dimora privata. Invece, inglobata in un complesso destinato a casa vacanza è la torre Sfferratore, situata presso la via Morgera, piuttosto prossima alla torre di Vico Schiano. Edificata nella seconda metà del XVI secolo, presenta una pianta quadrata e a stento sovrasta l'abitato disordinato da cui è stata quasi completamente assorbita. Procedendo verso nord, in posizione piuttosto isolata vi è, poi, la torre Nacera (Fig. 7), costruita - sempre durante la seconda metà del XVI secolo (Sardella, 1985)

- su un masso di roccia in tufo affiorante e mutila nella parte sommitale, probabilmente a seguito dell'evento sismico del 1883 che potrebbe averne provocato il parziale crollo (Belli, 2011). La destinazione d'uso della torre Nacera è duplice; infatti, oltre ad essere una residenza privata, nella parte inferiore ospita alcune funzioni religiose legate alla chiesina della Regina delle Rose (Belli, 2011).

Infine, l'ultimo baluardo difensivo collocato sulla linea più interna è costituito dalla torre di Baiola, datata alla seconda metà del XVI secolo (Sardella, 1985), a pianta quadrata, oggi inserita nella cortina che prospetta sull'omonima strada e destinata ad uso abitativo. È articolata su più livelli e, in particolare, in piano terra, ammezzato, primo e secondo livello. Si caratterizza per le profonde alterazioni subite e leggibili fin dal prospetto principale, sul quale sono stati realizzati nell'ultimo secolo dei piccoli balconi.

Definita l'attuale consistenza delle due linee difensive, nell'ambito del sistema fortificato di Forio, almeno tre sono le torri che si aggiungono e di cui si conservano solo poche tracce residue, malgrado siano difficilmente identificabili per le complesse trasformazioni subite, specialmente nell'ultimo secolo. Si tratta, nello specifico, della torre di Zaro, dapprima convertita in residenza e successivamente annessa al complesso alberghiero di Mezzatorre (Capano, 2017); della torre di Panza, nell'omonima frazione, che solo da un'osservazione più attenta può dirsi riconoscibile; e della torre di Cigliano, nei pressi della zona di San Vito, di cui si conservano poche tracce, inglobate nell'omonimo palazzo settecentesco, che però consentono di comprendere l'articolazione planimetrica che originariamente doveva essere circolare.



Fig. 7- Torre Nacera (Annamaria Ragosta, 2016)

### 3. Conclusioni

Da questa breve disamina emerge che il regime vincolistico, evidentemente disatteso, non è riuscito a frenare le trasformazioni incongrue che ancora oggi interessano le torri di Forio, alterate sia negli interni ma anche esternamente, dove aperture di vani, aggiunta di balconi, costruzione disomogenea di volumi in aderenza e appropriazione di spazi di pertinenza rendono di fatto illeggibile la configurazione originaria di questi presidi militari, alterandone tanto le specificità architettoniche quanto il paesaggio in cui questi sono storicamente inseriti. In tal senso, se da un lato l'“industria” turistica di massa ha risparmiato l'architettura fortificata, il suo uso prevalentemente privato ha certamente coadiuvato tale inappropriata pratica edilizia sfociata in una serie di irregolarità, negando parallelamente la possibilità di riconoscere e diffondere il valore storico e identitario del patrimonio difensivo. Infatti, proprio in virtù della frequentazione turistica legata alle particolari risorse culturali e geo-storiche dell'isola, la rete fortificata di Forio, in quanto rilevante testimonianza storico-architettonica, si presenta potenzialmente oggetto di concrete strategie di valorizzazione. Risulta, quindi, opportuno immaginare uno scenario integrato, basato sulla interconnessione tra la conoscenza dei valori geo-storici dell'isola e gli strumenti operativi di valutazione, di regolamentazione e di governo di un comparto territoriale che attualmente manifesta criticità conservative e di sviluppo. A tal proposito, ricucire

la maglia di tale rete in un itinerario culturale permanente e in linea con eventuali aggiornate previsioni di piano, specialmente alla scala comunale, che mettano in prima linea le risorse storico-architettoniche locali, potrebbe costituire una opportunità per una efficace valorizzazione dell'intero sistema fortificato. Da ciò deriverebbe anche una valida sensibilizzazione della società - coerentemente con quanto previsto all'articolo 6 della Convenzione Europea del Paesaggio (Firenze 2000) e con la Convenzione di Faro (2005, ratificata dall'Italia nel 2020) - di fronte all'incuria, dovuta ad un crescente abusivismo, che diffusamente ha interessato il paesaggio dell'isola d'Ischia, il quale ciononostante ancora custodisce alcuni dei suoi caratteri più suggestivi, conservando per certi versi un affascinante equilibrio tra natura e artificio (Marino, 2017) e restando comunque meta favorita per un turismo consapevole. Quindi, si rende necessaria, nel caso delle torri di Ischia, una visione integrata, senza chiaramente prescindere dagli aspetti connessi al tema del turismo, per poter reinserire questo patrimonio in avveduti processi di sviluppo non soltanto socio-economico ma anche di tipo culturale. Dunque, un proficuo dialogo tra enti pubblici e proprietà privata sarebbe auspicabile per mettere a punto efficaci strategie di gestione e valorizzazione dei siti fortificati, che mirino ad incrementare la qualità del turismo, al fine di impedire il perpetuarsi di ulteriori manomissioni di un patrimonio e di una consolidata memoria storico-identitaria.

### Bibliografia

- Aveta, C. (2017) Il paesaggio storico culturale di Ischia. Spunti di riflessione. In: Aveta A., Marino B. G. & Amore R. (a cura di) *La Baia di Napoli: strategie integrate per la conservazione e la fruizione del paesaggio culturale*, vol. II. Napoli, artstudiopaparo, pp. 128-134.
- Brandi, C. (1991) *Terre d'Italia*. Roma, Editori Riuniti.
- Capano, F. (2009) Ischia da mito a stazione turistica di massa. In: Buccaro A. & de Seta C. (a cura di) *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. (a cura di) *La Baia di Napoli: strategie integrate per la conservazione e la fruizione del paesaggio culturale*, vol. II. Napoli, artstudiopaparo, pp. 155-160.
- Belli, V. (2011) Torre di Nacera. *La Rassegna d'Ischia*, 1, 25-33.
- D'Ascia, G. (1867) *Storia dell'isola d'Ischia*. Napoli, Stabilimento Tipografico di Gabriele Argenio.
- Delizia, I. (1987) *Ischia: l'identità negata*. Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane
- Delizia, I. & Delizia, F. (2006) *Ischia e la modernità*. Napoli, Massa Editore.
- Di Meglio, P. (2007) *Ischia. Natura, cultura e storia*. Lacco Ameno, Imagaenaria.
- Giusti, M. A. (2017) Armonia degli elementi nei giardini ischitani. Il parco termale di villa Maria a Forio. In: Aveta A., Marino B. G. & Amore R. (a cura di) *La Baia di Napoli: strategie integrate per la*

- conservazione e la fruizione del paesaggio culturale*, vol. II. Napoli, artstudiopaparo, pp. 273-279.
- Maglio, A. (2015) La nascita del turismo a Ischia nell'Ottocento: il primato di Casamicciola dai primi alberghi al terremoto del 1883. In: Mangone F., Belli G. & Tampieri M.G. (a cura di) *Architettura e paesaggi della villeggiatura in Italia tra Otto e Novecento*. Milano, Franco Angeli, pp. 256-275.
- Maglio, A. (2017) L'altra faccia del golfo. Ischia e l'architettura mediterranea. In: Maglio A., Mangone F. & Pizza A. (a cura di) *Immaginare il mediterraneo. Architettura arti fotografia*. Napoli, artstudiopaparo, pp. 329-341.
- Marino, B.G. (2017) Opere dell'uomo e opere della natura: interpretazione e una interazione interdisciplinare nel processo di valorizzazione e fruizione del paesaggio culturale ischitano. In: Aveta A., Marino B. G. & Amore R. (a cura di) *La Baia di Napoli: strategie integrate per la conservazione e la fruizione del paesaggio culturale*, vol. II. Napoli, artstudiopaparo, pp. 280-286.
- Pane, R. (1949) Taccuino d'Ischia. *Le vie d'Italia*, maggio, 475-482.
- Sardella, F. (1985) *Architetture di Ischia*. Ischia, Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici di Napoli e Provincia - Edizioni del Castello Aragonese.



# Architetture fortificate e gestione dell'emergenza post-sisma: nuovi possibili strumenti per il rilievo del danno

Elena Zanazzi

University of Parma, Parma, Italy, elena.zanazzi@unipr.it

## Abstract

The Emilia 2012 earthquake highlighted, once again, the vulnerability of the Italian architectural heritage, and in particular of fortified architectures. In order to safe this asset, it is essential to manage properly the post-earthquake phase and to ensure fast and more correct emergency surveys, currently carried out through the two existing damage assessment inventory sheets for listed buildings: A-DC form for churches and B-DP form for palaces. After the Emilia earthquake, the B-DP form was used to survey the seismic mechanisms of the 21 damaged castles. However, some difficulties emerged. Indeed, the B-DP form does not provide for the census of kinematics typical of castle macro-elements, such as: towers, curtain walls, merlons, corbels etc. For this reason, in collaboration with the Regional Agency for Reconstruction-Earthquake 2012, a damage assessment inventory sheet for fortified architectures was proposed, including a specific abacus of collapse mechanisms and a related compilation manual. These tools should help survey teams to provide evaluations in a more immediate and correct manner. However, the real turning point, for a better management of the emergency phase, could be the digitization of the forms, especially if this step is carried out with a view to interoperability with the digital databases already in use by the Ministry of Culture (MiC).

**Keywords:** fortified architecture, 2012 Emilia earthquake, damage assessment, inventory sheets.

## 1. Introduzione

I terremoti che hanno recentemente colpito il territorio italiano hanno evidenziato, ancora una volta, la vulnerabilità dei beni culturali. Tra le tipologie architettoniche maggiormente danneggiate si annoverano anche le architetture fortificate. Queste ultime presentano infatti vulnerabilità tipologiche ricorrenti, legate al mancato o inefficace ammassamento tra le varie fabbriche che le compongono (torri, mura di cinta e corpi palaziali), in quanto frutto spesso di un'evoluzione diacronica e caratterizzate da grandi differenze di altezza in elevato e disposizioni irregolari in pianta.

Per poter salvaguardare tale patrimonio è fondamentale garantire una corretta gestione della fase emergenziale post-sisma, anche tramite un celere e sistematico censimento dei dissesti,

ad oggi attuato grazie alle schede di rilievo del danno, sulle quali si annotano i dati acquisiti durante i sopralluoghi speditivi. Nelle recenti crisi sismiche si è dovuti ricorrere alle sole schede esistenti: Modello A-DC Chiese e Modello B-DP Palazzi (D.P.C.M., 2006). Per tali tipologie architettoniche, numerosi sono gli studi relativi alle loro vulnerabilità sismiche a scala territoriale (Doglioni, Moretti & Petrini, 1994; D'Ayala & Speranza, 2003), mentre per i castelli si riscontra generalmente una bibliografia più incentrata su casi specifici (Coisson et al. 2016; Facchi et al. 2021).

Il terremoto emiliano del 2012 ha però rappresentato, come verrà meglio illustrato in seguito, un'occasione di studio delle vulnerabilità dei castelli, anche a livello tipologico.



Fig. 1- L'area emiliana colpita dal sisma del 2012 (in bianco) e i 21 castelli danneggiati (in rosso)

L'articolo si concentra proprio sull'esperienza post-sisma 2012 in Emilia, durante la quale, per rilevare i dissesti subiti dai 21 castelli emiliani danneggiati (Fig. 1), ci si è avvalsi della scheda Palazzi, date le analogie che intercorrono tra le due tipologie edilizie. Sono emerse alcune difficoltà nell'applicazione di tale scheda nel rilievo dei danni della tipologia castelli, in quanto questi ultimi presentano macro-elementi specifici, che tendono a danneggiarsi secondo meccanismi ricorrenti, non censiti dalla Scheda Palazzi.

Dall'analisi delle schede di rilievo del danno redatte nel 2012 sono emerse quindi diverse criticità. Nei paragrafi successivi, verranno illustrate nel dettaglio tali problematiche e proposti strumenti operativi per il loro superamento. In particolare, sono state definite delle schede del danno specifiche per il rilievo dei cinematismi ricorrenti dei complessi castellani, nell'ottica garantire una più adeguata gestione del rilievo speditivo per la tipologia castelli in fase emergenziale. Tali strumenti schedografici sono stati elaborati nell'ambito di una ricerca di Dottorato (Zanazzi, 2022), avvalendosi della collaborazione dell'Agenzia Regionale per la Ricostruzione-Sisma 2012.

## 2. Esperienza emiliana del 2012

### 2.1. Gestione dei beni tutelati in fase emergenziale

Nelle fasi emergenziali post-sisma, l'organizzazione dei sopralluoghi e delle operazioni di schedatura dei danni subiti dai beni architettonici tutelati viene delegata a una specifica unità tecnico-organizzativa, l'UCR (Unità di Crisi Regionale), afferente al MiC (Ministero della Cultura). A seguito delle scosse di maggio e giugno del 2012, tale unità si è occupata di localizzare i beni da schedare, di comporre le squadre rilevatrici, di

reperire il materiale di base per comprendere il bene oggetto di rilievo, l'elenco delle opere d'arte più rilevanti presenti al suo interno e di redigere le schede di rilievo del danno ai beni culturali, che raccolgono le informazioni acquisite nel corso dei rilievi speditivi. Il tutto in formato cartaceo. È bene ricordare che, nel 2012, la disponibilità di *smartphone*, o altri *device* portatili, non era scontata (Libro & Coisson, 2021). Tale circostanza ha determinato un'ulteriore difficoltà in termini di geolocalizzazione dei beni tutelati di cui eseguire il sopralluogo e, più in generale, nella gestione delle diverse fasi del rilievo speditivo, con un conseguente allungamento delle tempistiche (Di Cocco, 2014).

I sopralluoghi speditivi ai beni tutelati, eseguiti da squadre composte da un tecnico strutturista, un funzionario architetto del MiC, un vigile del fuoco e se necessario da un esperto in storia dell'arte e da un archeologo, servono a valutare l'agibilità e l'indice di danno dell'immobile e a definire le stime economiche preliminari delle opere necessarie per il restauro e quindi anche degli interventi di messa in sicurezza da eseguire per il bene oggetto di rilievo. Tali valutazioni vengo espresse tramite la compilazione delle schede di rilievo del danno ai beni immobili tutelati. Come già accennato, a seguito degli eventi tellurici del 2012, per il censimento dei danni ai beni architettonici tutelati è stato necessario avvalersi delle sole schede in vigore: Modello A-DC Chiese e Modello B-DP Palazzi. Per la tipologia architetture fortificate si è ricorsi al modello B-DP. Tuttavia, sono emerse alcune criticità.

### 2.2. Rilievo speditivo dei danni delle architetture fortificate: criticità emerse

Come già accennato, per rilevare i dissesti subiti dalle architetture fortificate emiliane si è ricorsi alla Scheda Palazzi (Modello B-DP). La tipologia in esame presenta corpi di fabbrica, che possono rientrare nella categoria palazzo e che quindi presentano meccanismi di danno analoghi a quelli già catalogati nel Modello B-DP. Tuttavia, sono state riscontrate alcune difficoltà nell'applicare tale strumento schedografico ai complessi fortificati.

A tal proposito, le considerazioni che verranno di seguito espone derivano dall'analisi delle Schede di Rilievo del Danno (Modello B-DP), compilate a valle del terremoto del 2012 per ciascuno dei 21 complessi castellani presi in esame. Tale materiale è stato fornito dal Segretariato Regionale per

l'Emilia-Romagna. La prima osservazione emersa è che, in diversi casi, è stato necessario compilare più di una scheda per ogni singolo castello, arrivando a contare 13 schede per beni complessi come il Castello Estense di Ferrara (Fig. 2). Tale circostanza è legata alla natura composita ed

	Denominazione	Numero Schede
Bologna	Rocca di Pieve di Cento	1
	Torre Galeazza	1
	Castello dei Manzoli	1
	Castello già dei Bentivoglio	2
	Rocca di Minerbio	1
	Villa La Giovannina	3
Ferrara	Castello Estense	13
	Castello Lambertini	1
	Rocca Possente/Forte estense	1
	Rocca di Cento	1
	Castello in Santa Bianca di Bondeno	2
Modena	Rocca Estense	1
	Castello Campori	1
	Castello dei Pico	2
	Castello dei Pio	4
	Castello delle Rocche	1
Reggio Emilia	Castello Carrobbio	2
	Castello comunale di Reggio	1
	Rocca Estense di S. Martino in Rio	1
	Castello Guidotti	1
	Rocca dei Gonzaga	3

Fig. 2- Elenco dei 21 castelli danneggiati e relativo numero di schede compilate a valle del sisma del 2012

	Denominazione	B23- Voce "Altro"
Bologna	Rocca di Pieve di Cento	
	Torre Galeazza	Ribaltamento merlo: 5
	Castello dei Manzoli	
	Castello già dei Bentivoglio	
	Rocca di Minerbio	
	Villa La Giovannina	Ribaltamento merlo: 4
Ferrara	Castello Estense	
	Castello Lambertini	
	Rocca Possente/Forte estense	
	Rocca di Cento	
	Castello in Santa Bianca di Bondeno	
Modena	Rocca Estense	
	Castello Campori	Cedimento volta: 4
	Castello dei Pico	
	Castello dei Pio	
	Castello delle Rocche	Torsione torre: 5
Reggio Emilia	Castello Carrobbio	Torsione torre: 4
	Castello comunale di Reggio	Ribaltamento merlo: 5
	Rocca Estense di S. Martino in Rio	
	Castello Guidotti	
	Rocca dei Gonzaga	Cedimento volta: 1

Fig. 3- La voce *Altro*, per la sezione B23 del modello B-DP, è stata usata anche per censire meccanismi di danno che si sono poi rivelati tipici per la tipologia architetture fortificate

articolata delle architetture fortificate, formate dalla giustapposizione di differenti strutture (torri, mura di cinta e altri corpi di fabbrica) con volumetrie e altezze molto diverse tra loro.

Quindi spesso per i rilevatori si è rivelato più conveniente compilare più Schede Palazzi, ciascuna per ogni corpo di fabbrica individuato, nei quali per altro è stato spesso possibile riconoscere una risposta unitaria al sisma; anziché cercare di incasellare l'interno bene complesso in una sola Scheda Palazzi, pensata per il censimento di danni di edifici unitari e regolari.

La seconda criticità è strettamente legata alle peculiarità tipologiche dei complessi fortificati. Il Modello B-DP non prevede il censimento dei macro-elementi tipici castellani e quindi dei relativi cinematicismi. Tale assenza naturalmente non sorprende dato che elementi, come torri, mura di cinta, merli, beccatelli, garitte, torrette, bertesche e così via, non si riscontrano usualmente nei palazzi. In merito a tale problematica, le parti della suddetta scheda in cui sono state riscontrate maggiori difficoltà di compilazione sono le sezioni *Rilievo del danno agli elementi non strutturali* (B20) e *Rilievo dei meccanismi di collasso strutturali* (B23). Per ovviare a tale problematica i rilevatori si sono spesso avvalsi della voce *Altro*. In particolare, nella sezione B20 vengono riportati alla voce *Altro*, o al posto del campo *Statue o oggetti*, i cinematicismi delle merlature. Mentre per la sezione B23, il campo *Altro* è stato utilizzato, di volta in volta, come ritenuto più opportuno dalle squadre rilevatrici, ad esempio per censire meccanismi di torsione delle torri o di ribaltamento del merlo (Fig. 3). Mentre in almeno tre casi (Scheda del Castello di Galeazza Pepoli a Crevalcore, di Villa La Giovannina a San Giovanni in Persiceto, della Rocca di Reggio) il rilevatore ha erroneamente riportato il meccanismo di ribaltamento dei merli in entrambe le sezioni, ossia censendo tali elementi contemporaneamente sia come strutturali che non strutturali.

Cercare di incasellare la tipologia in esame in una sola scheda non specifica comporta quindi il rischio della perdita di informazioni, anche a causa della difficoltà di lettura e di riconoscibilità dei meccanismi tipici, non previsti nel modello B-DP per i palazzi. Da queste considerazioni è emersa la necessità di provare a definire in primo luogo un abaco specifico per le architetture fortificate e successivamente una scheda di rilievo del danno *ad hoc* per la tipologia in esame.



### 3. Primo strumento per la gestione della fase emergenziale: un abaco dei meccanismi di danno ricorrenti per le architetture fortificate

Come è noto le fabbriche storiche tendono a danneggiarsi secondo meccanismi ricorrenti che si manifestano compiutamente e in maniera riconoscibile all'interno di quei macro-elementi che tipicamente compongono una data tipologia architettonica (Doglioni, Moretti & Petrini, 1994). Il sisma emiliano del 2012 è stata un'occasione per l'approfondimento della vulnerabilità sismica delle architetture fortificate. Nei primi studi pubblicati a riguardo (Cattari et al. 2014) veniva definito un abaco con 10 meccanismi di danno per 6 macro-elementi specifici (fusto della torre, porzione svettante della torre, copertura della torre, merli, beccatelli e altri elementi svettanti), sulla base del rilievo dei dissesti dei castelli emiliani. Successivamente, tale abaco è stato validato ed integrato (Coisson, Ferretti & Lenticchia, 2016; Coisson, Ferretti & Lenticchia, 2017), grazie al censimento di oltre 70 castelli italiani danneggiati da diversi eventi sismici, a partire dal 1976. L'abaco è stato poi ulteriormente perfezionato (Zanazzi, 2022), individuando 37 cinematismi ricorrenti, divisi tra i tre corpi di fabbrica che generalmente compongono questa tipologia: mura di cinta, torri e corpi palaziali.

Nello specifico ciascuno dei suddetti corpi, da qui in poi denominati beni componenti, è a sua volta contraddistinto da macro-elementi caratteristici. In particolare, in seguito all'osservazione dei cinematismi maggiormente ricorrenti, sono stati individuati i seguenti macro-elementi: camminamenti di ronda, singole cortine murarie, fusto delle torri, merli, beccatelli, torrette, garitte, altri elementi aggettanti o svettanti, oltre che naturalmente tutti quegli elementi che compongono i corpi palaziali (pareti interne ed esterne, solai, volte, coperture e così via).

Strutture quindi complesse e composite, in cui la suddivisione schematica per macro-elementi, in ogni caso sempre convenzionale, soffre certo di alcune semplificazioni, pur tuttavia consentendo una migliore comprensione della fabbrica e dei meccanismi propri della tipologia.

L'abaco dei meccanismi di danno, elaborato in Zanazzi (2022), è poi confluito in una sezione specifica della scheda di rilievo del danno proposta per le architetture fortificate, in analogia alla struttura delle schede già in vigore.

### 4. Secondo strumento per la gestione della fase emergenziale: una scheda di rilievo del danno *ad hoc* per le architetture fortificate

Date le criticità illustrate, in collaborazione con l'Agenzia Regionale per la Ricostruzione-Sisma 2012, si è deciso di provare a elaborare una possibile scheda di rilievo del danno *ad hoc* per le architetture fortificate, comprensiva dello specifico abaco dei meccanismi di collasso già illustrato e di un manuale per la sua compilazione.

Tuttavia, nonostante le difficoltà riscontrate nella compilazione delle schede esistenti, non si può negare che esse costituiscano un patrimonio di conoscenza validato sulla base dell'osservazione empirica dei cinematismi e dell'esperienza sul campo e che spesso le problematiche riscontrate derivino dall'esigenza di sintesi e uniformità, che deve essere imposta a uno strumento schedografico speditivo e che spesso si contrappone alla complessità e specificità del bene tutelato, soprattutto se si tratta di castelli. Le schede esistenti rappresentano quindi una solida base, che non poteva andare dispersa. Per tali ragioni le nuove schede proposte prendono a modello quelle già in vigore, da un lato mantenendo le sottosezioni utili alla descrizione delle architetture fortificate, dall'altro aggiungendone di nuove, specifiche per la tipologia oggetto di studio.

#### 4.1. Sotto-scheda bene complesso

La scheda proposta si struttura in tre sottosezioni: scheda bene complesso, schede bene componente e scheda riepilogativa (Fig. 4). La scheda bene complesso a sua volta si suddivide in scheda anagrafica e scheda di rilievo del danno. La scheda anagrafica è stata elaborata dell'ottica che possa essere precompilata prima che avvenga un possibile evento sismico. Infatti, non censisce informazioni relative al danno, ma solo di identificazione del bene e di carattere generale (tipo di sito, di ingresso al complesso). L'innovazione principale di tale sotto-scheda è la richiesta di codificare, negli elaborati grafici principali, i beni componenti individuati. I codici identificativi da utilizzare sono di tipo alfanumerico, composti dalle lettere MC per le mura di cinta, T per le torri e P per il palazzo, seguite da un numero progressivo a seconda del numero di beni appartenenti a ciascuna tipologia. Ad esempio, se un castello presenta tre torri, a queste saranno associati i seguenti codici: T1, T2 e T3. Per ognuno dei beni componenti individuati sarà

poi compilata la relativa sotto-scheda specifica. Compilare a monte, per ciascun bene complesso, una scheda anagrafica, che ne descriva i caratteri generali e ne identifichi i beni componenti, che possa poi essere resa immediatamente disponibile in fase emergenziale, può essere un primo passo per agevolare e snellire le tempistiche di rilievo speditivo, riducendone eventuali errori. Invece la seconda parte deve essere compilata durante il sopralluogo, in quanto cataloga informazioni generiche sulle condizioni del bene complesso e del suo contorno nella fase immediatamente successiva all'evento sismico.

#### 4.2. Sotto-schede bene componente

Le sotto-schede bene componente sono tre, ciascuna costruita specificatamente sulla base delle peculiarità, sia geometriche-costruttive che di risposta al sisma, dei tre beni che generalmente costituiscono i complessi fortificati: mura di cinta, torre e corpi palaziali. Queste schede, da compilare nel corso del sopralluogo, si compongono di due sezioni. La prima censisce informazioni generali sul singolo bene: dati dimensionali, caratteristiche costruttive, codice

alfanumerico presente nella scheda anagrafica. La seconda sezione rileva i meccanismi di dissesto specifici del bene componente, definisce l'indice di danno e fornisce valutazione sull'agibilità e sulle eventuali opere di messa in sicurezza. In particolare, in questa seconda sezione, la tabella relativa ai meccanismi di collasso strutturali è stata modellata diversamente per ciascuna tipologia, sulla base dei cinematismi specifici, precedentemente identificati nell'abaco dei danni.

#### 4.3. Sotto-scheda riepilogativa

La sotto-scheda riepilogativa serve a fornire un resoconto complessivo sull'agibilità globale, sull'indice di danno del bene complesso e su una valutazione economica preliminare. Tale scheda, sintetizzando i dati raccolti durante il sopralluogo, potrà essere compilata in un secondo momento da uffici preposti. L'idea della compilazione di questa scheda in una fase successiva deriva dalla comprensibile difficoltà emersa, da parte delle squadre di rilievo, nell'elaborare valutazioni economiche in loco. Tali valutazioni saranno quindi effettuate da personale adeguatamente formato, secondo una metodologia univoca

<p><b>SCHEDA ANAGRAFICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• POSIZIONE</li> <li>• DENOMINAZIONE</li> <li>• CARATTERISTICHE TERRENO</li> <li>• VICINANZA A CENTRI ABITATI</li> <li>• ACCESSIBILITÀ</li> <li>• CONFORMAZIONE IN PIANIA</li> <li>• NUMERO SCHEDA ALLEGATA</li> <li>• TIPO BENE COMPONENTI</li> <li>• IDENTIFICAZIONE IN PIANIA E CODIFICAZIONE DEI BENE COMPONENTI</li> </ul>	<p><b>SCHEDA BENE COMPONENTE: MURA DI CINTA</b> PER IL RILIEVO DEI DANNI DEI MACRO-ELEMENTI SPECIFICI DELLE MURA DI CINTA</p>	<p><b>SCHEDA RIASSUNTIVA FINALE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GIUDIZIO DI AGIBILITÀ COMPLESSIVO</li> <li>• INDICE DI DANNO GENERALE</li> <li>• VALUTAZIONE ECONOMICA</li> </ul>
<p>PRE-COMPILATA IN UFFICIO</p>	<p><b>SCHEDA BENE COMPONENTE: PALAZZO</b> PER IL RILIEVO DEI DANNI DEI MACRO-ELEMENTI SPECIFICI DEL PALAZZO, IN ANALOGIA CON LA SCHEDA PALAZZI - MODELLO B-DP</p>	
<p><b>SCHEDA DANNO BENE COMPLESSO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PERICOLO ESTERNO</li> <li>• DISSESTI DEL TERRENO</li> <li>• SQUADRA RILEVATRICE</li> </ul>	<p><b>SCHEDA BENE COMPONENTE: TORRE</b> PER IL RILIEVO DEI DANNI DEI MACRO-ELEMENTI SPECIFICI DELLE TORRI</p>	
<p>DA COMPILARE DURANTE IL SOPRALLUOGO</p>	<p>DA COMPILARE DURANTE IL SOPRALLUOGO</p>	<p>DA COMPILARE IN UFFICIO</p>

Fig. 4- Struttura della scheda di rilievo del danno proposta per la tipologia architetture fortificate

e sulla base dell'indice di danno del bene complesso. Tale indice è stato definito come una media pesata degli indici di danno di ciascun bene componente sulla base dei relativi volumi. Quindi il peso che l'indice di danno di ogni bene componente assume nel calcolo dell'indice di danno complessivo viene tarato sulla base del suo volume. La definizione di un realistico indice di danno è fondamentale per definire valutazioni economiche il più verosimili possibili e quindi per aiutare in una corretta gestione e redistribuzione delle risorse economiche in fase di ricostruzione.

#### **4.4. Verso una possibile digitalizzazione della scheda**

La struttura della scheda proposta può senz'altro apparire piuttosto complessa, tuttavia, risulta funzionale alla descrizione di una tipologia architettonica così eterogenea. Essendo composta da più sotto-schede, si può facilmente adattare, di volta in volta, alla complessità della fortificazione da rilevare: compilando tutte le sotto-schede in caso di strutture articolate come il Castello Estense di Ferrara oppure redigendo la sola scheda bene componente torre nel caso di una torre isolata. Inoltre, sulla base delle analisi delle difficoltà emerse nel 2012 nel corso dei rilievi della tipologia in esame, si ritiene che per agevolare il compito dei funzionari sia necessario fornire degli strumenti schedografici specifici almeno per i tre diversi beni più caratteristici della tipologia, soprattutto date le così vistose differenze plani-volumetriche.

Inoltre, questo tipo di struttura non è un elemento di novità dell'ambito della schedatura dei beni culturali. L'IsCR (Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro) ha elaborato delle schede di vulnerabilità sismica, per tre tipologie edilizie, già in uso nel Sistema Informativo Territoriale della Carta del Rischio, che sono state concepite secondo una struttura analoga per sub-componenti. È presente una prima scheda anagrafica, da compilare con i dati identificativi del bene complesso, e poi tre schede specifiche per il rilievo delle vulnerabilità sismiche dei beni singoli, differenziate per le seguenti tipologie: chiese/teatri, ville/palazzi e torri (Donatelli, 2010).

A tal proposito, senz'altro la strada da perseguire per una migliore gestione dell'emergenza, è quella di una sempre maggiore integrazione tra strumenti schedografici e sistemi informativi territoriali, in cui è possibile, non solo archiviare

e geo-localizzare, ma anche gestire e interrogare i dati raccolti dalle schede (Lenticchia & Coisson, 2017; Leggieri, Mastrodonato & Uva, 2022).

Il tassello ad oggi mancante per la definitiva digitalizzazione delle schede è la progettazione di un'applicazione informatica per device, che permetterebbe di guidare l'operatore ad ogni passaggio della compilazione. Inoltre, l'informatizzazione della procedura di rilievo speditivo potrebbe garantire l'ulteriore vantaggio di trasmettere direttamente agli uffici preposti la scheda una volta compilata, così da accelerare ulteriormente le tempistiche della fase di rilievo ai beni culturali, che a seguito delle scosse del maggio-giugno del 2012, si è conclusa solo nell'aprile 2013 (Mariani, 2016).

#### **5. Terzo strumento per la gestione della fase emergenziale: un manuale di compilazione della scheda proposta**

Progettando la scheda sopradescritta, si è ritenuto indispensabile elaborare uno strumento d'ausilio alla sua compilazione e comprensione. È stato quindi redatto un manuale di compilazione, costruito in analogia a quello già esistente per la Scheda Chiese. Il suddetto manuale si compone di una prima parte analitica, in cui viene indicato come compilare ogni singola sottosezione, e di una seconda parte costituita da 37 tavole illustrate, una per ogni meccanismo di danno censito. Tali tavole, oltre a costituire un ampio archivio fotografico, sono uno strumento utile per aiutare nel riconoscimento del meccanismo, soprattutto nella fase iniziale, e per classificare secondo un criterio univoco i livelli di danno di ciascun meccanismo. Per ciascun cinematisma sono state fornite definizioni omogenee dei livelli di danno, secondo la scala macrosismica europea (Grünthal, 1998), che va da 0, assenza di danno a 5, crollo del macro-elemento.

Il Manuale, fornendo dei punti fermi sul metro di giudizio con cui associare il livello di danno al meccanismo, potrebbe essere d'aiuto nel minimizzare le differenze di valutazione tra i vari rilievi, continuando a consentire al rilevatore di esprimere il suo giudizio da esperto sulla base delle peculiarità che contraddistinguono il complesso castellano che sta rilevando. Inoltre, tale manuale potrebbe essere d'aiuto sia nella redazione della Scheda Palazzi, attualmente priva di un suo manuale, sia nell'evitare, o perlomeno diminuire, possibili

errori di compilazione o dimenticanze, che infine potrebbero essere definitivamente risolti tramite la digitalizzazione delle schede, sia di quelle esistenti che di quelle proposte per i castelli.

## 6. Conclusioni

La ricerca qui illustrata, cercando di valorizzare esperienze e conoscenze maturate a seguito degli eventi sismici del 2012, ha provato a fornire un apporto concreto, con possibili soluzioni operative, alle esigenze emerse nella gestione delle fasi emergenziali post-sisma del 2012, con particolare attenzione per le architetture fortificate.

Tale tipologia, infatti, pur essendo fortemente identitaria e diffusa, oltre che particolarmente vulnerabile al sisma, ad oggi risulta priva di strumenti schedografici, approvati da normativa, che ne garantiscano un adeguato rilievo dei danni in fase emergenziale. Gli strumenti proposti, progettati sulla base delle vulnerabilità tipologiche dei complessi fortificati e sull'osservazione dei relativi danni ricorrenti, puntano ad aiutare i rilevatori a fornire giudizi più celeri e corretti. L'esattezza delle informazioni

trasmesse tramite questi strumenti schedografici è di fondamentale importanza, in quanto costituisce il primo passo per una buona gestione non solo della fase emergenziale, ma anche di tutto il successivo processo di restauro e quindi di tutela e conservazione materiale della fabbrica. Infatti, sulla base della gravità dell'indice di danno, riportato nella scheda, vengono stanziati e distribuite le risorse economiche per i successivi piani di ricostruzione. Tuttavia, la vera svolta, per una migliore gestione dell'emergenza, potrebbe consistere nella digitalizzazione delle schede, soprattutto se tale passaggio sarà effettuato in un'ottica di interoperabilità con gli archivi digitali già in uso presso il Ministero della Cultura (MiC), come ad esempio la Carta del Rischio.

## Ringraziamenti

Un ringraziamento ai referenti dell'Agenzia Regionale-Sisma 2012 (Arch. Antonino Libro e Ing. Davide Parisi) per i suggerimenti forniti nella definizione della struttura della schedatura proposta e ai Professori Eva Coisson e Daniele Ferretti, promotori e relatori della tesi di Dottorato, da cui è tratto il tema di questo articolo.

## Bibliografia

- Cattari, S., Degli Abbatì, S., Ferretti, D., Lagomarsino, S., Ottonelli, D., & Tralli, A. (2014) Damage assessment of fortresses after the 2012 Emilia earthquake (Italy). *Bulletin of earthquake engineering*, 12 (5), 2333-2365.
- Coisson, E., Ferretti, D., & Lenticchia, E. (2016) Italian castles and earthquakes: A GIS for knowledge and preservation. In: Van Balen, K. & Verstrynghe, E. (a cura di) *Structural Analysis of Historical Constructions: Anamnesis, diagnosis, therapy, controls. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions – SAHC, 13-15 September 2016, Leuven*. Londra, CRC Press, pp. 1489-1496.
- Coisson, E., Ferrari, L., Ferretti, D., & Rozzi, M. (2016) Non-smooth dynamic analysis of local seismic damage mechanisms of the San Felice Fortress in Northern Italy. *Procedia engineering*, 161, 451-457.
- Coisson, E., Ferretti, D., & Lenticchia, E. (2017) Analysis of damage mechanisms suffered by Italian fortified buildings hit by earthquakes in the last 40 years. *Bulletin of earthquake engineering*, 15 (12), 5139-5166.
- D'Ayala, D., & Speranza, E. (2003) Definition of collapse mechanisms and seismic vulnerability of historic masonry buildings. *Earthquake Spectra*, 19 (3), 479-509.
- Di Cocco, I. (2014) Dalla lista dei danni alla mappa del tesoro. In: Di Francesco, C. (a cura di) *A sei mesi dal sisma: rapporto sui beni culturali in Emilia-Romagna*. Bologna, Minerva, pp. 117-134
- Dogliani, F., Moretti, A. & Petri, V. (a cura di) (1994) *Le chiese e il terremoto: dalla vulnerabilità constatata nel terremoto del Friuli al miglioramento antisismico nel restauro, verso una politica di prevenzione*. Trieste, Edizioni LINT.
- Donatelli, A. (2010) *Terremoto e architettura storica: prevenire l'emergenza*. Roma, Gangemi Editore.
- D.P.C.M. (2006) *Approvazione dei modelli per il rilevamento dei danni a seguito di eventi calamitosi, ai beni appartenenti al patrimonio culturale*, 55, 23 febbraio 2006, disponibile al link: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2006/03/07/06A02214/sg> (Ultima consultazione: 2 novembre 2022).
- Facchi, E., Grimoldi, A. Landi, A. G., & Zamperini, E. (2020) Reconstructed overhanging battlements. Executive techniques and their vulnerability in the stronghold of Arquata del Tronto (Italy). In: P. Roca,

- P., Pelà, L. & Molins, C. (a cura di) *Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions SAHC*. 29 September-1 October 2021, Barcelona. Barcelona, International Centre for Numerical Methods in Engineering (CIMNE), pp. 373-385.
- Grünthal, G. (1998) *European Macroseismic Scale 1998*. Luxembourg, European Seismological Commission (ESC).
- Leggieri, V., Mastrodonato, G., & Uva, G. (2022) GIS Multisource Data for the Seismic Vulnerability Assessment of Buildings at the Urban Scale. *Buildings*, 12 (5), 523.
- Lenticchia, E., & Coisson, E. (2017) The use of GIS for the application of the phenomenological approach to the seismic risk analysis: the case of the italian fortified architecture. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 42, 39-46.
- Libro, A. & Coisson, E. (2021) Il rilievo del danno al patrimonio storico-artistico. Conoscere per gestire oggi e prevenire domani. *RecMagazine*, 165, 44-51.
- Mariani, M. (2016) *Sisma Emilia 2012. Dall'evento alla gestione tecnica dell'emergenza*. Bologna, Pendragon.
- Zanazzi, E. (2022) *Architetture fortificate emiliane colpite dal sisma del 2012. Dall'analisi dei meccanismi di dissesto alla definizione di strumenti per il rilievo speditivo e per la prevenzione delle vulnerabilità*. [Tesi di Dottorato]. Parma, Università di Parma.

## **Miscellany**



# Revitalization of tower fort Fort Monte Grosso and the restoration of the fortified path of Pula

Pia Boljunčić

Pula, Croatia, piaboljuncic@gmail.com

## Abstract

A series of analyses show a fragmented and neglected Austro-Hungarian stronghold in the city's urban fabric eaten by the contemporary urban metastasis. The gradual development of the ring-shaped stronghold that formed over a period of less than 100 years is presented in a series of panels along with a study of different typologies of fortresses that led to understanding of their morphology in relation to the territory which could be useful for the future urban scenarios. A graphic analysis of the relationship between the city's historic and contemporary urban fabric helped in developing the project idea for the historical path that reconnects the fragmented Austro-Hungarian stronghold making it more appealing to the public. The focus of the thesis is the tower fort Fort Monte Grosso, situated in one of the highest parts of the city of Pula, on the top of the Istrian peninsula. Here in the woods of the not so long ago former military zone, we find an abandoned fort tower Fort Monte Grosso along with other abandoned Austro-Hungarian constructions nearby. The area of the project was not chosen by accident—the former military areas are the least affected by the urban metastasis, keeping the most original appearance. The restoration of the old military path connecting the fortifications materializes in a simple steel structure integrated in the tower of Monte Grosso. It is thought of as an extension of the path that runs through the city into the fortress itself without interfering with the existing fabric. The intention of this multiscale project is to come to an elegant solution through the analysis between historic and modern urban fabric relationship, while recognizing the typology of the fortresses and finding a universal way to connect the points of the stronghold into educational, recreational and excursion route.

**Keywords:** Austro-Hungarian fortress, multiscale project, Fort Monte Grosso, historical-contemporary fabric.

## 1. Introduction

The thesis was presented in a series of 70 panels at Università IUAV di Venezia in 2021 under the mentorship of prof. Armando Dal Fabbro and arch. Piercarlo Palmarini as lead mentors. The subject takes place almost at the top of the Istrian peninsula, in Pula, Croatia. It's an interesting strategic area for centuries with its protected bays and hills. This is a territory conquered by many empires and governments leaving different historic layers embedded in the city's urban fabric. We find a neglected moment in the city historic fabric. This neglected special moment is a part of city's Austro-Hungarian defensive system.

### 1.1. The expansion of the city stronghold

The key for better understanding of the subject lies in a series of historical analyses that show a gradual development of the city defense mechanism from the moment the Austro-Hungarian empire takes over. When the Austro-Hungarians arrive in Pula they find an empty medieval city decimated by the plague and malaria, enclosed by the roman and medieval walls with scattered remains of the once powerful roman empire. After the 1848 the Austro-Hungarian Empire perceives the strategic importance of the city port.



The ring shape stronghold with circular tower forts (most of them are built in less than 4 years!) begins to develop in order to secure the territory around the city port. First important military installations such as shipyard, military barracks and hospital begin to emerge outside the city walls leading to the growth of the city itself.

With the expansion of the city came the expansion of the city stronghold. Over a period of less than 100 years an impressive number of fortifications and batteries was constructed adapting the stronghold to new military technologies including the construction of new types of polygonal fortifications on the mainland and coast making Pula one of the most important military cities of the Austro-Hungarian Empire. This vast, well connected territorial defensive system covered the sea front and the mainland front making it impenetrable from sea or land. It was organized in XVI defense districts (Verteidigungsbezirke) that included one or more constructions. Furthermore, every district would split out in more footholds (Stützpunkte). Beside the fortresses the coastline war apparatus was equipped with a number of other defensive equipment such as flanking batteries, cable obstructions, mine barriers and other similar defensive mechanisms.

### 1.2 The different typologies

By adapting the fortification system to new war technologies not every fortress kept its original appearance. The fortresses constructed around 1852-54 were all circular shaped Pula tower

types (Fort Munida, Fort. S.Giorgio, Fort Cassoni Vecchi, Fort Bourguignon-Monsival, Fort Maximilian with Franz tower type) or horseshoe shaped towers (Fort Monte Grosso, Fort Monvidal, Fort San Michele, Fort Montezaro) and mostly preserved their original appearance. For example to the coast fortress Fort Punta Christo (originally born as a Martello tower) two lateral



Fig. 1- Istrian peninsula, Croatia (dgu.geoportal.hr, 2021)

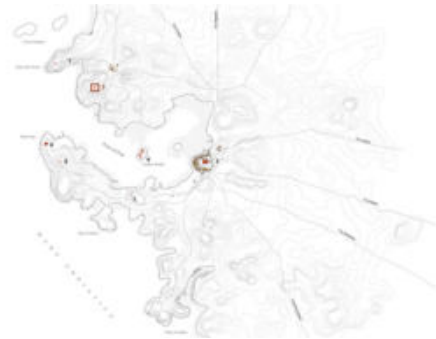


Fig. 2- Pula, around year 1840 (graphic elaboration by P. Boljunčić, 2021)



Fig. 3- Pula, around year 1850 (graphic elaboration by P. Boljunčić, 2021)



Fig. 4- Pula, around year 1885 (graphic elaboration by P. Boljunčić, 2021)



Fig. 5- historic layers of the urban fabric (graphic elaboration by P. Boljunčić, 2021)



Fig. 6- the relation between the historic (black) and modern (brown) city fabric with fortresses (graphic elaboration by P. Boljunčić, 2021)

wings were added around 1880 transforming it into a polygonal fortress. The constructions of polygonal type of fortresses begins around 1880 and its dominant in the mainland front (Forte Castelier, Forte Bradamante-Valmarin, Fort San Daniele, Forte Turtion) but are also some present on the seaside front.

### 1.3. The urban metastasis

After the II. WW bombing a part of the city historic fabric was destroyed and the new regulation

plan lost its historical logic of the old regulation planning.

As a second step, another series of analysis was made in order to understand the relationship between the historical and contemporary fabric of the city in terms of planning. By visiting the sites around the city we find the historic fabric eaten by the contemporary urban metastasis and it becomes evident that the once well connected defense system is fragmented. Fragments of the stronghold are scattered around the city, hidden in residential areas without taking the heritage into account. The lack of respect to the heritage culminates in a fact that some of the fortresses were destroyed because of the building material or to make space for a quarry like in the case of Fort Maximilian in 1960. The least affected by the urban metastasis were the not so long ago military zones like the area of Musil where we still have an original visual of the fortified architecture of that period. Furthermore this step formed the idea of reconnecting the fragmented fortification system with a historical route running through the city connecting the fortresses (Fig. 7).

## 2. The proposal for the revitalization of the tower fort Fort Monte Grosso and the old military path

Descending more in scale, the focus shifts to an area saved by the urban metastasis, in an ex-military zone in the woods. Here, in one of the highest parts of the city we find an abandoned fort tower Fort Monte Grosso guarding the city port along with other Austro-Hungarian constructions nearby. An old military path, overgrown by vegetation still connects these abandoned constructions. This is the area where we 'put on paper' the detail of our idea of the reconnected fortified path (Fig.16).

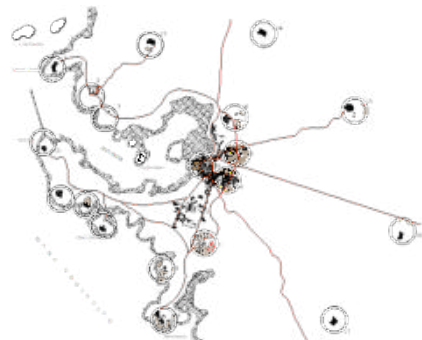


Fig. 7- The proposal for the historical route (graphic elaboration by P. Boljunčić, 2021)



Fig. 8- Pula, location of Fort Monte Grosso (dgu. geoprtal.hr, 2021)

### 2.1 Fort tower Fort Monte Grosso

The fort tower Fort Monte Grosso was born as Martello tower in 1836 with a diameter of 10 meters and it is still preserved to this day in its original form. Later in 1852 the two-story horse-shaped tower measuring 45 meters in diameter with casemates was built around the original tower. The water cistern was added in 1889 and it is still in function to this day. In 1914 the fort served as a warehouse and accommodation for the soldiers.

The fort was bombed in 1944 and a big part of the walls collapsed so the first step was to find a way to retrieve the original dimensions. The original documentation on Fort Monte Grosso was lost or was too difficult to come by. There were only a few floor plan drawings at disposal. By studying the historical bibliography of similar types of fortifications it was possible to presume the original appearance of Fort Monte Grosso for the hypothetical reconstruction. For the project proposal it was necessary to have the exact measures and a traditional survey with laser (BOSCH GLM 50C) was made but because of the complexity of the ruin it was impossible to measure in an “old school” manner so a digital survey was done with a photogrammetric 3D modelling drone technology. The point cloud data obtained was then elaborated in Agisoft and Autocad Recap to extract the plans, views and cross-sections. For the hypothetical reconstruction scans of the historic documentation such as plans and cross-sections were imported in AutoCad dwg file and drawn over to retrieve the presumed

original appearance of the Fort Monte Grosso. Also a photographic survey was needed to obtain a photo-plan of the facade that was later mounted in Photoshop and imported in AutoCad to redraw the views in detail which proved to be very difficult because of the circular shape of the fortress.

### 2.2. Project Proposal

The concept of the project is to retrieve the old military pathway that materialises in the tower fort Fort Monte Grosso where it takes form of a simple steel structure.

Without interfering with the existing construction and by respecting the original geometry of the



Fig. 9- Ortofoto (graphic elaboration by B. Bradač, 2021)

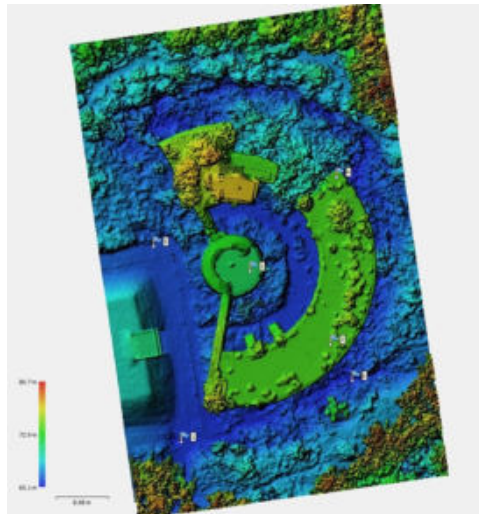


Fig. 10- DEM (graphic elaboration by B. Bradač, 2021)

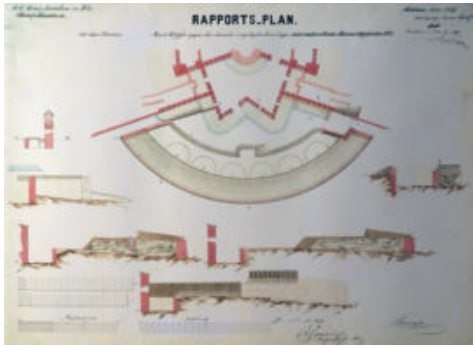


Fig. 11- Ft.Monte Grosso 1859 (plan, Pulska krana I. e II. Pula, A.Krizmanić, 2009)



Fig. 12- Ft. Monte Grosso, plan of hypothetic reconstruction (graphic elaboration by P. Boljuncic, 2021)



Fig. 13- Ft. Monte Grosso, view of hypothetic reconstruction (graphic elaboration by P. Boljuncic, 2021)



Fig. 14- Ft. Monte Grosso, view of the current state (graphic elaboration by P. Boljuncic, 2021)

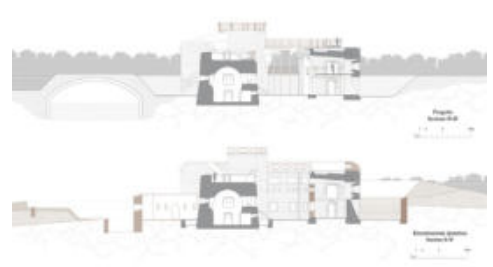


Fig. 15- Ft. Monte Grosso, comparative cross-section between the project proposal and the hypothetical reconstruction (graphic elaboration by P. Boljuncic, 2021)



Fig. 16- Ft. Monte Grosso, cross-section of the 'wound', detail of the steel pathway (graphic elaboration by P. Boljuncic, 2021)



Fig. 17- drawing of the old military pathway in the woods connecting the fortresses (graphic elaboration by P. Boljuncic, 2021)

fort, the steel pathway runs within the fortress and passes through the 'wound' caused by the II. WW bombing and is emphasised by the tall and slim columns that support the structure. It leads the visitor to different parts of the fortress and rises to the viewing platform on the roof where one can admire the view of the city port and islands. Looking at the hypothetical reproduction that

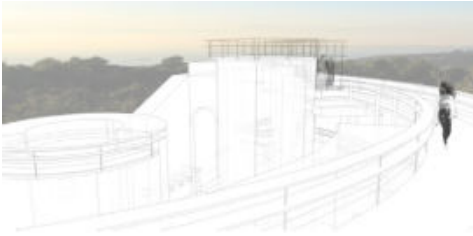


Fig. 18- the steel pathway with the viewing platform (graphic elaboration by P. Boljuncic, 2021)



Fig. 20- Perspective view (graphic elaboration by P. Boljuncic, 2021)

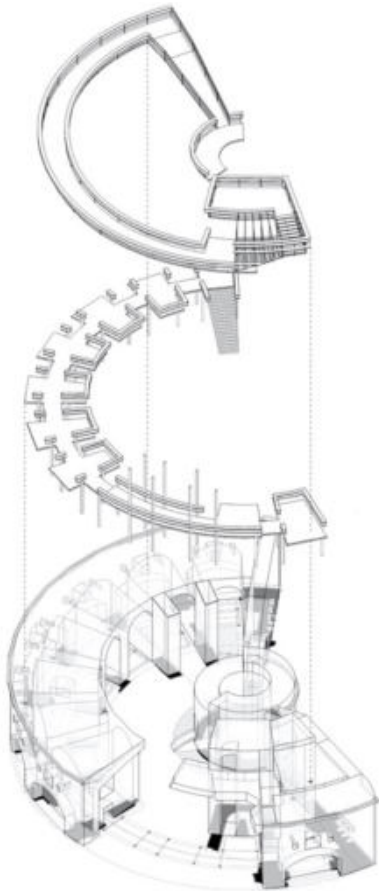


Fig. 19- The axonometric drawing shows the project proposal with levels of the steel pathway. The ground floor is left free while the first and the second level lead through the fortress to the viewing platform. The first level follows the geometry dictated by the casemates forming the allusion of a theatre stage suitable for concerts and events (graphic elaboration by P. Boljuncic, 2021)



Fig. 21- Perspective view (graphic elaboration by P. Boljuncic, 2021)

was in reality made after the project proposal one can observe that the geometry of the intervention imposes on itself and follows the historical logic of the fortress instead of faking as a reproduction (Fig.14). Also for this reason the main role was given to the ‘wound’ that is a witness of an historical event.

On the second level in the casemates the steel pathway assumes a role of a gallery with eye contact of the inner courtyard that can also could be used for concerts and other events.

### 3. Conclusions

The historical analysis revealed the logic behind the growth of this vast territorial system by exploiting the characteristic of the terrain configuration and the logic behind the changing fortress typologies because of the new war technologies. Also the study of the typologies could be useful for the future design approach by showing access points, internal distribution and other elements that could define the future function of the each fortress. The analysis of the relations between the historic and modern urban city fabric revealed the fragmented fortification system and how it is important to understand the urban context in which every fortress is situated. These observations are

implemented in the general idea of how to retrieve and to reconnect the historical defensive system with a pilot project applicable to every part of the system - to every type of fortress. The proposal of reconnecting the fragmented fortification system with a historical excursion route running through the city and connecting the fortresses by giving

them a purpose and making them a part of the local tourism concept. All of those elements summarize in the old military path in the woods and in the project proposal for the tower fort Fort Monte Grosso as a pilot project with a simple but effective intervention.

## References

- Cvek, E. (2015) *Naredba br.12-Pula u doba Austrije, Ljudi i građevine*. Pula, Histria Croatica c.a.s.h.
- Dezzi Bardeschi, M. (2004) *Restauro: Due punti e da capo a cura di Laura Gionei*. Milano, Ex Fabrica Francoangeli.
- Krizmanić, A. (2005) Fortifikacije. In: Cvek, E. (ed.) *Pula-Tri tisućljeća mita i stvarnosti*. Pula, Histria Croatica c.a.s.h. pp. 150-156.
- Krizmanić, A. (2009) *Pulska kruna I. e II. Pula*. Pula, Čakavski sabor.
- Marsetić, R. (2004) I bombardamenti Alleati su Pola (1944-1945). Rovigno-Trieste, Centro di Ricerche Storiche Rovigno.
- Marsetić, R. (2015) Le strutture militari nel canale di Fasana. *Atti, Centro di Ricerche Storiche*, vol. XLV, 343-372.
- Neumann, H. R. (2021) Wegweisende Diplomarbeit zur Revitalisierung eines Fort in Pula/Kroatien. *Am Wall*, 116, 26-27.
- Tatić, D. (2021) *Tvrđava Pula: fortifikacijski sustav glavne austrougarske ratne luke*. Zagreb, Despot infinitus.



# Il progetto incompiuto di Massimo Carmassi per il restauro della Fortezza Nuova di Pisa

Andrea Crudeli

University of Pisa, Pisa, Italy, andrea.crudeli@phd.unipi.it

## Abstract

The Fortezza Nuova of Pisa is the most important fortification attached to the city's medieval walls. Built as a military garrison at the beginning of the 15th century, when Florence conquered the Republic of Pisa for the first time, architects such as Filippo Brunelleschi, Giuliano da Sangallo and Antonio da Sangallo were involved in its design and construction. First abandoned, then transformed into a private garden, it finally turned back into a public space at the beginning of the twentieth century. At the end of the 1970s, the Fortress appeared as a place of decay in the city's heart. Following a brief overview of the events that determined its architectural morphology, the article focuses on the recovery plan of the Fortress, as it was designed in 1981 by the Project Office of the Municipality of Pisa, directed by Massimo Carmassi. As part of the redevelopment project of the south-eastern vertex of the city walls, Carmassi's project was carried out only for the demolition part, and just the preliminary drawings from the archive can show today what the subsequent phases should have been. From a methodologically analytical reading of the project, first at the urban scale and then at the architectural one, three main distinct moments emerge: the demolition of the additions, the reconstruction of the historical components, and the new construction characterized by a contemporary language. Starting from this analysis, it has been possible to carry out a critical interpretation of the unfinished recovery project of the Fortezza Nuova, investigating its theoretical intuitions and formal intentions. The study shows how Massimo Carmassi's project has conceived the recovery of the Fortress, not as the restoration of an independent building, but as the main engine of a wider urban redevelopment, where contemporary architecture should have filled the urban voids in dialogue with the historic building. After highlighting the peculiar design characteristics and the intellectual reasons deduced from the drawings, the project is thus framed within the restoration methodology of the Carmassian school, a method that has been constituting the primary strategy for the recovery of the urban image of Pisa from the 1970s to the 1990s.

**Keywords:** Massimo Carmassi, Fortezza Nuova, Giardino Scotto, Regionalismo Critico.

## 1. Introduzione

Un cantiere cominciato nel 2003, nell'ambito della ricostruzione del palazzo Scotto-Corsini di Pisa, attestato sul lato nord della Fortezza Nuova, porta alla luce i resti di alcune fondazioni antiche. Il cantiere, immediatamente bloccato dalla Soprintendenza, diventa un sito di scavo archeologico, diretto dal Prof. Marco Milanese del corso di Archeologia dell'Università di Pisa (1). Questa campagna archeologica ha offerto la possibilità di approfondire le vicende storiche

di una delle porzioni più antiche della città di Pisa: infatti vengono ritrovati oltre sei metri di stratificazioni, che si erigono sopra i resti di un pavimento romano fino agli alzati di costruzioni altomedioevali. Mentre lo sviluppo originario di Pisa era concentrato nel lato nord dell'Arno, l'edificazione sul versante opposto, denominata in un primo momento Kinzica, avvenne soltanto nell'alto medioevo, quando Pisa cominciò ad affermarsi come una delle Repubbliche Marinare.



Da questi scavi, grazie al ritrovamento di un cimitero, e da una ricostruzione del tessuto urbano di allora, si comprese finalmente come la Torre di Sant'Antonio, attualmente esistente e inglobata nella fortificazione, fosse in realtà il campanile della chiesa di Sant'Andrea, risalente al primo nucleo abitativo del quartiere. La comunità riunita attorno alla chiesa intraprese un'intensa attività edilizia, che portò alla realizzazione di botteghe, residenze, un monastero, un ospedale, e un atelier di campanari. Il quartiere fu quasi interamente demolito a partire dal 1406 quando Pisa venne conquistata da Firenze (2). Al fine di garantire il controllo della città conquistata, i fiorentini decisero di costruire una fortificazione in corrispondenza dell'ingresso della città a monte del fiume. Come riportato da Vasari, le molteplici visite di Brunelleschi a Pisa negli anni 30 del Quattrocento suggeriscono un protagonismo diretto del progettista nella realizzazione della fortificazione. Questa verrà poi realizzata effettivamente tra il 1440 e il 1470. A seguito della ribellione Pisana del 1495, la cittadella verrà significativamente distrutta poiché ritenuta simbolo dell'occupazione straniera. Pochi anni dopo, nel 1509, Firenze conquista nuovamente Pisa e incarica Giuliano da Sangallo (direzione lavori) e da Antonio da Sangallo il Vecchio (progetto) di ricostruire la fortezza, denominandola Cittadella Nuova. Questa, che tutt'oggi permane con sostanziale fedeltà alla costruzione originaria, testimonia le principali strategie architettoniche per le architetture militari di quel periodo, come le cortine continue in laterizio di muri scarpati, i bastioni spinati e il fossato perimetrale. Dopo alcuni interventi locali nel corso dei due secoli successivi, ed esaurita la sua funzione militare, nel XVIII secolo il bastione nord venne demolito, per fare spazio ad un palazzo signorile per la famiglia Scotto. A seguito di vari passaggi di proprietà, e alla trasformazione dello spazio interno in giardino, sul lato del Lungarno Fibonacci viene quindi posta la sede della Ex Regia Questura, per poi essere acquistata dalla Cassa di Risparmio di Pisa e donata alla cittadinanza. I bombardamenti alleati del 1943, però, distrussero parte degli edifici lungo l'Arno, determinando dei vuoti urbani tutt'oggi presenti, e condannarono la parte retrostante a decenni di degrado, con il concentrarsi di edifici industriali lungo il lato del fossato interno. Le prime proposte per una riqualificazione globale della fortezza e del suo quartiere arriveranno però solo negli anni Settanta, quando l'architetto Massimo Carmassi

diventerà direttore dell'Ufficio Progetti del comune di Pisa.

## 2. I primi interventi dell'Ufficio Progetti

Le vicende scandagliate in questo articolo riguardano proprio una proposta di riqualificazione della fortezza e del suo quartiere presentate per la prima volta al pubblico a fine anni Novanta, durante una mostra monografica (3), sui lavori dell'Ufficio Progetti. Il progetto della fortezza nuova emerge soltanto all'interno del progetto delle mura, e non è mai stato analizzato come episodio singolo, contestualizzandolo nelle problematiche specifiche del luogo.

Il contesto storico entro il quale si inizia a maturare la necessità di un restauro urbano è quello della stagione delle profonde ricuciture urbane a seguito della Grande Guerra. La città di Pisa, infatti, era uscita dal conflitto con ampie porzioni della città distrutte e in attesa di essere recuperate. Proprio all'inizio degli anni Settanta i comuni italiani avevano iniziato a fornirsi di uffici tecnici per la realizzazione di opere pubbliche, andando a rafforzare reparti interni che non riuscivano, per competenze e numero, a soddisfare le esigenze politiche della cittadinanza (4). Quello del comune di Pisa e della sua amministrazione ad inizio anni Settanta, con una giunta dalle larghe intese a guida PCI, può essere considerato un caso paradigmatico di questa strategia nazionale. Da un lato vi era la volontà politica di dimostrare come l'amministrazione avesse la forza materiale di attuare delle trasformazioni significative delle città, dall'altro lo stesso ufficio progetti incaricato abbracciò l'assunto ideologico di considerare la città nel suo insieme, e per questo tutti gli interventi realizzati hanno mirato all'integrazione delle varie parti della città verso una visione unitaria. La lettura dall'organismo urbano intrapresa da Carmassi, quindi, è inscindibile da una certa aspirazione sociale, fortemente legata alla volontà politica di quel decennio. La novità operativa dell'ingresso di Massimo Carmassi all'interno del comune è quella di una rivoluzione gestionale dell'organigramma e del ruolo della macchina pubblica: Carmassi portò infatti ad una strutturazione verticale dell'ufficio, fino all'identificazione del suo operato con la propria autorità individuale. Proprio per questo può essere considerato un caso unico nel panorama italiano, per l'aver instaurato un sistema altamente produttivo, non privo di problematiche concorrenziali, ma al tempo stesso illuminato e

carico di lungimiranza nel suo operare.

Durante questo periodo la cifra stilistica delle opere di Carmassi si caratterizza per una intellegibilità chiara, la cui presenza sul territorio ha portato ad un arcipelago di interventi, sia nel centro storico che nelle periferie, in cui la mano dell'autore è facilmente riconoscibile. Una profonda campagna di rinnovo del centro storico, ma anche del tessuto extraurbano, mirata al recupero di un decoro globale: l'ampio ventaglio di tipologie coinvolte in questo percorso ne è di testimonianza, dal restauro di edifici culturali, come musei e teatri, alla nuova costruzione di edifici pubblici a carattere collettivo, come scuole e cimiteri.

La particolare vicenda della Fortezza Nuova seguirà però un percorso diverso, mai portato alla sua conclusione. La possibilità di poter restituire alla cittadinanza la Fortezza Nuova e il Giardino Scotto, così come tutto l'isolato su cui essa insiste, si paventa per la prima volta nel 1981, quando l'amministrazione comunale riceve un modesto finanziamento per la demolizione delle superfetazioni industriali e per la pulitura delle piante infestanti. È proprio Massimo Carmassi a dirigere questa prima azione, ottenendo la possibilità di comprendere il reale stato di fatto della fortezza e la stratificazione delle sue murature. Operativamente, interviene in primo luogo sul fossato, che viene depurato dalle costruzioni abusive novecentesche, restituendo la visione completa della fortezza lungo via Bovio. In un secondo momento, Carmassi procede con alcuni interventi di ripristino, come quello delle volte del loggiato antistante il fossato. La mancanza di un finanziamento che potesse coprire un complesso di interventi più generale, e le successive problematiche interne alla permanenza dello stesso Carmassi nel Comune di Pisa, non permisero la stesura di un piano di recupero complessivo dell'area a livello esecutivo, che inglobava con sé problematiche diverse, dal degrado diffuso al completamento dei vuoti urbani post-bellici sul Lungarno, tra cui Palazzo Scotto-Corsini.

È solo a seguito dell'uscita di Massimo Carmassi dal Comune di Pisa che parte dei vuoti urbani sul lungarno Fibonacci sono stati completati e, attraverso un processo di restauro conservativo, a cura di Dunia Andolfi e Roberto Pasqualetti, la Fortezza e il Giardino Scotto sono stati finalmente restituiti alla cittadinanza come parco pubblico. La

fuoriuscita di Carmassi dal comune portò quindi all'interruzione del progetto già concepito ma non ancora redatto, la cui testimonianza permene in una serie di disegni di un progetto preliminare fatti poi rielaborare dall'architetto pisano anni dopo.

### 3. Il progetto delle mura presentato nel 1998

Questo *paper* vuole approfondire quello che è stato il progetto incompiuto di Massimo Carmassi, iniziato a maturare durante la sua direzione all'Ufficio Progetti del comune di Pisa e poi apparso per la prima volta nel 1998 in occasione di una mostra monografica sull'autore a Palazzo Lanfanchi. Il progetto, così come riportato dai crediti della mostra, è stato ultimato da Massimo Carmassi assieme ai membri del suo studio, tra cui la moglie Gabriella Iori, con la collaborazione grafica di Taisuke Kuroda, Jane Thomson, Salvatore Oggianu e Naoko Koyama, e concluso nel 1998.

Per comprendere a fondo i principi che sottendono questa ipotesi di intervento occorre concepire la città di Pisa come un organismo unitario, in particolare modo facendo riferimento al recupero delle Mura sia come monumento che come perimetro culturale. Heidegger, nel suo saggio *Building Dwelling Thinking*, enuncia la distinzione tra la concezione latina di spazio, lo *spatium in extensio*, da quella teutonica, il *raum* (5). Mentre il primo consiste in una griglia centrifuga, potenzialmente infinita che delimita quadranti, la seconda descrive un perimetro introverso entro il quale una civiltà manifesta la sua presenza. Questo secondo caso descrive una chiave di lettura di Pisa, città medioevale inclusa dentro le sue mura, che ne costituiscono sia l'immagine che la delimitazione di un luogo nel quale una particolare cultura architettonica ha espresso nel tempo un'identità precisa e riconoscibile. L'operato di Carmassi si inserisce all'interno della narrazione architettonica cittadina proprio con una forte volontà identitaria e una ricerca di continuità con il tessuto storico, fino ad eleggere la questione della definizione di questo perimetro, le Mura, quindi, come il tema cruciale per far emergere una cultura architettonica al tempo stesso moderna e prettamente pisana.

Le mura di Pisa, infatti, data la sua estensione di circa 7 km che circonda il centro storico di Pisa, possono essere considerate il monumento più consistente della città. Una delle caratteristiche principali che contraddistinguono questa

fortificazione rispetto ad altre italiane è quella della ricchezza della diversità delle architetture che vi insistono, creando una vera e propria collana eterogenea di nodi architettonici che svolgono funzioni diverse e nel tempo si sono trasformati. A metà degli anni Settanta, quando Massimo Carmassi entra nel comune di Pisa, queste si presentavano con ampi tratti di abbandono. L'intuizione di Carmassi è quella di non risolvere il problema del degrado architettonico del monumento, ma quello di innescare un processo di recupero a più ampio respiro, che potesse avere nel restauro delle mura un pretesto per riqualificare le zone adiacenti con parchi, verde pubblico e altri servizi a carattere collettivo. Il grande progetto delle mura è raffigurato in modo chiaro da una grande planimetria alla scala del 1000, dove si può evincere l'ampio spettro urbano che il progetto vuole totalizzare, con chiaro riferimento alla pianta di Roma di Giovanni

Battista Nolli (Fig. 1). Le abitazioni al di fuori del centro storico sono campite con un grigio pieno, mentre gli edifici del centro storico sono sezionati e ne è rappresentato il piano terra. Molti degli edifici non rilevati, all'interno del centro storico, sono invece campiti di bianco. Il progetto di Carmassi e dei suoi collaboratori invece è rappresentato dagli unici due colori presenti, il verde e il rosso. In rosso sono rappresentate le mura e i monumenti ad essa legati, che ne costituiscono un sistema circolare ricco di episodi architettonici il cui interno diventa esplorabile. In colore verde, invece, sono rappresentate le aree verdi del sistema mura. Si nota dal progetto come queste vadano a formare una corona circolare che avvolge quasi sempre all'esterno, e talvolta all'interno, la fortificazione medioevale, determinando una fascia di rispetto che le protegge dalla viabilità extraurbana. L'anello delle mura viene arbitrariamente diviso da Carmassi in sei



Fig. 1 - Progetto delle mura di Pisa (Massimo Carmassi, 1998)

settori, e per ciascuno di questi l'Ufficio Progetti ha svolto sia un rilievo dello stato di fatto che, in molti casi, una rappresentazione dello stato di progetto. Nonostante alcuni degli interventi fossero ancora privi di mandato di committenza e necessitassero di una partecipazione economica privata, lo sguardo che Carmassi proietta è quello di una città finalmente compiuta e restituita alla sua cittadinanza. La convinzione di Carmassi, infatti, era quella che il progetto delle mura non potesse essere risolto da interventi puntuali, ma da un piano strategico di attuazione con interventi coordinati. In questo senso risulta interessante quanto detto da Francesco dal Co: "Così le operazioni portate a termine o, nella maggior parte dei casi, al momento solo previste riflettono una gamma di decisioni progettuali che vanno da quelle implicanti opere di rigorosa conservazione e tutela, a interventi puntuali di completamento o ripristino, a, infine, progetti di riuso e rifunzionalizzazione volti, questi ultimi, a reintegrare le multiformi possibilità offerte dal complesso delle mura di Pisa e dagli episodi architettonici marginali dell'intera città" (6).

### 3.1. Il progetto urbano

Il progetto della Fortezza nuova, in senso urbanistico, mira innanzi tutto a riorganizzare il sistema di comunicazione pedonale delle varie componenti in gioco, tra cui risolvere il problema dei dislivelli del quartiere. La fortezza, infatti, concepita come una sequenza concentrica

di ostacoli, era innanzitutto circondata da un fossato. Allo stesso tempo, la porzione della cortina muraria del lungarno presentava due inclinazioni, una rivolta verso il fiume, e una interna verso la fortificazione. Inoltre, la quota del ponte della Vittoria, costruito nel XX secolo, si presentava poco più bassa della sommità del Bastione San Gallo (Fig. 2). Queste differenti quote presenti nell'isolato rappresentavano un impedimento per l'accessibilità pubblica degli spazi pertinenziali. Il progetto di Carmassi agisce quindi con delle soluzioni urbane che vanno a raccordare questi spazi. Per quanto riguarda la comunicazione con l'Arno, come si osserva dalla planimetria generale (Fig. 4), prevede una sequenza di rampe che congiunge il livello del fiume con quello del livello stradale. In prossimità dell'ex campanile della chiesa di Sant'Andrea, invece, prevede un piano orizzontale che possa servire da luogo di sosta, una piattaforma pavimentata che funziona anche da basamento per la costruzione medioevale, la più antica del complesso. Questa particolare scelta di mettere in evidenza la rimanenza dell'insediamento più antico può essere letta all'interno di una più ampia visione politica, quella di riportare alla luce la storiografia medioevale della città, altre volte attuata dall'autore, soprattutto in occasione nei restauri delle case torri. In corrispondenza del ponte della Vittoria, invece, Carmassi disegna una piazza trapezoidale, dagli angoli curvilinei. Come si evince dall'assonometria (Fig.2), questa non è altro che la copertura di un parcheggio,

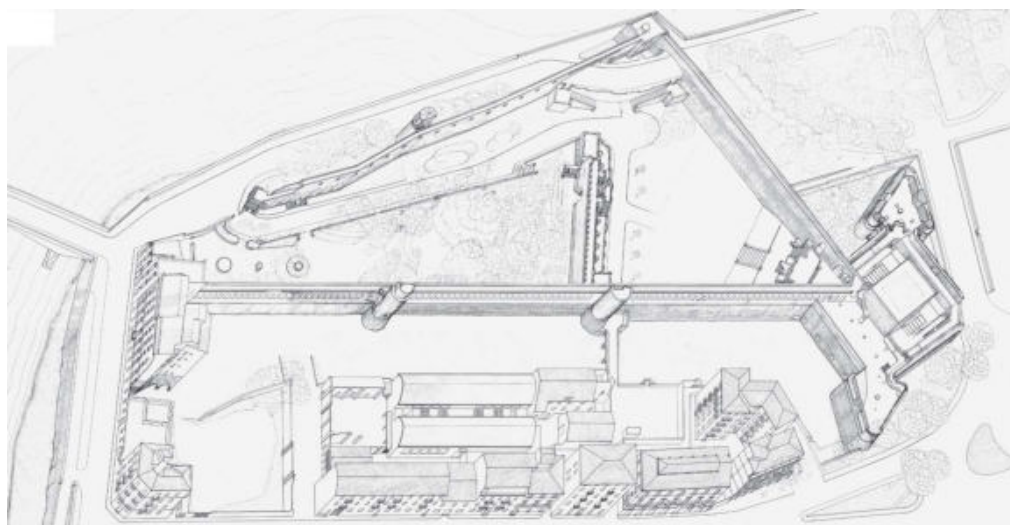


Fig. 2- Rilievo del quartiere della Fortezza Nuova di Pisa, assonometria (Massimo Carmassi, 1998)

al quale si accede attraverso un sistema di rampe, scale, e un ascensore. Ritornano, in questa soluzione, alcuni degli stilemi notevoli dell'architettura carmassiana, come i volumi estrusi che nascondono i collegamenti verticali, dei solidi indipendenti, a base circolare e costituiti da muratura piena, a base esagonale e costituiti da superfici vetrate.

L'intervento urbanistico con maggiore impatto volumetrico è quello della porzione lungarno, sul vuoto edilizio causato dai bombardamenti della Seconda Guerra Mondiale, in corrispondenti del Palazzo Scotto-Corsini e dei resti della Ex Questura Regia. Su questo fronte, il progetto di Carmassi interviene in modo diversificato, con l'intenzione globale di ripristinare un fronte compatto, ricostituendo lo stesso ritmo di pieni e vuoti preesistente alla distruzione. Per questo la prima porzione, quella più vicino alla fortezza, viene disegnata come una facciata le cui bucatore instaurano una continuità con quelle dell'edificio, attraverso una griglia di finestre dalle proporzioni rassicuranti. Allo stesso tempo, però, Carmassi introduce gradualmente un linguaggio contemporaneo: prima con la facciata laterale del blocco ricostruito, che cambia materiale e diventa in laterizio, inserendo una grande apertura rettangolare, quindi con il blocco angolare di nuova costruzione, che propone lo stesso schema in facciata di bucatore regolari, ma di cui riorganizza e intensifica il ritmo, e, infine, con il

lungo prospetto su via Bovio, dove, slegato dal confronto con il Lungarno, propone un volume scandito da ampie bucatore verticali. Il pensiero di Carmassi su questo è molto esplicito: "L'analisi storica e morfologica del lato settentrionale porta alla ricostruzione della metà mancante del grande edificio sul lungarno con la riproduzione del prospetto originale verso il fiume, ma non sostiene la necessità del completamente dell'ex questua semidistrutta dalla guerra perché si tratta di un'immagine non consolidata nel tempo né coerente con l'attuale sistemazione dei lungarni" (7). Ciò che risulta fondamentale sottolineare è come da questi disegni si possa evincere il pensiero dell'autore sulla questione del restauro urbano, e di come questo possa non solo essere messo in atto dopo una profonda conoscenza del luogo, ma di come questo possa essere attivamente espressivo, quindi didascalico, di un percorso costruttivo storico, verso il ripristino di un'unità figurativa dell'insieme.

### 3.2. Il progetto architettonico

Mentre la dimensione urbanistica di questi disegni racconta come il progetto voglia rappresentare la riappropriazione pubblica di questi spazi attraverso una serie di interventi puntuali che ne ripristino una piena accessibilità, la questione architettonica emerge proprio per l'ampio utilizzo di nuove volumetrie, che esplicitano una chiara volontà di dialogo con la preesistenza storica. Come

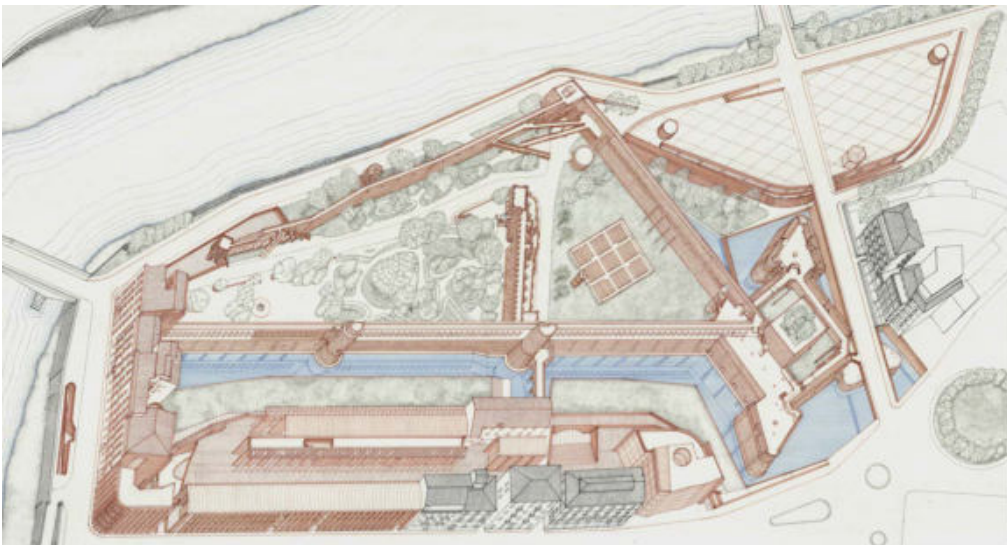


Fig. 3- Progetto di recupero del quartiere della Fortezza Nuova di Pisa, assonometria (Massimo Carmassi, 1998)

precedente descritto, l'angolo tra il Lungarno e Via Bovio costituisce una cerniera formale tra il tessuto storico eclettico e l'introduzione di un linguaggio contemporaneo. Le vicende progettuali che corrono lungo via Bovio e che procedono all'interno del lotto, fronteggiando il fossato e la fortezza, sono caratterizzate da volumi squisitamente carmassiani. Come sostiene lo stesso autore: "Il prospetto verso il fossato ed il giardino viene invece reinventato pur dalla matrice planimetrica originale, con una articolazione più legata ad un linguaggio contemporaneo, decantato e filtrato attraverso l'analisi della fitta trama di rapporti con l'esistente" (8).

In primo luogo si può notare come, lungo via Bovio, il volume, trattato in laterizio facciavista, imposti un nuovo ritmo verticale serrato, ritmato da ricorsi orizzontali di discontinuità del laterizio, un sistema già utilizzato dall'autore in altri progetti, come il Cimitero di Arezzo o il recupero di San Michele in Borgo, per far coesistere l'immagine di un volume compatto con la necessità di applicarvi delle forature. Come si può notare dalla assonometria generale (Fig. 3), questo corpo costituisce l'involucro di un blocco funzionale interno, da cui va a creare dei corridoi esterni, simili ad un loggiato dall'ordine gigante. Due profondi tagli vanno a collegare quindi la parte interna del lotto con la strada. La strategia

della copertura ad ordine gigante è riproposta anche per il volume successivo, quello che si affaccia sul fossato. In questo corpo la muratura costituisce invece il corpo interno della fabbrica, mentre il loggiato esterno è costituito da colonne cilindriche, di ordine gigante, presumibilmente realizzate in acciaio, una strategia già usata nel Museo della Concia a Santa Croce sull'Arno a Pisa. Al restauro del corpo di fronte l'ingresso pedonale, e all'edificio esistente su via Bovio, si frappone un volume compatto in laterizio, con fenditure verticali e i lati corti vetrati. Infine, l'introduzione di un volume completamente vetrato, dal perimetro curvilineo, costituisce l'episodio finale dell'intervento lungo Via Bovio.

#### 4. Conclusioni

Nell'ampio spettro di accorgimenti di scala, il progetto incompiuto del restauro della Fortezza Nuova di Pisa e del suo isolato, così come emerge dai disegni esposti nella mostra a Palazzo Lanfranchi del 1998, rappresenta un episodio cruciale nel percorso di recupero del centro storico di Pisa così come pensato da Massimo Carmassi. All'interno della visione del recupero delle Mura, questo nodo avrebbe costituito l'intervento più consistente, andando a coinvolgere un intorno di fabbricati dalle notevoli implicazioni urbanistiche. Nei disegni presentati durante la mostra, emergono

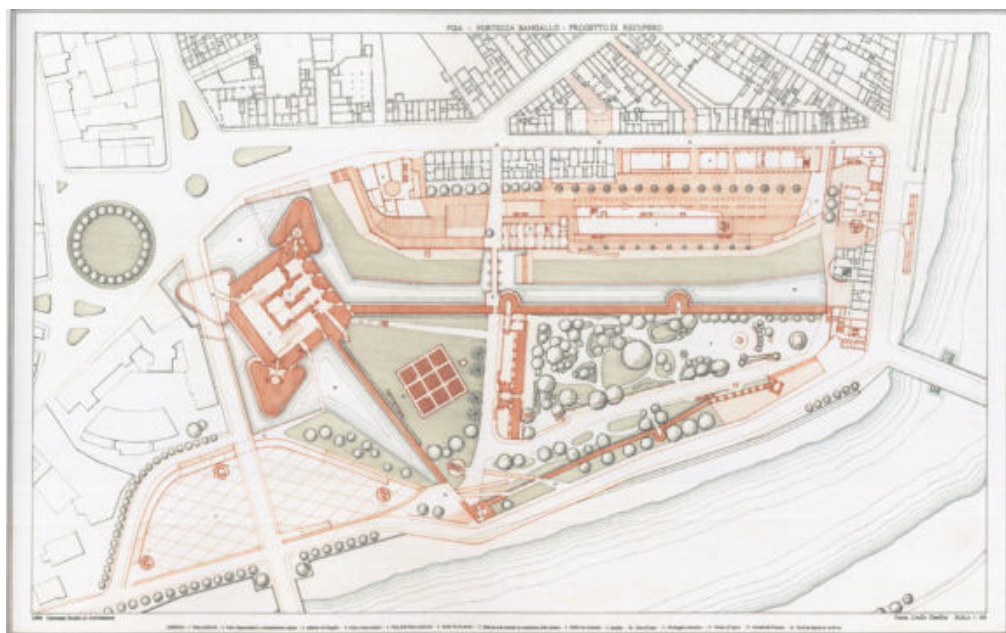


Fig. 4- Progetto di recupero del quartiere della Fortezza Nuova di Pisa, pianta (Massimo Carmassi, 1998)

chiaramente tre principali momenti distinti, uno di demolizione delle superfetazioni, uno di risanamento delle componenti storiche, e uno di nuova edificazione caratterizzata da un linguaggio contemporaneo. Queste tre fasi, secondo questa rigorosa successione, possono essere considerate un aspetto metodologico caratterizzante del lavoro di Carmassi sul centro storico, così come precedentemente suggerito da Francesco Dal Co e in seguito descritto in questo progetto per la Fortezza Nuova. La metodologia di progetto di Carmassi parte sempre da un rilievo, che permette una comprensione delle vicende storiche e fa raggiungere una consapevolezza topologica dello stratificato, così da poter attuare un'analisi del valore. L'intelligibilità dell'appartenenza dei vari elementi alle rispettive epoche, inteso come atteggiamento didascalico dello svelamento delle vicende storiche, è soltanto il preludio conservativo all'inserimento delle nuove costruzioni, anch'esse caratterizzate da una riconoscibilità immediata che entra in risonanza per materia e linguaggio formale con il preesistente. Infatti, come analizzato nel testo, all'interno di questo progetto si possono ritrovare tutte le strategie compositive che caratterizzano in modo univoco l'architettura Carmassiana: il privilegiare l'utilizzo del laterizio per la determinazione di nuovi volumi urbani, il modanare la superficie attraverso dei ricorsi orizzontali che enfatizzano l'accatastamento verticale della materia, la reinterpretazione del ritmo di vuoti e pieni delle facciate attraverso una sequenza di alte fessure verticali, l'utilizzo di un sistema di doppia facciata per la creazione di un intercapedine simile ad un loggiato a vocazione

pubblica, l'utilizzo di solidi distaccati che racchiudano i collegamenti verticali.

Volontà formali, strategia urbanistiche, intelligibilità della topologia storica e stilemi progettuali ricorrenti, tutti che convergono in questo progetto per la Fortezza Nuova verso la riqualificazione più ampia, quella delle Mura e dei suoi spazi funzionali.

#### Note

(1) Le vicende di questi scavi sono riassunte in *Palazzo Scotto Corsini. Archeologia e storia delle trasformazioni di un'area urbana a Pisa tra XI e XX secolo* di G. Gattiglia e M. Milanese

(2) Per una più ampia comprensione delle vicende di questo periodo si rimanda a *La Fortezza di Pisa. Dal Brunelleschi al Giardino Scotto. Storia e Restauro*, di R. Pasqualetti e D. Andolfi.

(3) Fascicolo di presentazione della mostra a Palazzo Lanfranchi a Pisa, intitolata *Le mura di Pisa. Progetto di recupero* del 1998.

(4) Queste vicende sono descritte da Giancarlo De Carlo in *Massimo Carmassi. Progetti per una città. Pisa 1975/1985*.

(5) Si veda M. Heidegger in *Building Dwelling Thinking*.

(6) Francesco Dal Co spiega con puntualità la relazione tra Massimo Carmassi e Pisa nell'introduzione a Mulazzani, M. (2004) *Opere e progetti, Massimo e Gabriella Carmassi*.

(7) Si veda la descrizione del progetto sul sito dello studio <http://www.carmassiararchitecture.com/>

(8) *Ibidem*.

#### Bibliografia

- Carmassi, M. (1981) La progettazione della città storica. *Parametro, Mensile internazionale di architettura e urbanistica*, Volume 96, 34-37.
- Carmassi, M. (1986) *Massimo Carmassi. Progetti per una città. Pisa 1975/1985*. Milano, Electa.
- Gattiglia, G. & Milanese, M. (2006) *Palazzo Scotto Corsini. Archeologia e storia delle trasformazioni di un'area urbana a Pisa tra XI e XX secolo*. Pisa, Felici Editore.
- Heidegger, M. (1971) *Building Dwelling, Thinkink*. In: Heidegger, M. (a cura di), *Poetry, Language, Thought*. New York, Harper Colophon, pp. 141-160.
- Mulazzani, M. (2004) *Opere e progetti, Massimo e Gabriella Carmassi*. Milano, Electa.
- Pasqualetti, R. & Andolfi, D. (2009) *La Fortezza di Pisa. Dal Brunelleschi al Giardino Scotto. Storia e Restauro*. Pisa, Edizioni Ets.

# The Castle of Cleto in Calabria. Singular characteristics of a fortress

Caterina Gattuso<sup>a</sup>, Domenico Gattuso<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Calabria University, Rende (Cosenza), Italy, [caterina.gattuso@unical.it](mailto:caterina.gattuso@unical.it), <sup>b</sup> Università Mediterranea, Reggio Calabria, Italy, [domenico.gattuso@unirc.it](mailto:domenico.gattuso@unirc.it)

## Abstract

Located on the top of a hill, the Cleto Castle has features common to similar fortifications scattered across the Calabrian Apennines, but it stands out by other singular interesting characteristics. In the paper, these are highlighted through a specific illustration and some considerations relating to the conservation and preservation of the building of undoubted historical-monumental value. From the historical references emerges a first character of the fortress, its construction by complementary parts in about 5 centuries, with differentiated construction techniques. The elevated position, dominating the surrounding environment, gives it a privileged lookout character, able to control a vast land, up to the sea more than 6 km away, and to prevent enemy incursions. The architectural and structural characteristics of the castle suggest an intermediate image between the simple wall fortification and the building closed on itself; different components clearly stand out such as two main towers, housing units, open spaces, mighty stone arches. A singular aspect consists in the presence of several cisterns and silos dug into the rock, used to ensure a reserve of water and cereals, a considerable potential for resistance to external aggressions. Also important is the urban relationship between the castle and the village below; the fortress appears clearly detached, but also closely linked to the village; moreover the same village was fortified with boundary walls and few gates, creating a sort of double protective belt for the inhabitants. Another peculiar feature is highlighted: the castle stands on a rocky formation of arenaceous limestone, with layers of different cohesion, subject to the erosive actions of the wind and rain, undermining the foundations. A safeguard action on the fortress requires collaborative interdisciplinary knowledge and skills; the paper mentions some of the potential needs for conservative actions.

**Keywords:** fortress, singular features, interdisciplinary knowledge and skills, conservative actions.

## 1. Introduction

The Cleto Castle has features common to similar fortifications of the Calabrian Region (Italy), but it stands out by singular interesting characteristics. It is relevant to highlight the historical-monumental value of this fortress in order to promote conservation and restoration actions. The construction was realised by complementary parts in about five centuries, with differentiated construction techniques. The elevated position, dominating the surrounding environment, gives it a privileged lookout character, able to control a vast land, up to the sea, and to prevent enemy incursions. The architectural and structural

characteristics of the castle suggest an original image; different components emerge such as two main towers, some housing units, open spaces, mighty stone arches. A singular aspect consists in the presence of several cisterns and silos carved into the rock, to save water and cereals, ensuring a long potential resistance to external aggressions. The castle is clearly detached, but even closely linked to the village below; the village was fortified with boundary walls and few gates, creating a sort of double protective belt for the inhabitants. Another peculiar aspect can be noted: the castle rises on a rocky ground of arenaceous



limestone, with layers of different cohesion, subject to the erosive actions of the wind and rain that threaten its foundations. A safeguard action on this extraordinary fortress is necessary and require collaborative inter-disciplinary knowledge and skills.

From a methodological point of view, the study starts from a documentary and archival research, as well as from a site visit. Once the historical-territorial reference was outlined, a critical analysis of the building architectural and structural characteristics was carried out, highlighting singular constitutive elements, such as silos and cisterns dug into the rock. The attention has been directed on the relationship between the castle and the village below and on the quality of the rock base, visibly affected by degradation, which suggest the opportunity for measures to prevent the risk of structural instability.

**2. Land framework and historical references**

The castle of Cleto is located in the homonymous municipality, in the Tyrrhenian hinterland of the Cosenza Province (Fig. 1), on the edge of the Savuto river valley. The figure highlights the municipality’s position in the district, with reference also to the Tyrrhenian Sea and the nearest coastal centre, Campora S. Giovanni. It is a very small centre, with about 1,000 inhabitants.

The built-up area is fragmented into several urban hamlets. The oldest core is located at the foot of Mount S. Angelo, set on a rocky cliff. The castle stands on top of the same cliff, about 370 m above sea level (Fig. 2).

Recent archaeological investigations show that the site was already inhabited in Byzantine times. But it gained prominence around the year 1000 following the arrival of the Normans, who gave it

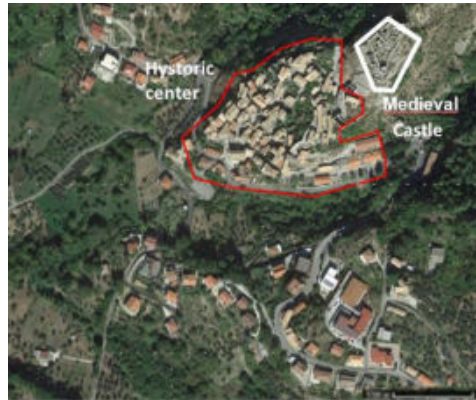


Fig. 2- Cleto old town and castle position (graphic elaboration by Caterina Gattuso on Google map)

the name ‘Castri Pietramala’. The name seems to recall the rocky conformation of the place.

The centre was consolidated between the 11<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> centuries, a period that characterised the territory of the Coastal Chain, due to the numerous settlements that arose on high ground. The numerous watchtowers close to the coast and the castles built next to the hilly urban centres created a dense network of fortresses to defend the access routes into the interior of the Calabria region.

Flood events, earthquakes, and enemy incursions often marked the history of these places, with a succession of destructions and reconstructions.

The castle has medieval origins and was built and extended in several phases (Fig. 3).



Fig. 1- Cleto position in Calabria region context (graphic elaboration by Caterina Gattuso on Google map)



Fig. 3- Cleto castle. Aerial view (Caterina Gattuso by drone, 2018)

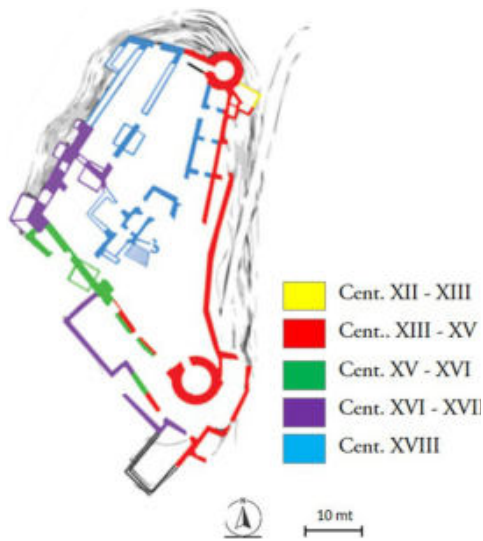


Fig. 4- Cleto castle. Building historical phases (graphic elaboration by Caterina Gattuso)

It is possible to identify, in relation to the techniques used for the realisation of the masonry, essentially 5 construction phases:

- Swabian period (12<sup>th</sup> - 13<sup>th</sup> century);
- From the Angevins to the Aragonese (1266-1442);
- Aragonese Period (1442-1503);
- Viceregal Period (1503-1706);
- Giannuzzi Savelli Period (18<sup>th</sup> century), by the name of the last noble family.

The map in Fig. 4 shows a roughly trapezoidal perimeter shape, extending for a length of approximately 145 m; and the colours suggest the probable construction period of the different fortress parts. Documentary sources concerning the Cleto castle are rather rare. Donato (2006), Aiello (2010), Cuteri (2010) are cited among the most accredited authors.

### 3. Singular position

Situated on the top of a rocky formation, on the slopes of Mount S. Angelo, behind the historical centre (Figs. 5-6), the ancient castle occupies a strategic position, chosen both for the best defence against external attacks and because it allows a wide view and control of the entire territory downstream, as far as the sea.



Fig. 5- The castle. Planimetric land positioning (graphic elaboration by Caterina Gattuso on Google map)



Fig. 6- Cleto Castle and village. Aerial view (Caterina Gattuso by drone, 2018)

In the past, the village below was equipped with protective walls, so any enemy raiders had three protective belts to overcome in order to conquer the castle: the city walls, a steep escarpment upstream, the mighty walls of the fortress.

### 4. The architectural and structural characteristics

The architectural artefact has a trapezoidal shape, with two tall and majestic cylindrical towers on the eastern front and a scarped corner bastion.

The shape of the plan originates from the orography of the site and is the result of several reconstructions that have taken place over the ages.

The entrance to the fortress is imposing, facing the village, and is located at a forepart with large arched windows, accessible via a rather steep ramp.

In reality, there were other access paths; the oldest was located on the southern side, dug into the rock and provided with a moat, which could be crossed by a drawbridge.

The castle is structured on two levels: the first characterised by rooms carved into the rock and strong walls, a second higher level, organised with residential and service rooms. The passage from the first to the second level is possible via a central staircase.

Several construction elements are present inside, of a military and residential nature. In addition to the two mentioned towers, it is possible to distinguish living spaces, a chapel, cavities used as silos and cisterns, a monumental portal, and strong arched structures (Figs. 7-10).

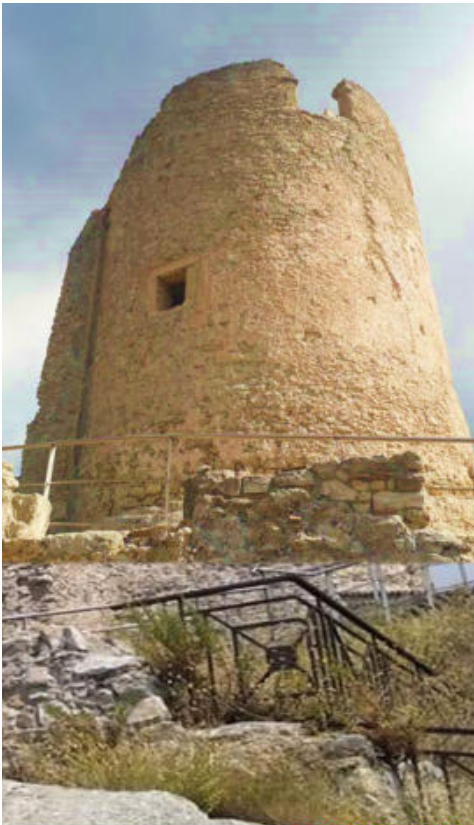


Fig. 7- One of the two castle towers (photo by Caterina Gattuso, 2011)



Fig. 8- Cavities (silos and cisterns) (photo by Caterina Gattuso, 2011)



Fig. 9- Monumental portal (photo by Caterina Gattuso, 2011)



Fig. 10- Arched wall structures (photo by Caterina Gattuso, 2011)

## 5. Presence of several cisterns and silos

Interesting and peculiar of the Cleto castle is the presence of numerous natural and other artificial caves dug into the rock, often communicating. They were used partly as cisterns for collecting rainwater and partly as silos for storing cereals and other foodstuffs (Fig. 8). Around the silos are quadrangular pits for storing various objects. The silos were already present before the castle was built, probably in the Byzantine era.

Natural cisterns are also scattered throughout the historic centre. The particular type of rock, impermeable but workable, lent itself to the purpose of collecting and storing vital goods.

## 6. The urban relationship between the castle and the village

The historic centre has characteristics typical of many hillside villages in Calabria. Brick buildings of different sizes, often juxtaposed, with an urban fabric marked according to the contours of the ground level. A series of alleys intertwine to form a dense network of communication, but in most cases they are only passable on foot due to their narrow dimensions and the presence of numerous steps.

The location of the main church, of Santa Maria Assunta, in the lowest part of the town, is unusual (Fig. 12), unlike other contexts in which the place of worship is located adjacent to or near the castle. The access to the church, built around the year 1500, consists of a long ramp leading to the main gable, as the building is located in a raised position with respect to the street level below. The fortress appears clearly detached, but also closely linked to the village; the latter was fortified with boundary walls and few gates, creating a sort of double protective belt for the inhabitants.

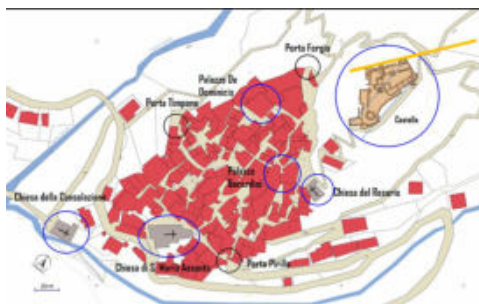


Fig. 11- Urban map, architectural emergencies (graphic elaboration by Caterina Gattuso)

The connection between the village and the castle consists of a winding path useful to overcome the remarkable acclivities (Fig. 11). The oldest access path, carved into the rock, is still partially visible, but no longer practicable.

## 7. A weak soil of foundation

The emerging rock outcrop, on which the fortress rests, is formed by sedimentation layers of different cohesion. It consists of a “whitish/yellowish sandstone, sometimes even reddish, fine-grained, richly fossiliferous” (Rodolico, 1995). The granules are bound together by a cement that is commonly Calcium Carbonate (CaCO<sub>3</sub>), Silica (SiO<sub>2</sub>) or Iron Oxide (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Sedimentation layers are clearly visible on some ridge fronts (Fig. 12).



Fig. 12- Rock at the base of the castle (photo by Caterina Gattuso, 2011)

The arenaceous calcarenite, however, is fragile and degradable under the action of different atmospheric agents, especially the winds, so that over time fractures and pulverization of some emerging parts have been determined.

The rock lends itself to be worked and has been widely used in blocks of different sizes to compose masonry, crowning of arches, jambs of doors and windows, both in the castle and in the buildings of the village. However, the erosive wind action has generated problems of degradation that would need to deepen for conservation of both the rocky substrate and the buildings that make up the fortress.

## 8. Conclusions

The protection of historical-monumental value heritage presupposes an articulated path of knowledge, identification and diagnosis of critical

issues, design of measures for the preservation or restoration, careful and targeted execution of effective interventions. It should be noted that the whole process should be accompanied by an activity of expert and continuous monitoring, also downstream of the field works.

It is evident that this approach requires the involvement of different expertise, from the geologist to the architect, from the engineer to the historian, from the laboratory technician to the restoration professional, from the tour operator to the meteorologist, able to integrate into a multidisciplinary team; also requires an authoritative institutional and technical-scientific direction.

The case of the Cleto fortress is emblematic. The building is of high historical value, with very interesting structural and architectural features; it also represents a significant tourist potential, not only for its historical value, but also for the characteristics of the adjacent historic centre and its territorial context; the particular location allows panoramic views of great charm.

Unfortunately, the castle is subject to evident degradation phenomena, in part linked to the actions of atmospheric and biological agents, in part to the carelessness. The degradation, moreover, affects the whole historic centre of Cleto, and many fine buildings. Timely recovery

actions are needed to prevent irreversible damages and the subsequent death of the village.

In the specific case of Cleto, among the priority issues to be addressed are those relating to the foundation soil subject to erosion, the preservation of masonry and in particular of the bearing ones, the preservation of monumental components such as arches, towers, openings, silos. Accessibility to the site should be improved and the recovery action should be gradually extended to the whole historic village. Only by becoming fully aware of these elements is it possible to hypothesize a future for the local identity and the social and economic promotion of the sites, and of the historical-monumental goods with high tourist attraction potential.

However, there are still limits to information relating to the historical documentation as well as the technical nature; the poor dissemination of information and isolation have not favoured so far the development of the historic centre and preservation of the castle. An adequate attention on the cultural level and on the informative plan could allow a progressive increase of interest of the community and the institutions, with positive effects also in terms of commitment to the safeguard and the conservation of these assets of extraordinary value.

## References

- Aiello, S. (2010) *Il castello di Petramala. Le ragioni di un restauro strutturale*. Soveria Mannelli, Calabria Letterarian Editrice.
- Cuteri, F. A. (a cura di) (2010). *Il centro storico di Pietramala (Cleto, CS). Analisi del costruito e delle evidenze rupestri*. Taccuini di Studi calabresi. II, 3. Supplemento al periodico del Circolo di Studi Storici Le Calabrie Storia Arte Archeologia. Gioiosa Ionica, Edizioni Corab.
- Donato E. (2006) Il castello di Petramala (Cleto, CS): dall'insediamento bizantino all'incastellamento medievale. Discussione sui primi dati archeologici. In: Francovich, R. & Valenti, M. (a cura di) *Atti del IV Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, 26-30 settembre 2006, Abbazia di San Galgano (Chiusdino - Siena). Firenze, All'Insegna del Giglio, pp. 280-286.
- Rodolico, F. (1995) *Le Pietre delle Città d'Italia*. Firenze, Le Monnier.

## Strategie di conoscenza e di progetto: un nuovo percorso urbano per il borgo storico di Massa Marittima

Emma Giomini<sup>a</sup>, Sofia Pieri<sup>b</sup>, Maurizio De Vita<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italia, emma.giomini@stud.unifi.it, <sup>b</sup> Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italia, sofia.pieri@unifi.it, <sup>c</sup> Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italia, maurizio.devita@unifi.it

### Abstract

The research site is located in Tuscany, in the suggestive medieval village of Massa Marittima, immersed in the context of the metalliferous hills dominated by the fortress of Monteregio, which was the first building built by the Aldobrandeschi in the 9th century, around which the current town developed.

Connecting the upper town and the lower town is not just about giving a solution to a specific problem but it is a strategy that aims to make a historic place like this, with a lot of significant slopes, usable and accessible to all overcoming architectural barriers and improving the landscape tourist routes.

The survey strategy integrates the aerial one via drone with the terrestrial one via laser scanner, making geometric and material analysis possible, obtaining a complete point cloud that forms the base for the creation of a digital model, which constitutes the scientific base of the project, and the restoration information sheets.

So the project is therefore born from an approved digital scientific base and can aspire to be an example for future interventions. The project develops a proposal for a new connection between the former Mazzini cinema and the fortress of Monteregio creates a new path, integrated in the landscape and in the open-air museum.

**Keywords:** fortification, heritage, renovation, digital survey.

### 1. Introduzione

Nel corso della storia, l'uomo durante la realizzazione della città ha sempre posto particolare attenzione alla definizione spaziale del 'territorio urbano', creandone un perimetro e una forma, per identificare un confine preciso e al tempo stesso dare una separazione netta dal territorio circostante; le mura come immagine della città sono rimaste nel corso dei secoli la caratteristica fondamentale del limite degli insediamenti urbani. Massa Marittima si può identificare come un chiaro esempio di come si sia conservato il legame tra città e mura: anche al giorno d'oggi, il perimetro della cinta muraria delimita e separa il nucleo del centro storico dalla campagna esterna, cingendo al suo interno i principali monumenti storici e gestendo i flussi di ingresso e d'uscita attraverso le antiche porte.

Come nella storia della maggior parte delle cinte murarie, l'aspetto attuale delle mura di Massa Marittima è il risultato di una serie di vicende di conquiste di potere, di lotte, variazioni e crolli che si sono alternati nel corso dei secoli, che ne hanno alterato in parte l'aspetto originario, che hanno generato, tra il XIX e il XX secolo, l'assetto definitivo che possiamo ammirare ancora oggi.

Con l'aumento della consapevolezza di tale ricchezza ereditata dagli antichi, da cui scaturisce l'interesse per la tutela e valorizzazione, nasce la necessità da parte degli enti territoriali regionali e comunali di avere un rilievo totale e accurato per evidenziare lo stato di conservazione dei luoghi e capire gli interventi di restauro da operare in base alle differenti priorità.

A tal fine si è sviluppata una convenzione per l'attività di ricerca e studio, tra l'Amministrazione comunale di Massa Marittima e il Dipartimento di Architettura (DIDA) - la Scuola di Specializzazione in Beni architettonici e del Paesaggio dell'Università degli Studi di Firenze sul tema di 'Studio ed analisi del Centro Storico di Massa Marittima finalizzati ad una proposta per la sua valorizzazione, fruibilità accessibilità anche a fini turistico-culturali'.

### 1.1. Cenni storici di Massa Marittima e la doppia cinta muraria

La peculiarità delle mura di Massa Marittima risiede nel fatto che siano formate da una doppia cinta muraria, risalenti a epoche diverse, che differiscono nella morfologia ma anche nel tipo di tecniche costruttive impiegate per la loro realizzazione, dando vita a quella che in planimetria si può descrivere come una forma ad ali di farfalla; Enzo Carli in un suo articolo scrisse che "nella sua configurazione urbanistica (Massa Marittima)... ispirata da criteri compositivi fortemente caratterizzanti... tali criteri hanno dato luogo all'armoniosa coesistenza di due organismi di tipo planimetrico completamente diverso - l'uno avente come tema dominante una piazza e l'altro invece strutturato a pettine..." (Carli, 1976). La doppia cinta fortificata presente a Massa, oltre che la differenza di cronologia, sta ad indicare anche due intenzioni di forma urbis diverse, che comunicano delle intenzioni precise legate a strategie politiche e urbane differenti, che si va a plasmare perfettamente con la morfologia del terreno sulla quale sorge.

Il primo nucleo della cinta muraria di Massa si sviluppò a partire dal 1194, anno in cui Enrico IV donò in feudo al vescovo Martino la città, nei pressi del castello di Monteregio, allora residenza vescovile; esternamente ad esso sorsero anche delle residenze che andarono a formare un primo piccolo borgo. In precedenti rilievi riguardanti le mura duecentesche, si è avanzata l'ipotesi che la prima cinta muraria si sia sviluppata anche in prossimità della piazza della Cattedrale, nella parte a ovest della chiesa, nel nucleo definito Borgo, poiché le giaciture degli edifici e le murature di questo lato della città sembrano indicare l'esistenza di un perimetro murario più interno rispetto a quello attuale, edificata comunque successivamente a Monteregio, ipotesi ammissibile vista anche la crescita separata dei due borghi, legati dal percorso tra le due porte



Fig. 1 - Planimetria dello stato attuale della cinta muraria massetana (Giomini, 2022).

principali di Porta all'Arialla e Porta alle Silici. Interessante notare la differenza tra le mura massetane e quelle del periodo senese: le prime sono state costruite impiegando conci di travertino, di pezzatura piccola e perlopiù irregolare, di forma parallelepipeda, di dimensione massiccia e disposti a filaretto, con lo spessore della cinta che risulta assai costante, di circa un metro e mezzo; la muratura a sacco è generalmente verticale, eccetto il tratto in prossimità di Porta alla Spina che è costruito a scarpa. La muratura poggia direttamente sulla roccia a vista, che costituisce un basamento possente, dovuto all'affioramento del sottostante banco roccioso di travertino. L'altezza però varia lungo tutto il percorso a causa dell'andamento morfologico del terreno diverso in più punti, motivo per cui non è possibile stabilire l'altezza originaria con assoluta precisione, anche a causa del fatto che gran parte del coronamento sovrastante è andato perduto.

La Fortezza Senese, chiamata anche Cassero, fu un'espressione architettonica del potere militare senese su Massa Marittima: fu costruita subito dopo la conquista della città nel 1335, e assolveva a molteplici funzioni, tra cui quella di controllare la popolazione, dare ospitalità alle guarnigioni e conservare il materiale ricavato dalle Colline Metallifere, che rappresentavano la fonte di maggiore ricchezza. La posizione del nuovo perimetro delle mura fu scelta sulla base dell'orografia del terreno e inglobava anche l'antico castello di Monteregio, andando così a creare una sorta di recinto chiuso, che andò a dividere fisicamente l'abitato in città alta e città bassa (Fig. 2). L'impianto attuale è solo una parte dell'originario complesso giunto ai giorni nostri; nel corso degli anni la struttura è stata privata delle



Fig. 2- Disegno storico 'Figura Visegima Sesta', restituito dal Capitano Serafino Burali, 1664



Fig. 3- Disegno Storico della Fortezza Senese, restituito dal Capitano Serafino Burali, 1664

murature interne, delle torri e del coronamento, ma risulta comunque ben leggibile nella sua integrità. Porta alle Silici, risalente agli anni '30 del XV secolo, fa parte della fortificazione del Cassero Senese e mette in comunicazione i due borghi di Città Nuova e Città Vecchia; il nome della porta deriva dal tipo di pavimentazione della strada interna.

## 2. Metodologie di rilievo e strategie di progetto

Le metodologie per la conoscenza dell'area di intervento, da utilizzare per poter intervenire in maniera adeguata e rispettosa rispetto al contesto, si sono basate da un lato sull'approfondimento storico-conoscitivo dei luoghi, dall'altro su quello scientifico del rilievo digitale. A tal fine sono state pianificate una serie di operazioni svolte nel biennio 2021-2022 dal Dipartimento di Architettura per conto del Comune di Massa Marittima, fondamentali per ottenere il rilievo digitale del centro urbano all'interno del complesso delle mura della Città Vecchia e Città Nuova, comprensivo dell'area di progetto. Le fasi operative sono state così organizzate in 2 parti.



Fig. 4- L'unità laser scanner 3D durante le fasi di rilievo nell'agosto 2021 (foto di G.Verdiani)

I° parte conoscitiva - analitica, costituita dalle seguenti operazioni:

- Rilievo fotogrammetrico terrestre e riprese documentative
- Rilievo aereo tramite Drone
- Allineamento fotogrammetria dal rilievo del drone tramite Reality Capture con ottenimento di un modello digitale texturizzato
- Rilievo digitale laser scanner 3D in 254 scansioni
- Allineamento scansioni tramite Autodesk Recap con la creazione di un'unica nuvola di punti
- Ottimizzazione e riduzione del point cloud

II° parte analitico – progettuale, composta da:

- Restituzione delle sezioni stradali dalla nuvola di punti)
- Sviluppo e modellazione delle parti di progetto BIM-Heritage

I dati e le acquisizioni degli stessi, su cui poi si andrà a sviluppare il progetto, sono stati ottenuti grazie alle operazioni di rilievo fotografico e tramite le metodologie di rilievo digitale; le campagne di rilievo, avvenute a Massa Marittima tra il maggio 2021 e il maggio 2022, sono state rese possibili principalmente mediante l'utilizzo di tre tipi di laser scanner 3D: lo Z+F Imager 5016 (maggio 2021), lo Z+F IMAGER 5006 (agosto 2021), il Cam/2 Faro Focus 3D 350s (maggio 2022) e del drone ANAFI PARROT, che hanno permesso di eseguire una serie di scansioni e



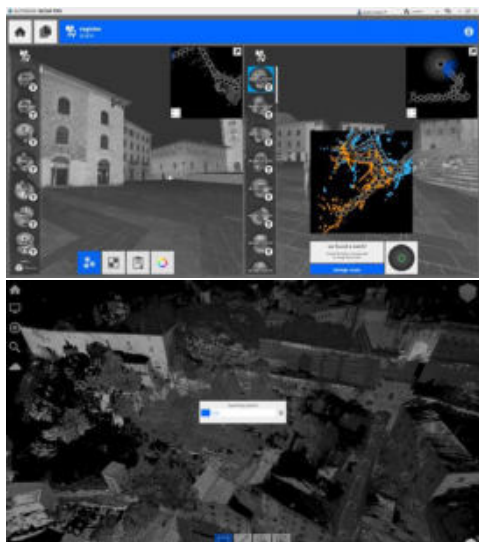


Fig. 5- Fase di allineamento delle scansioni effettuata mediante il software Autodesk Recap Pro con il precedente rilievo compiuto nel 2008 ed esportazione della nuvola per le successive fasi di elaborazione. (elaborazione grafica di Sofia Pieri, borsa di ricerca, 2022)

ripresе fotogrammetriche, secondo uno schema progressivo ed organico, in modo da poter documentare accuratamente il tessuto edilizio, la stratificazione e lo stato di conservazione delle

strutture del centro urbano, nonché il rapporto con la morfologia del terreno.

Le scansioni totali effettuate sono state 342 e sono state realizzate in modo tale da coprire l'intera zona di interesse con il minor numero di passaggi (considerando il campo visivo dei laser scanner utilizzati): i dispositivi utilizzati coprono fino a 350 m con un tasso di misurazione di oltre 1 milione di punti al secondo, basati su un sistema di posizionamento integrato, che permette la registrazione automatica sul campo, con o senza target. In questo caso non è stata necessario l'applicazione di target, in virtù dell'elevato livello di dettaglio del tessuto urbano e della risoluzione, tendenzialmente alta tenuta per ogni singola scansione.

La fase successiva del processo di rilievo ha riguardato l'allineamento delle singole scansioni tramite parti ed elementi comuni con le precedenti scansioni, dopo il quale si è potuto generare un'unica nuvola di punti, che è stata poi ridotta e ottimizzata per consentire la più facile gestione del dato raccolto su altri software per la modellazione degli edifici e del terreno interessati dagli interventi. Una volta ottenuta la nuvola completa tramite Autodesk Recap Pro, attraverso i software Autodesk Revit e Autodesk Autocad, sono stati estrapolati rispettivamente le ortofoto, i prospetti, le sezioni ambientali e gli schemi 3D assonometrici.



Fig. 6- Vista aerea della mesh ricostruita tramite il drone (elaborazione grafica di S. Giraudeau, 2021)

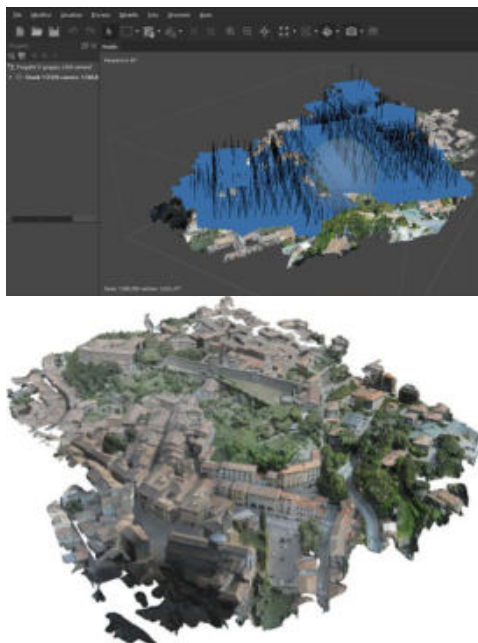


Fig. 7- Fase di posizionamento delle fotocamere per generare la mesh dalle riprese fotogrammetriche eseguite con drone tramite il software Reality Capture (elaborazione grafica di S. Giraudeau, 2021)

Per quanto riguarda l'utilizzo del drone ANAFI PARROT, durante la campagna di volo effettuata nel maggio 2021, sono state realizzate 2347 riprese fotogrammetriche, ad un'altezza costante di circa 40 metri a quota variabile, data la morfologia del sito. Il successivo allineamento delle riprese, tramite il software Reality Capture, ha reso possibile la realizzazione di un modello tridimensionale, ottenuto tramite il software Agisoft Metashape, composto da circa 8 milioni di poligoni e una mesh con una risoluzione di circa 16.000 Mpx (Fig. 6).

Il progetto di ricerca analizza le possibilità, gli utilizzi e gli sviluppi futuri di questo complesso sistema di rilievo e di come possono essere usati i dati raccolti.

Uno dei possibili scenari di utilizzo della nuvola di punti, generata dall'allineamento delle singole scansioni tramite il software Autodesk Recap, vede i suoi sviluppi grazie alla restituzione del modello digitale in BIM (Building Information Modeling), definita come rappresentazione digitale di una struttura attraverso un modello parametrico contenente tutte le informazioni

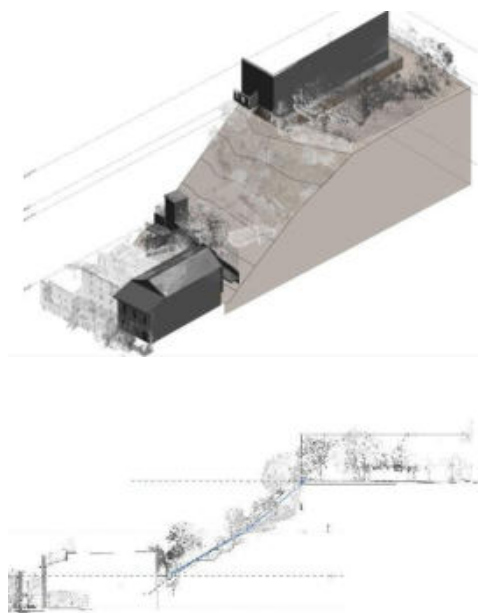


Fig. 8- Visualizzazione della nuvola di punti tramite Autodesk Revit 2021 per la creazione del modello virtuale dello stato attuale e dello stato di progetto (elaborazione grafica di Sofia Pieri, borsa di ricerca, 2022)

che riguardano l'intero ciclo di vita di un'opera, contenente dati su geometria, materiali, struttura, prestazioni energetiche e impianti; in particolare modo, la metodologia del BIM si avvale dei modelli digitali ottenuti dalle nuvole di punti, e dai modelli mesh risultato dell'allineamento delle varie scansioni, andando a generare un modello che non sia solo un modello 3D, ma il risultato delle analisi dinamiche effettuate anche sulle forme di degrado e sui possibili scenari progettuali futuri. Il vantaggio di questa tecnologia sta nelle possibilità di coordinamento tra le varie discipline e nel suo utilizzo a lungo termine, oltre all'interoperabilità digitale.

### 3. Percorrere Massa Marittima: proposte di progetto

Il progetto per una nuova valorizzazione e conoscenza del centro storico di Massa Marittima si è basato su un'attenta analisi della storia del luogo e dello stato attuale, che è stato reso possibile grazie agli elaborati estratti dalla lavorazione dei dati ottenuti dalle campagne di rilievo e dalla nuvola di punti, che a sua volta



Fig. 9- Schema in pianta della prima soluzione di un ascensore verticale interno al cinema e uno inclinato lungo il pendio del crinale (Giomini, 2022)

ha permesso di creare una base 3D utile allo sviluppo e alla programmazione degli interventi futuri. L'obiettivo posto è stato in primis quello di ricollegare la città 'bassa' di epoca massetana con quella 'alta' di epoca senese, tramite l'abbattimento delle barriere architettoniche presenti nel luogo, rendendo accessibili i percorsi esistenti nel centro storico anche a quella fascia di visitatori che presentano inabilità o disabilità, in modo da consentire a tutti la percezione di camminare dentro lo storico borgo di Massa Marittima, intervenendo nel pieno rispetto dell'edificato esistente e del contesto.

Prima di procedere all'elaborazione di precise proposte progettuali e di linee di intervento, si è reso opportuno definire, attraverso uno studio delle potenzialità e delle criticità, lo stato di fatto; eseguita tramite un'analisi SWOT, prima su scala generale e poi sulle singole zone di intervento, necessaria affinché le successive proposte progettuali potessero valorizzare al meglio tutte le potenzialità analizzate, abbattendo le criticità.

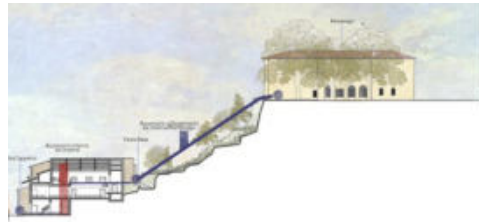


Fig. 10- Schema in sezione della prima soluzione di un ascensore verticale interno al cinema e uno inclinato lungo il pendio del crinale (Giomini, 2022)

Attraverso questa metodologia di analisi, è stato possibile ricavare un quadro generale dell'intero contesto che si va a sottoporre ad idee progettuali.

Il progetto del nuovo percorso urbano per Massa Marittima, sviluppato lungo il pendio della Rocca di MonteRegio, si propone da lato di abbattere le barriere architettoniche, che molto spesso gli utenti a mobilità ridotta incontrano nel visitare i centri storici, dall'altro quello di valorizzare l'area favorendo alcune prospettive.

La partenza inferiore del percorso è stata ipotizzata all'interno dell'ex cinema Mazzini, situato in via Cappellini, un luogo adatto per la creazione di un nuovo punto informativo, centro culturale e base per un sistema di risalita meccanizzato, che colleghi Città Vecchia con Città Nuova, l'arrivo viene collocato nell'area di fronte al castello di Monteregio, vicino all'ingresso della fortezza senese.

La scelta del luogo ha anche un significato simbolico e di affezione, essendo l'ex cinema stesso uno dei luoghi della memoria storica di Massa, così come il castello di Monteregio, che attualmente versa in stato di degrado, ma che si augura essere oggetto di prossimi interventi di restauro e di valorizzazione.

Nell'ottica di valutare più soluzioni si è scelto di presentare due diverse proposte per il superamento di questo importante dislivello di oltre 40 metri utilizzando un sistema di percorsi meccanizzati.

Entrambe le proposte sono concordi nella realizzazione di un ascensore all'interno dell'ex cinema che colleghi la quota di ingresso da Via Cappellini con quella della platea fino all'uscita sul retro su Vicolo Bassi, mentre divergono nel secondo tratto di proprietà privata sotto la Rocca.

La prima proposta, meno impattante e armonica con il paesaggio, prevede lo sviluppo di un



Fig. 11- Vista 3D del progetto di ascensore inclinato di collegamento tra Vicolo Bassi e la Rocca di Monteregio (elaborazione grafica di Sofia Pieri, borsa di ricerca, 2022)

collegamento meccanizzato inclinato per raggiungere la quota della Rocca con partenza/arrivo in Vicolo Bassi.

La seconda proposta prevede lo sviluppo di una passerella aerea sopra Vicolo Bassi che arriva fino ad un altro ascensore verticale vetrato posto ai piedi della Rocca. Questa soluzione si caratterizza per una maggiore facilità costruttiva e per la leggerezza degli elementi utilizzati vetro, legno e acciaio.

#### 4. Conclusioni

Il progetto di ricerca ha prodotto risultati interessanti sia dal punto di vista delle strategie adottate e della loro integrazione, sia dalle idee progettuali che ne sono scaturite.

La storia di Massa Marittima si lega inevitabilmente a quella delle sue mura, che per secoli l'hanno protetta dalle incursioni nemiche, ne hanno definito lo spazio urbano, la divisione con le campagne e l'immagine, legata a quella rete di borghi incastellati e fortificazioni tipiche della Maremma nel Medioevo.

Al giorno d'oggi la lettura della cinta muraria di Massa è ancora ben chiara nella sua integrità, nonostante le pesanti modifiche e abbattimenti apportate nel corso della storia, e camminando per il centro storico non si può non far caso alle testimonianze che questo sistema di difesa ha lasciato nella sua città; la morfologia stessa di Massa Marittima ha reso possibile la creazione

della tipica doppia cinta muraria, all'interno della quale il progetto si propone di agire come nuovo percorso di connessione. Non sempre però il visitatore ha piena conoscenza di ciò che è accaduto nel luogo che visita; nel caso specifico di questa analisi, uno dei punti critici nella percorrenza del centro storico è proprio l'assenza di segnaletica, cartellonistica e pannelli informativi, che permetterebbero una più facile comprensione di ciò che si va a visitare, guardare e attraversare.

Il progetto vuole proporre, anche grazie all'uso della tecnologia, un nuovo modo di approcciarsi al passato e alla storia, attraverso una app per smartphone che consenta di inquadrare un punto preciso della città per vedere attraverso lo schermo come è cambiata la visione di quel punto di vista negli anni.

#### Riconoscimenti

Il progetto di ricerca per Massa Marittima, si è basato sul contratto di collaborazione tra il Comune e il Dipartimento di Architettura nel corso del biennio 2021-'22, che si è occupato inizialmente della campagne di rilievo svolte dal team di ricerca coordinato dal Prof. G. Verdiani, che ha svolto tutte le attività di rilievo digitale, tramite drone e 3D laser scanner, proseguite nel corso del 2021/22, che è stato possibile integrare con Infine è stata attivata una borsa di ricerca, che insieme ad una tesi di laurea si sono interessate dell'analisi del tessuto urbano, nonché dello sviluppo della documentazione attuale e di progetti puntuali come quello tra ex-Cinema e la Rocca di Monteregio, che mirano a migliorare il percorsi urbani e paesaggistici all'interno del contesto storico di Marittima.

Si ringrazia il team di rilievo coordinato dal Prof Verdiani dell'Università di Firenze, l'architetto del Comune di Massa Marittima, in particolare l'Arch. Sabrina Martinozzi per il supporto allo svolgimento della ricerca, tesi di laurea e della borsa. Inoltre si cita l'azienda Maspero per il supporto tecnico fornito con numerosi esempi di soluzioni tecnologiche realizzate in contesti analoghi utili allo sviluppo del progetto.

#### Contributi degli autori

L'autrice del paragrafo 1 è Emma Giomini.

L'autrice dei paragrafi 2, 3, 4 e Riconoscimenti è Sofia Pieri.

## Bibliografia

- Aranguren, B., Bagnoli, P., Negri, M., Farinelli, R. & Dallai, L. (2007) Serrabottini (Massa Marittima, GR): indagini archeologiche su un antico campo minerario. *Archeologia Medievale*, 34, 79-94.
- Aso, P. F. (2003) *Itinerari Garibaldini in Toscana e Dintorni 1848-1867*. Firenze, Centro Stampa Regione Toscana.
- Baggiani, F. (1985) *Monumenti di arte organaria toscana*. Pisa, Pacini Editore.
- Carli, E. (1976) La città: aspetto e vicende urbanistiche. In: *L'arte a Massa Marittima*. Siena, CentroOffset.
- De Vita, M. (2013) Le città murate: caratteri identitari e problemi di conservazione. Il recupero delle mura delle Clarisse a Massa Marittima. In: Galeotti, G. & Paperini, M. (a cura di) *Città e Territorio, Conoscenza, tutela e valorizzazione dei paesaggi culturali*. Livorno, Debatte Editore, pp. 56-65.
- Francovich, R. (a cura di) (2006) Per un'archeologia urbana a Massa Marittima. In: *Atti del Meeting Lions Club Alta Maremma, Massa Marittima (GR), 24 ottobre 2005*. Massa Marittima, Biblioteca Comunale di Massa Marittima, pp. 6-8.
- Frugoni, C. (2010) *Pietro e Ambrogio Lorenzetti*. Firenze, Editore Le Lettere.
- Galli Da Modigliana, S. (1873) *Memorie storiche di Massa Marittima*. Massa Marittima-Portoferraio.
- Garzella, G. & Benvenuti, A. (2005) Populonia, Cornino, Massa Marittima: l'itinerario di una sede diocesana. In: Benvenuti, A. (a cura di) *Da Populonia a Massa Marittima: i 1500 anni di una diocesi. Atti del Convegno di studio, Massa Marittima, 16-17 maggio 2003*. Firenze, Mandragora, pp. 137-151.
- Giomini, E. (2022) *Percorrere Massa Marittima: proposte per nuovi modi della conoscenza*. [Tipologia tesi]. Firenze, Università degli Studi di Firenze, DIDA.
- Guerrini, G. (a cura di) (1999) *Torri e Castelli della Provincia di Grosseto*. Siena, Edizioni Nuova Immagine.
- Lombardi, E. & Tarabochia, E. C. (1985) *Massa Marittima e il suo territorio nella storia e nell'arte*. Siena, Cantagalli.
- Mandelli, E. (2009) *Le mura di Massa Marittima, una doppia città fortificata*. Pisa, Pacini Editore.
- Petrocchi, L. (1900) *Massa Marittima: arte e storia*. Firenze, Arturo Venturi Editore.
- Preite, M. & Francovich, R. (2009) *Masterplan del Parco Tecnologico e Archeologico delle Colline Metallifere, La valorizzazione di un paesaggio*. Firenze, Polistampa.
- Rombai, L. (1987) Orientamenti e realizzazioni della politica territoriale lorenese in Toscana. Un tentativo di sintesi. *Rivista di Storia dell'Agricoltura*, 2, 105-141.
- Santi, B. (1996) *Guida storico-artistica alla Maremma, Itinerari culturali nella provincia di Grosseto*. Siena, Edizioni Nuova Immagine.
- Targioni Tozzetti, G. (1768-1779) *Relazioni d'alcuni viaggi in diverse parti della Toscana per osservare le produzioni naturali e gli antichi monumenti di essa*. Firenze, Stamperia imperiale.
- Verdiani, G. (2007) Il rilievo tridimensionale digitale e le immagini del reale. In: Mandelli, E. (a cura di) *Dati, informazione, Conoscenza, Metodi e tecniche integrate di rilevamento. I modelli tridimensionali, la costruzione e la trasmissione dei dati*. Firenze, Alinea, pp. 157-167.
- Ximenes, L. (1769) *Della fisica riduzione della Maremma senese. Ragionamenti due a quali si aggiungono quattro perizie intorno alle operazioni della pianura grossetana ed all'arginatura del fiume Ombrone*. Firenze, Stamperia Francesco Moucke.

## Esplorazione visuale del dibattito intorno al secondo fianco

Martino Pavignano

Politecnico di Torino, Dipartimento di Architettura e Design, Torino, Italia, [martino.pavignano@polito.it](mailto:martino.pavignano@polito.it), [martino.pavignano@gmail.com](mailto:martino.pavignano@gmail.com)

### Abstract

Between the end of the sixteenth and mid-eighteenth centuries, the ‘second flank’ has been an interesting topic within the cultural debate around military architecture, since its implementation in the curtain-ramparts system would have allowed a greater volume of fire along the faces of the bastions. The contribution proposes an analysis of the graphic apparatuses of some treatises, investigating the methods used to represent, analyse, and discuss the theme of the second flank. Among all its estimators, there is also Giuseppe Ignazio Bertola. In his *Dizionario e repertorio...* he noted the ideas of some of the previous authors. Starting from Bertola’s *Dizionario*, available in the critical edition by Amelio Fara, the paper proposes the analysis of the sources cited, expanding the search to other treatises. Through a critical interpretation of the relationships between textual descriptions and various representations, a first visual exploration of the debate around the second flank is carried out, opening to the comparison with the visual culture of the time. Different relationships emerge between texts and images, used by each author to strengthen the communication of his idea. In this sense, images become graphic proof of the goodness of the system, or illustrations in support of a broader discussion. The paper focus also on the ambiguity of the term, as used over the centuries XVI and XIX, also from the graphic point of view.

**Keywords:** representation, treatises, second flank, visual culture.

### 1. Introduzione

Il nesso che collega la Geometria con l’Architettura militare è uno degli aspetti fondativi di tutta la produzione di opere fortificatorie dell’età moderna e della prima età contemporanea. Infatti, anche la stretta correlazione tra Geometria e progetto delle fortificazioni supportò la trasformazione dell’Arte militare da ‘semplice’ applicazione di regole e precetti propri delle arti e dei mestieri variamente coinvolti, di declinazione pre-scientifica e squisitamente corporativa, a vera e propria Scienza della fortificazione (Diez Ornoz, 2021; Severini, 1994: pp. 49-51).

È quindi comprensibile come tale Scienza sia stata praticata nel tempo da un nutrito e variegato gruppo di professionisti: architetti e ingegneri, militari, religiosi e matematici (Fara, 1993: p. 86). A proposito di questa stretta correlazione, come ricorda Amelio Fara, a metà del XVI secolo

fu per primo Giorgio Vasari, architetto e pittore, a riconoscere compiutamente e criticamente “l’essenza dell’architettura militare moderna” nel momento in cui, nel proemio delle *Vite*, discriminò i “modi di costruire le fabbriche con o senza ‘intaglio’”, dove per intaglio egli intendeva l’uso degli ordini architettonici rinascimentali, da lui stesso messi in contrapposizione alla “pura struttura geometrica” della cittadella di Poggio Imperiale progettata e realizzata da Giuliano da Sangallo tra gli ultimi due decenni del XV secolo e i primi due del XVI secolo (Fara, 2012: p. 8).

La Geometria, come ampiamente noto, venne introdotta con una duplice funzione: in primo luogo svolgendo il ruolo di strumento teorico per la verifica degli assunti progettuali di natura difensiva e offensiva, in seconda istanza come strumento pratico per la risoluzione di

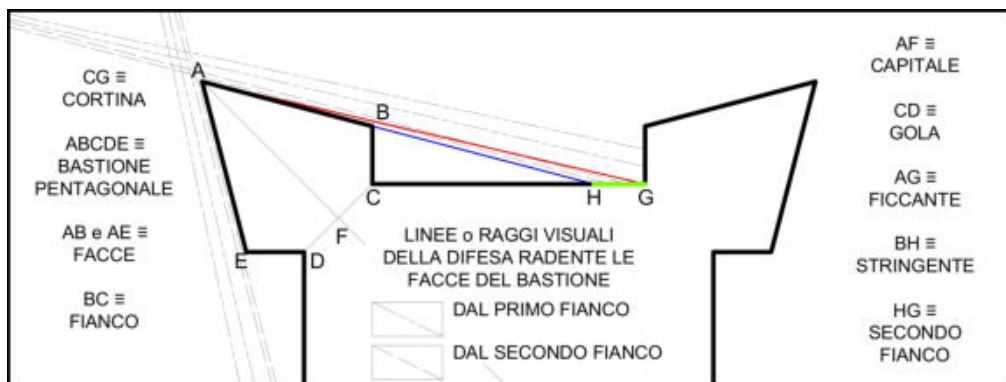


Fig. 1- Schema riassuntivo dei principali elementi di un sistema fortificato alla moderna (elaborazione grafica dell'autore)

problemi 'sul campo' (1). È chiaro fin dalle sue prime applicazioni, rese possibili formalmente dall'impiego sempre più esplicito ed efficace degli *Elementi* di Euclide, che la Geometria, di fatto, apportò un contributo fondamentale all'architettura fortificata, plasmando anche visivamente le forme delle sue strutture (Fara, 1993: pp. 13-14).

Senza addentrarsi nella discussione relativa alla prima possibile applicazione e sperimentazione di questo 'nuovo' modo di approcciarsi all'architettura della difesa, è comunque importante sottolineare come la struttura intrinsecamente geometrica dell'Architettura militare ebbe origine in risposta al mutare delle tattiche belliche e, soprattutto, all'avvento dell'artiglieria, basata sul largo impiego delle bocche da fuoco (Chase, 2003) e dalla conseguente possibilità di effettuare più agevolmente operazioni difensive «per fianco». In tal senso, fu di fondamentale importanza il rinnovato interesse per il concetto di linee o raggi visuali ai quali assoggettare l'uso estensivo delle artiglierie, che di fatto contribuirono a definire la struttura spaziale della fortificazione alla moderna (Fara, 1993: pp. 14-16) (Fig. 1).

Partendo dall'idea primigenia del sistema difensivo basato sull'impiego di bastioni e cortine, che ebbe origine dalle interpretazioni successive degli studi, tra gli altri, di Francesco di Giorgio Martini, si poté osservare la genesi di tutti gli elementi caratterizzanti il sistema difensivo bastionato: dall'orecchione più o meno squadrato ai cavalieri posti a integrazione e incremento del volume di fuoco difensivo, passando per tutte le interpretazioni delle opere avanzate così come definite e sviluppate *ex-novo* nel corso dei

secoli XVI e XVII (rivellini, guardie, mezzelune, tenaglie, ecc.).

Data l'importanza delle questioni militari nell'Europa del tempo, il dibattito culturale intorno alle tematiche imposte dall'Architettura militare fu permeato da una notevole quantità di riflessioni che portarono alla nascita di numerose invenzioni e innovazioni, come ben testimonia la vastissima produzione editoriale di trattati a stampa, più o meno innovativi, spesso compendiate da altrettanto numerosi trattati manoscritti e mai pubblicati (Fara, 2015: pp. 109-110; Marotta, 2017: pp. 175-176; Severini, 1994).

Testimone diretto ed esempio di questo fervore culturale è il *Dizionario e repertorio di fortificazione* compilato da Giuseppe Ignazio Bertola nel primo quarto del XVIII secolo e magistralmente indagato da Amelio Fara (2015). Giunto al giorno d'oggi in forma di manoscritto, infatti, il *Dizionario* si rivela un'opera di grande interesse che, nonostante la struttura evidentemente non pensata per una pubblicazione e forse meno attenta alle dinamiche spagnole del secolo precedente, avrebbe potuto rappresentare un compendio critico nel panorama di riferimento (quello dello stato sabauda) similmente al glossario fortificatorio di Johann Friedrich Pfefinger (Fara, 2015: p. 108).

Il manoscritto, datato 16 ottobre 1721, contiene un lungo elenco di termini riferiti alla scienza fortificatoria espunti dalla collezione di trattati di architettura militare dello stesso Bertola. Pur se non organizzato in rigoroso ordine alfabetico, il *Dizionario* riesce a fornire un interessante repertorio del «lessico fortificatorio» in un

momento in cui il baricentro dell'innovazione non si trovava più nella penisola italiana (Fara, 2015: pp. 111-113). All'interno di questo elenco di termini compaiono numerosi riferimenti al 'secondo fianco', elemento che si vuole approfondire in questa sede.

## 2. Oggetto dell'analisi

È nel complesso dibattito culturale sullo sviluppo dei sistemi di fortificazione caratterizzante il panorama dell'Architettura militare tra la fine del XVI e la metà del XVIII, che si inserisce quindi l'oggetto del presente contributo. Infatti, una tematica di grande interesse, ma forse dai risvolti poco pratici, fu la definizione del cosiddetto secondo fianco, la cui invenzione e implementazione in fase di progettazione del sistema cortina-baluardi avrebbe in teoria permesso un maggior volume di fuoco radente alle facce dei bastioni opposti allo stesso secondo fianco (De Lucca, 2012: pp. 228-229).

Prima di proseguire nella discussione è tuttavia utile introdurre anche visivamente cosa si intende comunemente per secondo fianco. Tale elemento, facilmente riscontrabile su di una rappresentazione grafica della pianta di un fronte bastionato - costituito da almeno due baluardi posti a guardia di una cortina - coincide con il segmento HG individuato nella Fig. 1. La figura sintetizza i principali elementi del sistema alla moderna evidenziando quelli esplicitamente individuabili sull'architettura costruita (elencati a sinistra dell'immagine) da quelli meno percepibili ad uno sguardo poco uso alla lettura di tali caratteristiche di una fortificazione (elencati a destra dell'immagine) (2).

A tal proposito, è importante sottolineare come il progetto delle fortificazioni, fossero esse regolari o irregolari, così come affrontato nella trattatistica dell'epoca, si basava sull'utilizzo di specifici elementi 'teorici', spesso coincidenti con quelli indicati come meno percepibili pocanzi, attraverso i quali poteva passare la genesi di tutti gli elementi 'reali', caratterizzanti il fronte bastionato, ovvero quelli espliciti.

Nel XVII secolo sul tema del secondo fianco si crearono due correnti di pensiero opposte. Una prima, il cui esponente principale fu sicuramente Guarino Guarini (Spallone, 2017a; Spallone 2017b: pp. 260-261), ne lodava la bontà, mentre una seconda ne propugnava l'inutilità, giungendo a definirne pericolosa l'applicazione, a causa

dell'angolo eccessivamente acuto che si andava a formare tra le due facce dei bastioni per poter generare un secondo fianco dalle dimensioni funzionali (De Lucca, 2012: p. 229).

In questa sede non si forniscono interpretazioni in merito alla validità dell'impiego del secondo fianco, ma ci si indirizza verso un'analisi delle possibili rappresentazioni che ne vengono fornite in alcuni trattati direttamente citati nel *Dizionario bertoliano* a riguardo (e non solo).

## 3. Approccio metodologico

La distinzione individuata nel paragrafo precedente, proposta da chi scrive, è legata ad una lettura delle architetture militari da considerarsi nel contesto di Cultura visuale che le generò.

Infatti, si ritiene di poter parlare di elementi espliciti e impliciti dell'opera fortificata in ragione dell'approccio di metodo descritto da Svetlana Alpers (Alpers, 1983: p. XXV): ogni opera d'arte potrebbe essere analizzata tenendo conto tanto del contesto storico che la genera e ne influenza la costruzione, quanto sulla visione intesa come senso (dell'occhio), sugli strumenti di generazione delle immagini e sulle competenze e capacità visuali quali risorse culturali correlate alle pratiche artistiche.

Fondamentalmente, ritenendo tanto le immagini relative alle fortificazioni e le loro materializzazioni nel costruito quali artefatti visuali, è possibile approcciarsi al loro studio avendo presente la struttura della visione propria di una specifica epoca storica e al contempo tenendo conto tanto dei meccanismi che ne regolano lo sguardo, quanto dei processi stessi di produzione delle immagini, senza tralasciare gli strumenti tecnici attraverso cui le immagini possono essere costruite. Dato che la Cultura visuale si occupa transdisciplinariamente degli artefatti visuali, privilegiando una serie di fattori che li determinano (sociali, tecnologici, mediali e culturali in generale) (Pinotti & Somaini 2016: p. 17) ecco che il già citato concetto di raggi visuali, al cui studio fu piegata la Geometria (3), diventa pretesto fondamentale per l'analisi proposta.

Si spiega quindi la proposta della distinzione tra implicito ed esplicito: ciò che fu di dominio comune nella definizione della Scienza delle fortificazioni, ovvero tutto il bagaglio teorico e pratico, anche di immagini, contribuì allo sviluppo del dibattito trattatistico sul tema,



diventando a sua volta generatore di immagini rappresentative dei problemi analizzati. Discutere di secondo fianco senza approssimare le immagini a esso relative diventa quantomai complesso; ne consegue che il testo visivo offerto dai trattatisti necessita di un'interpretazione che tenga conto dei modi attraverso cui essi stessi rappresentarono visivamente la loro cultura, fornendo una serie di regole, non necessariamente trasversali e rigide, capaci di renderla intellegibile e praticabile (almeno agli addetti ai lavori).

#### 4. Esempi di rappresentazione del secondo fianco

Analizzando il *Dizionario* bertoliano si trovano numerosi riferimenti a trattatisti che discussero il tema del secondo fianco (4), tuttavia, si ritiene opportuno iniziare l'esplorazione visuale attraverso una prima esperienza, non direttamente correlata al concetto geometrico di secondo fianco (espresso in Fig. 1) quale elemento generato dalla non coincidenza tra le linee stringente e ficcante. In questo modo, si fornisce un esempio di rappresentazione pseudo-assonometrica che precede uno dei linguaggi che saranno propri della Cultura visuale della Scienza delle fortificazioni: la rappresentazione assonometrica a pianta non deformata, o assonometria militare. La sequenza degli esempi segue un ordine cronologico.

##### 4.1. Maggi & Castriotto 1568: cosa non è il secondo fianco

L'esempio, non indagato da Bertola, propone la visualizzazione di strutture esplicitamente descritte dagli autori come soluzioni atte a rinforzare il sistema difensivo nel suo complesso ed è tratto dall'edizione del 1568 del trattato di *Della fortificatione di Maggi e Castriotto*. Nel secondo libro, alle carte 67v, 68r e 68v si trovano infatti "quattro mostre di fianchi di Balluardi" dove si possono notare altrettante diverse configurazioni che detti fianchi vengono ad assumere. Gli autori affrontano quindi esempi che vanno da un fianco semplice, dritto senza orecchione, ma con doppio ordine di cannoniere, una inferiore coperta e una superiore scoperta (67v), a uno d'ispirazione ancora squisitamente sangallesca, data la presenza dell'orecchione curvo avente la stessa configurazione delle cannoniere (67v) alle rispettive versioni con orecchione spezzato (68r) (Fig. 2) o curvo con tre ordini di cannoniere (68v). In riferimento all'ultimo esempio, il testo a corredo evidenzia la presenza di un secondo

fianco indicando come il "fianco ordinario con le sue due cannoniere [sovrapposte], quali abbiano à battere la controsarpa e'l contrafosso, e tutto il fosso [...] non serve, non vedendo più oltre che la linea del Balluardo; è solo esso Baluardo difende. che senza tal prouisione del secondo fianco, io non lauderei niente tal opera" (Maggi & Castriotto, 1564: 68v).

Non è chiaro se tale soluzione sia una novità proposta dagli autori, tuttavia, è per loro di un certo interesse rilevare come il raddoppio del fianco tramite un suo secondo (posto in successione altimetrica) possa aumentare le possibilità di difesa radente. In contrapposizione a Maggi e Castriotto, nel volume *Delle offese et difese delle città* (Lanteri & Zanco, 1601: p. 36) si trova un riferimento ad una struttura simile indicata come 'fianco doppio' e non secondo fianco.

##### 4.2. De Ville 1628

Bertola si riferisce alla seconda edizione del trattato di De Ville, pubblicata nel 1640, tuttavia è possibile espungere l'esempio direttamente alla *editio princeps*. De Ville introduce il tema del secondo fianco nel discutere dell'angolo *flanquant*, ovvero l'angolo formato dall'incontro dei prolungamenti delle facce di due bastioni successivi (De Ville, 1628: p. 4). In questo caso il secondo fianco si genera quando la difesa rasante della faccia del bastione parte anche dalla cortina. La rappresentazione della *planche* 1 supporta la descrizione testuale evidenziando entrambe le soluzioni proposte dall'autore: a

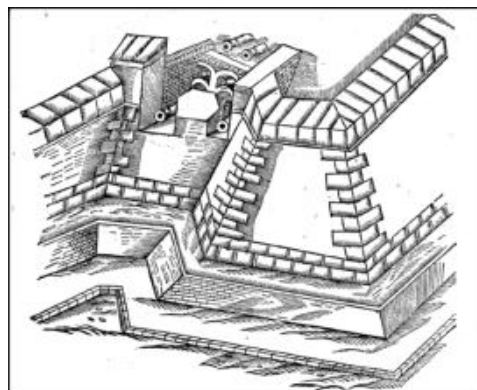


Fig. 2- Rappresentazione di un ipotetico secondo fianco secondo Maggi & Castriotto. L'elemento rappresentato è più propriamente riconducibile a un fianco doppio (Maggi & Castriotto, 1564)

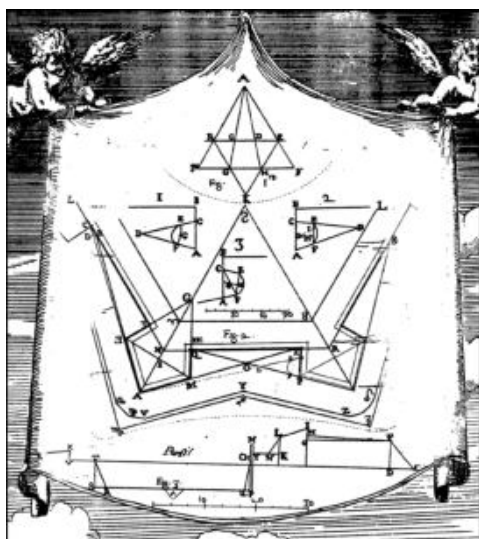


Fig. 3- Rappresentazione del tracciamento di un sistema bastioni-cortina con indicazioni esplicite per la conformazione di primo e secondo fianco in De Ville (De Ville, 1628)

sinistra dell'immagine si genera il solo primo fianco, mentre a destra rimane spazio anche per il secondo (Fig. 3), quand'anche questo rimanga non facilmente distinguibile sul grafico.

#### 4.3. Porroni 1676

Annibale Porroni nel *Libro Secondo* del suo *Trattato universale* (1676) descrive la soluzione del secondo fianco a pagina 7 e compendia la descrizione con la figura 3 contenuta nella pagina 100 2° (Fig. 4). Porroni rappresenta il tipico schema planimetrico atto a esemplificare la strutturazione geometrica del sistema bastioni-cortina. Qui, pur non evidenziando in maniera esplicita l'elemento secondo fianco, è comunque possibile interpretarne la genesi geometrica come il segmento generato dall'intersezione del segmento XY, ovvero la cortina, e il prolungamento del segmento AH, ovvero la linea stringente del fianco. Questa rappresentazione denota una certa coscienza del problema relativo al secondo fianco, pur proponendosi come elemento da interpretare.

#### 4.4. Rossetti 1678

A pochi anni dall'esperienza di Porroni, Donato Rossetti, nel suo trattato sulla *Fortificazione a rovescio* (1678), discute ampiamente il tema del secondo fianco. Nelle more della trattazione, egli

non introduce mai uno schema simile a quello di Porroni, tuttavia non perde occasione di proporre rappresentazioni che riescono a porre in relazione l'elemento teorico con il tracciamento di una fortificazione. Per esempio, di grande interesse risulta la sua *Figura XLVII* pubblicata a p. 190 (Fig. 5), posta a compendio della descrizione testuale alle pp. 189, 191. Qui Rossetti si sofferma su una proposta di miglioramento del sistema bastionato della città di Breda e indica chiaramente

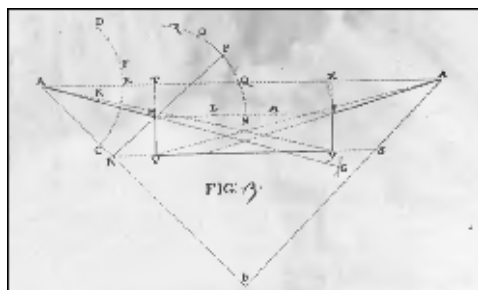


Fig. 4- Rappresentazione del tracciamento di un sistema bastioni-cortina con indicazioni implicite per la lettura del secondo fianco in Porroni (Porroni, 1676)

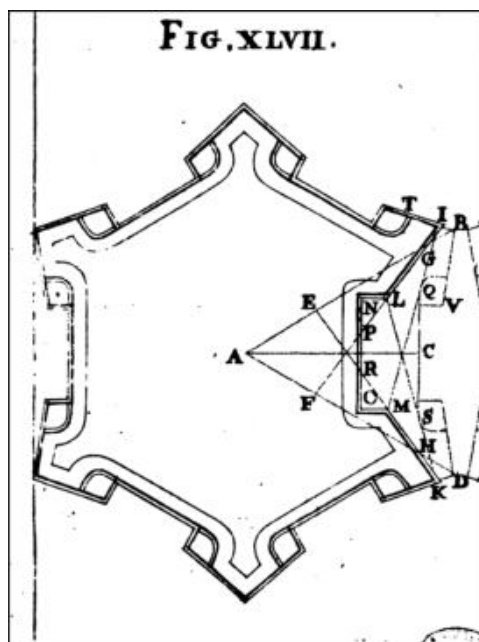


Fig. 5- Rappresentazione del tracciamento di un sistema bastioni-cortina con indicazioni esplicite per la conformazione del secondo fianco in Rossetti (Rossetti, 1678)

la conformazione del secondo fianco come data rispettivamente dai segmenti NR e PO. Questo schema si configura come uno strumento chiaro, che non lascia spazio a interpretazioni errate e, soprattutto, denota l'attenzione posta dall'autore nel rendere comprensibile il tema esposto.

#### 4.5. Pagan-Hebert 1689

Publicato in prima istanza nel 1645, l'edizione del 1689 de *Les fortification* del conte di Pagan, curata da Hebert amplia la discussione in tutti i campi della Scienza delle fortificazioni.

Nella sezione riferibile all'autore originale, si trovano numerosi disegni aggiunti, a esplicazione di numerosi sistemi di fortificazione. Le figure riportate nella *planche 9* (p. 96) mettono in



Fig. 6- Esagono fortificato secondo le istruzioni di Marolois, in Pagan-Hebert (Pagan-Hebert, 1689)

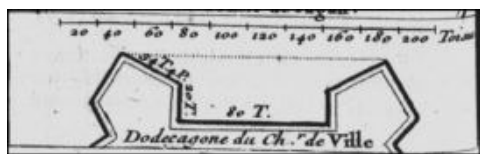


Fig. 7- Dodecagono fortificato secondo le istruzioni di De Ville, in Pagan-Hebert (Pagan-Hebert, 1689)

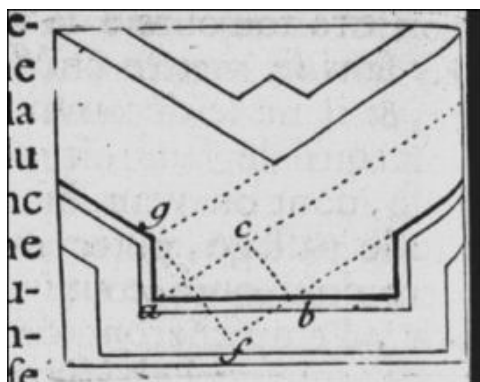


Fig. 8- Il secondo fianco in Pagan-Hebert (Pagan-Hebert, 1689)

relazione due sistemi dotati di secondo fianco riferiti alla fortificazione: di un esagono, come da precetti di Marolois (Fig. 6) e di un dodecagono, come da indicazioni di de Ville (Fig. 7).

In entrambi i casi il tema del secondo fianco non viene affrontato esplicitamente, rendendo necessaria una interpretazione da parte del lettore. Gli unici dati esplicitati nel testo descrittivo sono relativi alle dimensioni di cortine, fianchi e facce dei bastioni.

Proseguendo, il curatore aggiunge una sezione contenente numerosi *Eclaircissements* all'opera originale. Di particolare interesse la figura pubblicata a p. 238 (Fig. 8). Il disegno si riferisce al rapporto tra una coppia di bastioni e la cortina, diventando supporto per riferire una critica al secondo fianco, identificato dal segmento ab. L'immagine è fondamentale per comprendere appieno "l'inganno" portato ai suoi partigiani dal secondo fianco, che a loro sembrava di poter fornire una più grande difesa, qualora se ne fosse considerata la sua larghezza sulla linea di cortina e non la sua larghezza apparente in quanto proiezione del segmento ab sul segmento cb perpendicolare alla linea stringente.

#### 4.6. Pasley 1822: cosa ritorna ad essere il *second flank*

A conclusione di questa breve rassegna visuale, si propone un paragone puntuale con lo sviluppo della terminologia anglosassone così come esplicitata in uno dei più importanti manuali di fortificazione di area britannica del XIX secolo.

Charles W. Pasley (Pasley, 1822: p. 346) associa la costruzione del cosiddetto *second flank* al raddoppio in verticale del doppio fianco concavo del baluardo (di vaubaniana memoria) (Fig. 9).

Di fatto Pasley nega la terminologia di origine italiana impostasi nei secoli precedenti e ripropone uno schema di sovrapposizione delle batterie di artiglieria affine a quanto postulato da Maggi & Castriotto (Maggi & Castriotto, 1564).

#### 5. Discussione

La Tab. 1 riassume i caratteri principali delle rappresentazioni discusse, individuando tre categorie: testuale, vista 2D e vista 3D. Come intuibile tutti i trattati che discutono del secondo fianco nel senso 'corretto' del termine ne introducono una o più descrizioni testuali, compendiate da altrettante descrizioni grafiche

Trattato	Rappresentazione		
	testuale	vista 2D	vista 3D
Maggi&C 1564	X		X
De Ville 1628	X	X (pianta)	
Porrioni 1676	X	X (pianta)	
Rossetti 1678	X	X (pianta)	
Pagan-H. 1689	X	X (pianta)	
Pasley 1822	X	X (pianta)	

Tab.-1 Comparazione delle modalità di rappresentazione degli esempi analizzati

bidimensionali. Anche Pasley (1822), pur non descrivendo il secondo fianco ‘corretto’ ne illustra le specifiche con uno schema 2D, mentre solo Maggi & Castriotto (1564) introducono delle rappresentazioni 3D, sebbene riferite ad un’altra interpretazione della tematica.

L’apparente varietà nella rappresentazione del tema del secondo fianco, canonicamente rappresentato in vista 2D di tipo planimetrico, dimostra come tale elemento nacque probabilmente da considerazioni sulle concatenazioni geometriche che definivano il sistema fortificato, tuttavia emerge un dato fondamentale: il termine secondo fianco non può essere identificato univocamente nel corso di tutta la storia della fortificazione.

Gli esempi visuali discussi sono chiarificatori al riguardo: almeno nell’ambito delle prime applicazioni, il termine non indicava univocamente lo stesso elemento della fortificazione e le rappresentazioni grafiche correlate si rivelano fondamentali per comprendere e discriminare criticamente i contenuti dei testi. In questo modo, si evidenzia nuovamente lo stretto rapporto che generalmente intercorre tra testi e immagini nell’ambito della manualistica architettonica dei secoli XVI e XVII (Zich, 2009).

## 6. Conclusioni

In ragione di quanto fino ad ora espresso, si evidenzia come la Rappresentazione, qui espressa attraverso incisioni poste a corredo di testi descrittivi, possa essere generatrice di quelle immagini, da intendersi tanto come figure, quanto come proiezioni mentali di concetti tangibili o intangibili, che ne palesano una forza descrittiva, quando non persuasiva (Gay, 2015) e qui, per estensione, ogni artefatto visuale generatore di immagini eidetiche, può essere compreso se calato nella Cultura visuale del suo tempo. Naturalmente il contributo si è limitato alla discussione di un numero esiguo

di esempi; tuttavia, si ritiene possibile ampliare la ricerca ad una più vasta platea di trattati, al fine di sistematizzarne ulteriormente i risultati e proporre un rinnovato e più completo punto di vista ‘attuale’ sul dibattito sul secondo fianco.

## Note

(1) Si pensi ai presupposti geometrici che furono alla base della realizzazione di numerosi strumenti tecnici usati in ambito militare e strettamente correlati agli ambiti del disegno, del rilievo strumentale e della costruzione come, compassi di vario tipo, sestanti, livelli, tavole pretoriane che di fatto permettevano l’applicazione pratica di numerosi assunti teorici (misurazione di angoli e di livelli in primo luogo) (Camerota, 2012; Ippoliti, 2000: pp- 93-95).

(2) La nomenclatura della Fig. 1 è stata desunta dalla bibliografia nota. È comunque necessario specificare che detta figura non esplicita uno dei temi di assoluto rilievo nell’ambito del progetto delle fortificazioni alla moderna, ovvero quello relativo agli ‘angoli’ così come desumibili dall’applicazione degli *Elementi* di Euclide. Ho quindi omesso volutamente ogni riferimento alla loro nomenclatura, così come ogni riferimento alle operazioni geometriche che, concatenate tra loro, generano la struttura grafica della fortificazione rappresentata. Naturalmente, mi sono riferito ad un esempio di semplice realizzazione, una fortificazione regolare su pianta quadrata con bastioni (o baluardi) di pianta pentagonale, sprovvisti degli orecchioni e con i fianchi perpendicolari alla cortina. Per approfondire, rimando a Marotta et al. (2020).

(3) Raggi visuali intesi per indicare il ‘campo visivo’ (e quindi di tiro) da un determinato punto di una fortificazione. Possibili esemplificazioni grafiche, a mio avviso, si possono trovare, tra gli altri, nel trattato di Francesco De Marchi (cfr. Severini, 1994, figg. 25, 26, 27). In questa sede non mi è possibile approfondire la questione, che è comunque oggetto di studi in corso di svolgimento.

(4) Oltre ai trattatisti citati nel contributo si segnalano: Bernard, Bitainvieu, Demarchi, Du Fajj, Mallet, Ozanam, Vauban (cfr. Fara, 2015).

## Bibliografia

- Alpers, S. (1983) *The art of describing: Dutch art in the seventeenth century*. Chicago, University of Chicago Press.
- Camerota, F. (2012) When the dagger became a compass. In: Marten, B., Reinisch, U. & Korey, M. (a cura di) *Festungsbau. Geometrie. Technologie. Sublimierung*. Auflage, Lukas Verlag, pp. 147-158.
- Chase, K. (2003) *Firearms: A Global History to 1700*. Cambridge, Cambridge University Press.
- De Lucca, D. (2012) *Jesuits and Fortifications. The Contribution of the Jesuits to Military Architecture in the Baroque Age*. Leiden-Boston, Brill.
- Diez Oronoz, A. (2021) El dibujo como herramienta para pensar una nueva forma de la fortificación durante el Renacimiento italiano: el ejemplo de dos proyectos de Leonardo da Vinci. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 26 (42), 114-127.
- Fara, A. (1993) *Le città da guerra nell'Europa moderna*. Torino, Einaudi.
- Fara, A. (2012) *Geometria dell'architettura militare: Francesco I d'Este e la Cittadella di Modena*. Firenze, Angelo Pontecorboli Editore.
- Fara, A. (2015) *Giuseppe Ignazio Bertola (1676-1755). Il disegno e la lingua dell'architettura militare*. Firenze, Angelo Pontecorboli Editore.
- Gay, F. (2015) L'incontenibile concretezza dell'eidos: ideazione ed evoluzione degli artefatti. In: Belardi P. et al (a cura di.) *Idee per la rappresentazione 7 - Visualità*. Roma, Artegrafica PLS, pp. 176-193.
- Ippoliti, E. (2000) *Rilevare. Comprendere. Misurare. Rappresentare*. Roma, Edizioni Kappa.
- Lanteri, G. & Zanco, G. (1601) *Delle offese et difese delle città, et fortezze*. Venezia, Roberto Meietti.
- Maggi, G. & Castriotto, I. (1564) *Della fortificazione delle città*. Venezia, Rutilio Borgominiero.
- Marotta, A. (2017). Disegni di Gaspare Beretta nel territorio europeo per la difesa, nei secoli XVII e XVIII. In: Echarri Iribarren, V. (a cura di) *Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII Centuries. Vol. 5: Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 26-27 October 2017, Alicante*. Alicante, Editorial Publicacions Universitat d'Alacant, pp. 175-182.
- Marotta, A., Zich, U. & Pavignano, M. (2020) Fortification Design and Geometry in the Papers of Gaspare Beretta. *Nexus Network Journal*, 22, 169-190.
- Pagan B-F. (1689) *Les fortification du compte de Pagan. Nouvelle edition*. Paris, Nicolas Langlois.
- Pasley, C. W. (1822). *A course of elementary fortification, including rules, deduced from experiment, for determining the strength of revetments; treated on a principle of peculiar perspicuity. Second edition*. London, John Murray.
- Pinotti, A., Somaini (2016) *Cultura visuale. Immagini sguardi media dispositivi*. Torino, Einaudi.
- Porroni, A. (1676) *Trattato universale militare moderno*. Venezia, Francesco Nicolini.
- Rossetti, D. (1678) *Fortificazione a rovescio*. Torino, Bartolomeo Zappata.
- Severini, G. (1994) *Progetto e disegno nei trattati di architettura militare del '500*. Pisa, Pacini Editore.
- Spallone, R. (2017a) The citadel of Turin "in abstentia". Drawings and reconstruction hypotheses after demolition. In: Marotta, A. & Spallone, R. (a cura di) *Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII Centuries. Vol. 7: Proceedings of FORTMED - Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast, 18-20 October 2018, Torino*. Torino, Politecnico di Torino, pp. 249-236.
- Spallone, R. (2017b) The 'Regular Fortress' by Guarini and the Citadel of Turin. *Nexus Network Journal* 19, 255-277. doi.org/10.1007/s00004-016-0327-3.
- Zich, U. (2009) I Quattro libri dell'architettura di Andrea Palladio: una proposta di analisi geometrica delle illustrazioni. In: Bertolini, L. (a cura di) *Saggi di letteratura architettonica da Vitruvio a Winckelmann. II*. Firenze, Olschki, pp. 231-239.



Volume pubblicato nel mese di marzo 2023

