



Monitoring of Mediterranean Coastal Areas

PROBLEMS AND MEASUREMENT TECHNIQUES

SEVENTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM
Livorno (Italy) June 19-20-21, 2018



edited by
Fabrizio Benincasa



Proceedings e report

121

CNR - IBIMET
Comune di Livorno

Fondazione Clima e Sostenibilità
Fondazione LEM - Livorno Euro Mediterranea
Compagnia Portuale di Livorno

Seventh International Symposium

**MONITORING OF MEDITERRANEAN COASTAL AREAS:
PROBLEMS AND MEASUREMENT TECHNIQUES**

LIVORNO (ITALY) JUNE 19-20-21 2018

Patronized by

Accademia Nazionale dei Lincei

Università degli Studi di Firenze

Regione Toscana

Accademia dei Georgofili

**Autorità di Sistema Portuale
del Mar Tirreno Settentrionale**

Seventh International Symposium. Monitoring of Mediterranean Coastal Areas

Problems and Measurement Techniques

Livorno (Italy) June 19-20-21, 2018

edited by

FABRIZIO BENINCASA

FIRENZE UNIVERSITY PRESS

2018

Seventh International Symposium : monitoring of Mediterranean Coastal Areas : Problems and Measurement Techniques : livorno (Italy) June 19-20-21, 2018 / edited by Fabrizio Benincasa. – Firenze : Firenze University Press, 2018.
(Proceedings e report ; 121).

<http://digital.casalini.it/9788864538112>

ISBN 978-88-6453-811-2 (online)

Edited by: Fabrizio Benincasa
Desktop publishing: Matteo De Vincenzi
Graphic Design: Gianni Fasano
Front cover photo: Cisternone Livorno (Italy), photo by Gianni Fasano
Cover graphic design: Lettera Meccanica SRLs

Peer Review Process

All publications are submitted to an external refereeing process under the responsibility of the FUP Editorial Board and the Scientific Committees of the individual series. The works published in the FUP catalogue are evaluated and approved by the Editorial Board of the publishing house. For a more detailed description of the refereeing process we refer to the official documents published on the website and in the online catalogue of the FUP (www.fupress.com).

Firenze University Press Editorial Board

A. Dolfi (Editor-in-Chief), M. Boddi, A. Bucelli, R. Casalbuoni, M. Garzaniti, M.C. Grisolia, P. Guarnieri, R. Lanfredini, A. Lenzi, P. Lo Nostro, G. Mari, A. Mariani, P.M. Mariano, S. Marinai, R. Minuti, P. Nanni, G. Nigro, A. Perulli, M.C. Torricelli.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

CC 2018 Firenze University Press
Università degli Studi di Firenze
Firenze University Press
via Cittadella, 7, 50144 Firenze, Italy
www.fupress.com

ORGANIZING AUTHORITIES

**National Research Council of Italy
Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET)**

Clima e Sostenibilità Foundation (FCS)

Livorno Euro Mediterranea (L.E.M.) Foundation

Comune di Livorno

Compagnia Portuale di Livorno



Patronized by



SCIENTIFIC COMMITTEE

Presidency:

Fabrizio Benincasa (<i>Symposiarch</i>)	CNR-IBIMET Sassari
Simone Orlandini	Dip. Scienze Produzioni Agroalimentari e dell’Ambiente Università di Firenze - FCS
Antonio Raschi	CNR-IBIMET Firenze
President of LEM Foundation - Livorno	
Laura Bonora (Scientific Secretariat)	CNR-IBIMET Firenze
Matteo De Vincenzi <i>Coordinator of the Scientific Secretariat</i>	CNR-IBIMET Firenze

Session *Coastal landscapes: past and present aspects of human influence*

Donatella Cialdea	Dip. Bioscienze e Territorio - Università del Molise
Giovanna Bianchi	Dip. Scienze Storiche e dei Beni Culturali, Università di Siena
Biagio Guccione	Dipartimento di Architettura Università di Firenze
Tessa Matteini	Dipartimento di Architettura Università di Firenze
Marinella Pasquinucci	Docente Scuola di Specializzazione in Beni Archeologici - Università di Firenze
Gloria Pungetti	Dip. Scienze Umanistiche e Sociali - Università di Sassari

Session *Flora and Fauna of the littoral system: dynamics and protection*

Davide Travaglini	Dip. Gestione Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università di Firenze
Laura Bonora	CNR-IBIMET Firenze
Carla Cesaraccio	CNR IBIMET Sassari
Federico Selvi	Dip. Scienze Produzioni Agroalimentari e dell’Ambiente, Università di Firenze
Roberto Tognetti	Dip. Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università del Molise

Session *Coastline geography: territory uses, processes and dynamics*

Donatella Carboni	Dip. Scienze Umanistiche e Sociali Università di Sassari
Rossella Bardazzi	Dip. Scienze per l'Economia e l'Impresa, Università di Firenze
Ilaria Lolli	Dipartimento di Giurisprudenza, Università di Pisa
Carlo Natali	Dipartimento di Architettura Università di Firenze
Stefano Soriani	Dipartimento di Economia Università di Venezia

Session Measures for environment and energy production in the coastal zones

Marcantonio Catelani	Dip. Ingegneria dell'Informazione Università di Firenze
Rossella Bardazzi	Dip. Scienze per l'Economia e l'Impresa, Università di Firenze
Carlo Carcasci	Dip. Ingegneria Industriale, Università di Firenze
Giampaolo Manfreda	Dip. Ingegneria Industriale, Università di Firenze

Session Morphology and evolution of coastlines and seabeds

Giovanni Sarti	Dip. Scienze della Terra, Università di Pisa
Filippo Catani	Dip. Scienze della Terra, Università di Firenze
Giuliano Gabbani	Dip. Scienze della Terra, Università di Firenze
Stefano Miserocchi	CNR-Istituto di Scienze Marine UOS Bologna
Sandro Moretti	Dip. Scienze della Terra, Università di Firenze

Organizing Committee:

Gianni Fasano	CNR – IBIMET Seat of Florence (Coordinator of Committee)
Rita Franchi	L.E.M.- Foundation Livorno
Alessandro Materassi	CNR – IBIMET Seat of Florence
Laura Pellegrino	CNR – IBIMET Seat of Livorno
Maurizio Romani	CNR – IBIMET Seat of Florence
Francesco Sabatini,	CNR-IBIMET Seat of Florence
Francesca Chellini	FCS Florence
Anna Riva	FCS Florence

Organizing secretariat:

CNR-IBIMET Area di Ricerca di Firenze Via Madonna del Piano 10,
50019 Sesto Fiorentino (Florence- Italy)
Phone +390555226551, e-mail: segr.org@ibimet.cnr.it

Scientific Secretariat:

CNR-IBIMET Area di Ricerca di Firenze Via Madonna del Piano 10,
50019 Sesto Fiorentino (Florence - Italy)
Phone +390555226552 +390555226030, e-mail: simposio@ibimet.cnr.it

INDEX OF PAPERS

Session: Coastal landscapes: past and present aspects of human influence 1
Chairman: D. Cialdea

Invited speakers

M. Pasquinucci, S. Ducci, S. Genovesi 13
Portus Pisanus and Livorno: environmental, archaeological and Historical interdisciplinary research

C. Saragosa, M. Chiti 31
Morfogenesi e percezione della città nel dialogo dinamico tra terraferma e acqua

Contributed papers

G. Asmundo 45
Lagoon anthropization and waters. Venice and the Mediterranean settlements in a comparative perspective

G. Bandiera 53
Waterfront mediterranei. Identità territoriale e narrazione

F. Broglia 61
Le fortificazioni, la flora e la fauna dell'antico Stato dei Presidi, Orbetello (GR) Italia

F. Bulfone Gransinigh, C. Mazzanti, D. Bilić 68
Misurazione, controllo e difesa degli opposti versanti litoranei adriatici: le torri costiere dal XVI secolo ad oggi

A. Capolupo, M. Rigillo, L. Boccia 78
Photogrammetric technique for analysing the anthropization process in coastal areas: the case study of Minori

L. Corniello, E. Mirra, I. Gioia, A. Trematerra 89
Il paesaggio e le architetture sacre nel territorio costiero tra Montenegro e Albania

P. Fornasa, M. Ardielli 98
Dealing with climate change along the new coast of the Mediterranean: a design manual for adaptation of small villages (phase I: mapping of small villages)

F. Fratini, E. Cantisani, E. Pecchioni, D. Pittaluga 107
The coastal sight towers, a distinctive anthropic element of the ancient coastal landscape: the risk of restoration works with examples from the Tuscan coast (Italy)

S. Gallico, M.G. Turco 117
Il paesaggio costiero del litorale romano. Trasformazioni, segni, testimonianze e prospettive per il futuro

C. Gori	128
<i>L'ambito costiero di Bellaria Igea Marina: progetti di sviluppo e rigenerazione</i>	
F. Jannuzzi, G. N. M. Giudici, S. Patrizio, F. Pisani Massamormile	136
<i>Le dimore storiche sul mare. Storia e Natura: un'area di studio</i>	
S. Lai, F. Leone	146
<i>La pianificazione nei paesaggi costieri: l'applicazione del concetto di integrazione nelle esperienze di due aree protette italiane</i>	
L. Maggiore, M. Tsokanos, M. Klaric	156
<i>PUNTI DI VISTA. Rifunionalizzazione delle torri appartenenti al sistema di difesa del Regno di Napoli</i>	
N. Martinelli, V. D'Onghia, S. Milella	166
<i>Processi urbani nel litorale del Golfo di Taranto: Marina di Chiatona</i>	
C. Mottola	175
<i>Insediamiento portuale: molo di San Vincenzo. La rappresentazione grafica per la valorizzazione e il riuso del patrimonio borbonico nell'area portuale di Napoli.</i>	
F. Privitera	185
<i>L'isola d'Elba di Emilio Isotta (1947-1960): progetto di architettura e paesaggio costiero, una lezione esemplare</i>	
G. Pungetti	195
<i>Cultural heritage interface of European coastal landscapes</i>	
M. Russo	201
<i>Il rilancio ottocentesco delle attività portuali nell'Italia meridionale: il porto di Salerno</i>	
M. Zerbini, A. Vezzi	213
<i>Il nuovo orizzonte del porto crociato di San Giovanni d'Acri</i>	
C. Zoppi	222
<i>Integrazione delle misure di conservazione dei siti della Rete Natura 2000 nei regolamenti delle aree marine protette: uno studio relativo alla Sardegna</i>	
Session: Flora and Fauna of the littoral system: dynamics and protection	235
Chairman: D. Travaglini	
B. E. Belabed, T. Tata, L. Aleya	239
<i>Premières investigations sur la pollution par les macro plastiques et les microplastiques: cas du golfe d'Annaba Nord-Est Algérien</i>	
R. Benespero, E. Bianchi, G. Chirici, L. Di Nuzzo, F. Giannetti, P. Giordani	248
<i>Effects of habitat structure on functional diversity of epiphytic lichen communities of coastal dunes with Juniperus spp.</i>	

P. Borrello, E. Spada <i>Monitoraggio di Ostreopsis cf. ovata: una microalga potenzialmente tossica nelle acque costiere italiane</i>	256
G. D'Amico, B. Del Perugia, G. Chirici, F. Giannetti, D. Travaglini <i>Caratterizzazione delle pinete litoranee di pino domestico della Toscana con dati telerilevati a supporto della gestione forestale sostenibile</i>	266
M. De Luca, A. Cossu, V. Pascucci, V. Gazale <i>Habitat e specie marine costiere di interesse comunitario nell'area Marina Protetta "Isola dell'Asinara"</i>	275
L. Fanini, F. Bozzeda <i>Insights from temporal dynamics of plastic resin pellets deposition on a beach in Crete, Greece: potential integration into sandy beach ecology and citizen science</i>	280
H. Humenyuk, O. Voloshyn, V. Khomenchuk <i>Complex assessment of chemical pollution of small rivers on the example of the river Seret</i>	287
C. Mancusi, M. Bainsi, C. Caruso, F. Cianchi, N. D'Apolito, T. Magliocco, L. Marsili, L. Papetti, C. Mancino, M. Senese, M. Sommer, G. Terracciano, S. Ventrella, L. Venturi <i>First documented nestings of Caretta caretta in Tuscany area (north western Mediterranean Sea), the northern site in Italy</i>	297
C. Mancusi, L. Marsili, G. Terracciano, S. Ventrella <i>L'Osservatorio Toscano Biodiversità: 2007-2016, dieci anni di attività di recupero cetacei, tartarughe e grandi pesci cartilaginei</i>	302
L. Piazzini, C. N. Bianchi, E. Cecchi, P. Gennaro, G. Marino, M. Montefalcone, C. Morri, F. Serena <i>Il coralligeno toscano: distribuzione, struttura dei popolamenti e monitoraggio mediante utilizzo di differenti indici di qualità ecologica</i>	311
E. Tondini, L. Lombardi, M. Giunti, G. Bedini <i>Plant cover dynamics after morphological and ecological redevelopment of the dune system of the Sterpaia beach (Piombino, LI)</i>	317
F. Tozzi, S. Pecchioli, V. Nencetti, E. Picardi, W. A. Petrucci, G. Renella, A. Lenzi, C. Macci, S. Doni, G. Masciandaro, E. Giordani <i>A new life for the dredged sediment of Leghorn harbor: from waste to food production</i>	325
V. Volpe, C. Cerasuolo, F. Turco, R. Rocco, F. Pavanello, A. Vendramini, G. Salogni, M. Vendrame <i>Studio C 1.9 "Piano delle misure di compensazione, conservazione e riqualificazione ambientale dei SIC e della ZPS della laguna di Venezia - Miglioramento, ripristino e recupero dei SIC IT 3250003 e IT3250023" - Un nuovo approccio alla riattivazione della dinamica dunale per la ricostituzione degli habitat di interesse comunitario. Esperienze venete presso il litorale del Lido e Cavallino.</i>	333

Session: Coastline geography: territorial dynamics and integrated protection	343
Chairman: D. Carboni	
I. Cannas, D. Ruggeri	347
<i>La pianificazione nelle aree protette marino-costiere. Una proposta metodologica per la creazione di un quadro analitico-conoscitivo ambientale</i>	
A. Casu, G. Ricciardi	357
<i>Strategie e scenari d'adattamento per la prevenzione dei rischi indotti nei contesti urbani costieri</i>	
C. Corbau, I. Rodella, P. Congiatu, U. Simeoni, D. Carboni	367
<i>Usi e conflitti nel Parco Nazionale dell'Asinara (Italia)</i>	
M. Floris, F. Isola	382
<i>Strumenti e strategie per la tutela integrata della fascia costiera</i>	
S. Pinna, F. Leccis	391
<i>Integrating Nature 2000 conservation measures into the regulation of marine protected areas: an experimental approach</i>	
D. Sgambati, F. Maresca, A. De Angelis, N. R. de la Ballina, O. M. Azevedo, A. Miccio	401
<i>Monitoring and sustainable usage of Ieranto bay: marine conservation in a mass tourism environment</i>	
A. Valente	415
<i>Conflicts over the land-use of the Gaeta Coastal Zone (Southern Lazio, Italy)</i>	
A. Yazar	426
<i>Spatial transformation of coastal areas for tourism and instrumentalization of Integrated Coastal Zone Management Plan: the case of Kemeragzi-Kundu region in Antalya</i>	
 Session: Measures for environment and energy production in the coastal zones	 435
Chairman: M. Catelani	
A. Bono, E. Casti, M. Marini	441
<i>Renewable primary power source for desalination plants in coastal zones. Analysis and economical assessment in a dispatching regulatory policy</i>	
G. Caroti, A. Piemonte, Y. Pieracci	453
<i>UAV-borne remote sensing for shoreline and coastal environment monitoring</i>	
G. Ciruolo, A. Drago, S. Cosoli, F. Capodici, A. Maltese, A. Gauci, A. Galea, J. Azzopardi, G. Buscaino, F. Raffa, S. Aronica, S. Mazzola, R. Sinatra	463
<i>CALYPSO: la rete RADAR HF per il monitoraggio delle correnti marine superficiali nel canale tra la Sicilia e Malta (Mar Mediterraneo)</i>	

M. Colli, A. Caridi, C. Carmisciano, D. D. Caviglia, A. Delucchi, F. Serafino, A. Benedetti	471
<i>Emerging techniques for coastal environmental monitoring: a field test-bed in Liguria</i>	
I. Lolli	481
<i>La realizzazione dei parchi eolici off-shore in Italia: Quis, quid, ubi, quibus auxiliis, cur, quomodo, quando?</i>	
M. Punzo F. Lirer, N. Pelosi, F. Raffa, F. Serafino, R. Dominici, R. De Rosa	506
<i>X-band radar system to observe local coastal phenomena in near-real time: some examples of studies and monitoring</i>	
D. Ventura, A. Bonifazi, A. Belluscio, G. Ardizzone	515
<i>Very high spatial resolution orthophotos using small Unmanned Aerial Vehicles: a new tool for coastal marine habitats mapping</i>	
Session: Morphology and evolution of coastlines and seabeds	519
Chairman: G. Sarti	
A. Aloia, F. Dentale, D. Guida, A. Valente	523
<i>Geomorphological evolution of “Ripe Rosse”, a coastal cliff in Cilento Geopark (Italy)</i>	
D. Bertoni, G. Sarti, A. Pozzebon	533
<i>The impact of coarse sediment tracing experiments for an in-depth characterization (management; planning) of artificial pebble beaches</i>	
A. Bougherira, T. Ghodbani	542
<i>Evolution and dynamics of the sandy shoreline of Falcon Cape beaches (Oran, Algeria); quantification of change, origins and impacts</i>	
A. Caiti, R. Costanzi	553
<i>Sea bottom evolution assessment through underwater robots</i>	
O. Cohen	559
<i>Impacts of the 1959 Malpasset dam breach on the Fréjus shoreline evolution (French Riviera): a case of an “onshore tsunami”?</i>	
M. Costa, R. Ledda, A. Lebani, E. M. Paliaga, A. Pitzalis	569
<i>Monitoraggio della dinamica costiera nella rada di Bosa Marina (Sardegna Occidentale): risultati e tendenze evolutive della spiaggia emersa e sommersa</i>	
M. Eryılmaz, E. Meriç, F. Yücesoy Eryılmaz, U. Eryılmaz	577
<i>The Sunken Island of Marmara Sea; the Vordinisi (Prince Islands of Istanbul - Turkey)</i>	
M. Eryılmaz, F. Yücesoy Eryılmaz	587
<i>Oceanography and sediment distribution of the Mersin Gulf (East Mediterranean - Turkey)</i>	
E. Perugini, L. Soldini, C. Lorenzoni, M. L. Palmsten	597
<i>Video-monitoring to sand bar analysis in a middle Adriatic beach</i>	

K. Pikelj, G. Vlastelica, B. Kordic	607
<i>Evaluation of erosional processes of the eroding flysch cliff in the Split urban zone (Croatia)</i>	
G. Sarti, D. Bertoni, D. Ciccarelli, A. Caiti, R. Costanzi, A. Mecocci, A. Pozzebon, S. Bartolini, F. Catani, S. Moretti	617
<i>L'approccio del Team COSTE: una sfida per prendere decisioni consapevoli lungo le coste</i>	
F. Yücesoy Eryilmaz, E. Meriç, M. Eryilmaz	626
<i>Geochemical characteristic of Northern Golden Horn Holocene Sediments (İstanbul-Turkey)</i>	
Session: Institutions for the Protection of the Marine and Coastal Environment	637
Direzione AMP Isola di Bergeggi	639
<i>L'Area Marina Protetta (AMP) "Isola di Bergeggi"</i>	
S. Venturini, L. Merotto, V. Capanera, G. Fanciulli, P. Vassallo, C. Paoli, P. Povero	643
<i>Area Marina Protetta (AMP) Portofino: l'alto valore ecologico dei suoi habitat di pregio</i>	
L. Pacciardi, C. Ceccarelli, C. Pretti, A. Porchera, A.M. De Biasi	646
<i>AMP delle Secche della Meloria peculiarità e monitoraggio</i>	
V. Gazale, G. Vargiu, A. Zanello, D. Nieto Yàbar, E. Gordini, D. Cotterle, M. Deponte, L. Baradello, R. Romeo, M. Caffaù, R. Auriemma, E. Lodolo, A. Affatato, A. Falace, P. Del Negro, R. Blanos, P. Paganini, A. Pavan, C. Pietrapertosa, P. Sterzai	649
<i>Area Marina Protetta "Isola dell'Asinara" monitoraggi e tecniche di studio</i>	
C. Iacono	653
<i>Regno di Nettuno: peculiarità e caratteristiche salienti</i>	
Direzione AMP Punta Campanella	656
<i>Area Marina Protetta di Punta Campanella</i>	
Direzione Marittima di Livorno	662
<i>Il ruolo del Corpo delle Capitanerie di porto nella tutela dell'ambiente marino e costiero</i>	
V. Marchi, A. Raschi, S. Trampetti	665
<i>Models of integrated tourism in the Mediterranean - MITOMED+ Project overview</i>	
Index of Authors	669

SESSION

**COASTAL LANDSCAPES:
PAST AND PRESENT ASPECTS
OF HUMAN INFLUENCE**

Chairman: Donatella Cialdea
Dipartimento di Bioscienze e Territorio
Università degli Studi del Molise

IL PAESAGGIO COSTIERO: FORME DI ANTROPIZZAZIONE DI IERI E DI OGGI

La percezione del paesaggio

Il territorio costiero è ambiente ricco di forti conflittualità e definisce una forma di paesaggio dalle connotazioni variegata legata alle forme della sua utilizzazione. Su di esso, infatti si presentano numerose problematiche che derivano proprio dalle modalità d'uso del territorio. La pressione antropica, spesso incurante dei valori paesaggistici della costa, ha alterato le caratteristiche dei luoghi e i maggiori danni si hanno laddove sono presenti anche forti valenze naturalistiche. Il litorale è infatti in molti casi stato individuato anche come luogo destinato ad una precipua protezione, legata alla presenza di aree protette o di proposte di Siti di Interesse Comunitario. La costa, inoltre, è soggetta a forti fenomeni di erosione che in poco più di mezzo secolo hanno cancellato centinaia di migliaia di metri quadrati di spiaggia e di duneto mediterraneo. Questo trend evolutivo negativo viene confermato dagli studi periodici sull'erosione effettuati negli ultimi anni, che mostrano forti arretramenti di gran parte dei litorali a partire proprio dalla metà degli anni cinquanta del secolo scorso. L'utilizzo, poi, della costa a scopi turistici ha fatto sì che, anche nelle regioni che non sono ampiamente sfruttate da questo punto di vista, il litorale sia stato aggredito dagli insediamenti dei lidi che sono andati a deturpare definitivamente alcuni tratti della costa. Il fenomeno dell'urbanizzazione costiera è, come noto, avvenuto molto rapidamente a cominciare dagli anni '60, anni in cui mancava completamente la concezione di una gestione sostenibile della risorsa *costa*. Storicamente la fragile linea di congiunzione tra terra e mare è stata riservata allo Stato ed è di proprietà del Demanio marittimo. Di fatto, però, l'istituto della concessione ha consentito l'utilizzo di queste superfici; tale istituto si basava su un principio di eccezionalità che poi nella realtà è divenuta regola, tanto che si assiste alla condizione per cui sono maggiori le estensioni delle superfici con concessione d'uso a privati rispetto a quelle ad Enti pubblici. La legge Galasso del 1985, di cui si tratterà nel dettaglio successivamente, pone il vincolo paesaggistico *ope legis* sui territori costieri per una profondità di 300 m dal mare. Tale misura non è stata sufficiente a preservare le coste anche perché tale profondità allo stato attuale è di fatto già stata aggredita. Pertanto si è ricorso in molti casi a forme di deroga¹.

Il tema, dunque, del valore storico del paesaggio costiero e della sua tutela è al centro della sessione. Dai numerosi lavori che la compongono è possibile definire alcune linee principali che possono essere un quadro dei differenti atteggiamenti con cui si affronta la progettazione di tale delicato ambito territoriale.

L'impostazione dell'atteggiamento del nostro legislatore in materia discende da quanto ratificato dalla Convenzione europea dell'inizio degli anni 2000 che ha sancito che il paesaggio è comunque un "bene", indipendentemente dal valore che gli viene attribuito².

¹ Per una trattazione esaustiva si veda Cialdea D. (2007), *Disegno del territorio. Aspetti urbanistici, paesaggistici e produttivi*. Campobasso, Università degli Studi del Molise, p. 55-60.

² Da *Convenzione europea del paesaggio* aperta alla firma a Firenze il 20 ottobre 2000. I brani riportati nel testo sono tratti dalla Traduzione del testo ufficiale in inglese e francese predisposta dal Congresso dei poteri locali e regionali del Consiglio d'Europa in collaborazione con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Ufficio Centrale per i Beni Ambientali e Paesaggistici, in occasione della Conferenza Ministeriale di Apertura alla firma della Convenzione Europea del Paesaggio, nella quale si recita che si è tenuto conto dei "testi giuridici esistenti a livello internazionale nei settori della

Il paesaggio, dunque, è un bene della collettività e tutto il territorio è paesaggio (sia in relazione alla connotazione fisica, ovvero spazi naturali, rurali, urbani e periurbani, sia in relazione alla qualità, ovvero paesaggi eccezionali, paesaggi quotidiani, ma anche paesaggi degradati), come sancito all'articolo 2.

Ruolo fondamentale viene giocato dalle popolazioni che vivono sul territorio e che al destino del paesaggio sono interessate; pertanto dalla Convenzione viene esaltata proprio questa relazione tra territorio e popolazioni, ovvero la dimensione soggettiva del paesaggio. Infatti la Convenzione si propone nei suoi intenti di “soddisfare gli auspici delle popolazioni di godere di un paesaggio di qualità e di svolgere un ruolo attivo nella sua trasformazione”. In quest’ottica la Convenzione prevede specifiche disposizioni per i processi di sensibilizzazione delle popolazioni e per la loro partecipazione alle decisioni pubbliche (articolo 5) e invita gli Stati membri alla redazione di programmi dedicati al paesaggio con azioni di responsabilizzazione degli attori, sia pubblici che privati, che vivono ed agiscono nei paesaggi oggetto di considerazione. L’articolo 6 (dedicato alle Misure specifiche) fornisce, infatti, indicazioni per l’attuazione delle politiche del paesaggio, orientate alla *Sensibilizzazione* (ogni parte si impegna ad accrescere la sensibilizzazione della società civile, delle organizzazioni private e delle autorità pubbliche al valore dei paesaggi, al loro ruolo e alla loro trasformazione); alla *Formazione ed educazione* (ogni Parte si impegna a promuovere la formazione di specialisti nel settore, programmi di formazione orientati agli interventi sul paesaggio ed insegnamenti scolastici e universitari specifici); alla *Identificazione e valutazione* (ogni Parte si impegna ad individuare i propri paesaggi, ad analizzarne le caratteristiche e a seguirne le trasformazioni; questa fase di “individuazione” viene seguita da una fase di “valutazione” che tenga conto dei valori specifici che sono loro attribuiti dai soggetti e dalle popolazioni interessate³); agli *Obiettivi di qualità paesaggistica* (ogni parte si impegna a stabilire degli obiettivi di qualità paesaggistica riguardanti i paesaggi individuati e valutati, previa consultazione pubblica) e alle *Applicazioni* (per attuare le politiche del paesaggio, ogni Parte si impegna ad attivare gli strumenti di intervento volti alla salvaguardia, alla gestione e/o alla pianificazione dei paesaggi).

Nelle applicazioni che riguardano il paesaggio costiero, infine, è necessario soffermarsi anche sul ruolo produttivo del territorio, in considerazione del fatto che esso coinvolge sia la costa che il retrocosta. Il paesaggio della costa, infatti, è inevitabilmente legato a quello della fascia pre-costiera nella quale si intrecciano le sinergie tra aree urbane e rurali e per la quale è sicuramente necessario prestare attenzione alle attività agricole in trasformazione continua: “le attività agricole possono diventare, nell’ottica delle associazioni, dei presidi

salvaguardia e della gestione del patrimonio naturale e culturale, della pianificazione territoriale, dell'autonomia locale e della cooperazione transfrontaliera e segnatamente la Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale d'Europa (Berna, 19 settembre 1979), la Convenzione per la salvaguardia del patrimonio architettonico d'Europa (Granada, 3 ottobre 1985), la Convenzione europea per la tutela del patrimonio archeologico (rivista) (La Valletta, 16 gennaio 1992), la Convenzione-quadro europea sulla cooperazione transfrontaliera delle collettività o autorità territoriali (Madrid, 21 maggio 1980) e i suoi protocolli addizionali, la Carta europea dell'autonomia locale (Strasburgo, 15 ottobre 1985), la Convenzione sulla biodiversità (Rio, 5 giugno 1992), la Convenzione sulla tutela del patrimonio mondiale, culturale e naturale (Parigi, 16 novembre 1972), e la Convenzione relativa all'accesso all'informazione, alla partecipazione del pubblico al processo decisionale e all'accesso alla giustizia in materia ambientale (Aarhus, 25 giugno 1998)”.

³ Al termine valutazione viene da alcuni autori preferito quello di qualificazione, quale traduzione del francese *qualification* e dell'inglese *assessment* volendo proprio sottolineare la necessaria assenza di operazioni di valutazioni quanto piuttosto solo di identificazione delle caratteristiche precipue del paesaggio senza scale gerarchiche.

territoriali e trovare sinergie con le attività turistiche. Allo stesso tempo esse riconoscono l'esigenza di un miglioramento delle loro condizioni per essere competitivi anche a piccola scala e assumere un ruolo meno residuale che ancora svolgono negli ambiti periurbani"⁴.

I contesti e le trasformazioni

Nell'odierno panorama delle politiche di pianificazione l'analisi di differenti realtà territoriali rende evidente come la fascia costiera risulti essere un "zona" di criticità per la progettazione territoriale. La loro frammentazione, dovuta ad interventi edilizi spesso slegati dalle politiche di pianificazione, genera dei territori da tutelare o da riqualificare attraverso la sinergia di molte discipline a servizio della pianificazione.

Dal punto di vista normativo diversi strumenti riguardano la costa anche se di fatto non costituiscono uno strumento di salvaguardia e di gestione unitario. Certamente il primo strumento che coinvolge la costa è il piano di bacino. Esso viene introdotto dalla L.183/89⁵, che ha il merito di aver dato rilievo alla interconnessione tra l'ambiente di terra e l'ambiente di mare. La definizione di tale legge nasce a seguito dei grandi fermenti causati dagli eventi disastrosi degli anni '60-'70: basti ricordare il disastro del Vajont del 1963 o l'alluvione di Firenze del 1966.

Si chiarisce in quegli anni, cioè, la necessità di affrontare le questioni relative alla difesa del suolo con strumenti specifici di pianificazione, e non più pensando solo al risanamento dei singoli brani di territorio colpiti dagli eventi. Nasce pertanto dalla Commissione interministeriale De Marchi, preposta ad affrontare tale tematica, la definizione di una *struttura amministrativa pubblica a scala di area idrografica vasta*, in grado di affrontare la gestione globale del problema. La L.183/89, dunque, introduce il concetto di una unità geografica, il bacino idrografico per l'appunto, che viene definito come ambito territoriale ben specifico⁶. Essa introduce lo strumento di pianificazione, che è il *piano di bacino*, che, così come viene specificato all'art. 17, *ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e la corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato*.

Nella realtà, però, le Autorità di bacino hanno avuto forti difficoltà a compilare i piani nella loro interezza; pertanto interviene dopo qualche anno la L.493/93, che consente di realizzare dei piani stralcio finalizzati al perseguimento di alcuni degli obiettivi del piano generale. Di fatto molte Autorità hanno affrontato immediatamente quello che riguardava l'assetto idrogeologico⁷.

⁴ Si veda Regione Emilia Romagna (2015), *Materia paesaggio. Esplorare i paesaggi agro-urbani. Forme, usi e attori nelle aree di margine*. Quaderni di Laboratorio, Dicembre 2015, p. 19-24.

⁵ Legge 18 maggio 1989, n. 183, *Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*, successivamente integrata con la legge 253/90, con il decreto legge 398/93 convertito con la legge 493/93, con la legge 61/94, con la legge 584/94.

⁶ Essa infatti recita all'art. 1 comma 3 che per bacino idrografico si intende *il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d'acqua direttamente o a mezzo di affluenti, nonché il territorio che può essere allagato dalle acque del medesimo corso d'acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare e il litorale marittimo prospiciente; qualora un territorio possa essere allagato dalle acque di più corsi d'acqua, esso si intende ricadente nel bacino idrografico il cui bacino imbrifero montano ha la superficie maggiore*.

⁷ Sono stati pertanto affrontati i seguenti obiettivi: 1) la sistemazione, la conservazione e il recupero del suolo nei bacini idrografici, con interventi idrogeologici, idraulici-forestali, idraulico-agrari, silvo-pastorali, di forestazione e di bonifica, anche attraverso processi di recupero naturalistico,

Sono stati così compilati in prima istanza i PAI ovvero Piani di Assesto Idrogeologico.

Un altro documento che riguarda lo stato costiero è Progetto IFFI, ovvero Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia. Si tratta di un progetto finalizzato alla delimitazione delle aree a rischio di frana, ai sensi della L. 267/98, e alla definizione dei possibili interventi su di esse⁸. Ancora uno strumento di pianificazione che riguarda in questo caso proprio la gestione del sistema costiero è il *Piano di utilizzo delle aree del Demanio marittimo a scopo turistico-ricreativo*: si tratta di un piano che regola l'utilizzo delle aree demaniali marittime. Le Regioni predispongono un quadro dello stato dell'arenile e della costa in genere e il recepimento, da parte delle Amministrazioni Comunali, delle linee di indirizzo dettate dal piano degli arenili dovrebbe dovuto comportare un adeguamento nelle zonizzazioni degli strumenti urbanistici vigenti, operazione non sempre portata a termine⁹.

Certamente va anche considerato il panorama dei beni culturali presenti sulla costa, beni archeologici, storico-artistici e paesaggistici. I lavori presentati nella Sessione hanno ben evidenziato la molteplicità dei fattori in gioco. Lo studio di tali beni permette, infatti, di analizzare e ricostruire le origini, la cultura e l'evoluzione del pensiero delle popolazioni nel corso del tempo, le dinamiche d'interazione che l'uomo è riuscito ad allacciare con il paesaggio circostante, cercando di comprendere se gli interventi effettuati siano stati positivi, le dinamiche di sfruttamento territoriale da parte dell'uomo e i rapporti tra i beni tutelati e i contesti attuali, che inevitabilmente comprendono le espansioni urbane, gli incrementi delle reti infrastrutturali, le dinamiche dello sfruttamento turistico e la crescita degli insediamenti produttivi ed industriali. È però necessario richiamare quanto il nostro legislatore ha fatto nel corso degli anni al fine di intervenire sul tema della regolamentazione e della tutela di questi beni, tema in cui si incontrano le volontà di tutela e le esigenze degli usi. Il caso degli ambienti costieri è proprio emblematico in questo senso: il problema fondamentale è come contemporaneamente prevedere uno sviluppo delle aree e salvaguardarne le valenze ambientali.

La lunga tradizione urbanistica italiana ha, dagli anni '40 in poi, definito livelli di pianificazione ben differenziata - in particolare attribuendo forza alla pianificazione sovracomunale - che però spesso sono stati disattesi.

Dopo il fermento culturale e l'evoluzione del settore urbanistico negli anni '70 in Italia si assiste ad un progressivo rallentamento dovuto in parte all'inefficienza delle Regioni e in parte alla carenza del controllo sullo sviluppo del territorio da parte del governo centrale. Come noto, il nostro *corpus* legislativo ha trovato la sua prima sistemazione nella legge urbanistica fondamentale del 1942, ancora oggi vigente, che è stata più volte integrata e modificata nel

botanico e faunistico; 2) la difesa, la sistemazione e la regolazione dei corsi d'acqua, dei rami terminali dei fiumi e delle loro foci nel mare; 3) la moderazione delle piene, anche mediante serbatoi d'invaso, vasche di laminazione, casse d'espansione, scaricatori, scolmatori, diversivi o altro, per la difesa delle inondazioni e dagli allagamenti; 4) la disciplina delle attività estrattive, al fine di prevenire il dissesto del territorio, inclusi erosione e abbassamento degli alvei e delle coste; 5) la difesa e il consolidamento dei versanti e delle aree instabili, nonché la difesa degli abitati e delle infrastrutture contro i movimenti franosi, le valanghe e altri fenomeni di dissesto.

⁸ Il Comitato dei Ministri per la difesa del Suolo *ex lege* 183/89 ha promosso la realizzazione di un inventario dei fenomeni franosi in Italia e lo ha finanziato con 8 miliardi (verbale Com. Min. 17 gennaio 1997). In seguito (verbale Com. Min. 27 agosto 1999), su proposta del SGN, ha approvato delle modifiche al progetto stesso, che viene denominato IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia) e prevede per la sua attuazione la creazione di un gruppo di lavoro composto da membri del Servizio geologico, delle Regioni e Provincie Autonome, delle Autorità di bacino, delle Amministrazioni rappresentate nel Comitato stesso e del CNR.

⁹ si veda Cialdea D. (2007), *op. cit.*, p. 60-64.

corso degli anni. Le modifiche più rilevanti sono state introdotte dalla L n. 765 del 1967, che ha limitato l'attività costruttiva in assenza di strumenti urbanistici ed ha accelerato i tempi di formazione degli stessi, dalla L n. 10 del 1977, che ha trasformato la licenza edilizia in concessione, e dalla L n. 1187 del 1968 e relativo decreto di attuazione, che ha definito i criteri di formazione dei Piani Regolatori Generali. I tempi di approvazione di questi ultimi sono stati abbreviati inoltre con la L n. 136 del 1999, che modifica in parte l'iter del sub-procedimento regionale dei piani. Nonostante la produzione di leggi in questo settore sia stata ricca in quantità e in qualità i risultati sul territorio non sono stati quelli attesi.

L'attenzione che sin dagli anni '30 è stata posta alla tutela del *paesaggio* e dei *beni culturali* ha contribuito ad ampliare il *corpus* legislativo italiano che vanta leggi complete ed approfondite (le due leggi del 1939, n. 1089 e n. 1497 e la legge n. 431 del 1985) ma non sempre correttamente interpretate e messe in atto dalle amministrazioni regionali e locali.

Il sistema di pianificazione territoriale urbanistica ed ambientale in Italia è quindi caratterizzato da questa sovrabbondanza di leggi e di piani che, nel tentativo di approfondire ogni aspetto del governo del territorio, crea grandi difficoltà nella loro concreta applicazione e nella gestione dei tempi di realizzazione. Il grado di attuazione dei piani in Italia inoltre varia da regione a regione e vi è una marcata disomogeneità tra il numero ed il tipo di piano operante nelle diverse realtà¹⁰.

Ma l'Italia vanta uno strumento di pianificazione precipuo per la protezione del paesaggio che è il piano paesistico, di cui si comincia a parlare fino dal 1939. Nella storia della protezione del paesaggio si passa da una prima attenzione al *panorama*, quale bene di cui si può godere, all'*ambiente*, quale necessità di frenare il grande sviluppo e la disattenzione per il benessere di tutti, al *paesaggio*, quale sistema strutturale dalle molteplici componenti. Nel '39, dunque, vengono emanate due leggi, la L. 1089¹¹ e la L. 1497¹², che introducono innanzitutto il concetto di vincolo da apporre sui beni da proteggere.

In particolare la L.1089/39 riguarda la tutela delle *cose di interesse artistico o storico, mobili e immobili* e per esse crea l'istituto del vincolo storico da apporre per la loro integrità; la L. 1497/39, sulla protezione delle *bellezze naturali e panoramiche*, prevede l'istituzione del vincolo paesaggistico sui beni per i quali deve essere stilato un elenco e per i quali gli interventi sono subordinati all'autorizzazione della Soprintendenza competente.

In realtà quest'ultima legge prevede anche la realizzazione dei Piani Territoriali Paesistici, ideati con lo scopo di sottrarre i cambiamenti del paesaggio alla contingenza delle singole autorizzazioni: il paesaggio, cioè, in quanto ambiente da tutelare, viene per la prima volta ritenuto un patrimonio pubblico. Va anche ricordato che il piano paesistico, nelle intenzioni iniziali, avrebbe dovuto svolgere un ruolo analogo a quello dei piani regolatori delle città, con un'attenzione al valore panoramico dei luoghi e tenendo in considerazione sia le difficoltà della loro natura geologica sia le attività agricole così diffuse nel panorama nazionale. Il piano, però, (che doveva prescrivere le Zone di rispetto, il Rapporto tra le aree libere e le aree edificabili, le Norme per diversi tipi di costruzione, la Distribuzione e l'allineamento dei fabbricati e le Istruzioni per la flora) rimane uno strumento fondamentalmente disatteso.

¹⁰ Il tema è stato ampiamente trattato in Cialdea D., Edited by (2006). *Land Use Evaluation. Analysis in the Different Landscape Performances*. vol. 2, Campobasso, Arti Grafiche La Regione, p. 1-178.

¹¹ Legge 1 giugno 1939, n. 1089. Tutela delle cose d'interesse artistico o storico.

¹² Legge 29 giugno 1939 n. 1497, Sulla protezione delle bellezze naturali e panoramiche. Si ricorda anche che nel 1922 era già stata emanata la legge n. 778 nota col nome di "Per la tutela delle bellezze naturali e degli immobili di particolare interesse storico".

A metà degli anni '80 interviene la L. 431/85¹³ (nota come Legge Galasso) ad introdurre nuovi concetti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale. Essa, infatti, per la prima volta obbliga le Regioni ad effettuare una tutela organica e sistematica del proprio territorio: le Regioni sono chiamate ad individuare gli ambiti da tutelare e sono obbligate a redigere per essi i Piani Territoriali Paesistici Ambientali di Area Vasta. Non si pone più solo attenzione agli interventi per elementi singoli o eccezionali ma si avverte l'esigenza di considerare l'intero Sistema Ambientale, che per l'appunto è composto di Beni storici, Beni culturali, Beni ambientali, Beni naturali. Il piano individua le cosiddette invarianti territoriali, che sono costituite dai sistemi (collinare, costiero, delle acque, dei crinali, dei boschi, delle aree agricole) e dalle zone di particolare interesse paesaggistico ed ambientale¹⁴ e per tali elementi si definiscono le modalità di trasformabilità del territorio.

Esiste, però, una grande differenza tra la concezione del vincolo per la legge 1497/39 e per la legge 431/85: per la prima, infatti, il vincolo paesaggistico è lo strumento legislativo che garantisce la tutela dell'aspetto estetico e visivo del paesaggio. Viceversa per la seconda il concetto viene esteso all'ambiente nella sua totalità, comprendendo cioè tutti gli aspetti della salvaguardia dell'ambiente. Si può dire, come molti autori mettono in evidenza, che si passa "dalla concezione di vincolo paesaggistico-estetico a quella di vincolo paesaggistico-ambientale, comprendente il più vasto concetto di "ambiente" quale ecosistema.

In seguito, poi, alla legge Galasso, alla fine degli anni '90 viene emanato il Testo Unico¹⁵ con lo scopo di raccogliere tutte le disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali. Ed all'inizio del 2004 viene invece definitivamente emanato il nuovo Codice dei beni culturali e del paesaggio¹⁶, che entra in vigore a maggio dello stesso anno, e che assume il concetto di bene paesaggistico in sostituzione di quello ambientale, con ciò volendo sottolineare le molteplici componenti del paesaggio che vanno dalla morfologia dei luoghi alle sue architetture alla sua storia ma non trascurando, naturalmente, la sua componente ambientale. Esso infatti recita *"per paesaggio si intende una parte omogenea di territorio i cui caratteri derivano dalla natura, dalla storia umana o dalle reciproche interrelazioni. La tutela e la valorizzazione del paesaggio salvaguardano i valori che esso esprime quali manifestazioni identitarie percepibili"*.

In definitiva al paesaggio non si applicano più solo vincoli per la tutela ma se ne prevede la valorizzazione, adempiendo al dettame della riforma del Titolo V della Costituzione che ha distinto l'attività di tutela da quella di valorizzazione: *"si protegge e si conserva il bene culturale affinché possa essere offerto alla conoscenza ed al godimento collettivi"*.

Le Regioni e gli Enti locali sono quindi chiamati anche ad organizzare attività finalizzate a costituire un "sistema integrato" di valorizzazione del "bene". Certamente nell'organizzare le disposizioni riguardanti la tutela e la valorizzazione dei beni paesaggistici

¹³ Legge 8 agosto 1985, n. 431, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985 n. 321, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

¹⁴ Con riferimento sia a quelle di carattere storico-archeologico e testimoniale - ovvero le zone e gli elementi di interesse archeologico; gli insediamenti urbani storici e le strutture insediative storiche non urbane e le zone e gli elementi di interesse storico testimoniale - sia a quelle di valore naturale e caratteristiche a rischio - ovvero gli ecosistemi, i biotopi rilevanti e le rarità geologiche, le zone caratterizzate da fenomeni di dissesto o di instabilità e le zone di elevata permeabilità dei terreni con ricchezza di falde idriche.

¹⁵ Decreto legislativo 29/10/1999, n. 490: Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali ed ambientali.

¹⁶ Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 recante il "Codice dei beni culturali e del paesaggio" ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 (in Gazzetta Ufficiale 24 febbraio 2004).

inevitabilmente il Codice tiene in considerazione la citata *Convenzione europea del paesaggio* e, nel definire i criteri per le attività che possono intervenire sul paesaggio focalizza anche la previsione del suo sviluppo sostenibile e “*attraverso di esso la possibilità di minimizzare gli impatti ed assicurare la qualità progettuale delle opere e degli interventi da realizzare in aree di particolare valore*”¹⁷.

Il paesaggio emerge come l'elemento unificatore delle componenti naturali ed antropiche, l'insieme che comprende tutto, ma in realtà esso viene esplicitato, con modalità e vincoli differenti, nei *piani*, nei *programmi* e nei *progetti*, tutti strumenti che incidono sul paesaggio e che variano le sue caratteristiche. Inoltre il paesaggio oggi è sempre più oggetto di attenzione proprio perché le Regioni - lentamente, forse, ma certamente con grande fervore di iniziative e di studi - sono chiamate a redigere il proprio Piano Paesaggistico integrandosi in stretta co-pianificazione con il Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo¹⁸.

Molte, dunque, le potenzialità offerte dal legislatore che mirano alla tutela e alla dichiarazione di interesse pubblico dei beni paesaggistici, tra i quali l'ambiente costiero riveste particolare rilevanza. Molto, però, ancora può essere fatto ai fini del superamento delle numerose fratture che incidono sulle sorti del paesaggio¹⁹. Gli strumenti che negli anni recenti hanno arricchito la disciplina urbanistica non sempre sono in grado di aprire correttamente la via per le applicazioni e le realizzazioni progettuali di cui molte ipotesi sono state illustrate nei lavori della Sessione. Tante di queste trasformazioni sono state espone nella Sessione, che ha affrontato gli argomenti ora esposti secondo diverse angolazioni: alcuni lavori hanno mirato a una lettura storica dei territori costieri (cogliendo l'importanza delle diversità ma anche della riconoscibilità di una identità dei luoghi²⁰), altri hanno esposto lavori che riportano gli esiti di analisi territoriali effettuate nei propri ambiti di ricerca²¹. È stato altresì affrontato il rapporto tra gli ambienti costieri e le aree protette²² e sono state presentate alcune interessanti proposte progettuali legate anche a recenti Progetti Europei²³.

¹⁷ Il brano è tratto da Cialdea D., *Territori antichi e nuovi scenari*. Prolusione tenuta in occasione dell'Inaugurazione dell'A.A. 2010-2011, Università degli Studi del Molise, p. 1-48.

¹⁸ Ai sensi del Decreto del Presidente del Consiglio Dei Ministri 29 agosto 2014, n. 171, sono stati recentemente rinnovati i Comitati tecnico-scientifici quali Organi consultivi del Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo. La scrivente è stata designata dal Consiglio Universitario Nazionale del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, quale Componente del Comitato tecnico-scientifico per il Paesaggio del MiBACT, eletta in rappresentanza dei Settori Scientifico disciplinari delle Aree 04 (Scienze della terra), 07 (Scienze agrarie e veterinarie), 08 (Ingegneria civile e Architettura) e 11 (Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche).

¹⁹ Cfr. Cialdea D., Edited by (2007). *Environmental Assessment*. vol. 3, Campobasso, Arti Grafiche La Regione, p. 1-174.

²⁰ Si vedano, ad esempio: Canonaco (*Lettura dell'evoluzione architettonica e urbana del paesaggio costiero dell'alto tirreno cosentino*) o Privitera (*L'isola d'Elba di Emilio Isotta (1947-1963): progetto di architettura e paesaggio costiero, una lezione esemplare*).

²¹ Come ad esempio Capolupo (*Photogrammetric technique for analysing the anthropization process in coastal areas: the case study of Minori*) o Fornasa (*Dealing with climate change along the new coast of the Mediterranean: a design manual for adaptation of small villages*).

²² Si vedano i lavori di Lai (*Planning in coastal landscapes: bright and negative sides in the implementation of the integration concept. Lessons from two Italian protected areas*) e di Zoppi (*Integration of conservation measures concerning Natura 2000 sites into marine protected areas regulations: A study related to Sardinia*).

²³ È il caso del lavoro di Martinelli (*Processi urbani nel litorale del Golfo di Taranto: Marina di Chiatona legato alla Programmazione Operativa FESR Regione Puglia 2014-2020, Asse Prioritario XII "Sviluppo Urbano Sostenibile", Azione 12.1 "Rigenerazione urbana sostenibile"*) o del lavoro di

Conclusioni

La Sessione ha consentito di avere una ampia panoramica delle modalità di intervento che si attuano sull'ambiente costiero. Diverse attenzioni al paesaggio, diversi atteggiamenti che sono mutati nel tempo al fine di salvaguardare un bene della collettività, ovvero un territorio che ci appartiene, le cui mutazioni avvengono nell'intento di migliorarne la fruizione, ma che va protetto quale patrimonio di tutti. Interessanti riflessioni sono scaturite anche dal vivace dibattito che ha seguito ogni intervento. Certamente il tema sotteso della Sessione è stato la ricerca di una identità, fortemente sentita dalle popolazioni che vivono i luoghi ma anche dai ricercatori che hanno esposto i propri punti di vista: La ricerca degli elementi costitutivi di un paesaggio richiede inevitabilmente un approccio multidisciplinare. Dall'architettura all'ingegneria, dall'antropologia alla geografia, dall'ecologia alla geologia, dalla sociologia alla filosofia: ognuna di queste discipline contribuisce all'analisi della complessità. E perché esse possano essere di ausilio alla comprensione è necessario un continuo confronto tra le diverse discipline, affinché la lettura di un brano di territorio sia completa e se ne afferri la sua identità.

La rete dei collegamenti naturali, storici ed infrastrutturali in generale diventa il connettore delle risorse ambientali, paesaggistiche, storiche e culturali presenti sul territorio. Le operazioni di rigenerazione, che pure in tali contesti si propongono e si realizzano, si inseriscono in areali che non sempre presentano caratteri di omogeneità ma per i quali è ormai necessario agire partendo dai principi, ormai univocamente assunti, di limitazione di consumo di suolo, di salvaguardia del paesaggio e dell'ambiente, di attenzione alla sostenibilità e di complessivo innalzamento della qualità della vita delle popolazioni. Gli approcci, dunque, della rigenerazione, intesa non solo come operazione urbana ma vista nell'ottica più ampia di una visione territoriale, possono offrire uno spunto di approfondimento per coniugare le tematiche territoriali con una nuova progettualità del paesaggio²⁴.

In questa prospettiva assume un ruolo importante il rapporto tra la pianificazione paesaggistica e le potenzialità della rigenerazione territoriale: la redazione dei nuovi piani paesaggistici, infatti, prevede un'attenzione agli interventi ed alle azioni di trasformazione del territorio attraverso un approfondimento delle metodologie per l'attenuazione degli impatti prodotti dagli interventi sull'ambiente e sul contesto territoriale. Grande attenzione viene dedicata non più solo agli ambiti cui viene riconosciuto elevato valore paesaggistico, ma anche a "quelli significativamente compromessi o degradati", fino a sottolineare la necessità di prevedere "linee di sviluppo urbanistico ed edilizio compatibili con i diversi livelli di valore riconosciuti", sottolineando le esigenze della salvaguardia sia dei siti patrimonio dell'UNESCO sia delle "aree agricole", che vengono per la prima volta prese in forte considerazione²⁵.

Pungetti (*Cultural heritage interface of European coastal landscapes*) che ha riferito sull'ESLAND Project, co-finanziato dal *Culture Programme of the European Commission* e dal *Cambridge Centre for Landscape and People* dell'*University of Cambridge*.

²⁴ Si veda Cialdea D. (2016). *Il paesaggio, una disciplina senza bordi*. In: Ippolito A.M. Clemente M. *L'identità dei luoghi e la piazza*, Milano: Franco Angeli, p. 165-172.

²⁵ Ad esempio la Regione Molise nell'affrontare le tematiche della nuova pianificazione paesaggistica prevede, attraverso una Convenzione con il Laboratorio I.a.co.s.t.a. dell'Università degli Studi del Molise, diretto dalla scrivente, di studiare il paesaggio attraverso la lettura delle caratteristiche paesaggistiche, attraverso la redazione di analisi sullo stato del paesaggio ed ancora attraverso la compilazione di linee-guida per il recupero del paesaggio stesso. Nello studio del paesaggio sempre più emerge la necessità di sperimentare possibili modalità ripetibili di azione nel campo della pianificazione dello sviluppo ed anche specifiche metodologie valutative. Per un approfondimento sul PPR Molise si vedano: Cialdea D., *A new landscape planning approach in areas with a strongly rural matrix*. In:

La pianificazione del destino delle aree costiere rappresenta un aspetto centrale poiché sulle aree di costa convergono gli elementi più critici dello sviluppo demografico ed economico. Il governo del territorio può essere attuato mediante una prospettiva di intervento che riguarda una pluralità di caratteri inerenti le risorse naturali e quelle artificiali per garantire una tutela delle peculiarità ambientali e territoriali.

L'analisi e il confronto tra la definizione degli obiettivi, delle strategie del piano, dei criteri di compatibilità ambientale, degli indicatori ambientali di riferimento e delle modalità per il monitoraggio sono tutti parametri che entrano in gioco ma non sono sempre sufficienti. I numerosi spunti della sessione convergono tutti sulla necessità di una visione strategica nel panorama dei singoli interventi, anche alla luce del fatto che i processi di urbanizzazione delle zone costiere interessano inevitabilmente anche i territori più interni, investiti anche da pressioni economiche legate allo sviluppo turistico che mettono a rischio l'integrità dei contesti ambientali e paesaggistici più fragili. I vari interventi hanno spesso un quadro di riferimento normativo variegato con sovrapposizioni di ruoli e di diversi soggetti istituzionali implicati, ma occorre che le operazioni finalizzate al recupero del bene "paesaggio costiero" diventino effettive occasioni per la messa a punto di processi virtuosi e condivisi per un governo della trasformazione.

Donatella Cialdea
Dipartimento di Bioscienze e Territorio
Università degli Studi del Molise

Campagna M. et al. (edited by), *Planning Support Tools: Policy Analysis, Implementation and Evaluation*. vol. chapter 5, p. 453-464, FrancoAngeli, Milano, 2012; Cialdea D, Maccarone A, *Territorial diachronic maps for the Regional Landscape Plan*, In: Campagna M. et al. (edited by), *Planning Support Tools: Policy Analysis, Implementation and Evaluation*, vol. chapter 4, p. 386-398, FrancoAngeli, Milano, 2012; Cialdea D, Sollazzo A., *Visibility analysis for identifying detractors in rural areas*. In: Campagna M. et al. (edited by), "Planning Support Tools: Policy Analysis, Implementation and Evaluation", vol. chapter 5, p. 489-500, FrancoAngeli, Milano, 2012; Cialdea D, Maccarone A., *Il Piano Paesaggistico Regionale e la mobilità sostenibile*, in PLANUM, vol. 27, 2013, p. 23-31; Cialdea D. (Edited by), *A Network for Local Identities Value / Una rete per la diffusione delle identità locali*, vol. 4, p. 1-148, Arti grafiche laegione, Campobasso, 2013; Cialdea D., Mastronardi L., *La conservazione delle risorse naturali nelle aree costiere del Molise: conflittualità tra le attività antropiche e gli obiettivi di qualità paesaggistica*, in: Accademia Nazionale dei Lincei, *XIV Giornata Mondiale dell'acqua Convegno Gestione Sostenibile del Mediterraneo Tema 4 Conservazione della biodiversità*. Roma, 2014; Cialdea D., Maccarone A., *Il territorio costiero molisano nel nuovo Piano Paesaggistico Regionale*, in: Benicasa F., *Monitoring of Mediterranean Coastal areas. Problems and measurements techniques*. CNR IBIMET, Firenze, 2014, p. 283-291; Cialdea D., *The Landscape Features in the Urban Context. Sustainable Strategies for the small town in the South of Italy*, in: Aspa Gospodini (a cura di), *Proceedings of the International Conference on Changing Cities II: Spatial, Design, Landscape & Socioeconomic dimensions*, Grafima Publ., Thessaloniki, 2015, (p. 169-179); Cialdea D, et al., *Data tourism Spatialization: a New Methodology Useful for Landscape Planning Assessment*, in: Nijkamp P. et Al. (a cura di), *5th Central European Conference in Regional Science International Conference Proceedings*. Kosice: Technical University of Kosice Imeko, Kosice, 2015, (p. 114-124).

PORTUS PISANUS AND LIVORNO: ENVIRONMENTAL, ARCHAEOLOGICAL AND HISTORICAL INTERDISCIPLINARY RESEARCH

Invited Speakers

Marinella Pasquinucci¹, Silvia Ducci², Stefano Genovesi³

¹ Scuola di Specializzazione in Beni Archeologici, Università di Firenze,
tel. +39 3398615287, e mail: pasquinnuccimarinella@gmail.com

² Già Soprintendenza per i Beni Archeologici, Firenze

³ Laboratorio di Topografia Antica, Università di Pisa

Abstract – In Antiquity Pisa and its territory had a well integrated network of sea and river ports. The main maritime one was situated NNE of present Livorno and is denominated *Portus Pisanus* by written sources in the early 5th and in the 6th Cent. AD. In the 18th and 19th centuries AD conspicuous remains of the Roman harbour settlement were still standing. Recent interdisciplinary research in the area North of Livorno and, more specifically, in the ancient *Portus Pisanus* harbour area (NNE of Livorno: S. Stefano ai Lupi, La Paduletta, Il Deserto) provides evidence of several characteristics of the site in its changing environment, based on palaeogeography, archaeology, ancient and medieval/post-medieval written sources, post-medieval drawings and maps.

This paper presents the long term history of the ancient *Portus Pisanus* mainly based on Late Roman literary sources, on archaeological excavations carried on in 2004-2009 and on the study of a few corings. From Etruscan times (7th-6th Cent. BC) to Late Antiquity (6th Cent. AD) *Portus Pisanus* was a large and probably not so deep coastal lagoon opened directly to the sea; the port structures and buildings (wooden piers, warehouse, etc.) were located along a sandy shoreline. The landing area and port activities were progressively shifted westwards due to the remarkable Luni-Livorno coastal progradation dated from the 2nd-1st Cent BC to 1830. Following the coastal dynamics, the Medieval *Portus Pisanus* developed WSW of the Late Roman one, the port of Livorno was nearby the small settlement (castello) Livorno. The first, protected by towers and closed by a chain, was the main port of the Pisan Republic. They coexisted until the silted up Medieval *Portus Pisanus* had to be abandoned. The Florentine Government progressively transformed the Livorno settlement in a new town planned by the preeminent architect Buontalenti and the Livorno port in a very innovative one.

Riassunto – *Nell'antichità Pisa e il suo territorio ebbero un sistema ben integrato di porti e approdi marittimi e fluviali; il principale, denominato Portus Pisanus da fonti scritte tardo antiche (inizio I sec. d.C., VI sec. d.C.), era ubicato sulla costa a Nord dell'attuale Livorno. Nel XVIII e XIX secolo erano ancora visibili resti cospicui del relativo insediamento. Recenti ricerche a Nord di Livorno e più precisamente nell'area dell'antico Portus Pisanus (a NNE della città, in loc. S. Stefano ai Lupi, La Paduletta, Il Deserto) hanno fornito dati relativi a molti aspetti del sito e delle trasformazioni ambientali,*

integrando indagini paleogeografiche, archeologiche, cartografiche e lo studio delle fonti scritte e documentarie.

Viene qui presentata la storia di lungo periodo dell'antico Portus Pisanus, basata soprattutto sulle fonti scritte, su scavi archeologici effettuati nel 2004-2009 e sullo studio di carotaggi. Dal periodo etrusco arcaico (VII/VI sec. a.C.) alla tarda antichità (VI sec. d.C.) Portus Pisanus fu un'ampia laguna costiera poco profonda, connessa con il mare; le strutture e gli edifici portuali (moli e banchine con pali di legno, magazzini) erano ubicati lungo una sponda sabbiosa. L'area di approdo e le operazioni di imbarco/sbarco merci dovettero essere progressivamente spostate verso Ovest a causa della notevole progradazione del litorale Luni-Livorno (II-I sec. a.C.—1830). In conseguenza di ciò, il Portus Pisanus medievale si sviluppò ad OSO del Portus Pisanus tardo antico, il porto di Livorno presso il modesto abitato ("castello") di Livorno. Il primo, protetto da torri e chiuso da catena, fu il principale porto della Repubblica pisana. I due porti coesistero finché il Portus Pisanus medievale, progressivamente interrato, dovette essere abbandonato. Sotto il Governo fiorentino l'abitato di Livorno divenne una città nuova progettata dal grande architetto Buontalenti ed il porto di Livorno una realtà innovativa.

1. Portus Pisanus: historical background and coastal dynamics

Portus Pisanus (for the toponym, see below) was the main harbour of ancient Pisa (Fig. 1, 2) and one of the main ancient ports in the Ligurian-Tyrrhenian coast between the Magra and the Tiber rivers mouths.



Figure 1 – Portus Pisanus and the Pisa ancient sea- and river ports/landings (in red).

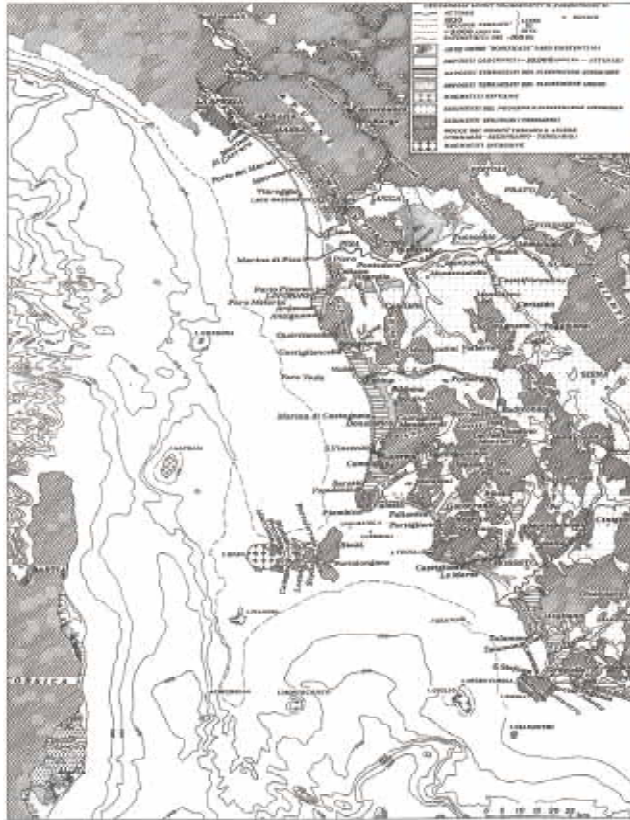


Figure 2 – The North Etruria coast (map by Renzo Mazzanti)

The coastal dynamics were largely caused by anthropogenic factors and mainly by the Roman colonization. Colonization entailed deforestation, increased agricultural and manufacturing activities, roads and channels construction which caused soil erosion, whence the westwards progradation of the Luni-Livorno coastline.

More in detail, in the early 2nd Cent. BC two “new towns” (*coloniae*) were constructed in North Western Etruria, in the frame of the Roman wars against the *Ligures*: Lucca (*Luca*: 180 BC) and Luni (*Luna*: 177 BC). As usual in the Roman colonization process, their territories were in part centuriated and assigned to the colonists.

Later, in the last decades of the 1st Cent. BC, the so called triumviral-augustan colonization took place both in the coastal district (Luni, Pisa) and in inner Etruria, especially in the Serchio and Arno Valleys (Ciampoltrini, 1981; Pasquinucci, Menchelli, 1999; Pasquinucci, Menchelli, 2003). The colonists were army veterans and received land plots in previously or newly centuriated areas.

The Luni-Livorno coastline was almost stable from the 8th to the 2nd-1st Cent. BC. In this time span a cool and relatively damp climate phase dated 9th-3rd Cent. BC was

followed by a warm phase up to the 4th Cent. AD according to most scholars (Pinna 1996, 121-124).

From the 2nd-1st Cent. BC up to about 1830 the Luni-Livorno coastline prograded 7 km westwards, mostly in correspondence of the Arno mouth and despite the sea level rise, as a result of a marked increase in alluvial sedimentation (Pasquinucci 2008; Pasquinucci, Menchelli 2009; Pasquinucci, Menchelli 2012). The period was also characterized by intense rainfalls. In the studied area evidence of several 2nd-1st Cent. BC floods is provided by the excavations at the Pisa- San Rossore Railway Station (Alinne et Al. 2016; Pasquinucci 2008) and by archaeological researches in Lucca and its territory (Ciampoltrini 2007); moreover, possibly because of the local hydrological instability, the Lucca 2nd cent. BC *centuriatio* was reconstructed in the Augustan period (Ciampoltrini 2007). Similar catastrophic events result to have affected several areas in the Mediterranean district (e.g. Rhone and Tiber floods; Aegean coast of Turkey: Leveau 2006; Allinne 2007).

The geomorphological dynamics that characterized the Tuscan coast affected most ports and calls in the late Etruscan and Roman period.

Pisa and its territory had several sea- and river- ports and landings (fig. 1), well connected by the Roman roads system since the mid 3rd Cent. BC (Pasquinucci 2014). *Portus Pisanus* was the main one, located in a coastal lagoon NNE of present day Livorno, where evidence of a sea-bed covered by pottery fragments of loaded and unloaded goods dated from the 7th/6th to the 2nd Cent. BC was recently excavated.

The harbour name is not documented until Late Antiquity, when it is mentioned as *Portus Pisanus* in two written sources: the *de reditu suo* (2, 11-12; cf. 1, 527-540), a poem composed around or shortly after AD 417 by *Rutilius Namatianus*, and the *Itinerarium maritimum* (early 6th Cent. AD).

In the *de reditu suo*, *Rutilius Namatianus*, who was *magister officiorum* and *praefectus urbi* in the early 5th Cent. BC, described his coastal navigation in AD 417 along *Latium* and *Etruria*, from *Portus* (in the present Fiumicino area, North of the Tiber mouth) to his homeland in South Gaul (Fo 1992; Wolff 2007). While coasting the Livorno rocky promontory northwards, he saw a *villa maritima* (*Triturrita*) overlooking the sea (1, 527-531: *sic villa vocatur, quae latet expulsis insula paene fretis*), evidently located at the NW edge of the promontory (possibly in the area of the present Lupi Graveyard/Cimitero dei Lupi) and, immediately later, the port basin which he defined well sheltered and impressive.

He perceived and described it as a wide open sea basin, a “maritime” port with windswept beaches and port facilities (*de reditu* 1, 527-540; 2, 11-12). Of particular interest is the mention of the extensive seagrass meadows through which his small ships (*cymbae*) navigated to reach the landing area (see below).

The *Itinerarium Maritimum* (501, 1-4) lists the Mediterranean ports and provides their position: according to this Late Roman source *Portus Pisanus* was located eighteen miles North of *Vada Volaterrana* (present Vada) and nine Roman miles South of the Arno river mouth of the time: “*a Vadis portum Pisarum m(ilia) p(assuum) XVIII, a portu Pisano Pisis, fluvius, m(ilia) p(assuum) VIII*”, therefore in the silted up area sited ENE of present Livorno and known as S. Stefano ai Lupi (figg. 1, 10).

Both sources provide data of crucial importance in relation to the characteristics of the harbour basin and its location.

Centuries later, around 1760, the Florentine medicine doctor and naturalist G. Targioni Tozzetti described the impressive ruins and abundant artefacts of the *Portus Pisanus* harbour settlement and published a map he commissioned to the engineer A. Morozzi (Targioni Tozzetti 1768). Based on his survey, the map shows the location of the *Portus Pisanus* settlement ruins and the Roman age hypothetical coastline in comparison with the 1694 and with the second half of the 18th Cent. ones.

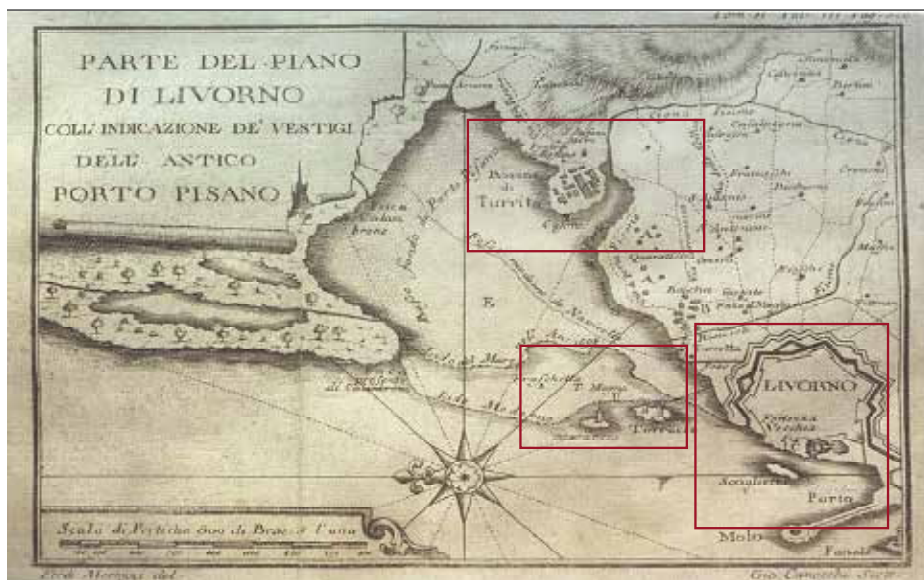


Figure 3 – A. Morozzi in Targioni Tozzetti 1768: the ancient coastline, the Roman *Portus Pisanus* ruins, the towers of the Medieval port, Livorno and its port.

The Roman *Portus Pisanus* area is visible in several 18th-19th Century maps illustrating the basin undergoing a slow but constant silting up process and the Medieval and Modern ports of Livorno.

Excavations carried out at the Northern outskirts of Livorno by the Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana together with the University of Pisa between 2004 and 2009 have identified parts of the *Portus Pisanus* basin and of a few structures belonging to the port facilities and settlement (Ducci *et alii* 2011; Ducci *et alii* 2008, 43-64; Ducci *et alii*, in press) (Figg. 4-7).

A few areas of a well preserved sandy seabed (Fig. 4) were brought to light, covered with artefacts (amphorae, pottery fragments, ballast stones, etc.) dated between the Late Archaic Etruscan age and the Late Republican Roman period (late 7th/6th Cent. BC- 2nd Cent. BC). Pottery fragments, including bucchero, Samian and Etruscan wine amphorae, were found to a depth of -198 cm below the current sea level. The stratification is composed of shallow sandy deposits, which included the finds.



Figure 4 – Archaeological excavations at *Portus Pisanus*: sandy bed.

The archaeological data provides evidence of an harbour basin area where small floating ships and/or boats loaded locally produced goods (vessels, wine in amphoras manufactured in the immediate hinterland, etc.) and unloaded sea-traded products (Samian wine, Italic wine, “petites estampilles” cups, etc.). The distribution of the pottery fragments prove the port activities were gradually shifted westwards between the 7th/6th and the first half of the 2nd Cent. BC (Ducci *et alii* 2008, 48-52).

Further WSW the excavations revealed structures of buildings (1st-6th Cent. AD) and a necropolis; the latter had been already investigated in the 19th Century.

Through centuries the harbour basin underwent silting processes, which are clearly detectable in the natural stratification: the deposition of sand layers and of substantial deposits of posidonia residues have in time changed both the seabed surface and the depth.

It is relevant to note the inner area of the Roman *Portus Pisanus* was already used as a landing place along the main coastal route in Etruscan times, although we have no evidence of wooden docks or other harbour structures in this time period. Based on the study of *Portus Pisanus* and other ancient Pisan harbours and coastal settlements such as Isola di Migliarino and Castiglioncello (Pasquinucci, Menchelli 1999, 122-141; Pasquinucci 2003, 93-97; Pasquinucci 2004) the Pisa port system entered a new development phase since the late 4th Cent. BC.

Moreover, around 283 BC Pisa (*Pisae*) stipulated a treaty with Rome and became *civitas foederata* (Pasquinucci 2003; Segenni 2011) and as such in the second half of the 3rd Cent. BC was a Roman naval base for military expeditions in Sardinia and South Gaul as documented by literary sources (Polyb. 2.27; Polyb. 3.4.2; 3,56,5; cfr. Liv. 21.39).

The excavations of the *Portus Pisanus* seabed provided considerable quantities of pottery such as tableware, cooking and common wares and amphoras, dating to the period between the end of the 4th and the 2nd cent. BC. Wine amphoras produced since the late 2nd Cent. BC in the hinterland of the port and due to reach the Western provincial markets (Ducci *et alii*, in press) were also found.

The findings lay on a sandy seabed similar to that of the Etruscan age, -160 cm ÷ - 130 cm below the current sea level. The excavations document that during this phase the sea level was between -110 and -70 cm lower than the current one.

A structure functional to boat loading and unloading belongs to the same phase (Fig. 5): a series of roughly carved blocks of local sandstone lie aligned on the sandy bottom; behind them is a row of wooden posts of varying diameter (8-15 cm), nailed to the bottom at regular intervals. The entire structure can be interpreted as part of a small pier or structure used to bind the boats or to stabilize the shoreline.



Figure 5 – Excavations at *Portus Pisanus*: part of a small pier?

Between the late 2nd and the early 1st Cent. BC a thick layer of residues of posidonia (between -130 and -90/80 cm below the current sea level) covered the former sandy seabed, all the materials fallen on it and the structure in stone blocks and wooden posts (fig. 6) Therefore this area of the harbour basin became impracticable to the small boats used for loading and unloading activities which had to be shifted south-westwards in deeper waters.



Figure 6 – Excavations at *Portus Pisanus*: layers of posidonia residues alternated to sand layers, covered by clay.

Between -60 and - 90 cm below the current sea level a layer consisting of posidonia residues and sand was also excavated. A few artifacts date this further silting up phase between the first half of the 1st Cent. BC and the 5th Cent. AD.

Starting from the Middle Ages the presence of clay deposits testify a gradual process of continentalization, that came to an end only during the 18th-19th Cent.

The excavations conducted between 2006 and 2009 led to the discovery of some buildings in the harbour district. They are located immediately below the edge of the natural terrace called Gronda dei Lupi, on a sandy soil that can be interpreted as an ancient shoreline (for buildings built on the beach overlooking the harbour basin of *Portus Cosanus* (cf. Ciampoltrini, Rendini 2004, 133, 135, Figg. 3-4). The oldest structures date back to the 3rd-2nd Cent. BC: some walls line two rooms, whose function is difficult to identify. During

the mid 1st Cent. BC this building was replaced by a new one, characterized by an open courtyard and a porch surrounded by at least 13 rooms (Fig. 7). The different orientation of the structures is perhaps due to a change in the shape of the shore where the buildings lay (Pasquinucci *et Al.* 2012).



Figure 7 – Excavations at *Portus Pisanus*: the commercial building.

Between the 3rd and the early 6th century AD the new building and the whole port lived an intense phase of commercial activities. The high number of amphora sherds reveals the relevant trade with the African provinces, the Iberian Peninsula and the Eastern part of the Mediterranean Sea (Genovesi 2010; Ducci, Pasquinucci, Genovesi 2011; Genovesi 2014).

The building entered a crisis since the second quarter of the 5th Cent. AD, shortly after *Rutilius Namatianus'* journey: a small coin hoard of the Emperors Anthemius (AD 467-472) and Leo I (AD 452-474), hidden inside the South-West corner of a room used as a *Mithraeum*, and other data document the abandonment of the room and of the whole commercial building around the mid 5th Century. A few fragments of pottery show a weak recovery between the end of the 5th Century and the mid 6th Cent. AD; the presence of African amphoras, South Italian Keay 52 and Eastern Late Roman 2 type amphoras prove

that links with the main trade routes coming from Rome and Ostia had not yet completely dissolved in the 6th cent. AD, when the site recovered part of its previous relevance.

This phase was followed by the final abandonment of the building and, presumably, of other port facilities.

As for the environmental changes between the 5th and the 6th Cent. AD, all we can assume is that the silting process went on, and the harbour area in front of the building could not be reached by boats.

Recent geoarchaeological researches (Stefaniuk *et Al.* 2007; Kaniewski *et Al.* 2018) based on corings, confirm the major changes in the geomorphological asset of the area. Cores have been extracted both in the area immediately West of the mentioned archaeological excavations and North of it, which was occupied by a large lagoon in the Etruscan and Roman time period. Based on the most recent study (Kaniewski *et Al.*, 2018), within the end of the second millennium BC the area West of the harbour settlement was occupied by sediments likely to be due to the existence of a marine bay protected from the main waves of the open sea. As the archaeological excavations show, since the Etruscan age (7th-6th Cent BC) the area with sandy seabed proved to be a good landing area for the boats sailing along the North Tyrrhenian coast.

This marine area, characterized by the presence of posidonia and substantial fluvial deposits, would have tended to silt up in later centuries, to be interested by a major continentalization process starting during the early Middle Ages (Kaniewski *et Al.*, 2018).

2. Portus Pisanus, Porto Pisano, porto di Livorno.

No evidence documents the Early Medieval Pisa ports structures although maritime activities by Pisa are attested (Baldassarri 2011; Renzi Rizzo 2011): in AD 603 pope *Gregorius Magnus* mentioned the Pisan warships *dromones* (Ep 13.26: (scil. *Pisani*) *drumones eorum iam parati ad egrediendum sunt*); in AD 774 Adelchi sailed from *Portus Pisanus* (Paul. Diac. *Hist. Langob.*, Waitz ed., p. 227). In AD 801 two ambassadors of the Baghdad caliph Harun el-Rashid landed *ad Portum Pisas*. In AD 810 Charles the Great sailed against the Saracen pirates from Pisa and *Centumcellae* (Civitavecchia), in AD 926 king Hugo of Provence landed at the Pisa port, etc.

In the Middle Ages the toponym *Portus Pisanus* was used to identify both the port of the time, located West of the silted up Roman one, and the area limited by the coastline and the Livorno hills, the Cigna /Ugione and Ardenza rivers.

In the 10th Century Pisa entered a new period of political, military, maritime and economic power. By the end of the 11th Century *Portus Pisanus* was frequently mentioned by written sources and in the second half of the 12th Century the Commune of Pisa installed the *Portus pisanus* or *Magnalis*, in large part artificial, West of the Late Roman one and closer to the *castello di Livorno*, in an area sufficiently sheltered and deep. The port was equipped with and defended by towers.

The strategy applied by the Commune to the development of the port is documented by the chronology of the new constructions: the Meloria Tower was constructed on the Meloria shoals in 1156-57.



Figure 8 – The Meloria tower, today.

In 1160 the Commune approved the construction of an artificial waterway (*carisium*) from Stagno (Livorno) to the river Arno (between S. Piero a Grado and La Vettola). In the Magnalis/Magnale two towers were constructed in AD 1162 and 1164; the spring called Fonte di Santo Stefano was established for the sailors' utility at S. Stefano ai Lupi, near the abandoned late Roman port, possibly exploiting previous Roman facilities.

In 1165 the construction of a large building was started on the banks of the Magnale (*una casa grande appresso la riva del mare di porto del Magnale per utilità dei marinari*: B. Maragone); a chain linking the two towers closed the entrance to the port Magnale and a freshwater pit was dug near the "casa dei marinai". In 1177 the construction of a warehouse ("fondaco") with tower and iron door was started as well as the nearby church dedicated to St. Nicolas, the patron saint of sailors.



Figure 9 – Genoa, Museo di Sant'Agostino: late 13th. Cent. relief showing *Portus Pisanus*, the lighthouse (left), the towers linked by a chain at the entrance to the Magnale and other buildings.



Figure 10 – Map of Livorno and territory: the ancient and the medieval *Portus Pisanus* (West of the earlier one).

The Formica tower is mentioned by the *Breve Pisani Communis* in 1287, other towers were planned and later constructed (Archeodata 2015).

In the 14th Century the Pisa Commune registers document the activities and growing importance of the Livorno port, which was located nearby *Portus Pisanus* at the far end of the Stagno and often perceived as a single entity. At the time Livorna/Livorno was a fortified castle.

In 1304 the *Lanterna* or *Fanale* was constructed in front of the Livorno port, while the *Portus Pisanus* area progressively silted up. In 1322 the *gabella* (duties) due for the goods unloaded in the two ports was equalized: until then the Livorno one was cheaper. In 1353 the collapsed warehouse (*fondaco*) *veteri pisani Portus*, constructed on the Magnale banks in 1177, was surrounded by ruins and marshes.

In the early 14th Century the ships could drop anchor:

- in the inner *Portus Pisanus*, closed by chain at the entrance, but only if unloaded, due the low water level;

- in three basins nearby the port towers and nearby Livorno, where the big ships anchored;
- in the Livorno port;
- near the Meloria Tower, a sort of roadsteads, before entering the port.

In 1406 the Florentine Republic conquered Pisa and in June 1421 purchased Porto Pisano and Livorno, at the time a small fortress and an harbour with the two docks, and started facing the silting up and environmental degradation of *Portus Pisanus*.

In 1439 the Livorno wet basin was renovated and equipped in order to accommodate both small and large vessels, while at *Portus Pisanus* the medieval towers were preserved and the construction of a few structures including the Marzocco, a new and higher (23 m) tower, was planned.



Figure 11 – Livorno, the Marzocco Tower.

From 1494 to 1509 Pisa, already declining, fought to regain its independence but was defeated. By the conflict's end the Pisan economy was shattered, the drainage system of the countryside heavily damaged, and the medieval *Portus Pisanus* almost silted up. The Florentine government turned down the project of restoring the *Portus Pisanus* efficiency supported by Cosimo I Medici. Under his rule (1537-74) trade increased but Livorno remained a castle with a modest port and a swampy area to the North, where the medieval port was located.

One century later, due to the Medici, the urban and social landscape was completely different: Francesco I (r. 1574-87) began constructing a fortified port according to his best architect's plans and Ferdinando I (r. 1587-1609) populated it with Jews, merchants, artisans, mariners.



Figure 12 – Livorno and its port, by C. Gaffuri, Firenze, Opificio delle Pietre Dure. After J. Ligozzi, commissioned by Ferdinando Medici in 1601.

Evidence of the 17th Century Livorno and of its relevance in the frame of the Medici's economic and political strategy is provided by a stone table (fig. 12) manufactured in Florence by the *Opificio delle Pietre Dure* and by the gold coin issued in 1656 by the Florentine government, showing on one side Ferdinando II Medici and on the other Livorno.

At the time Livorno was “the Medici state's greatest prize and the most innovative port in Italy” (Tazzara 2017, 1).

Bibliography

- [1] Allinne C. - *Les villes romaines face aux inondations. La place des données archéologiques dans l'étude des risques fluviaux/ Roman towns and floods. Reflexion about the role of archaeological data in the study of fluvial hazards*, *Géoarchéologie* (2007) 13, (1), 1 - 39.
- [2] Allinne C., Morhange C., Pasquinucci M., Roumieux C. - *Géoarchéologie des ports de Pise « Stazione Ferroviaria San Rossore » et de Portus Pisanus. Dynamiques géomorphologiques, sources antiques et données archéologiques*, *Revue Archéologique de Narbonnaise* (2016) 44, 321-338.
- [3] ArcheoData Soc. Cooperativa - *Relazione di rischio archeologico per l'area della Torre del Marzocco*, Dicembre 2015, Progetto preliminare Lavori di attuazione delle previsioni di acquaticità delle Torre del Marzocco, Allegato 1
www.va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/1672/2905?mode=export
- [4] Baldassarri M. - *Strutture portuali e comunicazioni marittime nella Toscana medievale alla luce della fonte archeologica (VIII- inizi XIII secolo)*, in *I sistemi portuali della Toscana mediterranea* (2011), Pacini ed., Pisa, 81- 115.
- [5] Ceccarelli Lemut M.L. - *Il sistema portuale pisano e i porti minori della Toscana nel Medioevo*, in *I sistemi portuali della Toscana mediterranea* (2011), Pacini ed., Pisa, 117- 132.
- [6] Ciampoltrini G. - *Note sulla colonizzazione augustea nell'Etruria settentrionale*, *Studi Classici e Orientali* (1981) 31, 41-55.
- [7] Ciampoltrini G. - *La seconda fase della guerra: dall' attacco a Pisa alla presa del Ballista (193-179 a.C.)*, in De Marinis R.C., Spadea G. eds., *I Liguri. Un antico popolo europeo tra Alpi e Mediterraneo* (2004), Milano, 306-307.
- [8] Ciampoltrini G. - *Ad limitem. Paesaggi d'età romana nello scavo degli Orti del San Francesco in Lucca*, (2007) Lucca.
- [9] Ciampoltrini G., Rendini P. - *Il sistema portuale dell'ager Cosanus e delle isole del Giglio e Giannutri*, in *Le strutture dei porti e degli approdi antichi*, Atti II Seminario ANSER/Anciennes Routes Maritimes Méditerranéennes, INTERREG III B MEDOCC, Roma 2004, Gallina Zevi A., Turchetti R. eds., (2004), Rubbettino Ed., Soveria Mannelli, 127-150.
- [10] Ducci S., Pasquinucci M., Genovesi S. - *Portus Pisanus nella tarda età imperiale (III-VI secolo): nuovi dati archeologici e fonti scritte a confronto*, in *I sistemi portuali della Toscana mediterranea. Infrastrutture, scambi, economie, dall'antichità ad oggi*, M.L. Ceccarelli Lemut, G. Garzella, O. Vaccari eds., (2011), Pacini ed., Pisa, 11-56.

- [11] Ducci S., Pasquinucci M., Genovesi S., Picchi G. - *Nuovi dati dagli scavi in loc. Il Deserto (2004-2007). Le più antiche fasi di frequentazione dell'area di Portus Pisanus (VII-V sec. a.C.)*, in *Coste e mari della Toscana. Archeologia e storia di una regione del Mediterraneo, (Atti del Convegno, Livorno, 17 dicembre 2007)*, Firmati M. ed., (2008), Pacini ed., Pisa, 43-64.
- [12] Ducci S., Pasquinucci M., Menchelli S., Genovesi S. - *Il Portus Pisanus ed il suo retroterra produttivo. Le ricerche recenti (2004-2009)*, in *Porti antichi e retroterra produttivi (Atti del Convegno Internazionale, Livorno, 26-28 marzo 2009)*, Hesnard A., Pasquinucci M., Facella A. eds., in press.
- [13] Fo A. - *Rutilio Namaziano. Il Ritorno*, (1992), Einaudi, Torino.
- [14] Genovesi S. - *Materiali tardoantichi dal Portus Pisanus (S. Stefano ai Lupi, Livorno)*, in *LRCW 3, Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and Amphorae in the Mediterranean, Archaeology and Archaeometry. Comparison between western and eastern Mediterranean (Proceedings Congresso Internazionale, Parma-Pisa marzo 2008)*, Menchelli S., Santoro S., Pasquinucci M., Guiducci G., (B.A.R. Int. Ser., 2185), I, 2010, Oxford, 337-344.
- [15] Genovesi S. - *Contenitori da trasporto dall'area del Portus Pisanus e rotte commerciali tirreniche tra IV e VI sec. d. C.: nuove evidenze dalla campagna 2009*, in *LRCW 4, Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and Amphorae in the Mediterranean, Archaeology and Archaeometry. The Mediterranean: a market without frontiers (Proceedings 4th Conference on Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and Amphorae, Thessaloniki, 2011)*, BAR Intern. Ser. 2616, Poulou-Papadimitriou N., E. Nodarou E., V. Kilikoglou V., (2014), Oxford, BAR Publ., 993-1003.
- [16] Kaniewski D., Marriner N., Morhange C., Vacchi M., Sarti G., Rossi V., Bini M., Pasquinucci M., Allinne C., Otto T., Luce F., Van Campo E. - *Holocene evolution of Portus Pisanus, the lost harbour of Pisa*, (August 2018), Scientific Reports 8, Article number: 11625.
- [17] Leveau Ph.- *Les inondations du Tibre à Rome: politiques publiques et variations climatiques à l'èpoque romaine*, in Hermon E. (ed.), *Vers une gestion intégrée de l'eau dans l'Empire Romain*, (2008), Atlante Tematico di Topografia Antica, XVI Suppl, L'Erma di Bretschneider, Roma, 137-146.
- [18] Mazzanti R. (editor) - *La pianura di Pisa e i rilievi contermini*,(1994), Società Geografica Italiana, Roma.
- [19] Menchelli S., Pasquinucci M. - *Roads, infrastructures, maritime and river routes in North coastal Etruria*, in *Centro y periferia en el mundo clasico/ Centre and periphery in the ancient world*, Proceedings CIAC (Congresso Internacional Arqueologia Clasica, 18, Merida 2013), 715-719.
- [20] Morhange Ch., Marriner N., Baralis A., Blot M.L., Bony G., Carayons N., Carmona P., Flaux Cl., Giaime M., Goirans J.-Ph., Kouka M., Lena A., Oueslati A., Pasquinucci M., Porotov A. - *Dynamiques géomorphologiques et typologie géoarchéologique des ports antiques en contextes lagunaires*, (2015), Quaternaire, 26, (2), 117-139.
- [21] Pasquinucci M. - *Pisa e i suoi porti in età etrusca e romana*, in Tangheroni M (ed.), *Pisa e il Mediterraneo. Uomini, merci, idee dagli etruschi ai Medici*, (2003), Electa, Milano, 93-97.

- [22] Pasquinucci M. 2004 - *Paleogeografia costiera, porti e approdi in Toscana*, in De Maria L., Turchetti R. (eds.), *Evolución paleoambiental de los puertos y fondeaderos antiguos en el Mediterráneo occidental*, Proceedings del I Meeting ANSER (Interreg IIIB MEDOCC), *El patrimonio arqueológico submarino y los puertos antiguos, Alicante* (2003), De Maria L., Turchetti R. eds., (2004), Rubbettino ed., Soveria Mannelli, 69-73.
- [23] Pasquinucci M. - *I porti di Pisa e di Volterra. Breve nota a Strabone 5.2.5, 222C.*, *Athenaeum* (2007), 95, 677-684.
- [24] Pasquinucci M. - *Water Management practices and risk management in North Etruria (Archaic period to Late Antiquity): a few remarks*, in Hermon E. (ed.), *Vers une gestion intégrée de l'eau dans l'histoire environnementale: savoirs traditionnels et pratiques modernes*, (2008), Roma, 147-156.
- [25] Pasquinucci M. - *I sistemi portuali di Pisa e Volterra dalla romanizzazione al tardo-antico*, in *Leben auf dem Lande. 'Il Monte' bei San Gimignano: Ein römischer Fundplatz und sein Kontext*, G. Schoerner ed., (2013), Wien, 223-231.
- [26] Pasquinucci M. - *An efficient communication network: Roman land, sea and river routes in north-western Etruria*, in *Honesta missione. Festschrift für Barbara Pferdehirt*, Monogr. Römisch-Germanischen Zentralmuseums, (2014), 100, Mainz, 33-48.
- [27] Pasquinucci M., Ducci S., Menchelli S., Ribolini A., Bianchi A., Bini M., Sartini S. - *Ground penetrating radar survey of urban sites in North Coastal Etruria: Pisae, Portus Pisanus, Vada Volaterrana*, in *Urban Landscape Survey in Italy and the Mediterranean*, Vermeulen F., Burgers G.-J., S. Keay S., C. Corsi C. eds., (2012), Oxbow Books, Oxford, 149-159.
- [28] Pasquinucci M., Menchelli S. - *The landscape and economy of the territories of Pisae and Volterrae (coastal North Etruria)*, *Journal Roman Archaeology*, (1999), 12 (1), 122-141.
- [29] Pasquinucci M., Menchelli S. - *Insedimenti e strutture rurali negli agri Pisanus e Volaterranus*, *Journal Roman Topography*, (2003), 12, 137-152.
- [30] Pasquinucci M., Menchelli S. - *Variazioni climatiche nella Toscana nord-occidentale: indagini multidisciplinari e prime riflessioni*, in Hermon E. (ed.), *Société et climats dans l'Empire romain. Pur une perspective historique et systémique de la gestion des ressources en eau dans l'Empire romain*, (2009), Editoriale Scientifica, Napoli, 377-388.
- [31] Pasquinucci M., Menchelli S. - *Landscape transformations in North Coastal Etruria*, in *Landscape Archaeology between art and Science. From a Multi- to an Interdisciplinary Approach*, *Proceedings Landscape Archaeology Conference* (Amsterdam 2010), Kluiving S., Guttman- Bond E. eds., (2012), Amsterdam, 179-196.
- [32] Pasquinucci M., Menchelli S. - *Il sistema portuale di Pisa: dinamiche costiere, import-export, interazioni economiche e culturali (VII sec. a.C.-I sec. d.C.)*, *Bollettino di Archeologia online*, Numero Speciale, (2010), www.beniculturali.it/bao
- [33] Pasquinucci M., Menchelli S. - *Rural, urban and suburban communities and their economic interconnectivity in Coastal North Etruria (2nd cent.BC-2nd cent. AD)*, in *The economic integration of Roman Italy. Rural communities in a globalizing world*, de Haas T.C.A., Tol G.W., eds., (2017), Leiden-Boston, (Mnemosyne Suppl.), 322-341.
- [34] Pinna M. - *Le variazioni del clima*, (1996), Milano.

- [35] Renzi Rizzo K. - *La Toscana e il mare nelle fonti scritte dei secoli VIII-XI*, in *I sistemi portuali della Toscana mediterranea. Infrastrutture, scambi, economie, dall'antichità ad oggi*, Ceccarelli Lemut M.L., Garzella G., Vaccari O. eds., (2011), Pacini ed., Pisa, 59-80.
- [36] Segenni S. - *I decreta Pisana. Autonomia cittadina e ideologia imperiale nella colonia Opsequens Iulia Pisana*, (2011), Documenti e studi 47, Edipuglia, S. Spirito Bari.
- [37] Stefaniuk L., Roumieux C., Morhange Ch., Pasquinucci M. - *Dynamiques environnementales du complexe deltaïque Arno/Calambrone à l'Holocène récent et localisations des ports de Pise/Livourne*, poster (2007), Archéométrie '07, Colloque du G.M.P.C.A., Aix-en-Provence.
- [38] Targioni Tozzetti G. - *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, II, (1768), Firenze.
- [39] Tazzara C. - *The free port of Livorno and the transformation of the Mediterranean world 1574-1790*, (2017), Oxford University Press.
- [40] Vaccari O. - *Infrastrutture e regolamenti del porto di Livorno dal Medioevo alla prima età moderna*, in *I sistemi portuali della Toscana mediterranea. Infrastrutture, scambi, economie dall'antichità a oggi*, Ceccarelli Lemut M.L., Garzella G., Vaccari O. eds., Pacini ed., Pisa, 183-208.
- [41] Wolff E. - *Rutilius Namatianus. Sur Son Retour*, (2007), Les Belles Lettres, Paris.

MORFOGENESI E PERCEZIONE DELLA CITTÀ NEL DIALOGO DINAMICO TRA TERRAFERMA E ACQUA

Invited Speakers

Claudio Saragosa¹, Michela Chiti²

¹DiDA - Università degli Studi di Firenze, via Pier Antonio Micheli 2 - 50121 Firenze,
tel. +39 (0)55 2756468, e-mail: claudio.saragosa@unifi.it

²DiDA - Università degli Studi di Firenze

Riassunto – Riconoscere le forme, e assegnargli un significato, dipende dalla nostra capacità di collegare dinamicamente queste forme a qualcosa di gelosamente conservato in noi stessi, nelle nostre memorie: memorie genetiche, memorie culturali, memorie personali. Il significato che attribuiamo alle cose che sentiamo è costruito nella percezione delle stesse cose che sentiamo attraverso la nostra identità mnemonica interiore, e a volte impenetrabile. Quando questo processo di interpretazione dei sentimenti porta a reazioni interne, queste reazioni si chiamano emozioni. Quando tra il sé e le forme che appaiono di fronte ad esso, le forme si collegano come immagini speculari, questo legame si chiama empatia.

L'obiettivo è comprendere come forma (morfologia) e flusso (ecologia) si intrecciano, e come queste complesse relazioni interagiscono con la percezione, l'emozione e la cognizione umana.

Ma quale è la forma ed il rapporto tra le forme risultanti dalla coevoluzione tra il luogo e l'interazione con gli strumenti cognitivi e la sensibilità umana? Quali sono i luoghi delle molteplici identità complesse in cui si dipana il dinamico dialogo tra terraferma e acqua?

Abstract – *Recognizing forms, and giving them meaning, depends on our ability to dynamically connect these forms to something jealously preserved in ourselves, in our memories: genetic memories, cultural memories, personal memories.*

The meaning we attribute to the things we hear is constructed in the perception of the same things we felt through our inner, and sometimes impenetrable, mnemonic identity. When this process of interpretation of feelings causes internal reactions, these reactions are called emotions. When between the self and the forms that appear in front of it, the shapes connect like mirror images, this relationship is called empathy.

The aim is to understand how form (morphology) and flow (ecology) intertwine, and how these complex relationships interact with human perception, emotion and cognition.

But what is the form and relationship between the shapes resulting from the co-evolution between the place and the interaction with cognitive tools and human sensitivity? What are the places of the multiple complex identities in which the dynamic dialogue between land and water unfolds?

Dare forma al mondo, dare forma alla città dell'uomo

Per Salvatore Settis [33] fra l'inquinamento ambientale e la pessima qualità formale che caratterizza alcuni degli spazi non vi è una gran differenza: l'uno, potremmo dire, colpisce la salute del corpo, l'altro la salute della mente, disturbata da tanta bruttezza. Lo spazio in cui viviamo infatti, per l'autore, fornisce coordinate di vita, di comportamento e di memoria, costruisce l'identità individuale e quella, collettiva, delle comunità. Talvolta lo spazio che ci circonda si presenta talmente degradato quasi che si possa pensare produca una nuova forma di angoscia territoriale, fobia che proverebbe colui che pur vivendo nei propri luoghi non li riconoscerebbe più perché devastati da mostri di cemento o da altre radicali alterazioni del paesaggio, che ne annientano la familiarità. Settis propone di utilizzare per connotare i fenomeni di perdita di immagine collettiva, un termine coniato sulle patologie del corpo individuale e parlare così dismorfobia della comunità.

Rimane aperto il problema della costruzione di una prassi che permetta di arginare il giudizio di qualità delle forme dello spazio dato da una semplice valutazione su base individuale per far emergere una più complessa valutazione qualitativa dei caratteri dello spazio come giudizio su base collettiva. Il modernismo (e il macchinismo collegato) aveva tentato di porre l'accento su uno spazio razionale alimentato da una ricerca sull'astrazione come fondamento di una nuova estetica. Ma già nel secondo dopoguerra anche il movimento moderno aveva ben chiaro che, secondo anche il pensiero di Richard Neutra [21], lo spazio che ci circonda è continuamente costellato di significative associazioni diversificate, non è mai adirezionale come gli euclidei vorrebbero; lo spazio, fisiologicamente concepito, non è mai neutro: lo spazio genera emozioni. Con la seconda metà del novecento questi concetti divengono soggetti a molti approfondimenti con il pensiero, fra i tanti, di Martin Heidegger, Maurice Merleau-Ponty, Gaston Bachelard, studiosi che hanno sviscerato le caratteristiche qualitative dello spazio. È con gli anni '60 che Kevin Lynch [13], influenzando e influenzando molti autori fra cui Christian Norbert-Schulz, Kenneth Frampton, Kent Bloomer, Charles Moore, giunge alla definizione di un approccio più solido alla valutazione dello spazio urbano, ciò che l'autore chiamerà un'immagine pubblica della città.

Lo spazio, quando viene generato, ha bisogno sia di una verifica ecologica, sia di una verifica percettiva, deve, in questo ultimo caso, entrare in contatto con il modo di sentire profondo che caratterizza la psiche umana. Lo spazio urbano per dare qualità alla vita che accoglie non può che entrare in sintonia con un senso che caratterizza il modo in cui l'uomo stesso si sente appagato spiritualmente. Al contempo le forme dello spazio antropico non devono soddisfare il solo sentire sensuale, hanno anche il bisogno di resistere (ma anche di alimentarsi) ai flussi di materia ed energia di cui il mondo naturalmente è caratterizzato. Insomma cerca, nella gestione dei flussi, un equilibrio dinamico con forme che presentandosi alla percezione possono dare una soddisfazione di tipo empatico. Non si tratta mai, quindi, di una gestione corretta di flussi senza occuparsi delle forme. Si tratta piuttosto di andare verso l'individuazione di quella trama che connette noi, come abitanti, al mondo, caratterizzato da quelle forme che gestiscono flussi, in cui siamo immersi.

La città e il territorio, quindi, sono sempre forme che sostengono flussi e sempre flussi che generano forme: è questa unità, questa trama fondamentale, che costituisce il mondo in cui i nostri corpi sono affondati. La città e il territorio esistono in quanto io sono immerso e in movimento dentro di loro, sto nuotando nelle loro forme e nei loro flussi, mi

sto muovendo attraverso un calderone atmosferico di stimoli cangianti, coinvolgendo o confrontando molteplici sensazioni [14].

C'è modo e modo di costruire progetto, nel senso di generare il mondo che ancora non è manifesto di fronte a noi. Un primo modo, meccanico, consiste nel proporre soluzioni che mal si raccordano con la complessità ecologica del mondo o con la capacità percettiva degli uomini. Un progetto che getta nel mondo una forma che gestisce male o i flussi dell'ambiente o le forme a cui l'uomo reagisce emotivamente in modo negativo. Questi ultimi sono approcci gestuali e idiosincratici che tendono a lacerare la trama fondamentale di cui è composto il mondo vitale. Un secondo modo, organico, conserva la sapienza stratificata nei tentativi di gestire flussi e forme, in un approccio basato su tentativi ed errori con correzione del processo in un'ottica di co-evoluzione fra ambiente e specie. In questo secondo approccio non conta tanto la pura creatività del progettista, quanto piuttosto la sua capacità di innovazione rispetto ad un materiale informativo raccolto nella storia evolutiva delle soluzioni di configurazione dello spazio. Questo secondo approccio si alimenta di un metodo variamente strutturato sviluppato in tempi recenti da vari studiosi in varie aree culturali fra Europa e Stati Uniti. Tutti questi approcci si basano sul concetto di informazione accumulata in un punto astratto, definito variamente con i termini di meme, tipo, pattern, configurazione spaziale.

Meme, tipo, pattern, configurazione spaziale

Richard Dawkins [8] è stato uno dei primi a pensare che si possa costruire un'analogia fra il gene e degli elementi sintetici culturali che permettono di raccogliere soluzioni di relazioni proficue variamente sperimentate nel tempo con l'ambiente che accoglie. I geni sono replicatori di soluzioni che nel passato hanno avuto una lunga teoria di prove e correzioni degli errori. I geni quindi permettono l'evoluzione attraverso la sopravvivenza differenziale di entità che si replicano. Come i geni per l'evoluzione genetica, Dawkins pensa a dei memi per la cultura umana: memi sono melodie, idee, frasi, mode, modi di modellare vasi o costruire archi. Proprio come i geni si propagano nel pool genico saltando di corpo in corpo tramite spermatozoi o cellule uovo, così i memi si propagano nel pool memico saltando di cervello in cervello tramite un processo che, in senso lato, si può chiamare imitazione.

Un concetto simile a quello di meme quindi viene individuato da una scuola di architettura sotto la direzione di Saverio Muratori [4], il quale definisce il concetto di tipo. Per esempio il tipo edilizio è una sorta di memoria delle esperienze del passato una sintesi a priori che esiste nella mente dell'artefice prima di realizzare, ad esempio, una casa, e non è una prefigurazione di uno o pochi aspetti che saranno assunti dal prodotto costruito, ma di tutti insieme: è un vero e proprio organismo, invertebrato l'intera realtà della casa prima che questa esista fisicamente. Christopher Alexander [1] [2] definisce qualcosa di simile accedendo al concetto di pattern ovvero entità come sistemi di elementi fra loro interrelati che combinati generano lo spazio fisico che ci circonda. L'autore si concentra nella definizione dei *patterns in the world* (lo spazio fisicamente realizzato che ci circonda) e pattern concettuali (*patterns in our minds*). Questi ultimi non sono altro che astratte rappresentazioni di regole morfologiche che definiscono i patterns che troviamo realizzati nel mondo. Gli uni sono ovviamente differenti dagli altri. I patterns realizzati nel mondo

semplicemente esistono; gli altri (*i patterns in our minds*) sono dinamici, hanno una forza, sono generativi: ci dicono cosa dobbiamo fare, ci dicono come, in certe condizioni, possiamo modificare concretamente lo spazio fisico che ci circonda.

Più recentemente [28] è stato proposto il concetto di configurazione spaziale da correlare a quello di spazio configurato. Lo spazio configurato è quello che si distende di fronte a noi frutto di lunghi processi di strutturazione che hanno trasformato la natura originaria in territorio degli uomini. Questo spazio configurato ha quindi la propria identità, una propria forma che gestisce le complesse ecologie che ogni porzione della Terra necessariamente offre, dando la possibilità alla vita di svilupparsi. Nella decodificazione dei segreti che lo spazio configurato ci offre, possiamo individuare quel sistema di principi morfologici con cui la vita (e soprattutto la vita degli uomini) riesce a gestire i flussi di materia-energia a lei necessari. Dallo spazio configurato possiamo estrarre quei caratteri della forma che dispiegati nell'ambiente sostengono la generazione organica dello spazio che ci circonda. La configurazione spaziale (un meme, un tipo, un pattern) raccoglie l'informazione preziosa data dalla continua relazione del sapere con l'ambiente fluttuante in cui la vita si trova a svolgersi, un sapere che, come un gene, accumula e sedimenta come una memoria del modo in cui nel tempo si può trovare una soluzione alle problematiche di generazione dello spazio che ci attornia.

Memorie e configurazioni spaziali (meme, tipo, pattern)

La *configurazione spaziale* è un accumulatore di informazione, è quindi una *memoria*. Il *tipo*, infatti, accumula le soluzioni che provate e riprovate vengono selezionate nel processo fluido del farsi di una configurazione in relazione al contesto in cui viene ad essere prodotta. Il *tipo* impara, nel lungo periodo, a risolvere i problemi dell'organizzazione spaziale e della gestione dei flussi provando quale decisione sembra risolvere nel modo migliore l'accoppiamento fra il soggetto e l'ambiente proprio di riferimento. Un processo che potremmo definire *darwiniano*, un processo con prove e correzione di errori, un processo di selezione di configurazioni che in quel momento e in quel luogo sembrano essere le più opportune, scartando le configurazioni che non risolvono nessuno dei problemi emergenti. Nel campo della produzione artistica questo processo continuo di selezione delle forme mediante la generazione e rielaborazione di materiale formale è fondamentale. È evidente quanto, in quel caso, siano necessari i processi di definizione del risultato mediante l'attivazione della catena sensazione-percezione-emozione: la rappresentazione formale è sempre prodotta con un attento processo di contestualizzazione delle semplici pennellate sottoposte a continua valutazione da parte dell'artista. Nei prodotti dell'organizzazione dello spazio la situazione è davvero più complessa perché non solo è necessario individuare una forma che soddisfi la catena sensazione-percezione-emozione, ma anche perché tale forma deve essere in grado di gestire i flussi di materia-energia. Questa complessità richiede quindi una lunga fase di preparazione nel processo di tentativi ed errori, in modo da accumulare quelle *configurazioni spaziali* che possono risolvere i problemi percettivi in uno spazio non più piatto come una pittura, uno spazio deve essere usufruito sempre muovendosi al suo interno. Qualsiasi forma della vita, funziona, nello stesso modo. Il DNA accumula informazione capace con il dispiegarsi di generare un nuovo individuo.

Questo avvicinamento metaforico fra *tipo* e DNA è apparso a molti possibile. Se consideriamo il *tipo* come ente capace di accumulare una memoria capace di generare nuove configurazioni, la metafora sembra ancora più pertinente. Del resto l'*archetipo*, come lo vorrebbe Jung, sembra avere proprio un'origine genetica, un modo istintuale, una spinta interiore, una pulsione profonda a organizzare il mondo che deriva non tanto dalle informazioni accumulate dalle singole individualità, ma da quelle accumulate nell'evoluzione della specie a cui si appartiene. Un modo di organizzare il mondo che Kandel [10], direbbe essere *cablato*, iscritto nell'organizzazione genetica del sistema nervoso così come si è prodotto nella lunga evoluzione delle specie accumulando fasci nervosi ad altri fasci nervosi, memorie a memorie. Questa interiorità profonda è quella che, probabilmente, ci dà il senso di alcune cose così come le percepiamo, in quanto il percepire è anche dovuto a questa nervosità nascosta. Come diceva Maurice Merleau-Ponty [17] è dovuto a tensioni che, come linee di forza, *attraversano il campo visivo e il sistema corpo proprio-mondo e che l'animano di una vita sorda e magica imponendo qua e là torsioni, contrazioni e gonfiamenti.*

Sebbene il modo in cui ci relazioniamo al mondo derivi in gran parte dalle esperienze individuali acquisite, le memorie esperenziali, alcuni comportamenti e il modo in cui ci costruiamo un senso del mondo deriva evidentemente dal nostro *cablaggio*, dal modo in cui si è costituita nel tempo la nostra interfaccia con l'ambiente, ovviamente per favorire la sopravvivenza nel cosmo tumultuoso che ci circonda. La nostra *cablatura* dipende insomma dal modo in cui ci siamo evoluti nel tempo lungo, ma la nostra *cablatura* è anche il modo in cui si organizzano molti fattori con cui percepiamo ed organizziamo il mondo; il modo con cui sentiamo istintivamente le cose che circondano il nostro corpo. E nonostante le diversità strutturali dei singoli individui, queste emersioni dal profondo appaiono come modi collettivamente simili di galleggiare nel mondo fluido che ci circonda. Gli *archetipi* che emergono sono prodotti da questa gestione complessa della memoria genetica sedimentata nell'*archetipo inconscio collettivo*, nel sentire-percepire collettivo. Nella configurazione dello spazio, l'*archetipo* non può essere negato (e come potremo del resto farlo essendo parte profonda del nostro modo di essere), l'*archetipo* può essere solo scoperto e gestito per rendere ancora più efficace l'attivazione dei processi di significato, fra cui forse la bellezza.

Ma è con i *tipi* che il problema si fa ancora più interessante. Infatti, con il *tipo*, la memoria che si raccoglie è quella del farsi della soluzione nel confronto serrato con l'ambiente di riferimento, nel ricercare la configurazione dello spazio-materia che risolva i problemi della forma e i problemi del flusso. La soluzione ad un problema emergente, la soluzione ad un problema di *accoppiamento* di un organismo con il proprio ambiente non può essere mai di tipo semplicemente estemporaneo. Ovviamente, in questo processo di tentativi ed errori, giocano un ruolo fondamentale i processi stocastici. Lanciamo molte frecce ma solamente alcune centrano il bersaglio. Gioca un ruolo fondamentale il caso, ma non è solo il caso a guidare il processo: è il lancio del dardo che colpisce il bersaglio e il bersaglio è il criterio selettivo. Forse la traiettoria dei dardi è casuale, ma solo i dardi che colpiscono il bersaglio vengono selezionati come enti che possono perdurare per dare corpo alla complessa relazione fra creatura ed ambiente. Un *tipo* che nasce per risolvere alcune configurazioni spaziali, raccoglie, in una memoria, i mille tentativi fatti per risolvere il problema e soprattutto raccoglie quei tentativi che aumentano il grado di complessità della configurazione nella gestione di forma e flusso. Ad ogni tentativo si compiono errori che,

corretti passo dopo passo, portano ad accumulare quel sistema informativo che porterà ad un dispiegamento corretto della *configurazione spaziale*. Il *tipo* (*sintesi a priori, principio euristico, gene operante*) è la conoscenza delle relazioni corrette accumulate dopo il percorso sperimentale di contatto fra creatura operante e mondo circostante.

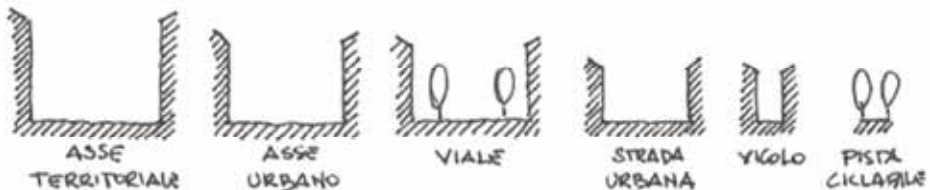


Figura 1 – Le diverse configurazioni spaziali della strada. Titolo della ricerca del DiDA: “Attività di collaborazione tecnico-scientifica di supporto alla revisione del Regolamento Urbanistico del Comune di Cecina”. Coordinatore: Prof. C. Saragosa.

Figure 1 – The different spatial configurations of the road. Research title of DiDA: "Technical-scientific collaboration activities supporting the review of the Urban Regulations of the Municipality of Cecina". Coordinator: Prof. C. Saragosa.

Quando si parla di configurazione delle strutture dello spazio antropico, sebbene i *tipi* non siano *archetipi*, non appartenendo a nessuna costruzione di origine genetica profonda e nascosta, ma essendo il frutto di processi a tentativi ed errori che si accumulano in una memoria labile, essi comunque rispondono a problemi di ordine collettivo: una strada deve *significare* strada, non per un singolo individuo, ma per tutti gli individui di una comunità. Quindi il processo selettivo non seleziona soltanto quelle configurazioni che rispondono a criteri percettivo-emozionali (e ai modi di gestire i flussi) dell'individuo, ma soprattutto quelle soluzioni che rispondono al sentire che matura all'interno di un'intera comunità, che in quel mondo configurato deve riconoscersi e vivere. Il *tipo* accumula le soluzioni corrette che vengono sottoposte al vaglio dell'intera comunità presente in un luogo. Forma, appunto, un linguaggio comune capace di attivare proprio *quei* significati profondi sviluppati e per questo comprensibili proprio da *quella* comunità.

I *tipi* sono sottoposti di continuo ad un aggiornamento, come si evolve continuamente una *pool genetico* o una lingua viva. E' nel continuo relazionarsi fra memoria depositata nel *tipo* e confronto con l'ambiente di riferimento, fluido e mutevole, che il set informativo si aggiorna, risponde al *divenire* adattandosi. Il *tipo* si dispiega contestualizzandosi e nel farsi materia-spazio si misura con la complessità ambientale aggiornandosi, imparando dalla relazione con l'intorno fluente a farsi più capace di rispondere al mondo mutato anche solo dalla propria presenza. Inchinandosi al futuro che incombe, il passato sedimentato nel *tipo*, porge tutta la sua *sapienza* al presente che scorre nel suo farsi mondo sfuggente. Il *tipo*, insomma, non è un ente statico, evolve; modifica continuamente le *informazioni* che lo compongono. Qualora entri in contatto con nuove situazioni che chiedono di essere risolte, dispiega tutta la sapienza accumulata e in questo dispiegarsi (in questo contatto con il mondo caotico) apprende modi nuovi di risolvere i

problemi di forma e di flusso. La comunità, che lo usa, valuta la sua applicazione e nel valutarla corregge gli eventuali errori che emergono nel suo dispiegamento. Unisce il *tipo* che agisce ad un livello di scala, con i *tipi* che agiscono agli altri livelli (unisce il dispiegarsi del *tipo* di casa, il *tipo* edilizio, con il dispiegarsi del *tipo* di scala più vasta, ad esempio il *tipo* di strada, il *tipo* urbano), correggendo gli eventuali elementi di disordine che si presentano nella relazione dei *tipi* alle diverse scale. La sintesi è lunga; è un lungo processo di apprendimento che si svolge nel tempo, e questo processo di apprendimento è governato dalle informazioni accumulate nella storia e aggiornate continuamente nell'organizzare la materia-spazio secondo forme percepite che attivano emozioni e secondo l'amministrazione dei flussi che l'ambiente cangiante presenta in quel punto dell'universo.

È in questo processo che si accumula *informazione*, un'informazione ricca e condivisa, una memoria che si accumula nelle pietre (disposte secondo che relazioni distillate nel lungo processo di selezione delle forme e dei flussi); che si accumula nelle memorie fisiche extra somatiche (i libri, i manuali, le foto, le pitture, ecc.); che si accumula nelle memorie collettive delle *civitas* che abitano le *urbs* [25] e che producono quel senso di appartenenza ai luoghi a cui gli uomini si sentono vicini perché sanno decodificare i significati nascosti nelle forme e nei flussi dal luogo stesso generati; che si accumula nei processi sinapto-genetici cerebrali quando si nasce in un luogo e il primo rapporto che abbiamo con l'ambiente produce in noi le prime *rappresentazioni disposizionali* [6] che ci accompagneranno perennemente durante il corso della vita; che si accumula nella memoria cerebrale, sotto forma di funzionalità acquisite, quando il nostro corpo distilla informazione nell'esperienza continua della materia-spazio che lo attornia nella sua specifica organizzazione prodottasi nel tempo. La cultura di generazione della materia-spazio (le informazioni accumulate nelle memorie dal dispiegamento dei tipi nel farsi del mondo), influenza il modo di operare che si svolgerà a partire proprio da quell'accumulo di soluzioni verificate nel tempo e sottoposte al lungo processo di valutazioni per tentativi ed errori. Non si ri-inizia continuamente da zero, si corregge solamente quel costruito che al cospetto di un mondo variato anche solo da questo dispiegarsi di informazione accumulata deve essere organizzato diversamente; non si ri-inizia ma si implementa la nostra memoria quando emergono, perché scoperte, nuove qualità della materia-spazio che prima non venivano lette nella loro possibile utilità. Questo processo di accumulo è evidentemente quello che garantisce che la nostra informazione sia verificata (prove ed errori, prove ed errori, prove ed errori, ...), ma è anche quello che ci permette di selezionare *una via* (usando il carattere inclinato perché le *vie* sono infinite, come nell'evoluzione delle specie le specie possibili sono infinite e forse quelle oggi inimmaginabili nell'evoluzione della vita, fra poco si produrranno) nella complessità fluttuante del mondo.

I nostri *tipi* (come il linguaggio, o come il genoma che conserva le informazioni per il dispiegamento della vita) raccolgono e pietrificano le informazioni che dispiegate producono le soluzioni spaziali che organizzano la materia-spazio nel mondo. E questo sistema di *tipi* sarebbe negativo se fosse un rigidissimo sistema che non si evolve con l'evoluzione della comunità nel mondo. Un linguaggio sarebbe solo negativo se non riuscisse a inventare nuovi simboli capaci di interpretare un mondo che necessariamente evolve, se non fosse capace di descrivere con vocaboli nuovi il mondo cangiante del divenire, se non fosse adatto ad evolversi nella definizione delle nuove qualità che vengono scoperte nello studio esperienziale della materia-spazio. Se la vita non fosse data da un

continuo aggiornamento delle informazioni contenute nella memoria genetica, sarebbe un continuo riproporsi di un organismo che, nel confronto con il mondo mutante, sarebbe ben presto soppresso. Nel metodo di selezione, che si nasconde nel processo selettivo di una lingua e della vita, vi è qualcosa di potente; se è vero che il metodo di selezione tende a memorizzare e utilizzare in modo rigido le informazioni faticosamente raccolte, è comunque un metodo aperto al futuro ed è capace di aggiornarsi di continuo in relazione al mutare dell'ambiente a cui è *ecologicamente* ed *empaticamente* accoppiato. Se si abbandonasse il linguaggio o il codice, sarebbe necessario sempre ri-iniziare da capo perdendo quell'informazione preziosissima accumulata nel tempo che ci permette di costruire quegli enti capaci di dispiegarsi senza commettere palesi errori.

Un *set di tipi* che organizzano la materia-spazio funziona nella stessa maniera: è potente perché agisce come una memoria che ha raccolto quelle informazioni, sperimentate nel tempo, che aiutano a risolvere i problemi dell'abitare; è potente perché è aperto al futuro aggiornandosi continuamente secondo le esigenze che si generano nel divenire del mondo fluente. È rigido, proprio come è rigido quel compendio di informazioni genetiche che permette la generazione di un individuo che si sviluppi secondo le regole della propria specie; è rigido, proprio come un linguaggio che essendo un insieme di simboli condivisi permette a più individui di avere la possibilità di intendersi nelle azioni che vogliono effettuare in comune. Ma è anche flessibile, come è flessibile una lingua che aggiornandosi inventa simboli capaci di rappresentare nuove qualità emergenti; è flessibile, come è flessibile un individuo che nel dispiegare le profonde regole genetiche le interseca sempre con delle nuove essendo il frutto della combinazione di due serbatoi distinti.

In questo processo che si dispiega lentamente e che raccoglie soluzioni che vengono verificate con il metodo dei tentativi e della correzione degli errori, ogni incremento di informazione è quindi informazione verificata, rara, ricca. Ogni tentativo ritenuto idoneo viene raccolto, memorizzato e reso disponibile alle successive evenienze. Nel linguaggio, segni o simboli, che non provengano da questo lungo e lento processo di sintesi, hanno significato labile; nei set genetici biologici, l'informazione, non sottoposta a questo lungo percorso di vaglio è addirittura dannosa rischiando di lacerare i tessuti organici frutto del lento dispiegamento dei set informativi sedimentati nella memoria genetica legati trans-scalarmente fra loro. Materiale genetico mutato produce la produzione di tessuti cancerosi, appunto la lacerazione dell'unità organica.

Ci sono *archetipi* che operano sull'informazione accumulata nel modo in cui l'uomo, nel tempo, si è evoluto, si è cablato. Ci sono *tipi* che sono costrutti culturali dati dalla lenta evoluzione delle soluzioni di organizzazione della materia-spazio che sono state vagliate, per forma e flusso, nel lungo periodo di applicazione di una comunità alla soluzione del problema dell'abitare in un luogo della Terra. E questa selezione avviene con continue sperimentazioni, con continue ibridazione di materiale codificato selezionato altrove, con valutazioni del fluttuare continuo del mondo che ci accoglie. Nel rapporto con i luoghi della Terra e in relazione ai processi di selezione; tra la diversità delle materie-spazio e della selezione guidata dal caso dei tentativi riusciti e degli errori corretti (processi stocastici); dal punto del cosmo in cui nasce il processo evolutivo caratterizzato da proprietà della materia-spazio a cui riconosciamo una qualche utilità e su cui giace già materiale a cui assegniamo un qualche valore (dalle forme che ci emozionano, ai flussi che ci nutrono), proprio da quel punto nasce una cultura insediativa che aiuta l'uomo a distillare quelle configurazioni che danno significato esistenziale alla parola abitare.

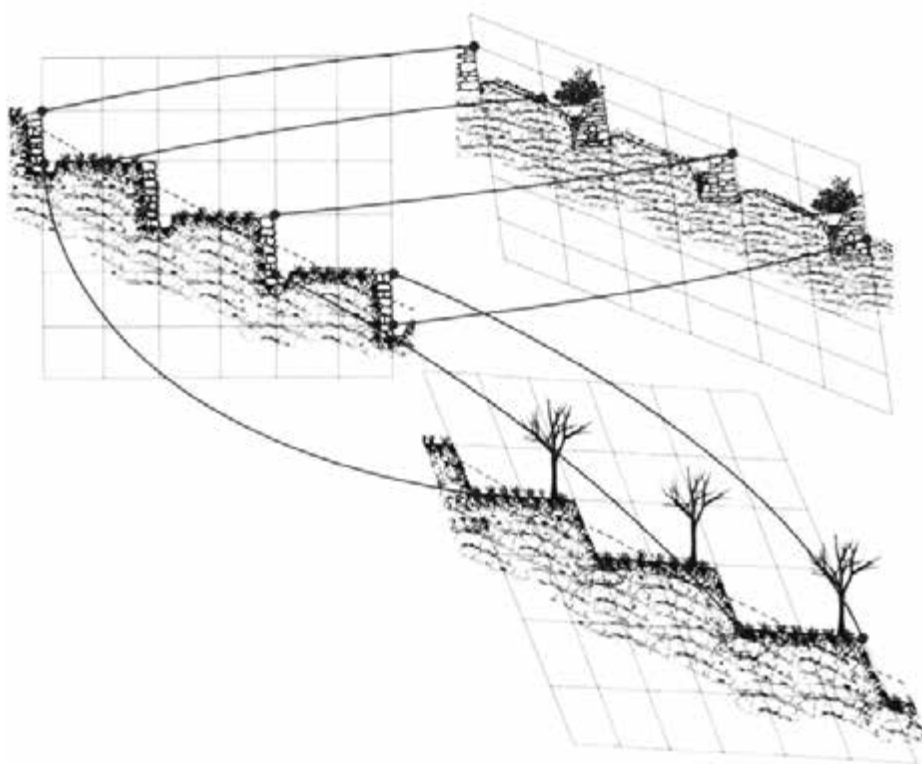


Figura 2 – Le diverse configurazioni spaziali in relazione al contesto. M. Vergamini, *Patrimonio territoriale e invarianti strutturali. La densità dello spazio configurato e la sua struttura invisibile*, Tesi di Laurea, Empoli, A:A. 2015-16, 2017. Relatore: Prof. C. Saragosa.
 Figure 2 – The different spatial configurations in relation to the context. M. Vergamini, *Territorial heritage and structural invariants. The density of the configured space and its invisible structure*, Degree Thesis, Empoli, A:A. 2015-16, 2017. Tutor: Prof. C. Saragosa.

Forma (morfologia) e flusso (ecologia), empatia ed entropia nei processi morfogenetici dello spazio

Quindi, come abbiamo più volte ricordato, le *configurazioni spaziali* sono *tipi, memi*, che hanno una forma e gestiscono un flusso. Il modo in cui si sviluppano nel tempo è legato ad un lungo processo di prove e correzione degli errori analogo a ciò che possiamo verificare nella costituzione del patrimonio genetico delle varie specie nel mondo della vita. Mentre nella genetica i legami delle strutture informazionali sono rigidi, nei *memi*, che raccolgono le informazioni basilari per una generazione dello spazio, i legami sono molto più blandi. Mentre nel gene le informazioni si raccolgono in una lunga teoria di prove ed errori nel confronto dell'ambiente cangiante con un sistema di mescolamento continuo

dell'informazione sostenuto da processi stocastici, nei *memi* il processo selettivo è legato sia alla relazione ecologica con il mondo dei flussi, sia alla valutazione percettiva della specie che produce i cambiamenti strutturali nella geometria dello spazio fisico. Questa variazione si deve produrre tenendo conto della relazione fra capacità percettiva e forme prodotte. Evidentemente non tutte le forme che si presentano di fronte a sistemi valutativi complessi producono gli stessi effetti emozionali. Ci sono le forme della paura e le forme che ci fanno sentire appartenenti ad un mondo che ci accoglie e che produce un senso di appagamento. L'accumulazione nella *configurazione spaziale* (questo *meme* un po' speciale) di un'informazione rara capace di portare ad una gestione più corretta e proficua dei flussi metabolici dell'ambiente e capace di produrre quelle forme emozionali che sostengono un abitare ricco dal punto di vista emozionale, è ciò che dà sostanza al concetto stesso di configurazione. La configurazione contiene quindi informazione selezionata che garantisce un più corretto accoppiamento con l'ambiente (nella gestione del flusso) e con la mente (nella definizione delle forme emozionali). Si accumulano informazioni in questi *memi* che ci aiutano a gestire il *processo morfogenetico continuo* a cui la nostra esistenza nel mondo necessariamente ci invita a partecipare.

Se la valutazione riguarda la qualità dei flussi o meglio la valutazione delle variazioni di stato fra materia ed energia fluente nei processi metabolici, allora per valutare queste variazioni di stato dei flussi possiamo avvicinarci al concetto, molto complesso, di *entropia*. Ogni organismo ha necessità, infatti, di metabolizzare flussi di materia-energia per la vita ottimizzando i processi di degradazione entropica. Se un'altra valutazione riguarda i processi psichici e la *configurazione spaziale* raccoglie l'informazione generata nei lunghi processi di prova ed errore nella valutazione della giustezza percettiva delle forme, allora possiamo avvicinarci al concetto, altrettanto complesso, di *emпатия*.

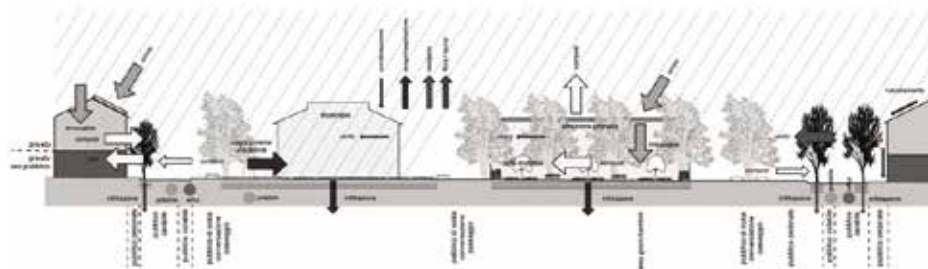


Figura 3 – La gestione dei flussi del processo morfogenetico nella configurazione spaziale di una piazza. M.Chiti, tesi di dottorato: “Dalla crescita alla decrescita: teorie, misure, flussi e regole operanti per la rigenerazione della bioregione urbana”. Tutor: Prof. D. Poli. Co-tutor: Prof. C. Saragosa.

Figure 3 – The flows's management in the morphogenetic process of the spatial configuration of a square. M.Chiti, Doctoral thesis: "From growth to degrowth: theories, measures, flows and rules for the regeneration of the urban bioregion". Tutor: Prof. D. Poli. Co-tutor: Prof. C. Saragosa.

Insomma quel modo che utilizziamo per dare una forma allo spazio di fronte a noi è frutto di una lunga serie di valutazioni della giustezza ecologica e percettiva del *meme* che permetterà poi effettivamente di operare. Raccogliere e trasmettere informazione sempre più rara perché sempre più elaborata. E come i *patrimoni genetici* dispiegano sempre vita nuova di volta in volta aggiornandosi rispetto all'ambiente, sempre diverso, in cui operano; così i *patrimoni memici* affrontano con la loro capacità di risolvere le relazioni fra vita e ambiente trasmettendo la conoscenza accumulata nei precedenti procedimenti di aggiustamento ecologico e percettivo. E' un trasmettere, è un mettere a disposizione del futuro, che sta per venire, la sapienza di un passato in cui si è esperita la relazione di un mondo mutevole. E' una *tradizione* che genera un mondo.

Due parole quindi, *entropia e empatia*, possono guidarci in un processo dinamico in cui la genesi delle forme avviene evitando gli errori banali dati da un approccio gestuale, idiosincratico, meccanico. Con la valutazione del trattamento dei flussi da parte delle forme mediante il cambiamento della qualità della materia-energia (valutazioni entropiche) possiamo trovare percorsi più efficaci per sincronizzarsi con l'ambiente in cui siamo immersi. Con la valutazione delle forme e della propria giustezza percettiva (valutazioni empatiche) possiamo individuare quelle configurazioni che producono spazi capaci di attivare quell'emozione che rende ricco il mondo almeno per gli uomini. Infatti percepire significa arricchire la sensazione che otteniamo da quel mondo che si presenta di fronte a noi, di ricordi conservati in modo talvolta inconscio nelle nostre memorie. Il significato che assegniamo alle cose che sentiamo viene costruito nella percezione quando avvolgiamo quella cosa sentita dai veli mnemonici nascosti nel nostro, e talvolta impenetrabile, *Io*. E quando questo processo di vestizione della sensazione fa sprigionare delle reazioni interne, queste reazioni le chiamiamo emozioni. Quando fra il mio *Io* e le forme che si presentano davanti a me, queste si legano come immagini specchiate, questo legame lo chiamerò empatia, concetto sul quale ormai si lavora da anni.

Una configurazione spaziale: il lungomare

In relazione a quanto trattato, una delle problematiche nella definizione di un rapporto fra le attività legate all'abitare dell'uomo e l'ambiente costiero è la misurazione, sia dal punto di vista del rapporto con i flussi, sia dal punto di vista del rapporto della percezione delle forme legate alla configurazione dello spazio, di quel luogo di confine fra il mondo urbano e il mondo ambientale della costa e del mare. Nel tempo si è prodotta una lunga serie di approcci che ha portato alla definizione negli ultimi secoli della *configurazione spaziale* (il *tipo urbano*, il *pattern*) che possiamo definire il *lungomare*.

Nel caso della città di Livorno, in Toscana, questa speciale configurazione spaziale, in cui acqua e terra si incontrano, ha dato luogo al dispiegamento di una molteplice varietà di pattern. Dal porto localizzato nella parte più a nord della città, lungo i sei chilometri della strada litoranea, attraversando le frazioni di Ardenza e Antignano senza soluzione di continuità, si dipanano varie esperienze di spazi configurati. L'avvicendamento di coste basse e alte prevalentemente rocciose, in relazione alla presenza di peculiari flussi di materia energia dettati dalle condizioni atmosferiche locali, l'alternarsi delle brezze di mare con quelle di terra durante il trascorrere di ogni singola giornata, producono delle condizioni ambientali favorevoli all'abitare degli uomini da sempre. Tali condizioni hanno

portato nel tempo, non solo alla produzione di una organizzazione dell'insediamento legato alle funzioni marittime e alle forme dell'abitare stanziale, ma anche alle forme dell'abitare legate allo svago, alla ricreazione, alla salute.

La realizzazione dei primi Bagni, delle prime stazioni balneari è l'esito e la manifestazione dell'organizzazione dei flussi e delle forme in un luogo specifico. Le configurazioni spaziali generate gestiscono di volta in volta i flussi producendo forme capaci di infondere benessere ai fruitori: era possibile immergersi nelle acque del mare lontano da sguardi indiscreti attraverso una sorta di gabbine/spogliatoio aperte sul fondo ed era possibile godere dell'aerosol marino, curativo anche per coloro che erano affetti da malattie respiratorie, al riparo dal sole.



Figura 4 – La sezione ambientale della configurazione spaziale dell'ex Bagno della Regina e il ciclo estivo della brezza di mare e di terra.

Figure 4 – The environmental section of the spatial configuration of the former Queen's Bath and the summer cycle of the sea and land breeze.



Figura 5 – La sezione ambientale della configurazione spaziale dei Casini d'Ardenza e il ciclo estivo della brezza di mare e di terra.

Figure 5 – The environmental section of the spatial configuration of the Casini d'Ardenza and the summer cycle of the sea and land breeze.

Il lungomare caratterizzato dalle temperature mitigate e dalla ventilazione prodotta dall'alternanza delle brezze diviene così protagonista della nascita di un turismo balneare capace di generare molteplici configurazioni strettamente connesse al luogo. Vengono prodotti pertanto una serie di pattern per la ricettività come l'albergo Palazzo, per l'abitare come le Ville liberty e i Casini d'Ardenza, per lo svago come l'ippodromo, gli chalet adibiti

a caffè, per il passeggio e l'incontro come il belvedere della terrazza Mascagni e il viale, che di fatto connette tutti questi episodi.

Nel tempo il variato quadro delle esigenze del vivere ha modificato le forme e la loro organizzazione modificando pertanto la percezione delle configurazioni spaziali a cui si relazionano, nel loro dispiegarsi nel lungomare. Stabilimenti balneari con tensostrutture, piscine e campetti da calcetto, strutture anche temporanee per la ristorazione o per i bar, si manifestano attraverso forme e materiali spesso avulsi dal luogo modificando la relazione con la loro percezione che con la gestione dei flussi.

Bibliografia

- [1] Alexander C., Ishikawa S., Silverstein M., *A pattern language*, (1977), Oxford University Press, New York.
- [2] Alexander C., *The timeless way of building*, (1979), Oxford University Press, New York.
- [3] Bachelard G., *La poetica dello spazio*, (1975), Edizione Dedalo, Bari.
- [4] Caniggia G., Maffei G.L., *Composizione architettonica e tipologia edilizia. 1. Lettura dell'edilizia di base*, (1979), Marsilio Editori, Venezia.
- [5] Damasio R.A., *Il sé viene alla mente. La costruzione del cervello cosciente*, (2012), Adelphi, Milano.
- [6] Damasio R.A., *Alla ricerca di Spinoza. Emozioni, sentimenti e cervello*, (2003), Adelphi, Milano.
- [7] Damasio R.A., *L'errore di Cartesio. Emozione, ragione e cervello umano*, (1995), Adelphi, Milano.
- [8] Dawkins R., *Il gene egoista*, (1979), Zanichelli, Bologna.
- [9] Jung C.G., *Gli archetipi dell'inconscio collettivo*, (2011), Bollati Boringhieri, Torino.
- [10] Kandel E.R., *L'età dell'inconscio. Arte, mente e cervello dalla grande Vienna ai nostri giorni*, (2012), Raffaello Cortina Editore, Milano.
- [11] Kandel E.R., *Alla ricerca della memoria. La storia di una nuova scienza della mente*, (2010), Codice Edizioni, Torino.
- [12] Heidegger M., *Costruire, abitare, pensare*, in Fabio Filipuzzi, Luca Taddio, *Costruire, abitare, pensare*, (2010), Mimesis, Milano.
- [13] Lynch, K., *L'immagine della città*, (1985), Marsilio, Venezia.
- [14] Mallgrave H.F., *L'empatia degli spazi. Architettura e neuroscienze*, (2015), Raffaello Cortina Editore, Milano.
- [15] Magnaghi A. (a cura di), *La regola e il progetto. Un approccio bioregionalista alla pianificazione territoriale*, (2014), Firenze University Press, Firenze.
- [16] Magnaghi A., *Il progetto locale. Verso la coscienza di luogo*, (2010), Bollati
- [17] Merleau-Ponty M., *Fenomenologia della percezione*, (2012), Bompiani, Milano.
- [18] Merleau-Ponty M., *Il visibile e l'invisibile*, (2009), Bompiani Milano.
- [19] Merleau-Ponty M., *Senso e non senso*, (2009), Il Saggiatore, Milano.
- [20] Merleau-Ponty M., *L'occhio e lo spirito*, (1989), Se, Milano.
- [21] Neutra R., *Progettare per sopravvivere. Le emozioni hanno una forma?* (2015), Edizioni di Comunità, Roma.

- [22] Norberg-Schulz C., *Genius Loci. Paesaggio Ambiente Architettura*, (1986), Electa, Milano.
- [23] Norberg-Schulz C., *L'abitare. L'insediamento, lo spazio urbano, la casa*, (1984), Electa, Milano.
- [24] Norberg-Schulz C., *Intenzioni in architettura*, (1977), Offina Edizioni, Roma.
- [25] Romano M., *Ascesa e declino della città europea*, (2010), Raffaello Cortina Editore, Milano.
- [26] Romano M., *La città come opera d'arte*, (2008), Giulio Einaudi Editore, Torino.
- [27] Romano M., *Costruire le città*, (2004), Skira, Milano.
- [28] Saragosa C., *Il sentiero di Biopoli. L'empatia nella generazione della città*, (2016), Donzelli, Roma.
- [29] Saragosa C., *Bioregione e identità urbane: le configurazioni spaziali di Cecina (LI)*, in Magnaghi A. (a cura di), *La regola e il progetto. Un approccio bioregionalista alla pianificazione territoriale*, (2014), Firenze University Press, Firenze.
- [30] Saragosa C., *La città tra passato e futuro. Un percorso critico sulla via di biopoli*, (2011), Donzelli, Roma.
- [31] Saragosa C., *L'insediamento umano. Ecologia e sostenibilità*, (2005), Donzelli, Roma.
- [32] Saragosa C., "L'Ecosistema Territoriale e la sua base ambientale", in A. Magnaghi, (a cura di), *Rappresentare i luoghi. Metodi e tecniche*, (2001), Alinea Editrice, Firenze.
- [33] Settis S., *Architettura e democrazia. Paesaggio, città, diritti civili*, (2017), Borighieri, Torino.

LAGOON ANTHROPIZATION AND WATERS. VENICE AND THE MEDITERRANEAN SETTLEMENTS IN A COMPARATIVE PERSPECTIVE

Giovanni Asmundo¹,

¹IUAV University of Venice, Santa Croce 191 Tolentini - 30135 Venice (Italy),

e-mail: gasmundo@iuav.it

Abstract – The purpose of the article is to analyze the early Venice Lagoon anthropization and investigate its relationship with the lagoon environment and its waters, considering landscape transformation. Starting from recent archaeological discoveries, it is possible to reconstruct how Venice was able to settle down and then urbanize a salty lagoon, facing many environmental issues over the centuries. To widen the field, the analysis is conducted in a historical perspective, considering the pre-Roman lagoon, the ancient Altinum, the Middle Ages Torcellum and finally the Rivoaltus polycentric site, in terms of settlement principles. At the same time, these phases are also put in comparison with coeval cities in similar contexts or environmental conditions. The aim is to examine the resilience of the millennial continuity of the Venetian civilization in terms of urban structures, building typologies and technological solutions developed to face a complex habitat and difficult environmental challenges¹.

I. Tides of the lagoons

Let's imagine we are observing the Northern Adriatic coastline in the proto-historic Henetian times. We can see the amphibious landscape of “Venice before Venice”, with its lagoons, marshes, coastal dunes and Livy’s “*tenue praetentum litus*” [7], in a perpetual transformation due to its highly variable geomorphological conditions. The history of the landscape modification here is connected to the necessities of safe navigation, made possible by the protected and calm inner waters, even before the establishments of human settlements. To preserve this *status quo*, centuries later the Republic of Venice would have spent enormous efforts, until the construction of the Murazzi dams in the XVIII century certified the definitive transition from resilience and adaptation to a resistance strategy against the marine erosion [42, 30].

Fluviatiles naves, plata, lintres, all with a flat keel, as mentioned by Livy and Servius [22, 14], went across “*flumina et fossas inter Ravenna Altinumque*”, as mentioned by Pliny [45]. The most important waterway up to Aquileia was the *Fossa Popiliola endolagunar canal* [24, 25], as described in the *Tabula Peutingeriana* and the *Itinerarium Antonini* [7, 26, 45].

Thus, the Venice Lagoon can be viewed in a wider cultural context and landscape (e.g. Spina, Adria), provided by linear infrastructures such as the artificial channels

¹ This research, at a preliminary stage, is developed in Hydro-Logic Design PhD at IUAV University of Venice.

excavated following the Etruscan tradition, according to Dorigo, and combined in a complex network, where some canals were parallel to the *lidi* and others were “*per transversum*”. Punctual infrastructures as “*stationes*”, and later settlements, were distributed along these paths, as attested by submerged stratigraphies and “*arginali*”, those perhaps were defenses from seawaters [2].

During the Augustan age, the Venetia Regio became progressively a more and more anthropized territory, in parallel with an “agricultural revolution”, thanks to *centuriationes* and *fossae* along the *decumani* [25]. The land reclamation of the “*Venetorum angolus*” (Livius), facilitated by marine regression, was provided with infrastructures able to manage water drainage to avoid river flooding and seawaters ingressions. This “geography of the colonization” has fascinated scholars such as Giacomo Filiasi until the 19th century [1]. The periurban hydraulic landscape was acclaimed by the roman sources, as attested by the “*incredibilem salubritatem*” of Altinum [17, 31].

II. Fogs of Altinum

We can read the *forma urbis* of Altinum, city of water, thanks to a remote sensing observation favored by a condition of water scarcity in July 2007. It was a fluvial city on the first mainland, located in the core of the Sile and Dese deltas, with a “marsh economy” [44].



Figure 1 – Altinum urban hydrography and water infrastructures in the 1st century B.C. (author’s elaboration from Tirelli, 2011)

The periurban area was a well regulated and rationalized agricultural and hydraulic landscape [14]. In Vitruvius's source, the town is compared to Aquileia and Ravenna for its environmental conditions and urban structure. In Strabo's source it is described as "crossed by water" with canals, bridges and ferries [45]. From the DTM profile of the site morphology emerges that it first developed at the same level as the alluvial plain, and the Romans exploited some paleochannels to create canals connecting the urban internal hydrography and the lagoon [33].

The Romanization of the city was influenced by the photohistoric settlement principle, in fact the Venetian age urban structure is planimetrically comparable to other contemporary towns such as Patavium, Ateste and Concordia [44]. The Roman principle was locally declined in using the Fossa Magna canal as a "water *decumanus*", while the marginal *insulae* iso-orientations were adapted to the pre-existing natural waterways [39].

At the end of the I century B.C. we could observe a sort of resilience in terms of adaptive strategies in some choices that have been implemented. For instance, some pre-existing depressions in the plain were exploited to channel the marine ingressions due to sea level rising and the Via Annia infrastructure was diverted for the same reason [45]. In parallel, to manage river waters, some artificial channels such as the Siloncello were excavated, connecting the Sile and the lagoon.

From a technological point of view, "*arginali*" embankments and river quays made in stone and *opus caementicium*, as well as building typologies [28], are comparable with other Roman settlements located in similar habitat conditions, for examples in Opitergium, Aquileia, Eporedia [15].

Docks made of bricks on wooden piles foundations have been often found and could be compared to the site of Narbonne, in France, where the Roman settlement was located in a lagoon environment [38].

III. Ghosts of Torcellum

Torcellum, the "*empòrion méga*" of the Mediterranean trades [35], nowadays lies as a "*lieu de mémoire*" as defined by Pierre Nora [34].

As we can read in the Cassiodorus letter to the *tribunes maritimorum*, dated 537 A.D.: "the tide now hides, now reveals, with alternated flooding, the surfaces of the fields, crossed by pleasant rivers. Here and there our houses arise, in the manner of birds nests, defended by the seawaters with embankments made of trunks or woven wickers." [4].

A few buried traces under the "*barene*" swamps survive, and they were partially documented by archaeology. The no longer visible medieval village was crossed by channels and ditches, hierarchically branched. On the waterfronts there were porticoed warehouses. Light wooden dwellings in groups of 5-10 houses were facing fields sized in relation with the water capacity of the Venetian wells *ante-litteram*, the same technology on which, centuries later, Venice would have structured its urban principle also based on drinking water collecting [9, 16].

It could be interesting to make a comparison with a coeval settlement principle developed in Classe, the Ravenna's lagoon port, since the VI century [6]. The waterfront was structured on multifunctional blocks of buildings with an articulated and "permeable" cross-section: road, warehouses, courtyard, porticoed front, quay. At the same time, they

were based on a wells/cistern and collection/drainage system. Thus, the blocks were conceived as autonomous and repeatable nucleuses, and the hypothesis of their amphibious resilience in relation to sea level rising, port landfill and water scarcity could be studied in following research.

Torcellum could also be viewed as a transmigration from Altinum, and Venice as a transmigration of Torcellum. The fragmentation of the city and the displacement of architectural elements for their reuse in new buildings shows a metabolism of the lagoon settlements both in material and conceptual terms [26]. For instance, at the Archeological Museum of Venice we can observe a fragment from a Roman column from Altinum that was reused during the early Middle Ages as a building material; then, in the VIII-X centuries, as a well-head, probably in Torcellum; and finally, in the XV-XVI centuries, it was relocate in a noble house in Venice [37].

From an anthropological-environmental point of view, the emigrants medieval settlement moved to the Torcellum archipelagos chosen thanks to favorable altimetric conditions and knowledge of the intertidal habitat [5, 18, 20]. It was the main attractor pole of a larger amphibious diffuse settlement in the *ager maritimus* (e.g. Amiana, Constantiaca sites), and its dynamics in terms of adaptation and urban principle were not so different from other contemporary lagoon settlements in similar environments, such as Grado.

An incessant effort to redefine the limits of the waterfronts and arrange the banks was made to defend from seawaters, as well as the evolution of the construction techniques from the wooden piling to the stone blocks and draining layers made of terracotta [21].

Among the causes of the Torcellum “slow death” [8, 19] we can also find the second marine transgression of the 9th century [26] intertwined with anthropic processes [19].

IV. Swamps of Venice

The times and the dynamics of the colonization of the central lagoon during the genesis of Venice are widely debated [13, 11, 25]. An interesting hypothesis about possible alternative Venices, linking geomorphology and anthropization, was proposed by Dorigo [26]. During the centuries before the consolidation of the Venice *forma* and *imago urbis*, the choices for the locations of the polycentric site, in the Rivoaltus “semantic concentration” [10], were mainly due to favorable orography. But, it’s possible to speculate that the first Luprium settlement was also located on the Grand Canal-Brenta estuary river banks as in Henetian tradition [26] so that the *flumen* could guarantee a deeper draught for the port. At the same time, the *insulae* of the settlement took shape as autonomous nucleuses in terms of infrastructure, based on the church-field-landing system and on the Venetian wells system to collect freshwater. The Mediterranean typology of the *fontego* house could guarantee a multi-functional relationship between spaces and water [32, 23, 29].

The morphology of the nascent city followed the land reclamation of the shallows [27] and the soil constipation [23, 36] and was based on the stratification of different patterns as centuriationes, latin churches and *kastra*, *pyrgoi* and towers of the Byzantine Exharcate Limes [26].

It’s interesting to consider that, in terms of resources management, the lagoon provided services comparable with the *extra moenia* countryside in the coeval towns with agricultural economies [12].

V. Conclusions

In this brief paper, we went through the history of early Venetian settlements from the urban principle point of view, also connecting with their environment conditions. The anthropization principles have been analyzed focusing particularly on waters and their declination in terms of urban morphology, architectural typologies and technological solutions. At the same time, any intervention on landscape and waters had been highly supervised and ruled [41].

It is possible to observe a sort of “Venetian civilization” [35, 40], characterized by a millennial continuity of evolution, metabolism, landscape transformation and adaptation to habitat conditions. In this perspective, early Venice appears to have been able to develop a hydraulic resilience characterized by the evolution of technologies, ingenuity and strategies in parallel with the environmental transformations of its lagoon.

The preservation of this extraordinary heritage could contribute to the transmission of Venice as a "planetary metaphor" from which it seems possible to learn to plan a more sustainable future [3].



Figure 2 – Torcellum, Venetian well excavation, 2012 (author’s photo).

References

- [1] Baso G., Scarso M. and Tonini C. - *La Laguna di Venezia nella cartografia a stampa del Museo Correr*, Musei Civici Veneziani, (2003), Iuav Circe and Marsilio, Venezia.
- [2] Beltrame C. - *The underwater archaeological heritage of the venice lagoon*. URL: <http://www.venicethefuture.com/schede/uk/340?aliusid=340> (visited on 2018-03-11).
- [3] Bevilacqua P. - *Venezia e le acque. Una metafora planetaria*, (1998), Donzelli Editore, Roma.
- [4] Bordin F. - *Da Altino a Venezia. Continuità di una civiltà*, (2008), Helvetia Editrice, Venezia.
- [5] Bortoletto M. - *Archaeological excavations in Torcello from 1995 to 2012, Torcello excavated. A shared heritage*, (2013), La tipografica srl, Udine.
- [6] Boschi F. - *Tracce di una città sepolta: aerofotografia e geofisica per l'archeologia di Classe e del suo territorio*, (2012), Ante quem, Bologna.
- [7] Bosio L. - *La navigazione nella laguna di Venezia*, Le origini di Venezia. Problemi, esperienze, proposte. Symposium italo-polacco, Venezia, 1981.
- [8] Calaon D. - *Selecting the area for operations: the reasons for an excavation*, Torcello excavated. A shared heritage, (2013a), La tipografica srl, Udine.
- [9] Calaon D. - *Late Antiquity and early Middle Ages: warehouses, élites and settlements*, Torcello excavated. A shared heritage, (2013b), La tipografica srl, Udine.
- [10] Caputo G., Gentili G. and Agazzi M. - *Torcello: alle origini di Venezia tra Oriente e Occidente*, (2009), Marsilio, Venezia.
- [11] Carile A. and Fedalto G. - *Le origini di Venezia*, (1978), Patron, Bologna.
- [12] Casti Moreschi E. - *L'analyse historique de l'utilisation des eaux dans la lagune de Venise*, L'eau et les hommes en Méditerranée, (1987), Edition du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- [13] Cessi R. - *Storia di Venezia*, (1958), Off. Graf. C. Ferrari, Venezia.
- [14] Cipriano S. - *La suddivisione agraria nel territorio altinate: i primi dati archeologici*, Altino dal cielo: la città telerilevata. Lineamenti di Forma Urbis, (2009), Venezia, dec. 2009.
- [15] Cipriano S. and Sandrini G. M. - *La banchina fluviale di Opitergium*, Strutture portuali e rotte marittime nell'Adriatico di età romana: 29th Settimana di studi aquileiesi, Aquileia (Udine), 2001.
- [16] Costantini M. - *L'acqua di Venezia: l'approvvigionamento idrico della Serenissima*, (1984), Arsenale, Venezia.
- [17] Cresci Marrone G. - *La città e le parole: il contributo delle fonti letterarie e delle iscrizioni*, Altino dal cielo: la città telerilevata. Lineamenti di Forma Urbis, Venezia, dec. 2009.
- [18] Crouzet-Pavan É. - *Jalons pour une histoire de l'environnement venitien: la lagune de Torcello*, Milieux naturels, espaces sociaux: études offertes à Robert Delort, Paris, 1997, 85-93.
- [19] Crouzet-Pavan É. - *La mort lente de Torcello. Histoire d'une cité disparue*, (1995), Fayard, Paris.
- [20] Crouzet-Pavan É. - *Sopra le acque salse*, (1992), École Française de Rome, Roma.
- [21] D'Agostino M. - *The underwater works of the Magistrato alle Acque (Venice Water Authority) - Venezia Nuova Consortium*, Torcello excavated. A shared heritage, (2013), La tipografica srl, Udine.

- [22] D'Agostino M. and Medas S. - *La navigazione nella laguna di Venezia in epoca romana: nuove evidenze dall'archeologia subacquea*, Journ. of Ancient Topography (2005) 15, 37 - 54.
- [23] Dorigo W. - *Caratteri tipologici, distributivi e strutturali delle domus magnae veneziane prima dell'età gotica*, Proceedings of the International Convention L'architettura gotica veneziana of the Istituto Veneto di Scienze Lettere e Arti, 1996, Venezia, 2000.
- [24] Dorigo W. - *Fra il dolce e il salso: origini e sviluppi della civiltà lagunare*, La laguna di Venezia, (1995), Cierre Edizioni, Verona.
- [25] Dorigo W. - *Venezie sepolte nella terra del Piave. Duemila anni tra il dolce e il salso*, (1994), Viella, Roma.
- [26] Dorigo W. - *Venezia origini. Fondamenti, ipotesi metodi*, (1983), Electa, Milano.
- [27] Filiasi G. - *Osservazioni sulle cause che possono aver fatto ritrovare nel secolo XIV in parte pregiudicata la Laguna rispetto alla posizione di Venezia*, (1820), Francesco Andreola, Venezia.
- [28] Fontana A. et al. - *La struttura urbana di Altino: telerilevamento e contesto geomorfologico*, Altino dal cielo: la città telerilevata. Lineamenti di Forma urbis. Venezia, dec. 2009.
- [29] Genovesi E. - *Il territorio, la città e il mare. Nel segno dell'osmosi*, Città di mare del Mediterraneo medievale: tipologie. Proceedings of the Centro di cultura e storia amalfitana 9th Meeting, Amalfi (Salerno), 2001.
- [30] Grillo S. - *Venezia le difese a mare. Profilo architettonico delle opere di difesa idraulica dei litorali di Venezia*, (1989), Arsenale Editrice, Venezia.
- [31] Lana R. - *Testimonianze di antichi autori*, Altino. Mostra/convegno, Proceedings of the Centro Studi Storici di Mestre, Mestre (Venezia), 1972.
- [32] Maretto P. and Caniggia G. - *La casa veneziana nella storia della città: dalle origini all'Ottocento*, (1992), Marsilio, Venezia.
- [33] Mozzi P. et al. - *Geomorfologia e trasformazione del territorio*, Altino Antica dai Veneti a Venezia, (2011), Marsilio, Venezia.
- [34] Nora P. - *Les Lieux de Mémoire*, (1984), Gallimard, Paris.
- [35] Perocco G. and Salvadori A. - *Civiltà di Venezia*, (1973), Stamperia di Venezia, Venezia.
- [36] Piana M. - *Lagoon building and safeguarding problems*. URL: <http://www.venicethefuture.com/schede/uk/338/?aliusid=338> (visited on 2018-03-11).
- [37] Rizzi A. - *Vere da pozzo di Venezia: i puteali pubblici di Venezia e della sua laguna / The well-heads of Venice: public well-heads in Venice and the islands of its lagoon*, (1992), Stamperia di Venezia, Venezia.
- [38] Sanchez C., Jézégou M. P.- *Zones portuaires et espaces littoraux de Narbonne et sa région dans l'antiquité*, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, (2011), 28
- [39] Scarfi B. and Tombolani M. - *Altino preromana e romana*, (1985), Tipolitografia adriatica, Venezia.
- [40] Schulz J. - *The origins of Venice: urbanism on the upper Adriatic coast*, Studi Veneziani, 2010, n. 61
- [41] Tentori C. - *Della Legislazione veneziana sulla preservazione della laguna. Dissertazione storica-filosofica-critica del Sign. Abate Cristofaro Tentori*, 1792, Giuseppe Rosa, Venezia.

- [42] Tiepolo M. F. - *Difese a mare*, Mostra storica della laguna di Venezia, (1970), Stamperia di Venezia, Venezia.
- [43] Tirelli M. - *Il I secolo d.C.: la floridezza*, Altino Antica dai Veneti a Venezia, (2011), Marsilio, Venezia.
- [44] Tirelli M. - *L'immagine della città dalla ricerca tra terra e cielo*, Altino dal cielo: la città telerilevata. Lineamenti di Forma Urbis, Venezia, dec. 2009.
- [45] Tirelli M. - *Il porto di Altinum*, Strutture portuali e rotte marittime nell'Adriatico di età romana: 29th Settimana di studi aquileiesi, Aquileia (Udine), 2001.

WATERFRONT MEDITERRANEI. IDENTITÀ TERRITORIALE E NARRAZIONE

Giacomo Bandiera

Università Roma Tor Vergata - Dipartimento di Storia, Patrimonio Culturale, Formazione e Società/Scuola Dottorato. E-mail giacomo.bandiera@libero.it

Riassunto – I waterfront delle città costiere del Mediterraneo sono *paesaggi antropogeografici, Beni Comuni Culturali Territoriali e Paesaggistici*.

Territori in oscillazione fisico-culturale tra lo status di frontiera, linea definita di un'area geografica dai bordi esterni in mutazione, fascia territoriale elastica tra realtà contigue e quello di confine, linea netta e statica, separazione tra realtà territoriali.

Porti di mare, linee di frontiera dell'area urbana, nodi e porte d'ingresso, bacini di scambio economico e culturale. Oppure, linee geografico-territoriali di confine, tracciate e perseguite con intento di chiusura ed esclusione.

Approdi a cui si sono aggiunte altre contigue aree costiere, protagoniste di attività manifatturiere, chiuse e autoreferenziali, in piena opposizione alla identità primaria del *luogo* waterfront. Testimonianze di diverse tipologie di realtà fisiche e funzioni economico-sociali. Luoghi in pieno processo di *costruzione narrativa di identità comunitaria*.

Territori, in fase di riterritorializzazione, alla ricerca di un nuovo senso di waterfront/frontiera, quale perimetro permeabile e multiforme, rete di luoghi e funzioni tra territori divisi dal fronte d'acqua, tra costa e città, tra attività costiere e attività urbane. In assonanza con il *genius* identitario primario e la narrazione comunitaria del luogo.

Abstract – *The waterfront of Mediterranean coastal cities are anthropogeographic landscapes, Common Goods Territorial Cultural and Landscape.*

Territories in physical-cultural oscillation between the status of the frontier, i.e. defined line of a geographical area from the outer edges in mutation, band elastic territorial between reality and contiguous to the border, net line and static separation between territorial realities.

Seaports, boundary lines of the urban area, nodes and entrance gates, basins of economic and cultural exchange. Geographical-territorial borders, traced and pursued with intent of closure and exclusion.

Landing place to which area contiguous coastal were added, protagonists of manufacturing activities, closed and self-referential, in full opposition to the primary identity of waterfront place. Testimonies of different types of physical reality and social-economic functions. Place in full process of narrative construction of community identity.

Territories, in the process of reterritorialization, looking for a new sense of waterfront / border, permeable and multiform perimeter, network of places and functions between territories divided by the water front, between coast and city, between coastal activities and urban activities. In assonance with the identity primary genius and the community narration of the place.

1. Introduzione

Intenzione di questo scritto è analizzare il waterfront come elemento strutturante della città intera e, congiuntamente, quale elemento caratterizzante del *luogo*, interpretato dal punto di vista geografico-culturale-economico.

Considerandolo innanzitutto elemento catalizzatore di esperienze e di valori urbani e, conseguentemente, generatore di *patrimonio identitario*.

Un luogo da interpretare quale *Bene Culturale Territoriale* [14], bene non puntuale quindi singolo ed unidimensionale, bensì multidimensionale e multipolare, laddove tali diversità e multipolarità sono elementi peculiari del fenomeno territoriale *Waterfront* delle città europee del Mediterraneo.

2. Materiali e metodi

I waterfront, quindi, quali *Beni Comuni Culturali Territoriali e Paesaggistici*, sono la materia prima, in senso materiale e immateriale, oggetto dello studio critico, studiati quali testimonianza del rapporto tra un'area cittadina e una distesa acqua [17], dove essi assumono un ruolo fondamentale nei processi di morfogenesi del *paesaggio antropogeografico*.

Saranno metodologicamente trattati quali frutti di processi di territorializzazione tendenti a soddisfare bisogni e diritti, in quanto prodotti da azioni antropiche in interazione con fattori naturali, che hanno creato in quei luoghi valori economici, politici, giuridici, linguistici [5].

Waterfront, quindi, analizzati criticamente come *territori* per eccellenza, in cui più si manifestano le culture, le economie e le relazioni sociali che sono proprie dei fenomeni territoriali urbani costieri e degli aggregati urbani entro cui sono allocati.

3. Discussione

3.1 Multiple tipologie di realtà fisiche e funzioni economico-culturali

I waterfront delle città del Mediterraneo sono testimonianza e contemporaneamente esiti delle diversità che si sostanziano nelle tipologie di realtà fisiche e funzioni economico-sociali e culturali coesistenti nelle realtà urbane poste lungo i fronti d'acqua del nostro continente.

La prima realtà, quella costituita da porti di mare più o meno antichi, da bacini inutilizzati di cantieristica navale e da vecchi magazzini, entità a cui venivano e vengono legati ed enfatizzati simboli e valori legati alle vicende storiche delle varie città.

Il porto rappresentava per esse un limite, una linea di confine, dell'area urbana, ma ne costituiva, contemporaneamente, una parte inscindibile, per importanza e valore, quale frontiera, quindi nodo e porta d'ingresso, prezioso bacino di scambio economico e culturale.

Proprio questi ultimi rappresentano i valori primari di tali luoghi, presupposto ineludibile del connubio e della biunivoca influenza da porre alla base del dipanarsi della vicenda waterfront-città.

Valori frutto di attività di diverso tipo, dalle culturali alle economiche [18], che divengono fattori capaci di apportare modifiche in senso positivo all'intera area urbana.

Del resto storicamente quasi tutte le città leader nel mondo sono state plasmate dal rapporto con l'acqua [6]: i commerci marittimi sono stati per secoli lo strumento di una forte relazionalità, il segno di un'apertura al mondo e le città portuali hanno svolto un ruolo fondamentale quali siti di snodo tra flussi via acqua e via terra, mettendo in connessione luoghi lontani, confrontando culture diverse, ospitando popolazioni straniere [22].

Una naturale forza inerziale di carattere geografico-culturale conduce quindi questi luoghi verso lo status di aree aperte e permeabili agli scambi, ai confronti e all'accettazione, seppur tacita, della diversità di comunità altre, quand'anche giustificata e perseguita nell'ottica dell'arricchimento economico-finanziario reciproco.

Tanti esempi, in senso diacronico, potremmo citare al riguardo: le relazioni di varia natura tra le città marinare italiane e le città costiere nordafricane nel corso dei primi secoli del basso medioevo, che non si interruppero nemmeno quando da quest'ultime frequenti erano le partenze di flotte piratesche dirette verso l'Europa; i frequenti rapporti commerciali e culturali che intercorsero tra i porti mediterranei francesi e italiani e le città islamiche del Mediterraneo orientale di osservanza islamica; le fortissime relazioni economico-culturali intercorrenti tra Venezia e Costantinopoli, porti in costante e lucroso contatto, anche in presenza dei tanti scontri militari intercorsi tra il 15° e il 17° secolo tra la potenza marinara lagunare e l'impero della mezzaluna; il flusso di merci e di culture mai interrotto tra Trieste, porto asburgico per eccellenza, e le città portuali italiane, anche dopo la nascita ottocentesca del regno peninsulare e le sue rivendicazioni irredentistiche.

Come detto, questi luoghi, posti in tangenza del mare, hanno, seppur in maniera più sporadica ed episodica, assunto anche connotati di confine, cioè di linee geografico-territoriali tracciate e perseguite in maniera netta con un intento di chiusura ed esclusione.

Waterfront, quindi, quale sbarramento terminale dell'area urbana oppure della nazione entro cui è incluso, verso il mare e verso culture e economie altre, quindi verso le territorialità diverse.

Anche qui, citeremo esempi: approdi chiusi all'arrivo di merci provenienti da manifatture di paesi altri, per ragioni legate a guerre commerciali transfrontaliere; porti nati come attracchi con funzioni esclusivamente da base militare, quindi per propria natura chiusi e respingenti; porti europei, medievali e moderni, che, in presenza di terribili epidemie, provvedevano alla chiusura degli attracchi in maniera totale ed indifferenziata; i casi degli attracchi cittadini del Mediterraneo orientale, nella odierna zona palestinese/israeliana, chiusi negli anni immediatamente successivi al secondo conflitto mondiale per respingere ulteriori arrivi di navi trasportanti ebrei della diaspora.

Altra fondamentale presenza, da leggere anch'essa all'interno di questa dinamica di chiusura verso l'esterno e inserite all'interno dei nostri waterfront continentali, sono le aree industriali, oggi dismesse, che hanno sovente radicalmente cambiato il volto delle città stesse, in quanto, nate in tangenza alle aree portuali e dell'area urbana per sfruttarne tutte le potenzialità in termini di facilità di comunicazioni e di traffici di merci in entrata ed in uscita grazie ai terminali marittimi ed alla ferrovia, si sono poi ritrovate inglobate nella città stessa, che si era ingrandita.

Aree che, a seguito dei processi di industrializzazione e della localizzazione in sito di attività manifatturiere sempre più pervasive, erano divenuti spazi vissuti, contesti

territoriali di tipo intensivo, connotati da una presenza di spazi di vita individuale e di spazi sociali comunitari.

Luoghi, appunto, con valori di varia natura e intensità che coinvolgevano, attraverso legami immateriali, gli uomini che vi svolgevano il filo della propria esistenza.

Luoghi che però finiranno con il dare le spalle all'acqua, con il negarne la stessa presenza, obliterando peraltro la possibilità per la città tutta di continuare a perpetuare il proprio storico rapporto con l'elemento naturale.

Luoghi che vivranno sempre di più una autoreferenzialità totale, in termini sociali e culturali, alla ricerca di una chiusura verso la socialità esterna, in sintonia peraltro con la maggior parte degli insediamenti industriali italiani moderni.

Sotto-ambiti del generale waterfront, quindi, adibiti ad attività manifatturiere e zone recintate, chiuse, con uno scambio esterno/interno limitato e controllato.

Il risultato finale della compresenza di queste diverse funzioni all'interno di un composito waterfront è consistito, il più delle volte, in un lungomare industriale, in cui erano presenti anche questi contesti manifatturieri: *cantieri/territori* in cui vigevano regole e comportamenti peculiari, fatti di chiusura e assenza di confronto vero con l'esterno, con cui gli unici scambi e contatti erano in uscita, nel senso di necessità sociali ed economiche da assecondare e soddisfare.

Ma in cui la presenza più rilevante in termini geografico-culturali era costituita dalle attività portuali vere e proprie, quindi dalle conseguenti funzioni di confronti e rapporti, dove, in misura maggiore e più intensa in termini quantitativi e qualitativi, si manifestavano e rappresentavano i primari comportamenti economici, sociali e culturali della città tutta.

Non a caso, i porti di città come Venezia, Istanbul, Genova, Marsiglia, Amsterdam sono stati sovente rappresentati e percepiti quali *sineddoche* e *metonimia* della città intera, parti esaustive per il tutto delle realtà urbane di cui erano frazione, qualitativamente e quantitativamente, in cui esponenzialmente si avveravano, mostravano e prevalevano i caratteri ultimi di quelle città, fatti di apertura e confronto.

3.2 Narrazioni di pietra e d'acqua

Gli individui e le comunità fanno della narrazione del passato il primo dispositivo interpretativo e conoscitivo di cui fare uso nell'esperienza di vita, individuale e comunitaria.

Narrazione attraverso cui si conferisce senso e significato al proprio individuale esperire e si delineano coordinate interpretative e prefigurative di eventi, azioni e situazioni, costruendo su queste basi forme di conoscenza che possano orientare nell'agire.

Raccontare storie è lo strumento più antico che l'umanità abbia inventato per trasmettere esperienza: il nostro cervello non registra semplicemente la realtà esterna, ma piuttosto la reinterpreta e confronta con ciò che ha precedentemente immagazzinato e restituisce ciò che gli appare più verosimile, in qualche modo ricreando la realtà [8].

Un processo, quindi, di reinterpretazione della realtà attraverso il racconto, sotto forma di storie orali e scritte, ma anche mediante la rivivificazione di presenze e di preesistenze fisico-architettoniche-paesaggistiche.

Infatti, per passato narrato di una comunità non va inteso solo quello che possiamo definire *rievocazione orale e scritta* delle vicende e degli accadimenti che quella comunità ha attraversato, bensì anche tutto ciò che è testimonianza fisica del rapporto che si è

realizzato tra quegli individui, quelle comunità, e il territorio; per come tale rapporto si è andato evolvendo, in termini di edificazioni di realtà fisiche e di utilizzo degli spazi, mediante un tipico rapporto architettonico-edilizio di pieno/vuoto.

Raccontare le storie e gli accadimenti di ciò che è avvenuto in passato, saperle ancora interpretare, attraverso un racconto fatto anche di pietre e acqua, può indurre ad immaginare quello che potrà avvenire in futuro, cercando quindi di orientarlo e governarlo.

Infatti Fabio Pollice ci ricorda che la funzione di *racconto* di un territorio è inestricabilmente legata e correlata all'esercizio della sua interpretazione, in un circolo virtuoso da cui discende la modalità di pensare a quel territorio e di viverlo [16].

La nostra capacità di “raccontarci” storie, immateriali ma anche “costruite” mediante linguaggi fatti di presenze fisiche, ci ha fatto divenire l'unico organismo vivente di questa terra che non può fare a meno di questi “racconti”, in tutte le forme in cui essi si presentano alla nostra coscienza ed al nostro animo, per reinterpretare la nostra presenza al mondo e per spiegarcene la più intima essenza.

La funzione *racconto*, quindi, stante questa nostra intima capacità di ricettività biologica ed evolutiva alla narrazione, risulta particolarmente efficace e potente riguardo la necessità, che appare ineludibile alla nostra specie, di capire e comprendere il passato per prevedere e orientare il futuro.

Siamo infatti tra i pochi esseri viventi in grado di porre domande sul futuro, forse gli unici che cercano di prevederlo ed immaginarlo per poi costruirlo assecondando i nostri desideri e le nostre ambizioni.

La narrazione, immateriale e materiale, quindi anche un waterfront e le influenze di carattere culturale mediate attraverso la narrazione che esso trasmette alla comunità attraverso i secoli, influenza la percezione di sé degli individui e della comunità stessa, modificandone atteggiamenti e comportamenti, influenzandone il futuro, mediante uno stretto rapporto che le narrazioni intrecciano con l'identità comunitaria.

Questa identità, altrimenti definita anche quale risorsa identitaria, rappresenta un'immagine prodotta interiormente da ogni singolo individuo, ma che si consolida e viene riconosciuta nell'interazione con gli altri e nel riverbero delle realtà fisiche consolidate: si forma e si afferma in questo processo sociale-culturale una continua produzione di narrazioni cooperative, che diviene la base di quella che possiamo definire la *costruzione narrativa dell'identità comunitaria*.

4. Conclusioni

L'essenza più intima dei luoghi è costituita da quelli che definiamo quali riferimenti identitari e tessuto relazionale, che li segnano divenendone un fattore determinante per ogni ipotesi di sviluppo.

Dove quindi quella che abbiamo definito come identità comunitaria narrata diviene fattore fondamentale e ineludibile nei processi di recupero e rivivificazione dei luoghi analizzati.

Alcune iniziative di rigenerazione urbana legate alle città costiere mediterranee hanno ridato centralità al loro rapporto con il mare o con il fiume, dimostrando come le città d'acqua possono contare su una risorsa in più, riorganizzandosi e rilanciandosi proprio a partire dal ridisegno del loro waterfront.

Sono infatti, in genere, ambiti dove ha un ruolo di rilievo la memoria storica dei luoghi, costituita da edifici di valore storico-artistico oppure anche solo documentale, da recuperare e rifunzionalizzare.

Procedendo quindi, nel rispetto dei valori primari e delle risorse identitarie richiamate e riaggornate, alla loro novella reintegrazione nel tessuto urbano, restituendoli quindi alla fruizione collettiva.

In modo che possano ridiventare centrali rispetto alla vita generale dell'organismo urbano, eliminando le barriere fisiche che hanno creato un diaframma tra la città e l'acqua e incrementando i livelli di accessibilità e di permeabilità della costa.

Il perseguimento della piena permeabilità del luogo *Waterfront mediterraneo*, la sua nuova apertura e accessibilità ai flussi di vita delle comunità che insistono sul territorio costituisce la loro qualità primaria, in quanto la nuova condivisione di quel *luogo* da parte degli individui e della collettività urbana è la condizione ineludibile alla nuova rivalorizzazione dei waterfront di questo tipo.

Considerandoli e trattandoli da *Beni Comuni Territoriali*, quindi rimettendoli al centro di un circolo virtuoso che fa dalla ricerca del soddisfacimento dei bisogni e dei diritti sociali e civili della comunità e degli individui l'obiettivo da ricercare [11].

In definitiva, i waterfront mediterranei sono un elemento essenziale della narrazione attraverso cui la comunità costiera che li vive incarna il proprio desiderio di riconoscimento e di futuro: li narra, si racconta, attraverso essi e mediante la propria immanenza fisica, prendendo coscienza di sé, dei propri problemi, della realtà che la circonda, delle nuove mete esistenziali e dei nuovi approdi di territorializzazione verso cui intende puntare.

Di conseguenza, la stragrande parte di ogni nuovo progetto che punta alla riterritorializzazione di questi luoghi punta alla restaurazione di quel processo di costante, continua, produzione di nuovo senso comunitario, quindi di identità, realizzato attraverso quella che definiamo una *costruzione narrativa di identità comunitaria*, possibile solo attraverso il nuovo irrompere della vita degli individui e degli aggregati sociali e culturali nel territorio analizzato.

Mediante questo processo di narrazione alimentato costantemente dalla comunità interessata territorialmente, si presenta e rappresenta l'attributo geografico di frontiera del proprio waterfront, che diviene quindi una rappresentazione esponenziale della intera comunità, libera e aperta alle contaminazioni ed agli incontri, prevalente rispetto alla rappresentazione, narrativa e fisica, del luogo quale confine, chiuso e inevitabilmente conducente allo scontro.

Narrazione, ripeto, di parole e di immaterialità ma anche costituita e fondata su connotati fisico-architettonici, quindi di pietra e d'acqua.

Si persegue il senso di un waterfront non solo linea di demarcazione ma piuttosto quale nuovo perimetro permeabile e multiforme, rete di luoghi e funzioni, di collegamenti e ricuciture tra costa e città, tra coste e approdi lontani eppur contigui culturalmente, tra attività costiere di diversa natura e attività urbane, perseguendo tutto ciò con una piena assonanza tra il *genius* primario del *luogo* e gli odierni utilizzi [2].

Ripristinando l'originaria funzione del contesto geografico quale incrocio di fasci infrastrutturali, marini e terrestri, e come sintesi di attività e spazi in un senso, quello terra/spazi marini/terra, ma anche nel senso opposto, cioè quello territorio costiero/territorio urbano ed interno.

Proprio questo perseguimento di piena permeabilità del luogo, verso il territorio-città retrostante ma anche verso i territori altri posti al di là del mare, la sua nuova apertura e accessibilità ai flussi di vita delle comunità è la qualità primaria perseguita, in quanto la nuova condivisione di quel territorio da parte degli individui e della collettività urbana diviene la condizione ineludibile alla nuova riqualificazione dei waterfront in quanto Beni Comuni Territoriali.

Laddove, invece, si rafforza la consapevolezza secondo cui ogni cesura, di tipo fisico oppure culturale, che si frapponga a ciò può costituire fattore ostativo al processo di vera e reale riterritorializzazione del bene in questione.

Esso, invece, per essere messo in grado di dare un'impronta realmente nuova al territorio in termini di rinnovato rapporto con le nuove esigenze di vivibilità, sociale ed ecologico-ambientale, va restituito in misura massima possibile alla fruizione collettiva, in modo che possa ridivenire centrale rispetto alla vita dell'organismo urbano, eliminando le barriere fisiche che hanno creato un diaframma tra la città e l'acqua e incrementando i livelli di accessibilità e di permeabilità della costa intera.

Bibliografia

- [1] AA.VV. - *Remaking the urban waterfront*, (2004), UIL–Urban Land Institute, Washington.
- [2] Andreotti G. - *Rivelare il Genius loci*, in Bollettino della Società Geografica Italiana, (2014), serie XIII, vol. VII, 533 – 558, Società Geografica Italiana, Roma.
- [3] Badami A., Ronsisvalle, D. - (a cura di), *Città d'acqua. Risorse culturali e sviluppo urbano nei waterfront*, (2008), Aracne, Roma.
- [4] Bertollini M. - *Ripensare i waterfront*, in AR-Bimestrale dell'Ordine degli Architetti di Roma, (2006), 63, 36 – 40, Roma.
- [5] Bozzato S., Bandiera G. - *Bene Comune Territoriale e Fondazione di Partecipazione. Il caso studio Rione Terra, Pozzuoli*, in *Commons/Comune: geografie, luoghi, spazi, città*, (2016), vol. Memorie geografiche NS 14, 587 - 593, Società di Studi Geografici, Firenze.
- [6] Braudel F. - *Civiltà e imperi del Mediterraneo nell'età di Filippo II*, (1952), Einaudi, Torino.
- [7] Breen A., Rigby D. - *The new waterfront. A worldwide urban succes story*, (1996), Thames and Hudson, London.
- [8] Bruner J. S. - *La costruzione narrativa della realtà*, in *Rappresentazioni e narrazioni*, (1991), 17 - 42, (a cura di) Ammaniti M., & Stern D. N., Laterza, Bari.
- [9] Bruttomesso R. - (a cura di), *Waterfront. A new frontier for cities on water*, Centro Internazionale Città d'Acqua, (1993), Marsilio, Venezia.
- [10] Carta M. - *Città liquida. I waterfront urbani come generatori di qualità*, (2009), FrancoAngeli, Milano.
- [11] Commissione Rodotà - *Modifica delle norme del codice civile in materia di beni pubblici*, (2007), Schema Ddl, Camera dei Deputati, Roma.
- [12] Fonti L. - (a cura di), *Porti-città-territori. Processi di riqualificazione e sviluppo*, (2010), Alinea, Firenze.
- [13] Governa F. - *Il milieu urbano. L'identità territoriale nei processi di sviluppo*, (1999), Codice Edizioni, Torino.

- [14] Magnaghi A. - *Mettere in comune il patrimonio territoriale: dalla partecipazione all'autogoverno*, in *Commons/Comune: geografie, luoghi, spazi, città*, vol. Memorie geografiche, (2016), NS 14, 25 - 36, Società di Studi Geografici, Firenze.
- [15] Marshall R. - *Waterfront in post-industrial cities*, (2001), Spon Press, New York.
- [16] Pollice F. - *Capitale, territorio e la retorica della competitività*, in *Capitalismo e territorialità*, Bollettino della Società Geografica Italiana, (2015), Serie XIII, vol.VIII, 417 - 429, Società Geografica Italiana, Roma.
- [17] Ostrom E.- *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*, (1990), Cambridge University Press Cambridge, trad. it. (2006) *Governare i beni collettivi*, Marsilio, Venezia.
- [18] Salvatori F., in Cicerchia A. - *Il bellissimo vecchio: argomenti per una geografia del patrimonio culturale*, (2002), FrancoAngeli, Milano.
- [19] Savino M. - *Waterfront d'Italia. Piani, politiche, progetti*, (2010), FrancoAngeli, Milano.
- [20] Toccolini A. - *Waterfront: significato, problematiche e possibilità di sviluppo*, (2013), Ed. Accademia dei Georgofili, Firenze.
- [21] Turco A. - *Configurazioni della territorialità*, (2010), FrancoAngeli, Milano.
- [22] Vallega A. - *The coastal cultural heritage facing coastal management*, in *Journal of Cultural Heritage*, (2003), vol. 4, 110 - 128, Elsevier, Amsterdam.

LE FORTIFICAZIONI, LA FLORA E LA FAUNA DELL'ANTICO STATO DEI PRESIDI, ORBETELLO (GR) ITALIA

Francesco Broglia

Università degli Studi Ecampus, via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate

e-mail: architettofrancescobrogli@gmail.com

Riassunto – Le antiche fortificazioni dello Stato dei Presidi, istituzione spagnola del XV secolo, costituiscono parte integrante del paesaggio costiero, presso Orbetello e del Monte Argentario. Si è mirato a stigmatizzarne le caratteristiche generali, ponendo in relazione gli aspetti ambientali, l'uso ed il riuso potenziale degli antichi edifici, in relazione alla flora ed alla fauna dei luoghi.

Abstract – *The historical fortifications of the State of Presidii, which was created in the XV century, are an inherent part of the coastal landscape near Orbetello and Monte Argentario. This paper aims at describing their main features, by linking environmental aspects, usage and restoration of ancient buildings with fauna and flora.*

Aspetti generali

Le fortificazioni dello Stato dei Presidi, nell'area della laguna di Orbetello e del Monte Argentario, costituiscono un importante complesso di costruzioni, risalente in origine, ai secoli XV e XVI. Tale munito apparato di fabbriche e manufatti è distribuito su di un vasto territorio costiero. Cinte murarie bastionate, torri di avvistamento sul mare, casematte, forti, polveriere¹, sono parte integrante dell'ambiente e del paesaggio. Lo scopo dei primigeni costruttori, era quello di attrezzare dei potenti caposalda di difesa, ben posizionati e sovente in perfetta mimesi con la natura circostante. Golfi, cale, rupi a picco sul mare, vennero utilizzati per disporre sentinelle e batterie di cannoni bene arroccate.

All'uopo basterà citare che gli artiglieri definivano come "barbetta"² il profilo superiore delle cortine cinquecentesche. L'erba cresceva infatti sulle "troniere"³, tra una bocca

¹ In merito alle strutture fortificate dello stato dei Presidi, si veda [3] Sono numerose le polveriere, ove si tenevano appunto le polveri da sparo. La più grande e celebre è la polveriera Guzman, edificio del 1600, sito in Orbetello sulla cinta bastionata spagnola, presso l'omonimo baluardo. In genere sono costruzioni robuste, in muratura, su piani ben drenati ed asciutti (onde evitare il fenomeno sgradito e pernicioso delle polveri bagnate, quindi inutilizzabili), con poche aperture (si voleva logicamente evitare il contatto con i proiettili del nemico, che avrebbero potuto far esplodere l'intera costruzione). Per una visione generale del sistema fortificato di Orbetello e dell'Argentario si veda [2].

² Con il termine di pezzi di artiglieria in "barbetta", si definivano i cannoni piazzati sulle postazioni più alte dei bastioni, dove crescevano (e crescono tuttora) erbe parietarie (assimilabili alla barba che cresce sul mento dell'uomo).

³ Postazioni dei cannoni.

da fuoco e l'altra. Ancora oggi diverse specie di vegetali "parietari", colonizzano le connesure tra mattoni e conci. Sulle parti meno accessibili nidificano ordinariamente gli uccelli.

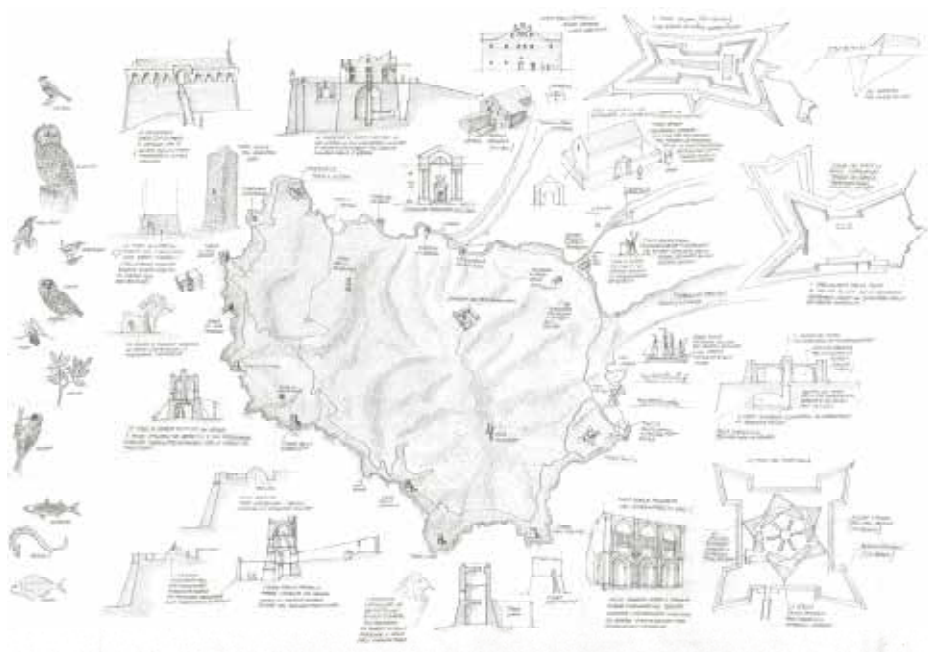


Figura 1 – Sistema fortificato Stato dei Presidi.

Figure 1 – Fortifications in the State of Presidii.

L'avifauna

L'avifauna è quanto mai varia, a seconda che ci si trovi sulle fortificazioni verso terra di Orbetello, o quelle a strapiombo sui flutti del Promontorio⁴. O ancora in prossimità di posti di guardia o riserve⁵, tra la vegetazione palustre dei tomboli⁶. I baluardi di

⁴ Il Promontorio dell'Argentario, dagli approdi dominati da alti scogli a picco sul mare, ha ancor oggi piccole cale (approdi minori) due porti, Porto Ercole e Porto Santo Stefano. Da questi approdi le flotte spagnole e quelle degli stati italici vassalli dell'Imperatore Carlo V e più avanti della Corona spagnola di Filippo II, pattugliavano nel 1500 il Mare Tirreno, per contrastare i pirati barbareschi (agli ordini dei sultani ottomani) e i vascelli della flotta francese (notoriamente avversaria delle armi asburgiche ed iberiche).

⁵ Il Monte Argentario ed i territori dell'Antico Stato dei Presidi, istituzione voluta dalla Corona spagnola ne XVI secolo per avere un caposaldo strategico a guardia del Tirreno, sono disseminate, oltre che di grandi fortezze e cinte murarie, anche di piccole postazioni dotate di ricoveri per le truppe e magazzini di viveri e munizioni (detti appunto riserve), in corrispondenza di punti "nevralgici" dell'intero sistema (lungo vie di comunicazione, in corrispondenza di approdi, passaggi, corsi d'acqua ecc.). Per la cronaca il territorio dello Stato dei Presidi si estendeva principalmente sulla laguna di

Orbetello (l'antica capitale dei Presidi di Toscana), si trovano in un contesto urbano. Sui rinterri sono state messi a dimora (nei primi decenni del XX Secolo) piante ed alberi da pubblico giardino. La sistemazione novecentesca, tipica del verde cittadino, favorisce l'insediamento di piccoli uccelli canori "gregari"⁷. Essi si stanziano in genere presso le dimore dell'uomo, al riparo possibilmente dai predatori. Verdoni, verzellini, cardellini, nidificano sugli alti fusti che spiccano nel pomeriggio e sulle antiche piazze alte. Anche merli e passerai, altre comuni specie stanziali, frequentano le siepi di pittosporo e di oleandro, trovano riparo tra platani ed ippocastani. I passerai (passera comune) non disdegnano tetti e pareti di mattoni, per stabilirvi la propria dimora. Quelle appena citate sono specie di terra diffuse.

Più diversificato, prezioso ed interessante il patrimonio avifaunistico palustre e costiero. Immaneabili i gabbiani, che a differenza di quanto avviene nelle grandi conurbazioni, seguono in parte ancora la loro vocazione di cercatori di acque pescose. Da osservare anche i cormorani (grosso uccello dell'ordine dei suliformi, ghiotto di pesci e crostacei) e gli

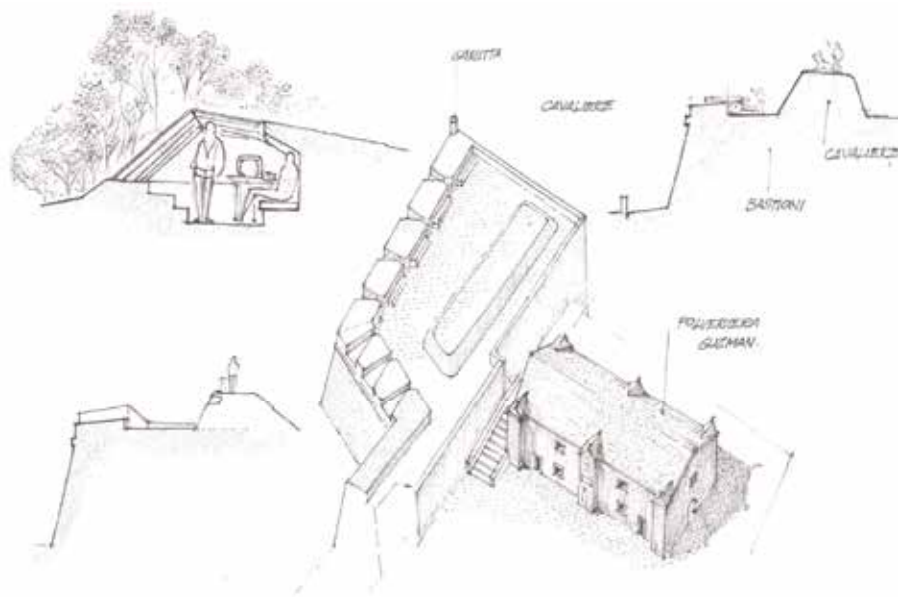


Figura 2 – Osservatori ecologici.

Figure 2 – Bird watching.

Orbetello (capitale l'omonima città) sul promontorio dell'argentario con Porto Ercole, Forte La Rocca, Porto Santo Stefano, Forte Filippo, Forte Stella, oltre che per un tratto di arcipelago e di costa, approssimativamente sino all'odierna Grosseto.

⁶ Con il termine di tombolo, probabilmente dal latino *tumulus*, si intendono le lingue di terra tra acque palustri e mare che uniscono il Promontorio dell'Argentario (nel caso specifico) alla costa.

⁷ I piccoli uccelli canori, che con il loro canto allietano appunto i parchi urbani, possono definirsi gregari, non solo nel senso ornitologico corretto e canonico, ma anche in quanto si stanziano e prosperano nelle aree verdi prossime od interne agli insediamenti umani, in pratica nei giardini vicini al costruito od inclusi nei tessuti edilizi, (quindi gregari poiché seguono a dovuta distanza l'uomo).

aironi cenerini (pelecaniformi dalla grande apertura alare, anch'essi buoni mangiatori di pesce e crostacei). La laguna tra mare e coste scogliose, è dolcemente lambita dalle soffici sponde degli istmi. Sono questi i luoghi frequentati dal cavaliere d'Italia⁸, che nidifica e sverna su tali sponde o vi riposa di passaggio. Oltre alle specie di uccelli marini o delle piagge, abbondano anche quelle tipiche della boscaglia e della macchia mediterranea.

Picchi, scriccioli, torcicolli⁹, sono naturalmente insidiati da strigiformi quali allocchi e civette, o da rapaci, bene avvistabili dalle linee di ronda delle fortificazioni spagnole, così come rarissimi avvoltoi. Basti pensare che la ben nota torre "dell'Avoltore" alta tra le cale del Promontorio dell'Argentario, prende il nome dall'avvoltoio Capovaccaio (una delle più piccole specie di avvoltoio europee), che in tali luoghi volteggia e nidifica.

La fauna ittica

Elemento naturale, intimamente connesso al sistema fortificato dell'antico Stato dei Presidi, è la laguna di Orbetello. Lo specchio d'acqua, basso e limaccioso, proteggeva a tergo la città, i bastioni della quale sono puntati verso l'entroterra. Tra le tante torri che guardinghe costellavano i luoghi, quella detta della Pescheria (o Peschiera) è in posizione invero particolare. Essa è prossima al canale di collegamento che grazie alle maree, consente la naturale osmosi tra acqua salmastra e fluido palustre. In tale condotto gli uomini da tempi immemori si appostano per catturare anguille, muggini ed orate. Pesci che si adattano, nel ciclo della loro esistenza a sopportare sia la salinità del Tirreno che lo stato delle acque chiuse attorno alla storica urbe del caposaldo "spagnuolo".

Anche in questo caso l'antica struttura di presidio militare, andrebbe restaurata e destinata a stazione di sorveglianza idrografica e di salubrità dei luoghi. Un laboratorio permanente di analisi, in grado di valutare i possibili fenomeni di eutrofizzazione (assai nocivi per la fauna ittica), sarebbe utile sul piano pratico e pregnante su quello simbolico (un antico edificio di difesa militare verrebbe riconvertito alla salvaguardia ambientale).

La flora

In questa sede sarebbe riduttivo, nonché velleitario, trattare della flora dei luoghi. Essa è quanto mai varia e preziosa. Dal leccio al pino dei boschi, sino alle canne palustri. Le torri costiere e le antiche batterie spagnole, tra macchia, lembi di terra e scogli, bene si presterebbero ad accogliere squadre di pronto intervento anti incendio. Il fuoco è uno dei principali nemici della flora e della fauna che tra alti fusti e verzure trova albergo.

La costituzione di gruppi bene addestrati, addetti alla manutenzione e pulitura (ove ecologicamente possibile) della vegetazione delle aree naturali, nonché ad evitare fenomeni di innesco della combustione, sarebbe quanto mai auspicabile. Tale personale,

⁸ Uccello dell'ordine dei caradriiformi, si nutre di insetti invertebrati ed alghe che prosperano nelle acque della laguna. È volatile di passo, che frequenta le coste paludose del medio Tirreno per nidificare e per svernare.

⁹ Il picchio, uccello dell'ordine dei piciformi si arrampica sui tronchi e con il potente becco a scalpello li buca per costruirsi il nido. Lo scricciolo è un passeriforme, invero molto piccolo, circa 8÷10 cm di lunghezza, dal canto stridulo, insettivoro. Il torcicollo è un piciforme, insettivoro, lungo circa 20 cm.

opportunamente equipaggiato di mezzi di controllo e di spegnimento delle fiamme, costituirebbe il primo presidio di protezione dei parchi, sia socio-turistici, che naturalistici.

Moderne funzioni per i Forti e le antiche torri costiere

Sulla base di tali dati è facile comprendere che le antiche fortificazioni costituiscono delle postazioni eccezionali di osservatorio costiero. Esse dimostrano come spalti e bastioni, da sentinelle per la difesa dagli attacchi di marineria, possono diventare un utile presidio di salvaguardia ecologica¹⁰. Da valutare adeguatamente l'idea di porre osservatori su garitte, troniere o camuffati all'interno di opere a rinterro e cavalieri (si pensi alla ben nota pratica, di stampo anglosassone, dell'osservatorio ornitologico, per scienza o per passione).

Utilissime per il controllo della flora e della fauna anche le antiche torri di avvistamento. È da questi punti che si ha una visione naturalistica, diretta e complessiva, dello stretto rapporto tra ambiente, paesaggio, vegetazione e, ad esempio, stato della popolazione di uccelli.

Le torri potrebbero ospitare al loro interno piccoli laboratori, per lo studio e l'analisi degli ecosistemi. Esse, opportunamente attrezzate sarebbero adatte ad accogliere ricercatori, incaricati della raccolta di dati sul campo.

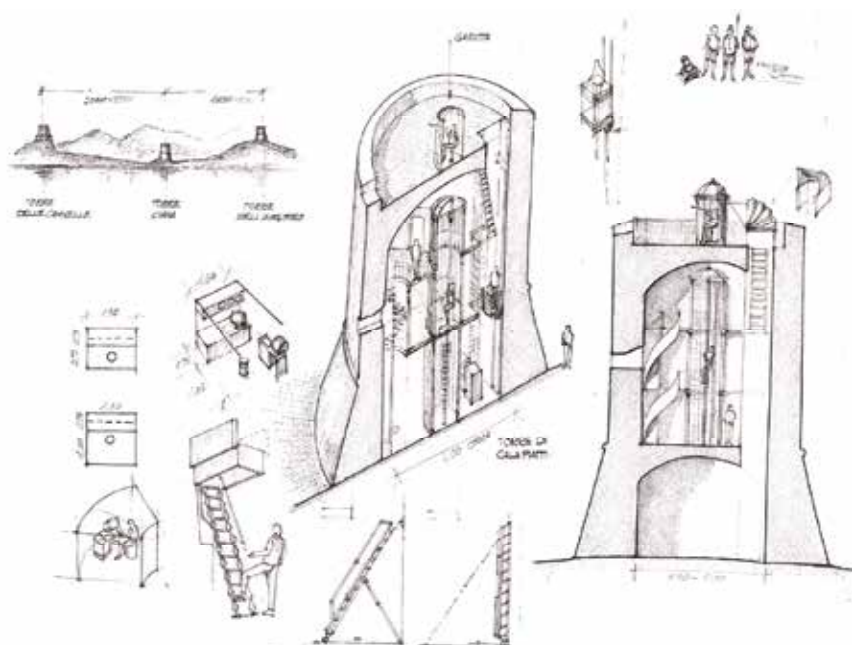


Figura 3 – Torre costiera attrezzata.

Figure 3 – Equipped Coast Tower.

¹⁰ Sul restauro e riuso delle fortificazioni di Orbetello e dello Stato dei Presidi si veda [1].

In pratica dalla primigenia guarnigione di soldati (che nel 1500 e nel 1600 stanziava nelle torri), si passerebbe ad una agile squadra di due o tre agenti e studiosi guardia-parco, votati alla sorveglianza dei luoghi. Le antiche postazioni possono costituire un primo centro sul campo, per la collazione di informazioni. Grazie al posizionamento di telecamere e sensori, collegati ad una piccola cellula operativa dentro gli ambienti un tempo abitati dai militi “torrieri”, si elaborerebbero, vicino ai luoghi di prelievo, i primi dati sullo stato degli ecosistemi. Allo stesso tempo, sarebbero costituibili delle stazioni per il primo soccorso a volatili feriti od in difficoltà, da inviare ad istituti specializzati.

Le torri, gli spalti, i bastioni e le aree ad essi annesse e circostanti, bene si presterebbero come “campi base” per la reintroduzione in natura di soggetti della avifauna, reduci da salvataggi e terapie specifiche.

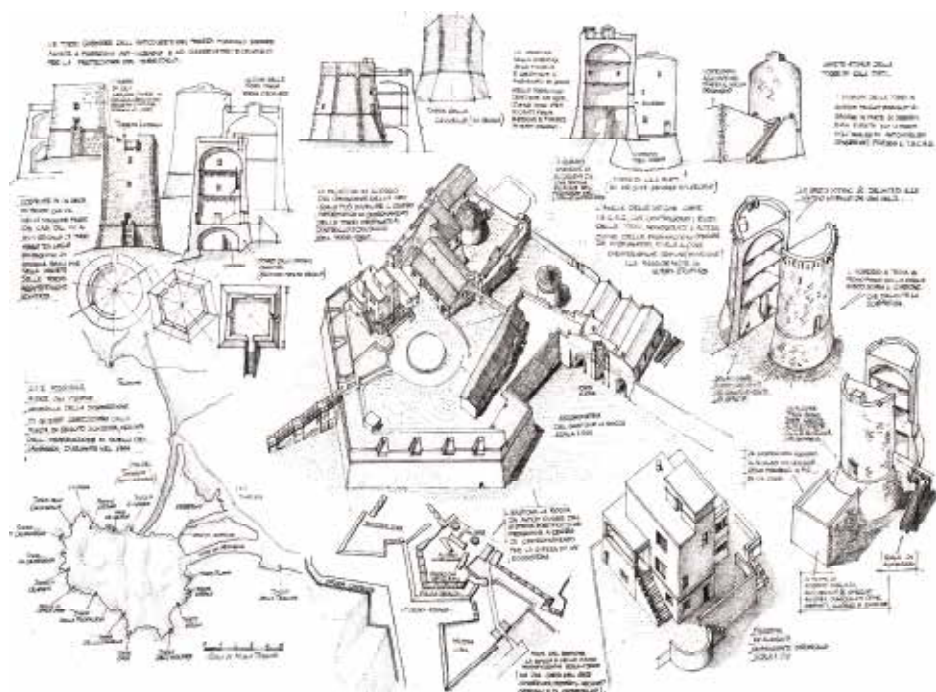


Figura 4 – Il bastione La Rocca e le torri costiere.

Figure 4 – La Rocca bastion and Coast Towers.

Alcuni edifici militari storici sono stati brillantemente riconvertiti in musei di archeologia marina (basti pensare alla fortezza di Porto Santo Stefano) ed altri potrebbero diventare spazi multimediali, per esposizioni e ricerche (le mura abbondano di caserme, depositi munizioni, polveriere ecc.), nonché acquari e laboratori di biologia marina. Serre, orti botanici per lo studio di piante, fiori ed insetti, potrebbero essere ubicate sul pomeriggio

delle mura spagnole di Orbetello, ovvero sui declivi dei rinterri dei bastioni, in parte destinati a giardino urbano.

Bibliografia

- [1] Broglia F. (2016) - *Restoration plan for Orbetello Fortifications. A hypothesis of musealization and reuse for the bastioned area* in “Defensive Architecture of the Mediterranean XV to XVIII Centuries” editor Giorgio Verdiani, Università degli Studi di Firenze. Italy. *Proceedings of the International Conference on Modern Age Fortification of the Western Mediterranean Coast*, FORTMED 2016, Firenze 10, 11, 12 November pp. 357-362.
- [2] Broglia F. (2015) - *The fortifications of the State of Presidii, Orbetello and Argentario promontory* in “Defensive architecture of the Mediterranean, XV to XVII Centuries” Editor Pablo Rodriguez-Navarro, Universitat Politècnica de Valencia. Spain. *Proceedings of the International Conference on Modern Age Fortification of the Western Mediterranean Coast*, FORTMED 2015, Valencia 15, 17 October pp. 15- 20
- [3] Dalla Monaca G., Roselli D., Tosi G. (2001) - *Fortezze e Torri Costiere dell'Argentario, Giglio e Giannutri*, Laurum Editrice, Pitigliano.

MISURAZIONE, CONTROLLO E DIFESA DEGLI OPPOSTI VERSANTI LITORANEI ADRIATICI: LE TORRI COSTIERE DAL XVI SECOLO AD OGGI

Federico Bulfone Gransinigh¹, Darka Bilić², Claudio Mazzanti³

¹ Università “G. d’Annunzio” di Chieti-Pescara, viale Pindaro 42 – 65127 Pescara, cell. +39 3385844482, e-mail: federico.bulfonegransinigh@gmail.com

² Institute of Art History, Zagreb

³ Università “G. d’Annunzio”, Chieti-Pescara

Riassunto – La tutela dei litorali dagli attacchi via mare, fra il XVI e XVII secolo divenne sempre più impellente a causa della crescente aggressività degli ottomani lungo le coste del Regno di Napoli e della Serenissima Repubblica di Venezia. Ebbe così origine la sistematica antropizzazione dell’ambiente rivierasco, con una volontà di pianificazione territoriale strategica. È questo il filo rosso che collega le opere difensive lungo le due rive dell’Adriatico. Oltre ad una generale trattazione del fenomeno, lo studio esamina due contesti ambientali specifici, attivando così interscambi scientifici e culturali fra gruppi di ricerca in Italia e Croazia, considerando i litorali dell’Abruzzo e della Dalmazia. Nel periodo considerato avvennero importanti opere di rilevamento e mappatura delle coste con la nascita di nuove forme scientifico-letterarie: tali testimonianze sono oggi basilari per conoscere l’evoluzione delle strutture fortificate e le linee di costa.

Abstract – *Between the Sixteenth and Seventeenth centuries the protection against attacks from the sea became urgent due to the increasing aggressiveness of the Ottomans along the coasts of the Kingdom of Naples and the Serenissima Republic of Venice. This led to a systematic anthropization of the coastal environment, with a strategic territorial planning. This relates the defensive works along the two shores of the Adriatic. In addition, the study examines two specific environmental contexts: the coasts of Abruzzi and Dalmatia are considered. In the period considered important surveying of the coast were made: basic testimonies today to know the evolution of the fortified structures and the coastline.*

Introduzione

Nella più ampia tematica del monitoraggio costiero mediterraneo è significativo l’approfondimento delle vicende storiche che hanno segnato il controllo dei litorali, in particolare quelle sugli opposti versanti adriatici. Lo studio considera due contesti, quello Abruzzese e quello Croato afferenti un tempo al Regno di Napoli e alla Repubblica di Venezia. Nei territori dalmati un importante impulso alla fortificazione delle coste, tramite torri e chiese fortificate, avvenne ad opera dei privati, mentre la Serenissima si occupò principalmente delle città marittime e dei porti più grandi. Ebbe così origine una sistematica antropizzazione dell’ambiente rivierasco, con una volontà di pianificazione territoriale strategica. Lo Stato intervenne anche per i territori meridionali della Penisola, con un

sistema perfettamente pianificato di torri. Oltre alla trattazione generale, lo studio esamina le fasce costiere di Abruzzo e Dalmazia, zone di frontiera dei due stati. Si evince lo svolgimento, nel passato, d'importanti opere di rilevamento e mappatura delle coste con la nascita di nuove forme scientifico-letterarie. Analisi dei manufatti e ricerca d'archivio sono basilari per conoscere l'evoluzione delle linee di costa, in molti casi totalmente cambiate e per contestualizzare le opere fortificate all'interno del paesaggio costiero.

Rilievo e rappresentazione delle coste fra Serenissima e Regno di Napoli: un confronto

Il rilievo e la misurazione delle coste nei territori della Serenissima e del Regno di Napoli furono attuati in maniera assai simile da persone con formazioni culturali diverse che dal XVI secolo vi si dedicarono sia a fini difensivi sia conoscitivi e divulgativi. I continui attacchi via mare da parte degli Ottomani e dei pirati avevano spinto i due stati pre-unitari ad attuare una politica di salvaguardia dei possedimenti costieri, potenziandone le difese. L'interesse per l'aggiornamento delle strutture ossidionali la Serenissima l'aveva dimostrato già dal 16 marzo del 1517 allor quando Andrea Gritti (1455-1538), dopo l'avvenuto recupero di gran parte del territorio della Terra Ferma, sottolineò l'importanza di adeguare anche le fortificazioni dello Stato da Mar. Le coste soggette alla Dominante si sviluppavano dalla laguna veneta sino alle isole greche. Interessanti furono inoltre una serie di figure quali cartografi e ingegneri esperti nella misurazione, restituzione e rappresentazione dei territori da Terra e da Mar. Nei medesimi anni, nel Regno di Napoli, la necessità di costituire elementi puntuali per il controllo e la protezione delle coste si era già resa necessaria e fu sistematizzata dalla metà del Cinquecento. In Abruzzo dal 1547 si videro i primi interventi riguardanti le torri costiere, anche se alcune, come quella di San Vito, furono realizzate prima del dominio spagnolo, nella seconda metà del XIV secolo [2].

Nel corso del XVI secolo l'evoluzione delle tecniche di rilievo unite al sempre più alto valore della cartografia, vista come elemento di conoscenza dei territori ma anche come espressione di un potere definibile tramite l'estensione dello Stato, furono alla base di varie campagne di rilevamento delle coste in entrambi i domini. Fondamentale per quest'approccio alla misurazione del territorio può essere stato il manuale scritto da Giovanni Scala (seconda metà XVI - prima metà XVII secolo), ingegnere della Serenissima [23]. Due figure offrono un quadro preciso delle intenzioni e delle necessità dei due Stati, avendo fissato un punto nell'evoluzione del rilievo e della rappresentazione dei litorali adriatici: Angelo degli Oddi (seconda metà XVI - prima metà XVII secolo) per la Serenissima e Carlo Gambacorta (XVI - primi anni del XVII secolo), Marchese di Celenza Valforte, Governatore degli Abruzzi dal 1584 al 1598 per il Regno di Napoli. Il degli Oddi, padovano in certi documenti definito come Angelo Oddo, ha per ascendenze legami con la storica famiglia urbinata che tanti architetti militari diede al ducato [7], nacque però da un ramo ascritto alla nobiltà padovana [8]. Fu il primo a redigere una serie di rilievi e descrizioni dei territori da Mar in maniera diversa rispetto alle precedenti rappresentazioni. Con i disegni a penna delle isole e dei porti della Serenissima degli Oddi voleva dare una visione dettagliata delle condizioni delle fortezze e allo stesso tempo fornire una rappresentazione accattivante dei territori. Questo «per fare cosa utile alla Signoria», ma avendo come interlocutori oltre che i governanti e gli addetti ai lavori, anche molti che «si

dilettano di saper et veder sempre cose nuove» aggiunte di voler inserire «molte altre annotazioni belle». Le sue raccolte diedero inizio alle riproduzioni che saranno poi definite “isolari” e “portolani” [26]. La sua tecnica si inserisce in un contesto ben preciso di necessità conoscitive. Si somma alla necessità nozionistica della rappresentazione anche un desiderio di accattivare l’attenzione del lettore, interessandolo e rendendolo quasi partecipe dell’esperienza del viaggio vissuto. Nella sua veduta di Pola (fig. 1) si può notare la costa disegnata con attenzione nelle varie insenature e la definizione dei punti strategici e rappresentativi del territorio. Il disegno rientra nella raccolta di rappresentazioni grafiche edita nel 1584 e avente per titolo *Viaggio de le provincie di mare della Signoria di Venetia, cominciando da essa*



Figura 1 – Veduta di Pola, Angelo degli Oddi, *Viaggio de le provincie di mare [...]*, BAU, ms. 109, 1584.

Venetia sino in Candia [...] (Bibl. Arcivescovile di Udine, ms. 109). Descrive il territorio costiero da Venezia a Candia, elencando «tutte le terre turchesche come ragusee che si trovano, et tornando poi di Candia, sino a Corfù, medesima- mente computando tutte le terre aliene di altri principi con l’aggiunta del viaggio di Puglia, cominciando dalla città di Otranto, dove si contiene distintamente li paesi, le città li porti dell’una et l’altra parte, insieme con li offesa che ponno ricever da ogni qualità de’ venti et se ci può far acqua e legna, et se li sono commodi refuscamenti, con

molte altre annotazioni belle». L’informazione tratta da questi manoscritti è uno strumento di governo, consentendo alla Serenissima di prendere decisioni sulle strutture ossidionali da realizzare lungo le coste e sui porti da ammodernare. Sono registrati i nomi di ogni città e insenatura, grandezza e capacità dei porti e i casi in cui si possano raccogliere scorte d’acqua e di legname lungo la navigazione delle coste. Come per la relazione del Marchese di Celenza, l’osservazione del territorio si affianca alle esperienze dirette; i due rilevatori si avvalsero certamente anche della testimonianza di chi viveva lungo le coste e amministra quei territori. Il nobile padovano lascerà altre testimonianze delle sue ricognizioni fra cui la raccolta di 21 disegni a penna del 1607 intitolata *Città fortezze porti et redoti del regno di Candia all’ill.mo et ec.mo signore e padrone col.mo il sig. Lorenzo Marcello capitano general nel regno di Candia* (Biblioteca Arcivescovile di Udine, ms. 113) oppure i disegni eseguiti a seguito delle ricognizioni compiute nel 1600-1602 con il provveditore generale Benedetto Moro [4]. Queste descrizioni del territorio attraverso un disegno a stilo si avvicinano per tratti e dettagli alle raffigurazioni che accompagnarono le relazioni del Gambacorta: la rappresentazione del paesaggio è accurata e riporta informazioni ulteriori rispetto alla semplice conoscenza delle strutture costiere.

Da sempre i viaggiatori che, per vari motivi, si sono spinti all’interno dei territori abruzzesi, li hanno descritti montuosi, poco ospitali a causa delle numerose vallate e dei corsi d’acqua. Il Galanti [11] si sofferma sulla costa: «La parte marittima dell’Abruzzo è

composta di due estesissimi tratti di colline; che cominciano a' piedi dell'Appennino e terminano al mare [...]» In un altro passaggio scrive: «essa (la zona costiera) fa mostra delle più pittoresche vedute e de' contrasti più meravigliosi» [19].

Nella *Relazione del marchese di Celenza al marchese Olivarez* del 1598, corredata da immagini (Biblioteca Nazionale di Parigi, ms. italiani 470, *Visita delle torri di Capitanata nel mese di dicembre 1594 di quelle d'Abruzzo nel mese di ottobre 1598*, Chieti 20 dicembre 1598) vengono descritte le quindici torri fra Punta Penna e Martinsicuro. La linea di costa è tracciata in maniera precisa permettendo di ricostruire la posizione dalle torri realizzate o in fase di costruzione; quasi tutte collocate alla foce dei corsi d'acqua. I disegni di Carlo Gambacorta sono graficamente meno accattivanti ma restituiscono la medesima scala di particolari; non c'è qui la volontà di stupire il lettore, bensì l'intenzione di raccogliere il maggior numero d'informazioni sul paesaggio costiero al fine di censire territorio, villaggi e torri [9]. Queste ultime erano strumenti di protezione e controllo commerciale, come la torre di Torino di Sangro, a cinque miglia dal Sinello, nella valle antropizzata. Proseguendo lungo la costa s'incontra la torre che sulla punta del Cavalluccio si collega visivamente a quella di San Vito consentendo un controllo sia sulla costa sia sul territorio di Lanciano. Da San Vito e Ortona prosegue, nella rappresentazione, il susseguirsi delle architetture ossidionali quali la torre del Moro, sul terreno sabbioso dell'omonima spiaggia, quella della Macchia e quella del Foro, in territorio di Francavilla. Dopo la fortezza di Pescara si staglia sulla costa la torre di Salino, sulla sponda sinistra del fiume dal quale prende il nome. Si giunge poi alla torre di Cerrano, tutt'ora esistente, posta fra la foce di due torrenti. Altre due torri vengono descritte nei pressi di Giulianova, lungo il Tordino e il Salinello. Nei disegni si coglie la relazione fra costa, torre di avvistamento e paesaggio antropizzato. Più a nord si prosegue con la torre Vibrata, racchiusa da colline ricche di vegetazione; infine, a guardia del Tronto si erge, ai confini del Regno, il complesso di Martinsicuro. (F.B.G.)

La Serenissima: costa est dell'Adriatico, controllo e misurazione

Il controllo della sponda est dell'Adriatico era di essenziale importanza nell'età moderna per gli interessi militari, politici e soprattutto economici della Repubblica di Venezia. Tra Impero Asburgico e Impero Ottomano, fu proprio la Repubblica di Venezia che lasciò, grazie alla sua presenza politica in questi territori, l'impronta più significativa sulla società, cultura e ambiente dell'Adriatico orientale.

Allo scopo di conoscere e controllare meglio la moltitudine d'isole e insenature della costa orientale dell'Adriatico, proteggendo così i suoi interessi economici e soprattutto la rotta marittima verso Levante, diversi cartografi come per esempio Giacomo Gastaldi e Matteo Pagano iniziarono a lavorare, con l'aiuto delle autorità statali, sulla mappatura di questi territori; l'attività in certi casi fu ostacolata dalla penetrazione dell'Impero Ottomano per tutto il XVI secolo. I marinai, però, si servivano delle cosiddette *carte da navigar* che permettevano di affrontare i viaggi con maggior sicurezza [24]. Oltre alle carte nautiche, prodotte specialmente per uso dei marinai, dal XIV secolo ebbe un esponenziale incremento la produzione di portolani che avevano la funzione di integrare le informazioni offerte dalle mappe nautiche e offrire ai viaggiatori, spesso pellegrini, un percorso definito, permettendo loro di orientarsi meglio nel succedersi delle isole, grazie alle dettagliate informazioni

riprodotte. Questi strumenti di navigazione offrivano tutte le informazioni utili tratte dalle conoscenze geografiche: l'aspetto delle coste Adriatiche, le vedute degli insediamenti più importanti e soprattutto le fortificazioni. Tra tanti cartografi che lavoravano appoggiati dallo stato veneziano spicca Giovanni Francesco Camocio che dal 1558 in poi, compose varie mappe delle isole con la collaborazione di Martino Rota e Natale Bonifacio. Le incisioni raccolte in *Isole famose, fortezze, e terre marittime* (fig. 2) illustrano le piante e vedute delle più importanti città costiere, ma raffigurano anche le piccole fortezze, castelli, torri di avvistamento ed edifici religiosi. L'Adriatico riportato nelle mappe del Camocio sembra essere il teatro continuo dello scontro militare; le mappe sono il suo tentativo di avvicinare il pubblico veneziano e internazionale alle condizioni di queste battaglie [25]. Il suo lavoro influenzò i futuri isolari come quello compilato da Giuseppe Rosaccio. Egli, d'altro canto, pubblicando il suo libro in tempo di pace unì la tradizione degli isolari stampati con quella delle cronache dei pellegrini. Il suo *Viaggio da Venezia a Costantinopoli* pubblicato nel 1598 include mappe del percorso accompagnate da brevi testi. Così, sebbene egli copi le mappe d'isolari simili, Rosaccio offre al lettore una versione illustrata del pellegrinaggio verso la Terra Santa. Tutte le città e gli insediamenti sono descritti così come le fortezze o le torri. Questo carattere militare che prevale nelle illustrazioni è il segno delle circostanze aggravate delle condizioni del viaggio marittimo.



Figura 2 – Trogir e Kaštela, G. F. Camocio, *Isole famose porti, fortezze* [...], 1574.

Già durante il XV secolo i corsari ottomani delle città di Ulcinj e Herceg Novi saccheggiavano gli insediamenti dalmati lungo la costa orientale dell'Adriatico, arrivando fino a nord della penisola istriana. Inoltre, dal 1499, parte della costa dalmata era sotto controllo degli Ottomani, i quali occasionalmente razziano le terre cristiane circostanti. Tuttavia, nella seconda metà del XVI secolo, i locali corsari Uskok, con sede nella città di Senj, dalla parte asburgica della costa, erano particolarmente attivi nell'attaccare le navi che attraversavano l'Adriatico. Di conseguenza alla fine del XV e durante il XVI secolo furono costruite numerose fortificazioni sotto forma di torri di avvistamento, castelli, monasteri e chiese fortificate. La torre sull'isola di San Pietro di Nemb fu costruita proprio in queste circostanze, alla fine del XVI secolo, nella posizione strategica per la protezione delle navi che transitavano tra Venezia e la Grecia, verso Levante [27]. Le navi ancorate sotto la torre,

tra l'isola di San Pietro e Ilovik aspettavano i venti opportuni in modo da poter continuare il loro viaggio più velocemente possibile oltre il pericolosissimo Quarnero e verso Venezia. La torre sorge dalla base rettangolare su tre livelli con le feritoie e le aperture per i canoni. Il rilievo sopra la porta della torre con il leone di San Marco proclamava il dominio veneziano sulla rotta verso oriente. Durante il XVII secolo la torre fu circondata da un muro dentro il quale vennero costruiti vari edifici per i soldati. Nel 1806 mentre la fortezza era sotto il dominio francese fu bombardata dagli inglesi e non venne mai più riparata. San Pietro de Nembi era parte del sistema delle torri specificamente costruite dallo stato veneziano in un intervallo di 40 e 70 miglia per migliorare la sicurezza della navigazione nell'Adriatico a cavallo tra il XVI e il XVII secolo. Torri costruite per lo stesso motivo furono anche quelle del castello di Sućuraj sull'isola di Hvar e quella a Većka kula a Starigrad nel canale di Velebit [15]. Realizzate all'inizio del XVII secolo, riportano distribuzione degli spazi e forme simili mostrando come la progettazione di queste torri fosse stata probabilmente affidata allo stesso corpo di tecnici al servizio della Repubblica.

La maggioranza delle torri costiere costruite dalla fine del XV secolo e durante i successivi due secoli sulla costa dalmata, facevano parte di progetti eseguiti per iniziative private ma sempre previa approvazione da parte dello stato veneziano; fra queste si citano la torre Marijanović a Sutivan sull'isola di Brač o la torre Čorić a Vodice [13]. Le torri erano situate ai margini degli insediamenti, in una posizione elevata per una migliore visibilità e servivano sia per l'avvistamento sia come rifugio per la popolazione locale; vennero di solito costruite su pianta quadrata con pietre provenienti dal territorio circostante. Di solito, s'innalzano su tre o addirittura quattro piani e l'ingresso principale si trova al primo piano per motivi di sicurezza, con al piano terra la cisterna. Nel periodo seguente intorno alle torri si formò l'insediamento circondato da mura di difesa, come per esempio a Ražanac, a nord di Zara visibile anche sulla mappa del *Contado di Zara e Sebenico* di Matteo Pagano redatta intorno al 1530 a Venezia [14]. In particolare spicca tra le iniziative dei privati il *corpus* delle torri e castelli costruiti sulla riva del mare tra le città di Trogir e Split fra la fine del XV e la metà del XVI secolo [17]. Con approvazione dello stato i nobili tragurini e spalatini costruirono più di venti edifici a scopo difensivo parzialmente fondati in mare, o sugli scogli; avevano la doppia funzione della protezione dei contadini dagli attacchi ottomani e nei momenti di pace di essere luoghi di villeggiatura dei nobili con la funzione di controllo dei loro possedimenti [10]. Il primo castello nel 1476 fu costruito a spese del nobile traurino Koriolano Cipiko. Nelle fasi susseguites, il castello fu circondato dai bastioni e dalla torre nel 1507 [16]. Questo intervento fu da esempio e venne seguito da altri nobili e presto sorsero venti strutture difensive sulla riva del mare per un'estensione di 26 chilometri che ha portato fino ad'oggi alla completa urbanizzazione di questo tratto di costa. Dopo un secolo d'intensi scontri bellici con gli ottomani, in Dalmazia, nel XVIII secolo, la Repubblica di Venezia si avvale di un corpo di tecnici impiegati dal governo centrale nei territori della provincia per sorvegliare, misurare e pianificare gli interventi [3]; ci si limitò al mantenimento e alle riparazioni essenziali delle strutture esistenti senza nuove costruzioni significative. Allontanando la frontiera con l'Impero Ottomano dalla costa dalmata il pericolo diminuiva. Oggi le strutture rimaste sono per lo più incorporate nei nuovi centri abitativi, mentre le torri remote giacciono ormai in rovina. Tuttavia, mappe e disegni prodotti sulla carta dai cartografi e dai vari tecnici statali, proprio come le torri nello spazio reale, rappresentano l'emblema della vitalità mercantile e della forza militare dello stato veneziano, sempre intento a conoscere e controllare il paesaggio circostante. (D.B.)

La pianificazione lungo le coste del Regno di Napoli

All'inizio del XVI secolo, l'Italia meridionale venne ad avere un ruolo basilare nell'equilibrio politico europeo; il governo di Carlo V, oltre ad essere contrapposto alla Francia, allo stesso tempo era impegnato nell'estenuante conflitto con i turchi Ottomani e quindi nel contrasto alle flotte a essi subordinate [6]. In varie occasioni i francesi ricevettero l'appoggio dei saraceni, impegnando su fronti alternativi l'esercito imperiale e tentando così di risolvere a loro vantaggio il conflitto. Se il rischio di un'invasione di truppe nemiche da nord rappresentava una minaccia per l'integrità del Vicereame di Napoli, i pericoli provenienti dal mare incombevano ancora più seriamente sul sistema economico di questo territorio. Nel 1532, anno in cui assurse al titolo di viceré, Pedro Álvarez de Toledo y Zúñiga (1484-1553) ordinò l'attuazione di una struttura difensiva su vasta scala per contrastare i possibili assalti portati da terra o da mare allo Stato e garantire la sicurezza dei litorali; in questo sistema di protezione veniva recuperato, sostanzialmente, lo schema del secolo precedente. La finalità era il presidio delle aree maggiormente vulnerabili, cioè facilmente accessibili dal mare, oppure di quelle più prospere. Lo sforzo che s'intendeva compiere non aveva eguali nella storia del Regno: con l'affermazione del potere centrale, a discapito di quelli periferici, si poteva programmare ciò che in precedenza non era stato possibile. Nel progetto di difesa di Pedro de Toledo si prefigurava la protezione di tutto il Regno attraverso la creazione di un'imponente catena di postazioni di avvistamento. Venne così pianificata l'integrazione dei principali capisaldi fortificati con una serie di torri quasi tutte di nuova costruzione, in reciproca relazione visiva, localizzate ininterrottamente lungo le coste dell'Italia meridionale. S'iniziò con lo stabilire i criteri generali, come il tipo edilizio, le dimensioni, le tecniche e i materiali. In quanto alla scelta del sito dei singoli fabbricati, questa non era determinata esclusivamente sulla base dell'intervisibilità del tratto di costa tra due strutture contigue; al contrario, l'ubicazione poteva rispondere a molteplici esigenze, quali la conformazione del litorale, nonché la presenza di acqua potabile, indispensabile per la sopravvivenza degli equipaggi delle imbarcazioni nemiche, risorsa la cui disponibilità faceva pertanto prefigurare dei potenziali punti di sbarco. Secondo il programma di Pedro de Toledo, l'onere economico della costruzione e del mantenimento di queste costruzioni fortificate doveva ricadere interamente sulle Università locali che necessitavano di difesa; la contribuzione fu posta a carico delle città comprese entro 12 miglia dalla costa, le più soggette agli attacchi dei barbareschi [12]. Al governo napoletano spettava, invece, il controllo e coordinamento dell'intervento. La valutazione del luogo dove innalzare l'opera era delegata a una commissione itinerante, composta da un alto ufficiale dell'esercito, un ingegnere, un pilota marittimo, un artigliere, un contabile e un disegnatore topografico [21].

Particolarmente interessante risulta essere il sistema difensivo sviluppato sul litorale abruzzese: come la Dalmazia, estrema zona di frontiera con lo stato confinante, in questo lo Stato Pontificio. Lungo le coste adriatiche più settentrionali del Regno di Napoli esistevano in quell'epoca ancora pochi luoghi urbani per il rischio degli attacchi dei pirati. I tanti fiumi e ruscelli potevano costituire un serio pericolo: le foci erano anche un punto d'approdo più agevole per le imbarcazioni, soprattutto in caso di mare agitato. I comandanti delle navi che sistematicamente aggredivano le zone costiere del Regno di Napoli, provocando distruzione, lutti e catturando anche molti prigionieri [20], avevano un approfondito livello di conoscenza delle rive italiane; ciò soprattutto poiché provvisti di carte nautiche particolarmente dettagliate rispetto ai canoni del periodo. Erano state

disegnate nel 1526 da Piri Reis (c. 1470-1554), ammiraglio di Solimano il Magnifico e autore di due versioni del *Kitab-ı Bahriyye*, “Il libro del mare” [22]. Tre di queste mappe rappresentano la costa abruzzese: in quella più meridionale è riportato il litorale tra Termoli e Vasto, cittadina a nord della quale è in evidenza una torre costiera, quasi al margine del disegno; un’altra carta mostra il tratto del litorale compreso tra il fiume Sangro e il Pescara; nel disegno compaiono anche alcuni centri abitati, cioè San Vito, Ortona e Francavilla, mentre nel territorio interno risaltano le città di Lanciano e Chieti; sulla marina sono ugualmente evidenti la Torre del Sangro a sud dell’omonimo fiume e un’altra tra Francavilla e Pescara, le uniche strutture difensive sicuramente esistenti prima del 1526, epoca di realizzazione della carta [12]. L’ultimo elaborato riguarda la zona a nord di Pescara, fino al confine con lo Stato Pontificio. Alla morte del viceré, nel 1553, solo alcune delle architetture militari inizialmente previste erano state effettivamente realizzate; fu merito del suo successore, Pedro Afán de Rivera duca d’Alcalá (1559-1571), l’aver ripreso, sviluppato, potenziato e quasi portato a termine il progetto originario. Nonostante si tratti dell’infrastruttura più estesa dell’età moderna, di essa non sono noti progetti di massima o di dettaglio [21]. Rispetto alle centinaia di torri costruite in tutto il Regno di Napoli, quelle censite in Abruzzo (fig. 3), una quindicina, costarono quasi il doppio; forse a causa della maggiore difficoltà di reperimento dei materiali da costruzione [18]. Quando Pedro de Toledo avviò la pianificazione della difesa delle rive, fu deciso anche l’incremento della transumanza tra l’Abruzzo e la Puglia: già disciplinata a partire dal 1447, quando fu creata la *Regia Dogana della Mena delle Pecore di Foggia*, nel 1532 tale pratica venne estesa alla zona teramana con l’istituzione della *Doganella d’Abruzzo*; oltre alle greggi che si recavano in Puglia, s’iniziava così a tassare anche il bestiame rimasto in alcune zone dell’Abruzzo Ultra, separato dal territorio di Ascoli dal fiume Tronto, confine con lo Stato Pontificio. In base alle disposizioni, i vigilanti, normalmente organizzati in coppie, provvisti di una specifica patente; essi provvedevano autonomamente ad armamento e munizioni, al vettovagliamento e a tutto quanto potesse costituire la dotazione del presidio di guardia [5].

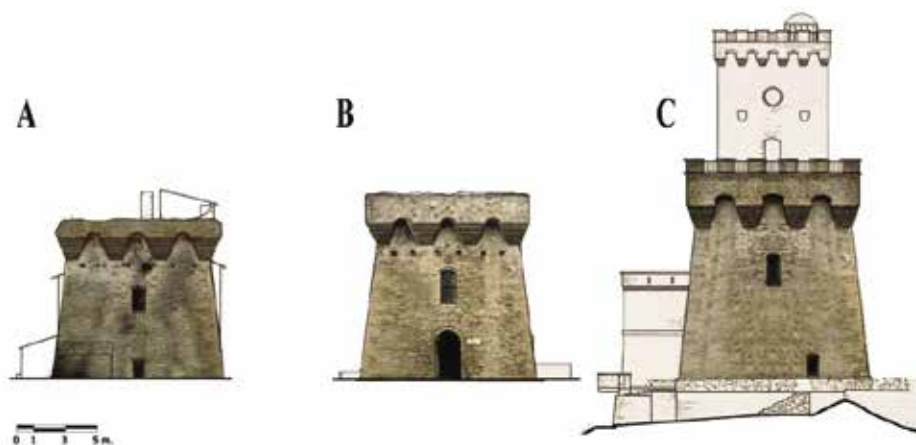


Figura 3 – Le torri costiere in Abruzzo, rilievo dello stato di fatto, prospetti: A) del Vibrata; B) del Salinello; C) di Cerrano.

Presso le foci dei fiumi le greggi sollevano abbeverarsi; l'avvicinarsi dei pastori, quindi, rappresentava un'occasione di approvvigionamento per questi soldati, altrimenti impossibilitati ad abbandonare il servizio. Si dava così origine a un processo virtuoso: il monitoraggio attuato dagli addetti al controllo rendeva possibile, in modo protetto, lo sfruttamento dei pascoli migliori da parte dei pastori, che contribuendo economicamente andavano a incrementare gli introiti dello Stato per la costruzione e manutenzione delle strutture difensive; con loro aumentava la presenza umana lungo la marina, altrimenti disabitata soprattutto a nord di Pescara. La sicurezza dei litorali abruzzesi, però, non era ancora del tutto garantita. Per tale motivo, soprattutto in seguito alle incursioni piratesche del 1566 nell'Abruzzo Citra [1], nel 1568 furono appaltate nuove torri d'avvistamento da erigersi a sud di Chieti [12], ma anche incrementando i presidi dell'Abruzzo Ultra. (C.M.)

Conclusioni

La metrica con cui vengono disposte queste costruzioni difensive consente di misurare il territorio costiero; le torri di avvistamento furono costruite con un passo regolare le une dalle altre lungo tutta la costa adriatica. Differente fu l'approccio della Serenissima al fortificare la costa dalmata e croata che vide la nascita di numerosi porti, fortificati e bastioni, ma anche torri singole come quelle abruzzesi, gestite dallo Stato. Sulle coste dell'Abruzzo con fondali sabbiosi e molto bassi, ad eccezione della fortezza di Pescara non c'erano nuclei urbani [20], che sarebbero risultati indifesi alle incursioni dei nemici a causa della mancanza di fronti rocciosi e rialzati. La geografia della costa abruzzese è molto mutata nel corso dei secoli: la natura calcarea ha determinato l'avanzamento del litorale: la parte pianeggiante tra battigia e l'inizio della fascia collinare doveva avere anticamente un'estensione molto inferiore rispetto all'attuale conformazione.

Bibliografia

- [1] Antinori A. L. - *Raccolta di memorie storiche dei tre Abruzzi* (1782), Napoli.
- [2] Benegiamo M. - *Il ruolo commerciale delle torri costiere*, in Pierucci P. (a cura di) *Patrimonio industriale marittimo nell'Adriatico centrale* (2013), Franco Angeli, Milano, 70-89.
- [3] Bilić D. - *Inženjeri u službi Mletačke Republike*, u: *Inženjeri i civilna arhitektura u 18. stoljeću u mletačkoj Dalmaciji i Albaniji* (2013), Književni krug, Split.
- [4] Calabi D. - *Città ed edilizia pubblica nel dominio veneziano da mare: modelli, significato civile, linguaggio architettonico*, in *D'une ville à l'autre. Structures matérielles et organisation de l'espace dans les villes européennes (XIIIe-XVIe siècle)*, Actes du colloque de Rome, 1-4 décembre 1986 (1989), École Française de Rome, Rome, 813-843.
- [5] Cisternino R. - *Torri costiere e torrieri nel Regno di Napoli. 1521-1806* (1977), Istituto Italiano dei Castelli, Roma.
- [6] Coniglio G. - *Il Regno di Napoli al tempo di Carlo V* (1951), ESI, Napoli.

- [7] D'Ayala M. - *Degl'ingegneri militari italiani dal secolo XIII al XVIII*, in *Archivio storico italiano [...] per le provincie della Toscana, dell'Umbria e delle Marche* (1869), s. III, t. IX, p. I, G. P. Vieusseux, Firenze, 71-110.
- [8] degli Azzi Vitelleschi G. - *Oddi*, in *Enciclopedia italiana* (1949), XXV, 169.
- [9] Faglia V. - *Visita alle torri costiere nelle provincie d'Abruzzo, 1598-1976* (1977), Castella n. 13, Istituto Italiano dei Castelli, Roma.
- [10] Fisković C. - *Osobitost trogirsko-splitskih kaštela ljetnikovaca* (1981), Kulturna baština, 11-12, 29-45.
- [11] Galanti G. M. - *Della descrizione geografica e politica delle Sicilie* (1969), a cura di Assante F. e Demarco D., v. II, Napoli, 467 e sgg.
- [12] Giannetti E. - *Le torri costiere nel territorio ortonese* (2016), Quaderni di ricerca 3, 55.
- [13] Glavaš I. - *Čoričev toranj u Vodicama - šibenska komunalna utvrda* (2017), Godišnjak zaštite spomenika kulture Hrvatske, 40, 81-90.
- [14] Hilje E. - *Gradnja kaštela u Ražancu 1507. Godine* (2008), Radovi Zavoda povij. znan. HAZU Zadru 50, 119-145.
- [15] Kovačić V. - *Mletačka kula u Sućurju na Hvaru* (1989), u: *Prilozi povijesti umjetnosti u Dalmaciji*, 28, 157; Registar kulturnih dobara Ministarstva kulture Republike Hrvatske.
- [16] Machiedo S. - *Projekt za restauraciju kaštela u Kaštel Novom* (1966), Peristil 8, 95-99.
- [17] Marasović K. - *Kaštel Cipiko u Kaštel Starome*, Prostor, v. 19, No. 1 (41), 30-41.
- [18] Pasanisi O. - *La costruzione generale delle torri marittime ordinate dalla R. Corte di Napoli nel sec. XVI*, in *Studi di Storia napoletana in onore di M. Schipa* (1916), Napoli.
- [19] Pessolano M. R. - *L'Abruzzo marittimo*, in *Opus* (1996), v. 5, 149-200.
- [20] Pessolano M. R. - *Il sistema portuale abruzzese-molisano dal Vicerego all'Unità*, in Simoncini G. (a cura di), *Sopra i porti di mare. Il Regno di Napoli* (1993), Leo S. Olschki, Firenze, 155-194.
- [21] Russo F. - *Le Torri Costiere del Regno di Napoli. La frontiera marittima e le incursioni corsare tra il XVI ed il XIX secolo* (2009), ESA, Napoli.
- [22] Salierno V. - *Il Mediterraneo nella cartografia ottomana. Coste, porti, isole negli atlanti di Piri Reis* (2010), Capone, Lecce.
- [23] Scala G. - *Geometria pratica [...]* (1599), de Paulini, Roma.
- [24] Selva O. - *Lo stato della cartografia veneziana tra XVI e XVIII secolo: emblema di potere e strumento di pianificazione territoriale* (2013), Bollettino A.I.C. nr. I48/2013, 76.
- [25] Tonini C. - *Sulla rotta dei pellegrini: Carte nautiche, portolani e isolari dalle collezioni del Museo Correr [...]* (2009), a cura di Graciotti S., Roma, 38-41.
- [26] Tonini C., Lucchi P. (a cura di) - *Navigare e descrivere: isolari e portolani del Museo Correr di Venezia, XV-XVIII secolo* (2001), Marsilio, Venezia.
- [27] Žmegač A. - *Kaštel Sv. Petar kraj Lošinja* (2014), Radovi Instituta za povijest umjetnosti, 38, 81.

PHOTOGRAMMETRIC TECHNIQUE FOR ANALYSING THE ANTHROPIZATION PROCESS IN COASTAL AREAS: THE CASE STUDY OF MINORI

Alessandra Capolupo¹, Marina Rigillo¹, Lorenzo Boccia¹

¹Department of Architecture, University of Naples Federico II, Via Forno Vecchio, 12-80134, Naples, Italy, tel. +39 0812539151, e-mail: lorenzo.boccia@unina.it

Riassunto – La crescita demografica, i nuovi interessi economici e i moderni stili di vita introdotti dalla fine della II Guerra Mondiale sono i fattori chiave che permettono di interpretare il radicale cambiamento subito dalle aree costiere. Infatti, ad oggi, circa metà della popolazione europea vive nel raggio di circa 50 km dalla costa. Ciò ha decretato un forte sfruttamento del territorio costiero, colpevole, a sua volta, di aver innescato svariati processi di degradazione del suolo. Come sottolineato dalla Comunità Europea, solo un'adeguata e responsabile pianificazione rurale e territoriale può mitigare tali fenomeni. La Costiera Amalfitana (Regione Campania), inclusa nel patrimonio UNESCO dal 1997, mostra chiaramente l'influenza degli insediamenti umani, che hanno modellato e sfruttato il suo fertile versante, mediante la costruzione dei terrazzamenti. Il presente lavoro si pone l'obiettivo di analizzare i cambiamenti geomorfologici e volumetrici e di studiare il processo di antropizzazione, subito dal comune di Minori. Per raggiungere l'obiettivo prefissato, due *dataset* fotogrammetrici sono stati elaborati: il primo comprendente tre immagini pancromatiche acquisite nel 1956; il secondo caratterizzato da 4 *frames* ottenuti da un volo proprietario realizzato nel 2017. I *dataset* sono stati quindi elaborati al fine di ottenere due Modelli Digitali di Elevazione (DEMs) e ortofoto di fine risoluzione, successivamente confrontati e ulteriormente processati per ottenere il *Normalised Remaining Vegetation Index* (NRPVI) e il *Digital Elevation Models of Difference* (DODs). La combinazione di tali indici ha permesso di quantificare il processo di antropizzazione subito dall'area in esame, che risulta essere pari al 800 %.

Abstract – *The appearance of the natural landscape of coastal areas has gradually modified by human activities since the end of the II World War in order to address emerging social needs, such as the exponential growth of population, new life styles and wide economic interests. Indeed, about half of European people lives in a range of 50 km from the coast, triggering soil degradation process. Therefore, the European Community has called on the Member States to identify a proper strategy for landscape and rural planning aimed at stemming those trends. Amalfi Coast (Campania Region) shows a distinctive sign of human influence because of the presence of terraces, constructed to make its steep slope habitable and arable. The present work intends to assess the geomorphological changes and the anthropization process in Minori. Two photogrammetric datasets, one acquired in 1956 and the other in 2017, have been selected and analyzed to generate two fine resolution Digital Elevation Models (DEMs) and orthophotos. They have been subsequently compared and further applied to compute the Normalised Remaining Vegetation Index (NRPVI) and the Digital Elevation Models of*

Difference (DODs). These two indices has allowed to quantify the anthropization process suffered by the area of interest between the 1956 and the 2017. Indeed, it is equal to 800 %.

1. Introduzione

Essendo delle aree buffer tra l'ecosistema mare e quello terrestre, le zone costiere rappresentano delle realtà regolate da meccanismi estremamente complessi e variegati, difficili da comprendere e descrivere. Infatti, dotate di biodiversità, risorse economiche consistenti e diversificate e diversità di paesaggio, hanno subito delle drastiche trasformazioni nel corso degli anni, in particolare in seguito alla II guerra mondiale, periodo nel quale hanno fortemente subito l'influenza della crescita demografica, dei nuovi interessi economici e dei nuovi stili di vita. Ad oggi, infatti, circa metà della popolazione mondiale vive nel raggio di circa 50 km dalla costa [11], decretando un intenso sfruttamento delle sue potenzialità [10] ed innescando una serie di fenomeni di degradamento del suolo, quali erosione, contaminazione, salinazione e frammentazione degli ecosistemi [12]. Pertanto, la Commissione Europea sta cercando di sensibilizzare i paesi membri nell'identificare delle adeguate strategie di gestione e di pianificazione delle aree costiere in modo da arginare e mitigare tali trends [1]. Ciò diviene ancora più importante se si considerano i “*cultural landscapes*”, ossia gli “*ecological common good*”, quale, ad esempio, la Costiera Amalfitana in Italia. I suoi paesaggi, infatti, famosi a livello mondiale per la loro bellezza e unicità, hanno da sempre attratto l'attenzione dell'essere umano, che ha cercato di renderli abitabili e coltivabili mediante la costruzione dei terrazzamenti [6].

Nonostante, quindi, sia evidente che negli ultimi 60 anni la costiera amalfitana sia stata soggetta a un forte processo di antropizzazione, in letteratura, esistono pochissimi studi a riguardo, indirizzati, per lo più, a descrivere il fenomeno dal punto di vista qualitativo piuttosto che quantitativo. Questo perché l'analisi dei cambiamenti territoriali viene solitamente effettuata mediante il confronto di mappe storiche. Questa tecnica, però, non permette di quantificare i cambiamenti geomorfologici e volumetrici delle aree investigate, ma semplicemente di individuare le zone che hanno subito dei cambiamenti di *land use* e *land cover*. Una vera e propria quantificazione delle evoluzioni paesaggistiche può essere effettuata mediante una dettagliata descrizione delle *textures* superficiali mediante il *Digital Surface Model* (DSM). Infatti, il metodo più accreditato per definire, cella per cella, i cambiamenti geomorfologici e volumetrici si fonda sul calcolo del *Digital Elevation Model of Difference* (DOD), differenza di DEM di età storiche diverse [16]. Esso però non dà alcuna indicazione sulle cause alla base di tali trasformazioni territoriale e, conseguentemente, per studiare il fenomeno di antropizzazione sono stati introdotti degli indici appositi, come il *Normalized Remaining Vegetation Index* (NRVI) [3].

La presente attività di ricerca, pertanto, intende comprendere e quantificare il processo di antropizzazione subito, dal 1956 al 2017, dal piccolo comune di Minori, posizionato tra Ravello e Maiori, in Costiera Amalfitana. I cambiamenti subiti dall'area sono stati analizzati sia dal punto di vista qualitativo, mediante il confronto di mappe storiche, che quantitativo mediante il calcolo del DOD e del NRVI.

2. Materiali e metodi

2.1 Area di studio

Posizionata lungo la linea di costa della provincia di Salerno nella regione Campania, la costiera Amalfitana (longitudine: $40^{\circ} 38' \div 40^{\circ} 40'$ e latitudine: $14^{\circ} 29' \div 14^{\circ} 44'$) si estende per ben 11 231 ha, comprendendo 13 comuni, per lo più compresi nel Parco Regionale dei “Monti Lattari” (Figura 1) [12]. La catena montuosa dei Monti Lattari si contraddistingue per la presenza di versanti alti e scoscesi che, da sempre, hanno ostacolato lo sviluppo degli insediamenti umani. Pertanto, pur di rendere abitabile e coltivabile tali territori, l'uomo ha modellato i suoi ripidi pendii, modificando drasticamente le sembianze del paesaggio. I terrazzamenti sono la testimonianza più evidente dell'influenza esercitata dall'uomo sul territorio amalfitano. La loro presenza, infatti, oltre a condizionarne l'aspetto esteriore, ha anche fortemente influenzato l'economia locale, che, pertanto, è stata incentrata prevalentemente sull'agricoltura [4]. Quest'ultima, però, a causa della morfologia territoriale, è tutt'oggi eseguita con tecniche tradizionali, che compromettono l'efficienza e la competitività del settore agricolo, acuendo il disinteresse dei giovani in tale attività e, conseguentemente, incentivando l'abbandono dei terrazzamenti. Difatti, attualmente, l'economia locale non presenta più un carattere prevalentemente agricolo quanto piuttosto turistico [20].

La conformazione morfologica dell'area influenza, inoltre, il clima della Costiera Amalfitana. Esso è prevalentemente mediterraneo, ad eccezione della parte superiore, caratterizzata invece da un clima temperato [18]. Anche la situazione inerente la media annuale delle precipitazioni è singolare, in quanto essa è notevolmente superiore (1400 mm) rispetto la media delle precipitazioni delle altre aree costiere del Sud Italia (1000 mm) [4].

Minori, la più antica delle 13 municipalità della Costiera Amalfitana, è stata scelta come sito campione per analizzare il processo di antropizzazione subito dall'intera area. Essa, fondata nel I secolo a.C., copre un territorio di 256 ha, limitato dai comuni di Ravello e Maiori (Figura 1).

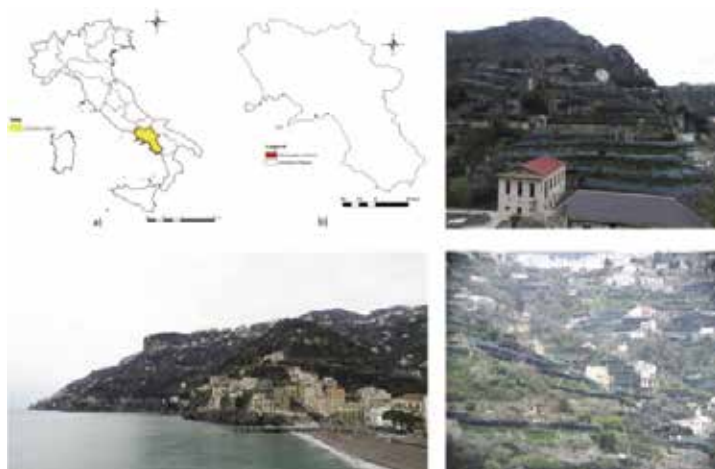


Figura 5 – Area studio.

2.2 Sorgenti dati

Al fine di analizzare il processo di antropizzazione subito dal comune di Minori in un arco temporale di circa 60 anni (1956 - 2017), due serie di immagini fotogrammetriche sono state considerate e successivamente analizzate. La prima comprende 3 fotogrammi, con formato 23x23 cm, acquisiti alla quota di 3900 m il 13 aprile del 1956 (197-V-1811; 197-V-1812; 197-V-1813). Tali immagini sono state scannerizzate dall'Istituto Geografico Militare (IGM) con scanner fotogrammetrico a 2500 dpi. La seconda invece è composta dai fotogrammi acquisiti durante un volo proprietario, realizzato il 13 marzo 2017 con il Piper PA 18 Super CUB I-CGAO & I-NIKI (VFR). Grazie alla presenza di una botola nella parte inferiore dell'aereo, esso è stato equipaggiato con una macchina fotografica Reflex Nikon D800e e una camera multispettrale Tetracam ADC Snap. La Nikon ha un sensore di dimensioni 36.0 x 23.9 mm e un pixel pari a 0.00487 x 0.00487 mm, per un totale di 36.3 Mp. Essa è inoltre stata dotata di un obiettivo di 50 mm e un Global Position System (GPS) di precisione. Il suo scatto è stato controllato da remoto mediante un prototipo di circuito elettronico realizzato con componenti Arduino dal *Landscape and Rural Planning Research Unit (LARP)* del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II. Le dimensioni del sensore della camera multispettrale sono pari a 6.59 x 4.9 mm e quelle del pixel a 0.005 mm. Essa è in grado di catturare le lunghezze d'onda comprese tra 520 e 920 nm, corrispondenti alle bande del Rosso, del Verde e dell'Infrarosso Vicino. A differenza della camera reflex, il suo scatto non è stato comandato da remoto ma pre-impostato ad una data frequenza mediante il timer interno.

Il volo, effettuato in condizioni di cielo limpido alla quota di 1000 m, ha avuto una durata di circa 60 minuti, includendo anche il tempo di decollo ed atterraggio. Il suo itinerario era stato precedentemente definito impostando i *waypoints* da raggiungere al fine di assicurare una sovrapposizione delle foto aeree pari al 70 % longitudinalmente e 30 % trasversalmente. In tale condizioni, ci si attende un *Ground Sample Distance (GSD)* di 100 mm dalle foto RGB e 216 mm da quelle multispettrali.

Ambo i *dataset* sono stati successivamente processati per ottenere una ricostruzione metrica dell'area oggetto di studio. L'affidabilità e l'accuratezza del risultato di tale *step* possono essere enormemente migliorate grazie all'utilizzo dei *Ground Control Points (GCPs)* di estrema precisione [18]. I 159 GCPs sono stati acquisiti mediante l'impiego di un GPS differenziale Sokkia GRX1 in ETRF2000 Epoch 2008 in tre diverse attività di campo. Come suggerito da [14], tale set di dati è stato successivamente splittato in due *subdataset*: il primo utilizzato durante la ricostruzione metrica, il secondo impiegato per la valutazione dell'accuratezza del risultato dello *step* precedente.

2.3 Ricostruzione metrica dell'area di studio

La ricostruzione metrica dell'area di studio è stata eseguita importando i due *datasets* separatamente in Agisoft Photoscan Professional software (Agisoft LLC, St. Petersburg, Russia). Le immagini fotogrammetriche sono state, quindi, sottoposte dapprima ad un processo di allineamento e georeferenziazione mediante l'ausilio del *subdataset* di GCPs adibiti alla ricostruzione metrica e, successivamente, processati al fine di generare una mesh geometricamente corretta e ad alta risoluzione, comunemente chiamata ortofoto, e un Modello Digitale delle Elevazione (DEM) in grado di rappresentare accuratamente le

texture superficiali. Maggiori dettagli circa la procedura da adottare per ottimizzare il risultato della fase di ricostruzione sono stati riportati in [8-9].

L'accuratezza dei prodotti fotogrammetrici generati è stata ottenuta confrontando i valori stimati durante la fase di ricostruzione e quelli misurati durante l'attività di campo. Pertanto, uno specifico codice è stato sviluppato in ambiente R al fine di analizzare il coefficiente di correlazione e la distribuzione spaziale dell'errore commesso. Tali informazioni sono state sintetizzate in uno *scatterplot*. Contemporaneamente, la distribuzione dell'errore è stata analizzata valutando il coefficiente di correlazione (R^2) e l'Errore Medio (ME), al fine di ottenere un'indicazione circa la sua condizione di normalità.

I due DEMs generati e validati sono stati successivamente elaborati al fine di rimuovere le piccole imperfezioni, comunemente chiamate "*pits*", perché colpevoli di creare discontinuità nel raster che possono influenzare i risultati delle successive elaborazioni [16]. Il riempimento dei *pits* è stato realizzato usando *ArcGis Hydrological tool* dell'ESRI ArcGIS Software, versione 10.1 (Redlands, CA., USA).

2.4 Il processo di antropizzazione subito dall'area investigate

I prodotti fotogrammetrici ottenuti rappresentano la sorgente dati informativa fondamentale per quantificare i cambiamenti geomorfologici e volumetrici subiti dall'area oggetto di esame e, conseguentemente, l'intenso processo di antropizzazione verificatosi tra il 1956 e il 2017. Svariate tecniche di quantificazione dei cambiamenti geomorfologici e volumetrici fondate sull'elaborazione delle ricostruzioni metriche sono state messe a punto nel corso degli anni, anche se il metodo più accreditato è basato sulla determinazione del DOD [17]. Pertanto, anche la presente attività di ricerca ha utilizzato il DOD come la *baseline* essenziale da cui estrapolare le informazioni relative le variazioni della zona in esame cella per cella in termini spaziali e di altitudine [2, 19]. Il DOD si ottiene sottraendo al DEM di un determinato periodo storico il DEM del periodo storico successivo (equazione 1):

$$\mathbf{DOD} = \mathbf{DEM}_{2ij} - \mathbf{DEM}_{1ij} \quad 1$$

dove \mathbf{DEM}_{2ij} è il DEM del periodo storico successivo, corrispondente, nel nostro caso, al 2017, mentre \mathbf{DEM}_{1ij} è il DEM del periodo storico precedente relativo, pertanto, al 1956. L'*outcome* può assumere sia valori positivi che negativi a seconda di se si verifica un incremento o una riduzione dell'elevazione. La prima condizione è propria di quelle aree che sono state profondamente trasformate dall'attività antropica. Al contrario, la riduzione dell'elevazione è determinata dai fenomeni di degradamento del suolo quali, ad esempio, erosione e collassi [16].

Da quanto detto, si desume quindi che il DOD è un parametro che quantifica i cambiamenti spaziali e volumetrici ma che non fornisce alcuna informazione esaustiva circa le cause alla loro origine. Tali indicazioni invece possono essere desunte da una approfondita analisi delle ortofoto mediante l'indice NRVI (equazione 2) [2].

$$\mathbf{NRVI} = \frac{\mathbf{R}_g - \mathbf{U}_g}{\mathbf{R}_g + \mathbf{U}_g} \quad 2$$

dove R_a è l'area caratterizzata dall'assenza di vegetazione e U_a quella dell'area in uso. Esso assume un valore compreso tra -1 e 1, dove 1 indica che si ha una copertura vegetativa del 100 % mentre -1 denota una totale assenza di copertura vegetativa e una completa antropizzazione [2]. La quantizzazione del processo di antropizzazione si ottiene confrontando le mappe dell'indice NRVI dei 2 diversi periodi storici. Al fine di poter calcolare tale indice, il comune di Minori è stato suddiviso in 3 blocchi: il primo coincidente con il versante di sinistra, il secondo con il versante di destra e il terzo con la parte centrale. Ogni blocco è stato sottoposto ad un processo di classificazione con la tecnica *Object Oriented Image Analysis*.

3. Risultati e discussione

Il comune di Minori, il più antico della Costiera Amalfitana, è stato scelto come sito sperimentale per investigare il processo di antropizzazione dell'intera area, sia perché particolarmente noto a livello internazionale per la bellezza dei suoi paesaggi sia perché simbolo dell'intenso processo di trasformazione a cui sono stati sottoposti i suoi territori. L'arco temporale preso in esame è di circa 60 anni (1956-2017), infatti i 2 *dataset* fotogrammetrici elaborati risalgono a tali periodi.

I prodotti risultati dal processamento delle 2 serie di fotogrametri (Figura 2) sono ad altissima risoluzione: 240 mm, 7 mm e 15 mm sono le risoluzioni delle ortofoto

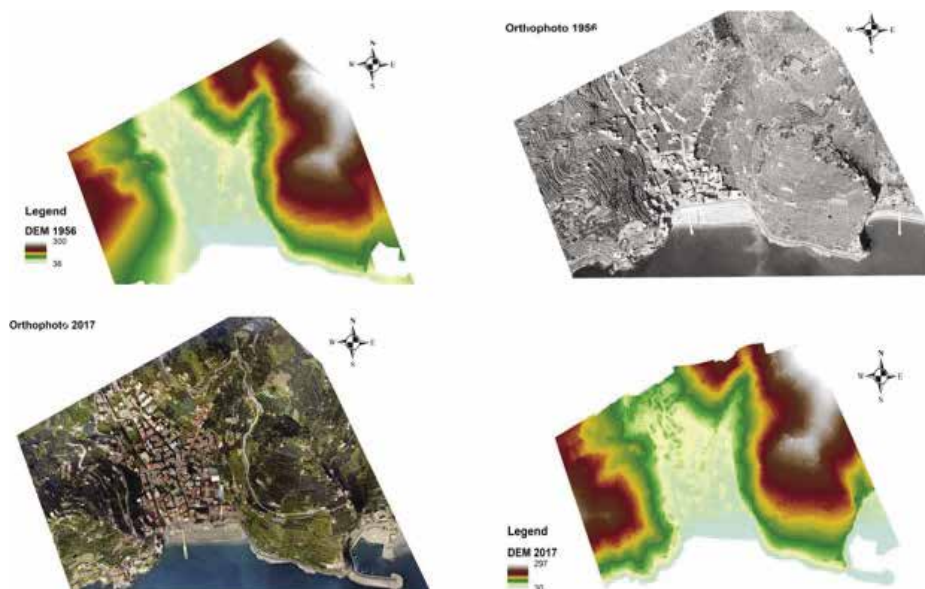


Figura 6 – Prodotti fotogrammetrici generati dai *set* di dati indagati. In alto, sono rappresentati il Modello Digitale delle Elevazioni (DEM) e l'ortofoto del 1956; in basso il DEM e l'ortofoto relative al *set* di dati del 2017.

generate dalle immagini RGB del 1956, da quelle RGB del 2017 e dalle foto multispettrali acquisite sempre nel 2017; 480 mm e 10 mm sono, rispettivamente, le risoluzioni dei DEM generati dai fotogrammi del 1956 e del 2017. Pertanto, gli *outcomes* generati permettono di descrivere dettagliatamente la morfologia superficiale del territorio e di distinguere le *features* presenti su di esso. Quindi, i risultati confermano le osservazioni degli studi precedenti [5-9], nei quali la tecnica fotogrammetrica aveva permesso di ottenere un grado di dettaglio adattato all'oggetto investigato. Nonostante la risoluzione sia notevole, per poter verificare l'attendibilità dei risultati fotogrammetrici è essenziale valutarne l'accuratezza. I valori dell'accuratezza sono riportati in tabella 1 e negli *scatterplot* rappresentati in figura 3. Come ci si aspettava, l'accuratezza del DEM generato dalla serie storica (ME = 470 mm) è inferiore rispetto a quella ottenuta dalla serie contemporanea (ME = 190 mm). Questo trova conferma nella distribuzione dei valori stimati in relazione a quelli misurati (figura 3). Sebbene infatti la correlazione sia molto alta in ambo le serie analizzate ($R^2 = 0.99$) e la distribuzione spaziale segua lo stesso trend, alcuni valori sono sottostimati (evidenziati in arancione), altri invece sono sovrastimati (cerchiati in blue).

Tabella 1 – Statistiche calcolate sui Modelli Digitale di Elevazione (DEM) generati dai set di dati del 1956 e 2017. ME indica il Errore Medio commesso; R^2 è il coefficiente di correlazione.

Statistics	DEM 1956	DEM 2017
R^2	0.99	0.99
ME (mm)	470	190

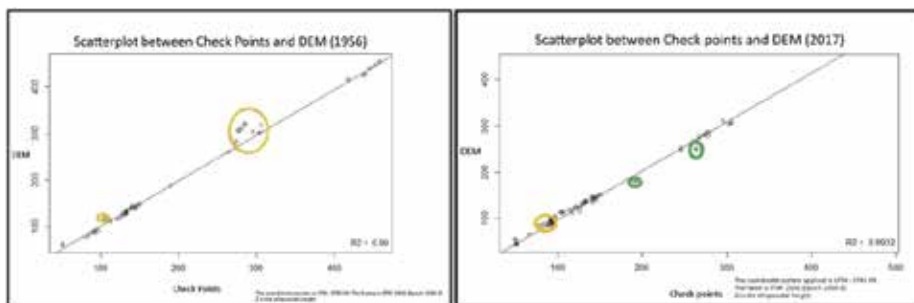


Figura 7 – *Scatterplot* dei Modelli Digitali delle Elevazioni (DEM) generati dai due set di fotogrammi del 1956 e il 2017 e i *check points*.

La figura 4, invece, raffigura il DOD e gli istogrammi relativi ai due DEM analizzati e al DOD stesso. Esso descrive, cella per cella, i cambiamenti volumetrici e geomorfologici dell'area. I valori nulli corrispondono alle zone che non hanno subito alcuna modifica nel corso degli anni, quelli positivi corrispondono alle aree che sono state sottoposte ad una forte influenza dell'attività antropica, mentre quelli negativi sono relativi

ai fenomeni di degrado del suolo, principalmente erosione e collasso. Gli istogrammi permettono di descrivere sinteticamente il trend dei 2 DEM in modo da facilitarne il confronto e, soprattutto, di analizzare la frequenza con cui un determinato valore si ripete. La maggior parte dei valori oscillano nell'intorno dello 0. Ciò è una conseguenza di piccoli cambiamenti territoriali, dovuti per lo più alla costruzione di infrastrutture dedicate alle attività umane. Da quanto detto si evidenzia che le indicazioni fornite dal DOD non sono esaustive perché non permettono di comprendere la causa effettiva del cambiamento e, pertanto, si è proceduto ad analizzare l'area calcolando l'indice NRVI, riportato in figura 5. Il suo valore è compreso tra -1 e 1. Coerentemente con l'indice, le aree caratterizzate da una scarsa copertura vegetativa assumono un valore vicino a -1, al contrario quelle vegetate hanno un valore che si avvicina ad 1. Inoltre, dal confronto dell'indice NRVI nei due periodi storici considerati, si evidenzia che l'intero comune di Minori ha subito un intenso processo di antropizzazione. Quest'ultimo risulta più imponente nella parte centrale, coincidente appunto con l'area residenziale del comune, ma un incremento può essere riscontrato anche lungo i due versanti.

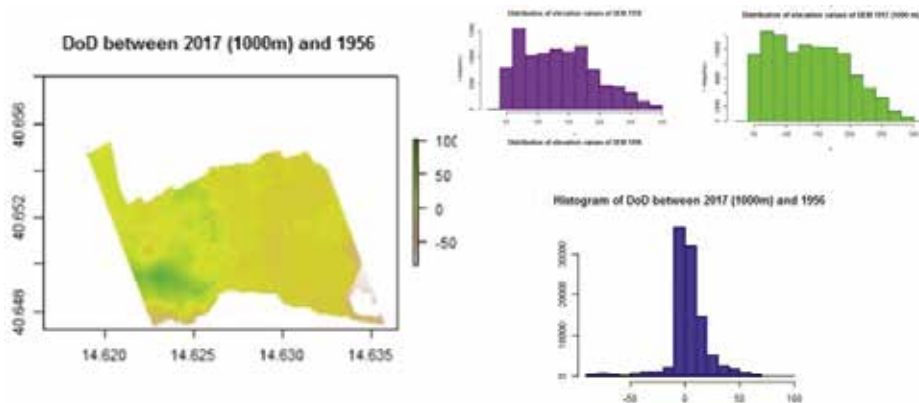


Figura 8 – Digital Surface Model of Difference (DOD) tra il 1956 e il 2017.

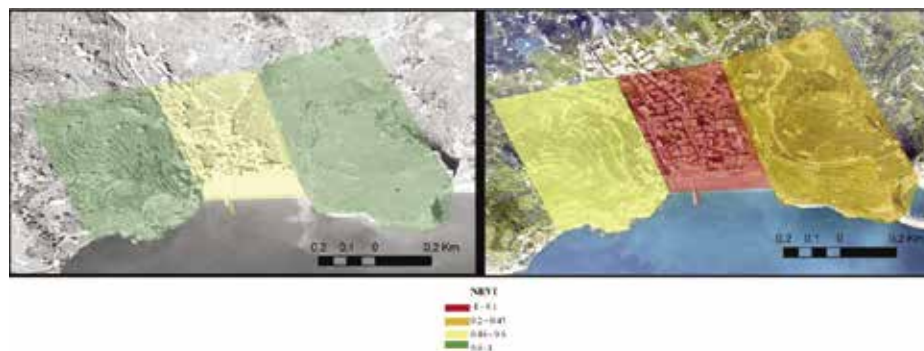


Figura 9 – NRVI dell'area di studio del 1956 e del 2017.

4. Conclusione

Il presente lavoro si è prefissato l'obiettivo di indagare il processo di antropizzazione subito da una delle aree costiere italiane più famose a livello mondiale per l'unicità e la bellezza dei suoi paesaggi: Minori, il più antico comune della Costiera Amalfitana. Esso è stato scelto perché, seppur di dimensioni ridotte, è incluso nella lista del patrimonio culturale UNESCO sin dal 1997 e, purtroppo, è stato oggetto di profonde trasformazioni causate dall'influenza dall'attività antropica. L'entità di tale fenomeno risultava, però, tutt'oggi sconosciuta e, di conseguenza, la presente attività di ricerca si è focalizzata sull'individuazione di una metodologia adatta alla sua quantificazione in un arco temporale di circa 60 anni (1956 - 2017). L'approccio adottato si fonda sulla combinazione della tecnica fotogrammetrica, del DOD e dell'indice NRVI.

I prodotti fotogrammetrici risultanti hanno pienamente soddisfatto le aspettative in quanto la risoluzione del DEM e dell'ortofoto di ambo i periodi storici considerati è estremamente alta e quindi adeguata a descrivere la morfologia territoriale. I cambiamenti geomorfologici, infatti, possono essere apprezzati se e soltanto se la superficie considerata è dettagliatamente descritta. Sottraendo i 2 DEM si è quindi ottenuto il DOD, in grado di quantificare, cella per cella, i cambiamenti volumetrici e geomorfologici dell'area in esame, dando anche una prima indicazione delle cause all'origine della trasformazione del paesaggio. Esse però risultano per nulla esaustive in quanto permettono semplicemente di discriminare tra le aree soggette ai processi di degradazione del suolo e le zone caratterizzate dalla presenza di costruzioni di infrastrutture antropiche. Per questo motivo si è proceduto al calcolo dell'indice RNVI, che al contrario, permette di valutare il processo di antropizzazione, mostrando un grande potenziale per l'analisi ambientale delle aree urbane.

La combinazione delle tre tecniche presenta risultati incoraggianti che possono essere sfruttati per fornire informazioni circa il processo di antropizzazione e di espansione delle aree urbane.

5. Ringraziamenti

Il presente lavoro è stato parzialmente finanziato dal Programma Star (Università degli Studi di Napoli e Banca Intensa San Paolo).

6. Bibliografia

- [1] Addis D., (2013). *La gestione integrata delle coste nelle politiche del Mediterraneo e dell'UE: due strumenti a confronto* in "AGRICOLTURA ISTITUZIONI MERCATI " 3/2013, pp. 95-104, DOI: 10.3280/AIM2013-003006
- [2] Brasington, J., Langham, B., Rumsby (2003). *Methodological sensitivity of morphometric estimates of coarse fluvial sediment transport*. *Geomorphology*, 53, pp. 299–316
- [3] Bonet B. R. P., Lobo F. C., Ferreira L. G., (2006). *Extra – property legal reserve in the Cerrado Biome: a preliminary analysis within the watershed context*. *Revista Brasileira de Cartografia*, n. 58/02, 2006

- [4] Caneva, G., Cancellieri, L., Zivkovic, L., Grilli, R., Lombardozi, V., & Salerno, G. (2007). *Il paesaggio naturale ed il paesaggio culturale*.
- [5] Capolupo, A., Nasta, P., Palladino, M., Cervelli, E., Boccia, L., & Romano, N. (2018). *Assessing the ability of hybrid poplar for in-situ phytoextraction of cadmium by using UAV-photogrammetry and 3D flow simulator*. International Journal of Remote Sensing, 1-20.
- [6] Capolupo, A., Cervelli, E., Pindozi, S., Boccia, L. (2017). *Assessing volumetric and geomorphologic changes of terraces in Amalfi Coast using photogrammetric technique*. In: "Biosystems Engineering addressing the human challenges of the 21st century". Bari: Università degli Studi di Bari Aldo Moro, ISBN: 978-88-6629-020-9, Bari - Italy, July 5-8, 2017
- [7] Capolupo, A., Kooistra, L., Berendonk, C., Boccia, L., & Suomalainen, J. (2015b). *Estimating plant traits of grasslands from UAV-acquired hyperspectral images: A comparison of statistical approaches*. ISPRS International Journal of Geo-Information, 4 (4), 2792-2820.
- [8] Capolupo A., Pindozi S., Okello C., Fiorentino N., Boccia L., (2015a). *Photogrammetry for environmental monitoring: The use of drones and hydrological models for detection of soil contaminated by copper*. Science of the Total Environment, 514, 298-306.
- [9] Capolupo A., Pindozi S., Okello C., Boccia L., (2014). Indirect field technology for detecting areas object of illegal spills harmful to human health: application of drones, photogrammetry and hydrological models. Geospatial Health, 8(3), 699-707.
- [10] Commissione Europea, (2001). *L'UE e le zone costiere. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee*, 29 pagg. ISBN 92-894-1153-8
- [11] Commissione Europea, (2000). *Comunicazione della Commissione europea al Consiglio e al Parlamento europeo sulla gestione integrata alle zone costiere: una strategia per l'Europa* [COM(2000) 547], 27 settembre 2000
- [12] Di Crescenzo, G., & Santo, A. (2007). *High-resolution mapping of rock fall instability through the integration of photogrammetric, geomorphological and engineering-geological surveys*. Quaternary International, 171, 118-130.
- [13] Greco F., Rizzi R., Franch M., (2012). *Reversibilità dei processi di consumo di suolo in ambito costiero*. Planum., The Journal of Urbanism, n. 25, vol. 2/2012 ISSN 1723-0993
- [14] Höhle, J., & Höhle, M. (2009). *Accuracy assessment of digital elevation models by means of robust statistical methods*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64(4), 398-406. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2009.02.003
- [15] Infascelli R, Faugno S, Pindozi S, Boccia L, Merot P. (2013). *Testing different topographic indexes to predict wetlands distribution*. Procedia Environmental Sciences; 19, 733-746.
- [16] James L. A., Hodgson M. E., Ghoshal S., Latiolais M. M., (2012). *Geomorphic change detection using historic maps and DEM differencing: the temporal dimension of geospatial analysis*. Geomorphology, 137(1), 181-198
- [17] Nex F, Remondino F. (2014). *UAV for 3D mapping applications: a review*. Applied Geomatics; 6(1), 1-15. doi 10.1007/S12518-013-0120-x.
- [18] Pindozi, S., Cervelli, E., Capolupo, A., Okello, C., Boccia, L. (2016). *Using historical maps to analyze two hundred years of land cover changes: case study of*

- Sorrento peninsula (south Italy)*. Cartography and Geographic Information Science, 43(3), 250-265.
- [19] Rumsby, J. Brasington, J.A. Langham, S.J. McLelland, R. Middleton, G. Rollinson (2008). *Monitoring and modelling particle and reach-scale morphological change in gravel-bed rivers: applications and challenges*. Geomorphology, 93 (2008), pp.40–54
- [20] Savo, V., A. La Rocca, G. Caneva, F. Rapallo and L. Cornara (2013). *Plants used in artisanal fisheries on the Western Mediterranean Coasts of Italy*. Journal of Ethnobiol. and Ethnomedicine 9: 9.
- [21] Journel AG, Huijbregts CJ. *Mining Geostatistics*. Academic Press, New York, NY. 1978; pp 600.

IL PAESAGGIO E LE ARCHITETTURE SACRE NEL TERRITORIO COSTIERO TRA MONTENEGRO E ALBANIA

Luigi Corniello¹, Ilenia Gioia², Enrico Mirra², Adriana Trematerra²

¹ Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Via San Lorenzo - Abazia di San Lorenzo 81031

- Aversa (CE) e-mail: luigi.corniello@gmail.com

² Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale - Aversa (CE)

Riassunto – L’itinerario di ricerca è incentrato sulla comparazione dei complessi religiosi siti lungo la fascia costiera dell’Adriatico orientale tra il Montenegro e l’Albania, con operazioni d’indagine sul tema religioso che espongono la bellezza compositiva e strutturale dell’architettura ortodossa nel paesaggio. Prima di illustrare le fabbriche religiose assunte a modello di un itinerario di possibile conoscenza ambientale, è da sottolineare che esse esprimono forme e contenuti figurativi tendenti alla rappresentazione dell’arte nei Balcani con riferimenti ad altri esempi per il disegno inteso come mezzo di elevazione della vita morale nell’ambito della decorazione e della costruzione di forme popolari a carattere religioso. Le considerazioni raccolte hanno lo scopo di acquisire alcuni aspetti e valenze del paesaggio costiero nella fascia tra il Montenegro e l’Albania monitorandone le architetture sacre.

Abstract – *The research itinerary focuses on the comparison of religious complexes located along the coastal strip of the eastern Adriatic between Montenegro and Albania, with investigations on the religious theme that expose the compositional and structural beauty of orthodox architecture in the landscape. Before illustrating the religious factories taken as a model of an itinerary of possible environmental knowledge, it should be emphasized that they express shapes and figurative contents tending to the representation of art in the Balkans with references to other examples for design intended as a means of elevating life moral in the field of decoration and construction of popular religious forms. The considerations collected are intended to acquire some aspects and values of the coastal landscape in the area between Montenegro and Albania, monitoring the sacred architecture.*

Introduzione

L’itinerario di ricerca è incentrato sulla comparazione dei complessi religiosi siti lungo la fascia costiera dell’Adriatico orientale tra il Montenegro e l’Albania, con operazioni d’indagine sul tema religioso che espongono la bellezza compositiva e strutturale dell’architettura ortodossa nel paesaggio. Prima di illustrare le fabbriche religiose assunte a modello di un itinerario di possibile conoscenza ambientale, è da sottolineare che esse esprimono forme e contenuti figurativi tendenti alla rappresentazione dell’arte nei Balcani con

riferimenti ad altri esempi per il disegno inteso come mezzo di elevazione della vita morale nell'ambito della decorazione e della costruzione di forme popolari a carattere religioso. È da ricordare che uno dei primi documenti albanesi, nel settore della letteratura con riferimento all'architettura religiosa, risalente al 1635, è il *Dictionarium latino - epiroticum* di Padre Francesco Bianco, compilato soprattutto ad uso del clero locale in grado di delineare i tratti salienti della vita religiosa in rapporto ai luoghi.

Il territorio montenegrino presenta numerose strutture a vocazione religiosa di fede ortodossa. Nell'impossibilità di acquisire i grafici di matrice storico artistica inerenti ai lavori di conservazione e tutela ne sviluppiamo alcuni dati resi dalle indagini fotografiche, assimilando i dati a manifestazione di origine popolare nelle forme semplici che richiamano quelle italiane francescane, ad aula unica con il campanile e gli interni decorati ad affresco. Il materiale lapideo, pietra calcarea, viene estratto da cave locali e posto in opera a filari con esposizione a faccia vista con scalpellatura. Le forature presentano un ingresso del tipo architravato sormontato da un rosone di forme geometriche elementari. La copertura è a falde inclinate con coppi. Le opere decorative ad affresco risultano degradate o scalpellate.

Il territorio albanese, invece, presenta numerose strutture a carattere religioso: vi è una divisione pressoché omogenea dei culti praticati. La parte nord dell'Albania è di fede cattolica, quella centrale di credo musulmano, il sud di fede ortodossa. Vengono assunti a modello della ricerca il monastero di Ardenicia, una costruzione di tipo religioso sita nella parte centro occidentale dell'Albania, il monastero della Vergine nella parte sudorientale dell'antico centro di Apollonia, e il monastero di Zvernec, nel territorio pertinente la prefettura di Valona nella laguna di Narta.

Le considerazioni qui raccolte hanno lo scopo di acquisire alcuni aspetti e valenze del paesaggio costiero nella fascia tra il Montenegro e l'Albania monitorandone le architetture sacre. Consapevoli delle vicissitudini storiche del passato e di quelle più prossime ai tempi nostri, i luoghi ci hanno esentato di individuare salti di collocazione nel tempo e nell'ambiente, oltre ad alcune applicazioni operative quali quelle del rilevamento di alcuni complessi religiosi e degli interventi conservativi su strutture analoghe, parziali e non del tutto, delle bellezze storico ambientali, per cause molteplici che pur ne hanno sollecitato riscontri e confronti.

Metodi e strumenti della ricerca

Il disegno si pone, inoltre, come strumento scientifico rivolto alla cartografia e alla cosmologia, cioè alle rappresentazioni della terra e del cosmo, necessariamente trasportate sulla carta attraverso il mezzo grafico. Destinate a divenire strumenti indispensabili per i viaggiatori, i geografi e gli studiosi, in queste raffigurazioni lo scopo pratico prevale decisamente sulle finalità estetiche. Le carte nautiche, i portolani, i mappamondi e i rilievi di coste sono realizzati con un disegno accurato e preciso, arricchito spesso da cornici, apparati descrittivi, leggende e dall'aggiunta del colore per gli elementi più importanti, quali i monti, i mari o le foreste. La cartografia inizia ad avere una grande importanza a partire dal Trecento e si afferma sempre di più nei tre secoli successivi: celebri sono la cosiddetta Carta Pisana, su cui erano disegnate le sole coste, l'Atlante Catalano del 1375, carta nautica notevolmente particolareggiata, oppure quella frammentaria di Grazioso Benincasa del 1482. Si realizzano dapprima le carte del

mar Mediterraneo, l'unico cosmo conosciuto e notevolmente battuto dalle rotte per la Terra Santa. Verso la fine del Quattrocento le carte nautiche si trasformano in mappamondi circolari, nuovamente corretti e rivisti in base alle nuove scoperte: primo esempio è il mappamondo di Fra Mauro da Murano su pergamena, databile entro il 1460 circa, conservato nella Biblioteca Marciana di Venezia. Successivamente, con che le scoperte geografiche che ampliano gli orizzonti dei navigatori e, di conseguenza le rotte mercantili, aumenta la richiesta di carte nautiche e terrestri che, dal Cinquecento in poi, si estendono sino a comprendere anche i continenti dell'Asia e dell'America. A partire dalla seconda metà del secolo, per tutto il Seicento e Settecento, la raffigurazione geografica subisce una profonda metamorfosi dettata, non solo dalla necessità di aggiornamento alle scoperte geografiche di nuovi continenti, ma anche alla mutata rappresentazione cartografica più oggettiva, realistica e documentaria. Rispondono a queste esigenze di chiarezza nella rappresentazione le carte utilizzate dai grandi navigatori, quale quella di Giorgio Calapoda del 1552, la grande pergamena di Giovanni da Verrazzano, raffigurante tutto il mondo conosciuto di quell'epoca, con le coste dell'America particolarmente dettagliate, la Carta nautica del Mediterraneo di Giacomo Maggiolo del 1558, le carte cosmologiche quale ad esempio la Mappa della Luna di Hevelius incisa nel 1647.

Verso la fine del XV secolo si assiste alla rinascita dell'interesse topografico, promosso in particolare da fiamminghi attivi in Italia, fenomeno presumibilmente collegabile alla veduta e al paesaggio. Artisti e topografi nordici si dedicano a raffigurare piante e alzati di città estremamente particolareggiati: esempi celebri sono le vedute di Hendrick van Cleef di Roma, Firenze e Gerusalemme, già allora mete obbligate di pellegrinaggi devoti e culturali. Tali opere erano realizzate con la caratteristica deformazione prospettica a volo d'uccello tipica della pittura fiamminga del tempo.

Documento fondamentale di questo tipo di rappresentazione sono i sei volumi della *Cosmographia Universalis* di Sebastiano Münster, editi nel 1550 a Basilea, che contengono piante e vedute strategiche delle città più importanti, quali Roma, Firenze, Venezia e Costantinopoli. In questo ambito vanno inquadrare le ricostruzioni ideali di città, quali quelle di Roma, spesso riprodotte a stampa per assicurarne una maggiore diffusione. Col passare degli anni questo tipo di vedute cittadine assume una caratterizzazione sempre più oggettiva, con la rappresentazione della planimetria dei luoghi, corredata dai nomi delle strade, piazze, monumenti civili ed ecclesiastici più rilevanti. Vastissima è la produzione di queste mappe o piante, notevolmente richieste dai viaggiatori, dai turisti e dalle esigenze conoscitive dei catasti urbani. Nei secoli XVII e XVIII, alla vasta diffusione di carte nautiche, terrestri o topografiche, spesso riunite in atlanti, redatte con uno spirito sempre più preciso e oggettivo, si aggiungono anche le carte belliche, dette anche Teatri di Guerra, che documentano assedi, o forniscono vedute di castelli, fortezze e piante di città utili per strategie militari, quali ad esempio quelle incise nel *Grosser Atlas* edito nel 1737 a Norimberga.

Note sull'architettura costiera del Montenegro

Il patrimonio architettonico di epoca barocca, nelle Bocche di Cattaro, costituisce una parte dello sviluppo strutturale del paese, legato alle correnti delle arti dell'epoca. Il contesto sociale dell'epoca evidenziava una collettività impegnata nello sforzo di trovare

una via d'uscita per sopravvivere in un periodo storico difficile e pericoloso. Nell'importazione delle arti di origine italiana e dei suoi influssi, specialmente quelli che derivano dalle architetture siciliane, il contesto territoriale tendeva ad un Barocco di propria origine, di modesta portata ed adattato alle necessità strutturali e territoriali ed ai gusti della locale società balcanica. Il Barocco nel territorio delle Bocche di Cattaro, quindi, consegue risultati nel campo dell'architettura, della pittura, della scultura, della musica e della letteratura, con lo scopo di emancipare il contesto societario del luogo e con la volontà non soltanto di vivere un periodo storico migliore e più agiato, ma anche quello di rendere l'architettura più coerente e più bella, malgrado le circostanze sociali difficilissime. Non si tratta di risultati di eccezionale valore storico architettonico ma, nell'insieme comprende una cultura della società nel Sei e nel Settecento di un Barocco locale ben sviluppato e degno di essere preso in considerazione nell'ambiente mediterraneo.

Al fine di comprendere gli sviluppi delle arti e le evoluzioni del territorio è necessario analizzare il contesto storico: alla fine del secolo XV i Turchi invasero il Montenegro dall'Erzegovina e divisero il paese sia geograficamente che economicamente. La fascia costiera tra Castel Nuovo e Risano rimase dal 1482 al 1687 in mano ottomana, mentre la regione di Cattaro condivise le sorti della Repubblica di Venezia. La situazione socio politica si esasperò notevolmente dopo la caduta, in mano Turca, del territorio pianeggiante di Zuppa nel 1497 e del litorale del Montenegro compreso tra Bar e Dulcigno nel 1571. Per spiegare, però, un'espansione economica e sociale nelle Bocche di Cattaro durante la dominazione veneta, bisogna percorrere le nuove rotte marittime dei mercanti provenienti dai dintorni di Cattaro, i quali, oltre ad importare preziosi prodotti si dimostravano ottimi combattenti a difesa del territorio. Intraprendendo, dunque, lo scambio di mercanzie sia di prima necessità, sia di beni di lusso, provenienti dai mercati della Grecia, dell'Albania e del Montenegro (granaglie, formaggi, carni affumicate, pellami ed altro), con Venezia, la Dalmazia e con varie parti d'Italia, i mercanti delle Bocche di Cattaro rendevano alla Repubblica di Venezia un servizio di inestimabile valore economico e culturale traendone benefici sui dazi. I mercanti veneziani e i patrizi delle Bocche di Cattaro sfidavano i pericoli dei porti albanesi e greci e della crescente pirateria creando, di fatto, una posizione privilegiata ai marittimi locali, con l'ottenimento di grossi privilegi economici e doganali da parte dei centri abitati di Perasto, Perzagno, Dobrota, con il conseguente arricchimento sociale ed economico. Alla fine del XVII secolo, sono riconosciuti ufficialmente i borghi e le comunità dei naviganti di Perasto, Perzagno, Dobrota e Stoliva. Il commercio marittimo divenne, quindi, l'unica preoccupazione di molti centri abitati e, l'unica risorsa per uscire da uno stato di miseria locale.

Il tale contesto socio territoriale la vecchia città romanica e gotica di Cattaro, cambiava il proprio profilo paesaggistico dopo i numerosi terremoti, seguendo i dettami dell'epoca barocca. Le chiusure di vecchie arcate, finestre, porte ridavano ai complessi architettonici il gusto Barocco e l'eleganza territoriale. Come è noto, il Barocco, non conquistava soltanto le facciate ed i palazzi nobiliari, ma anche le chiese ed i campanili romanici. I maestri provenienti da Ragusa lavorarono secondo lo stile barocco, allora dominante e chiaramente rintracciabile anche sui dettagli, trasformando le snelle strutture romaniche originarie in una mole architettonica piuttosto massiccia. Nonostante quasi tutta la città di Cattaro sia stata resa secondo lo stile Barocco, tale gusto architettonico ed artistico non rappresentava i caratteri tipici di essa ma, piuttosto, i nuclei marittimi vicini come Perasto, Perzagno, Dobrota e Stolivo, che fiorirono nell'età barocca.



Figura 1 – Il monastero di Praskvica in Montenegro.

Molti sono gli edifici disegnati dagli architetti e dai maestri delle Bocche di Cattaro: particolare attenzione merita il monastero di Savina, vicino a Castelnuovo, edificato tra il 1777 e il 1799. Secondo i disegni originari dell'epoca, la chiesa doveva avere un'alta cupola, secondo la tradizione bizantina ma il gusto architettonico si presentava essenzialmente romanica, con qualche elemento gotico e barocco.

La città di Perasto cambiava il proprio profilo territoriale e culturale nelle decorazioni e nelle arti. Il gusto raffinato dei locali nei contatti con l'estero tendeva a dare alle chiese e alle proprie case, la nobiltà dello stile, mai però esagerato. Sono molto interessanti le fonti d'archivio settecentesche dove si ritrovano richiami all'architettura e alla bellezza del paesaggio. In tali fonti si mette in rilievo l'imponente campanile simbolo della forza economica del paese ma, nello stesso tempo, monumento storico della liberazione della parte settentrionale delle Bocche di Cattaro dagli Ottomani, avvenuta nel 1687. Il campanile reca la scritta: *...Christianae Reipublicae triumphantis...* posta a simboleggiare una nuova espansione economica-marittima e culturale. Il centro urbano di Perasto comprende 14 chiese, 207 abitazioni private di notevole fattura architettonica e 114 costruzioni rurali che fanno del nucleo della città sia il più tipico e più completo ambiente barocco della sponda adriatica orientale.

Edificio di notevole interesse è il complesso della Madonna dello Scalpello, sito sull'isola artificiale davanti alla città di Perasto. La chiesa del complesso monastico venne eretta nel 1452, poi completamente ricostruita nel 1628 ed, infine, ultimata nell'aspetto odierno, nel 1725. Molto interessante è l'abbazia benedettina di San Giorgio, posta solitaria sull'isola omonima.

Per quel che riguarda la città di Dobrota, gli edifici di rilievo, furono costruiti maggiormente durante il sec. XVIII. Di fattura pre-barocca è la chiesa di San Matteo a Dobrota originariamente costruita nel XIII secolo e poi ritoccata nelle architetture e nei stucchi nel 1770. Molti sono gli edifici che hanno subito danni dai terremoti avvenuti nei secoli scorsi: è il caso del palazzo Tripkovic a Dobrota, uno tra i più belli ed imponenti sulla costa orientale dell'Adriatico che ha subito il crollo della parte superiore della facciata coronata da un ornamento barocco.

Note sull'architettura costiera dell'Albania

La fascia costiera albanese è caratterizzata da numerose strutture a carattere religioso: vi è una divisione pressoché omogenea dei culti praticati. Vengono assunti a modello della ricerca il monastero di Ardenicia, una costruzione di tipo religioso sita nella parte centro occidentale dell'Albania, il monastero della Vergine nella parte sudorientale dell'antico centro di Apollonia, e il monastero di Zverneq, nel territorio pertinente la prefettura di Valona nella laguna di Narta.

Il monastero di Ardenicia è una costruzione di tipo religioso sita nella parte centro occidentale dell'Albania. L'ingresso alla struttura, un volume in pietra intonacato con tetto a falda inclinata, conduce agli spazi comuni del roseto e dall'orto, circondati da



Figura 2 – Il monastero di Ardenicia in Albania: vista verso oriente.

un sistema murario di circa sei metri. Le strutture, di tipologia post bizantina, ricoprono una superficie di circa 2500 metri quadrati sono suddivisi nei seguenti spazi architettonici: la Chiesa di Santa Maria, la cappella della Santa Trinità, il romitorio per i monaci, i refettori, le locande per gli ospiti esterni, il frantoio, il mulino, il forno con deposito per la legna e la stalla. Al centro del complesso si trova la chiesa di Santa Maria costruita con elementi di spoglio provenienti dal sito archeologico di Apollonia. La struttura, di tipo basilicale, è coperta da un tetto con struttura in legno e cotto; presenta, nella parte sud occidentale un campanile in pietra alto 24 metri. L'impianto a una navata centrale e due laterali, è diviso da colone portanti in legno ed affaccia verso sud su un portico con archi e colonne. La cappella di Santa Trinità, invece, sorge nella parte nord orientale della struttura: costruita in pietra pomice, presenta due aperture verso sud. Nella parte orientale si trova il romitorio per i monaci: una struttura a due piani dove al piano terreno trovano posto i servizi comuni, mentre, al primo piano, raggiungibile da una scala esterna in pietra, vi sono le celle. Nel 1973 sono stati eseguiti alcuni interventi di restauro conservativo del monastero e della chiesa di Santa Maria.



Figura 3 – Il monastero della Dormizione della Vergine in Albania.

Nella parte sudorientale dell'antico centro cittadino di Apollonia, nella parte meridionale dell'omonimo parco archeologico, sorge il monastero della Dormizione della Vergine che, dopo la seconda guerra mondiale, è stato trasformato in museo. Il monastero, noto anche come Monastero della Panaghia, si erge con una forma a quadrilatero, la cui configurazione irregolare è dovuta all'utilizzo di una parte delle antiche mura della città di Apollonia. Anche il campanile, costruito dopo la prima guerra mondiale, si erge sulle fondamenta della torre difensiva medievale.

La parte destinata a romitorio, più volte modificata e completata solo in tempi recenti, si articola in due porzioni a due piani, situate nella parte settentrionale e in quella occidentale del complesso monastico e disposte ad angolo retto. Le strutture si aprono su una corte con gallerie ad archi e scale esterne. Nell'ala ovest del complesso si trova il refettorio: un ambiente a forma rettangolare con nicchie sui lati e un'abside nella parete meridionale. Gli affreschi, di notevole interesse storico artistico, sono datati fra il 1315 e il 1320 e costituiscono la più antica testimonianza pervenuta di decorazione ad affresco di un refettorio albanese nell'arte bizantina.

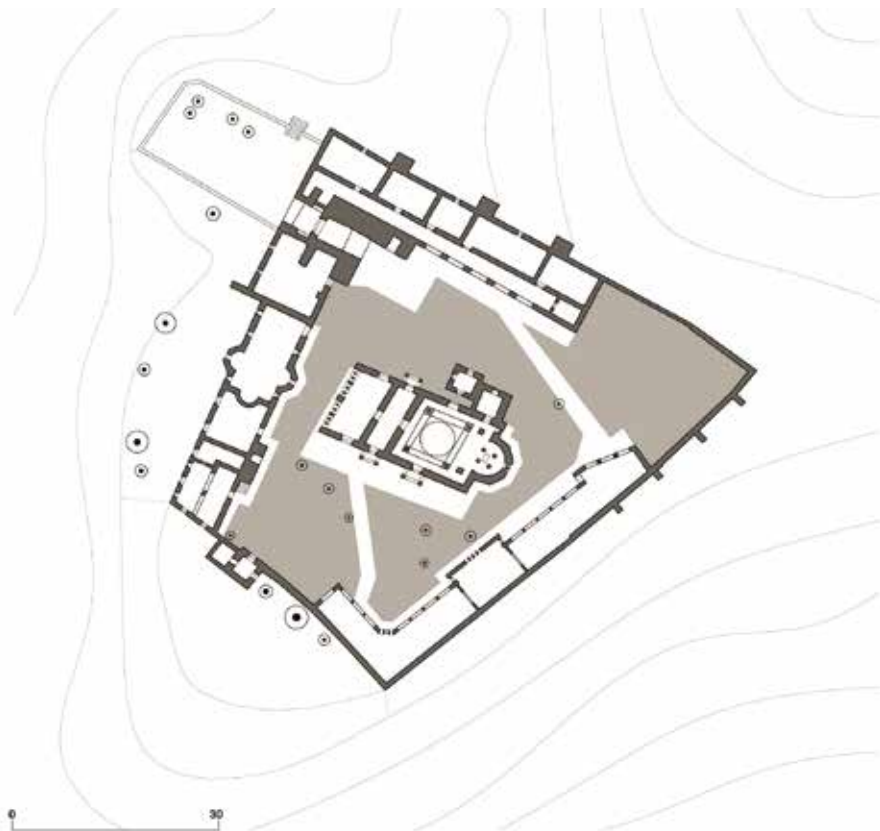


Figura 4 – Il monastero della Dormizione della Vergine in Albania: planimetria generale.

Al centro della corte interna si trova il *katholikón*: un edificio religioso a croce con cupola il quale presenta, nella parte inferiore, un accurato reimpiego di conci provenienti dall'antico teatro di Apollonia; la parte superiore della struttura, con cupola sorretta da un tamburo e volta a botte, è realizzata in mattoni intonacati. La parete ovest, che collega la struttura centrale ad un secondo locale quadrato, è composta da una galleria con archi, sorretti da colonne e pilastri; gli ingressi sud e nord sono forniti di portici, al lato settentrionale è annessa una cappella. Della decorazione si conservano alcuni frammenti di affreschi nel nartece, nonché importanti pezzi scultorei come capitelli con decorazioni zoomorfe e antropomorfe.

Nella prefettura di Valona, invece, si erge il monastero di Zvernec. È il monumento culturale più importante nella laguna di Narta situata a nord est della città di Valona. La struttura religiosa sorge sull'omonima isola di Zvernec ed è composto da quattro edifici sul fronte orientale ed uno su quello occidentale. Il monastero fu costruito nel XIII secolo in stile bizantino ed è dedicato al culto di Santa Maria. Di notevole pregio è la Chiesa di Santa Maria del XIII secolo, annessa al monastero.

Conclusioni

L'attività di lettura e rilievo dei complessi religiosi siti lungo la fascia costiera dell'Adriatico orientale tra il Montenegro e l'Albania si è concentrata nella raccolta di dati generali, di elementi storici molti dei quali rintracciati da fonti inedite, di documenti fotografici storici ed attuali e di rilevamenti manuali e strumentali sui singoli manufatti architettonici.

Bibliografia

- [1] Corniello L., Maliqari A., Voza V. M. B. (2016). *Il disegno delle strutture religiose tra Montenegro e Grecia settentrionale*. In: Bini M., Bertocci S., *Le ragioni del Disegno. The reasons of drawing*, Roma, Gangemi Editore.
- [2] Corniello L. (2016). *Città e paesaggi d'Albania. Disegni e immagini*. In: Carnevalis L., *Linee di ricerca nell'area del Disegno 4*, Roma: Ermes Edizioni Scientifiche.
- [3] Corniello L. (2016). *Identità, radici, contaminazioni. La lettura del territorio e del patrimonio architettonico albanese*. In: Carnevalis L., *Linee di ricerca nell'area del Disegno 4*, Roma: Ermes Edizioni Scientifiche.
- [4] Corniello L., Giordano P. (2014) *Atlante Grafico e Teorico Amalfitano. La conoscenza e la modificazione del paesaggio costiero*, Napoli: La scuola di Pitagora editrice.
- [5] Corniello L. (2013). *Memoria, misura e armonia del patrimonio eremitico in Costa d'Amalfi*. In: Conte A., Filippa M., *Patrimoni e Siti UNESCO. Memoria, Misura e Armonia*, Roma: Gangemi Editore.

DEALING WITH CLIMATE CHANGE ALONG THE NEW COAST OF THE MEDITERRANEAN: A DESIGN MANUAL FOR ADAPTATION OF SMALL VILLAGES (PHASE 1: MAPPING OF SMALL VILLAGES)

Paola Fornasa¹, Marco Ardielli²

¹Architect, CEO@Ardielli Associati, paolaforناسا@ardielliassociati.com

IUAV University of Venice (Architecture, City and Design PHD • Hydro-logic design curriculum)

²Architect, CEO@Ardielli Associati

MHT master Director - IUAV University of Venice (Master in Urban Heritage and Global Tourism)

Abstract – By the end of the century, thousands of small villages overlooking the Mediterranean coast will face the challenge imposed by global sea level rise. Small coastal villages will not be able to face climate change through structural measures; tourism can be a winning driver to trigger adaptation processes; heritage sites along the Mediterranean coast can be interesting “Laboratories” to experience hybrid processes of adaptation.

Keywords: *Flooding, Mediterranean, Climate change, Coastal Villages, Adaptation plan, Heritage sites, Tourism sector.*

Introduction

The urgency of developing adaptation plans to counteract sea-level rise effect, highlighted by *Climate Change: Impact, Adaptation and Vulnerability* report drafted in 2014 by IPCC, impose to coastal cities the necessity of operational responses to the new world geography unrestrainable transformation, clearly represented by the study "Coastline Vulnerable to Sea Level Rise" (MIT). By the end of the century, Mediterranean countries will face a new coastline configuration, a new hydrological map of coastal shores.

According to “State and pressure on the Mediterranean marine and coastal environment” report (UNEP 2000), climate change hazards and vulnerabilities in Mediterranean Sea” mainly will be evident in Lagunar areas, Delta areas (Ebro, Spain; Rhone, France; Po, Italy; Nile, Egypt), Ichkeul-Bizerte area (Tunisia), Thermaikos Gulf (Greece), Rhodes Island (Greece), Malta Islands, Kaštela bay (Croatia), Syrian and Albanian coasts, Sfax coast (Tunisia), Fuka-Matrouh area (Egypt). The effects compromising these areas (Ramieri et al. 2011) will be coastal flooding, coastal erosion, altered salinity, salt water intrusion, freshwater scarcity, loss of marine habitats/ecosystems/biodiversity and socio-economic vulnerabilities linked to fisheries and health, as well as heritage and tourist activities.

Socio-economic vulnerability due to the crisis of "coastal system" as balance between land and sea, between anthropic activities (tourism, food production, energy production) and hydrogeological cycle, urges risk forecast analysis in order to understand how the rising sea level will transform the use of urban public spaces and historical architecture. The existing bibliography on "coastal" villages is lacking; for this reason, the

first main objective of this research deals with coastal villages cataloging by size, morphology, territorial system, with particular attention to heritage coastal sites.

Mediterranean countries, in fact, host 23 % of the sites inscribed on the List of World Heritage (UNESCO World Heritage Centre 2010), corresponding to 236 World Heritage sites (2014): 70 of them are located in a <5 km coastal shore.

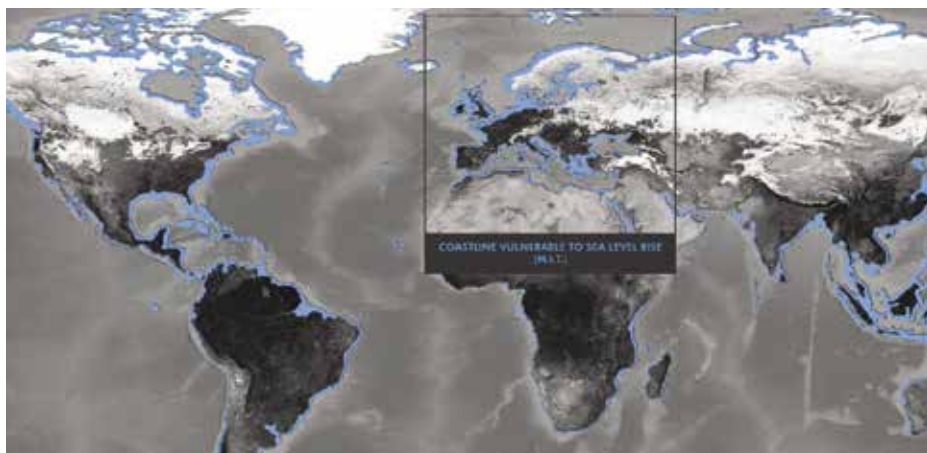


Figure 1 – Coastline Vulnerable to Sea Level Rise, M.I.T.



Figure 2 – Category of site (◆ Cultural site ◆ Natural site ◆ Mixed site); site in Danger inscribed on World Heritage List (◆ Cultural site ◆ Natural site ◆ Mixed site) <http://whc.unesco.org/>.

Materials and Methods

If the Mediterranean basin is assumed as a geographical reference area and the new coast line embodies the physical limit where urban waterfront change is measured, a further

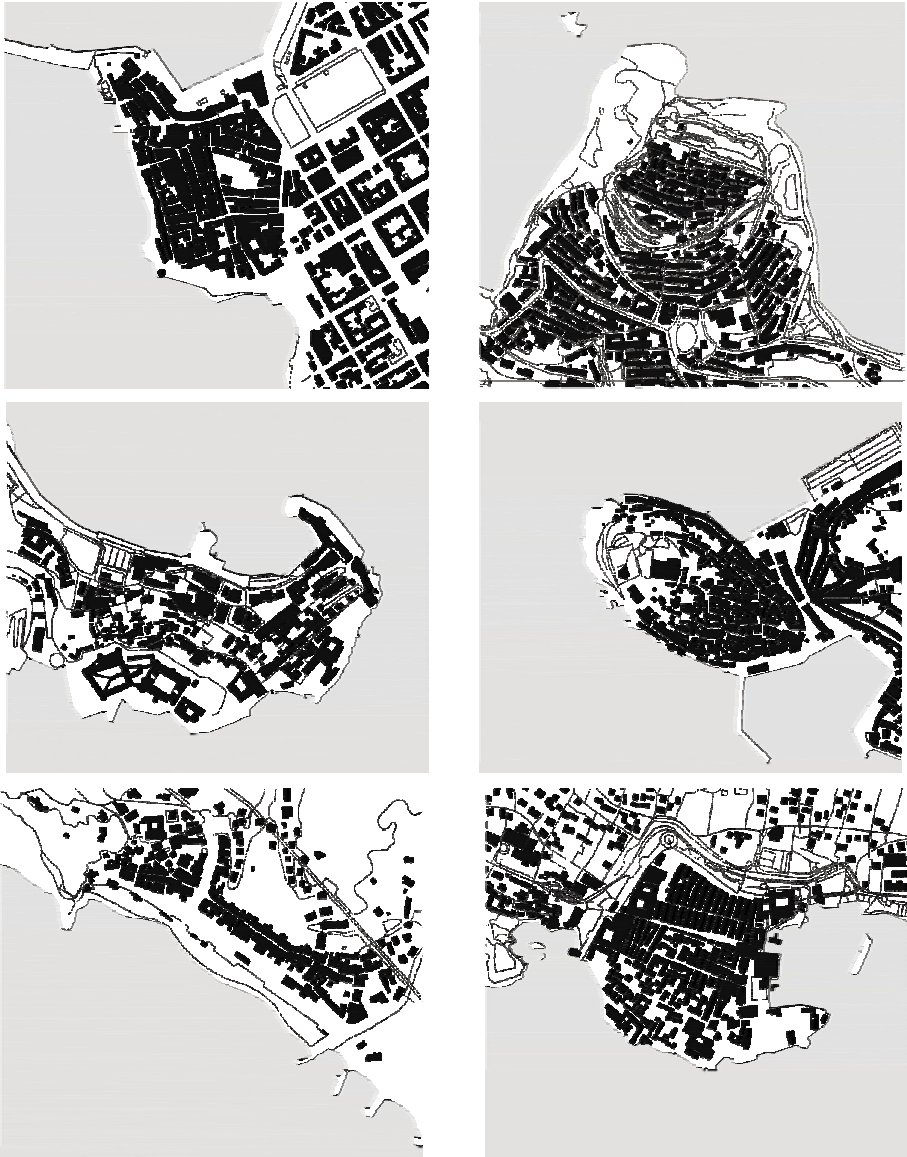


Figure 3 – Morphological analysis (Alghero, Italy; Castelsardo, Italy, Gaeta, Italy; Rovinj, Croatia; Moneglia, Italy; Dubrovnik, Croatia).

restriction of the field of investigation deals with the type of settlement: small coastal villages (considered as urban centers or systems up to 50 000 inhabitants), as first reduction of the field of investigation.

For each case study, a card is drawn up with the village description, size and morphology, population, data relating to tourism, architectural emergencies, heritage values and environmental critical issues.

The selection of case studies is carried out by overlapping the flooding and coastal erosion map with the demographic map, potential critical areas in the Mediterranean region due to climate change are identified.



Figure 5 – Case studies grouped according to topographic key-generator (example).

According to the combined demographic and flooding data, case studies are identified, mapped through aerial photos and morphological analysis, grouped according to topographic key-generator, risk-simulated with $0.50 \div 1.20$ m sea level rise.

The human component understood as a factor and, at the same time, as a victim of environmental change offers two different scenarios in northern Mediterranean and southern Mediterranean.

While Northern Mediterranean countries - thanks to the presence of the main coastal touristic destinations - will contrast the progressive unstoppable aging of resident population through an increase in tourist arrivals, Southern Mediterranean will be affected by the so-called demographic transition, that will cause an expected increase of 90 million

people by 2025, at least one-third of whom will be located in coastal urban areas. It is estimated that today more than 60 % of new built-up areas are characterized by low levels of social cohesion, spread of poverty, informal settlements.

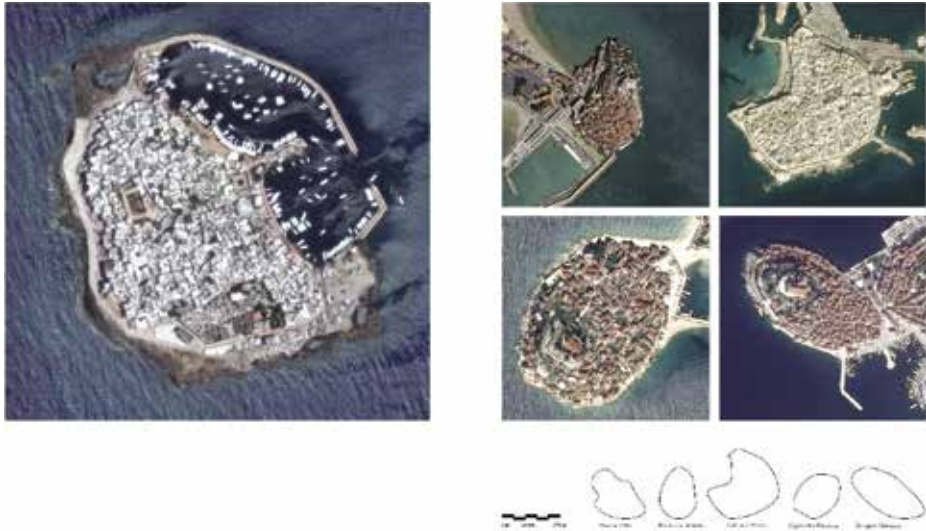


Figure 6 – Case studies dimensional comparison (example).



Figure 7 – Risk-simulated with 0.50±1.2 m sea level rise (example).

Analyzing the whole Mediterranean coastal population, in the last sixty years it has changed from 246 million (1960) to 380 million (1990), until 450 million (2000). "Blue Plan" estimates this trend will grow until 520/550 million by 2030, 600 millions by 2050 and possibly even 700 million at the end of the 21st century. Coastal population increase will follow the same trend, urging heavily on coastal urbanization.

Without policy changes, nearly 50 % of the 46 000 km of Mediterranean coastline may be built up by 2025 (40 % in 2000) [1]. Effects of urbanization will affect especially those countries with a high coastal density (Italy, France, Morocco, Algeria, part of Spain, northern Tunisia, Egyptian Nile area, Israel, Lebanon, Syria) [2]. Environmental resilience to future pressures will not be able to exist, since all the Mediterranean countries had already reached their Ecological Deficit in 2012 [3].

In Mediterranean coastal areas, the combined effect of climate change and anthropic pressure must be considered. Pressure due to tourism will seriously affect marine and coastal environment since about half of tourists arrivals will stay in coastal regions. Mediterranean touristic destinations currently represent 30 % of all world international tourists arrivals. International touristic flows in the Mediterranean have changed from 135 million arrivals in 1990 to estimated 235-350 million in 2025. Adding domestic tourists, 637 million tourists are expected in the region by 2025 (270 million more compared to year 2000). (Perry 2000).

Results

In the catalogued case studies so far some recurring elements emerge:

- (1) a first group of case studies are affected by phenomena of submersion and erosion of the coastline, damages caused by the intrusion of salt water; increase of aquifers and difficult drainage. (E.g. Sète, France, represent a significant case for inundation modeling)
- (2) a second group concerning less structured, informal and "anarchic" settlements which, in addition to physical degradation, are characterized by social disintegration; need of implementing resilience and cohesion of coastal communities through participation processes. (E.g. Diza, حي الديزة Martil, Marocco)
- (3) a third group concerning historical villages in privileged landscape contexts. For them, actions to extend processes of urban upgrading and social and economic "re-signification" are suggested in order to find a balance between social life (residents and tourists) and physical structures. (E.g. Kaštela, Croatia).

Kaštela Bay, belonging to the third group, is located on the eastern coast of the Adriatic Sea, near the town of Split. It belongs to the Adriatic areas called "hot spots", as well as Rijeka, Zadar, Pula, Sibenik and Dubrovnik. Even though all these sites are important tourist attractors thanks to the presence of urban centers of historical interest and enchanting landscapes, they are characterized by the concentration of environmental problems, mainly due to proximity of large urban agglomerations, presence of industrial complexes or harbours. Main problems deal with urban wastewater, eutrophication of coastal waters, urbanization and destruction of the marine coastal habitat.

In Kaštela bay area these effects are amplified by the conformation of the enclosed bay. Kaštela bay will be affected by flooding up to 50 cm of the Pantana source (20 ha) and the Jadro and Zrnovica estuary (10 ha); Torgir and Split center inundation; Dujmovaca

railway area inundation; increase in salinisation of estuaries and groundwater; negative impact on coastal services and infrastructures; accelerated deterioration of historic buildings; increase in the demand for water for domestic, industrial and agricultural uses. Even if the configuration of the shoreline will not change significantly, sea level rise will affect coastal services such as transport, loading and unloading of ships, tourism infrastructure, cultural monuments.



Figure 8 – Kastely bay (Google maps).



Figure 9 – Access tower to Kaštel Gomilica; proposal for “fortress image” valorization.

If in the 80s Tourism owned yet insufficiently recognized value for tourist development, but now it represents a key factor not only for international tourist arrivals but also for domestic travels. Along the 20 km long coast of the Kaštela Gulf, where the Antique Salona and Split are, an agglomeration of seven small towns (fortified settlements: Kaštel Sućurac, Kaštel Gomilica, Kaštel Kambelovac, Kaštel Lukšić, Kaštel Stari, Kaštel Novi and Kaštel Štafilic) were built in 1392-1589. The final part of this system is Trogir, whose historic city is a World Heritage Site by UNESCO. Potentially the valorization of the whole built heritage as a system (Kaštela system) can be an important and economic asset able to tow heritage conservation and a sustainable offer for the visitors as well as the local inhabitants. By improving the sense of a heritage system, it can contribute to the territorial valorization and environmental drainage fulfillment for the entire region which the monuments are inserted in.(Poria et al. 2003)

Discussion

Starting from the analysed cases, it emerges that, in the Mediterranean basin, the places where the effect of climate change pressure is more evident are heritage sites. The questions on which the research goes on are: will climate change make heritage sites less attractive for tourism? Can a correct adaptation improve the so-called Tourism Climate Index (TCI) in order to improve the tourist offer and preserve historical areas -through tourism- in collaboration with local population? Can tourism as a leading economic sector play a crucial role in the Mediterranean area in the perspective of its sustainable evolution?

Conclusion

Tourist industry represents a crucial instrument to preserve the built heritage in its most authentic forms. Mediterranean built heritage, as a witness of collective memory, embodies the basis to encouraging international cooperation to preserve and share community values and local identities.

Currently, knowledge of existing heritage is scarce; it is needed the set up and register of existing realities. Priority is to have a mapping of existing historical centers and their residual values; other data concerns the current and growing economic activities that gravitate around such centers (like tourism) that can contribute to create positive synergies in the conservation of the built heritage. The following step is to identify low-cost actions that gradually can implement the resilience of coastal communities through micro-interventions and improvements that can be implemented step by step, through urban maintenance interventions by local authorities.

References

- [1] Programme U.N.E., 2006. *Mediterranean Strategy for Sustainable Development*.
- [2] Perry, A.H., 2000. *Impacts of Climate Change on Tourism in the Mediterranean: Adaptive Responses*. *SSRN Electronic Journal*, pp.1–11. Available at: <http://papers.ssrn.com/abstract=235082>.
- [3] Poria, Y., Butler, R. & Airey, D., 2003. *The core of heritage tourism*. *Annals of Tourism Research*, 30(1), pp.238–254.
- [4] Ramieri, E. et al., 2011. *Methods for assessing coastal vulnerability to climate change*. *ETC CCA Technical Paper 1/2011*, (June), pp.1–93. Available at: http://www.oannes.org.pe/upload/201204171418031650971105.pdf%0Ahttps://www.researchgate.net/profile/Andrea_Barbanti/publication/301296277_Methods_for_assessing_coastal_vulnerability_to_climate_change/links/5710bd7008ae68dc790a2421.pdf
- [5] UNEP, 2000. *Stato e pressioni sull'ambiente marino e costiero del Mediterraneo*,
- [6] UNESCO World Heritage Centre, 2010. *MANAGING DISASTER RISKS for World Heritage*.

THE COASTAL SIGHT TOWERS, A DISTINCTIVE ANTHROPIC ELEMENT OF THE ANCIENT COASTAL LANDSCAPE: THE RISK OF RESTORATION WORKS WITH EXAMPLES FROM THE TUSCAN COAST (ITALY)

Fabio Fratini¹, Emma Cantisani², Elena Pecchioni³, Daniela Pittaluga⁴

¹CNR–Istituto Conservazione Valorizzazione dei Beni Culturali, via Madonna del Piano n.10
50019 Sesto Fiorentino (FI), tel. 0555225414, fax 0555225408, e-mail: f.fratini@icvbc.cnr.it

²CNR–Istituto Conservazione Valorizzazione dei Beni Culturali, e.cantisani@icvbc.cnr.it

³Dipartimento Scienze della Terra, Università di Firenze, elena.pecchioni@unifi.it

⁴Dipartimento DAD, Università di Genova-ISCUM, daniela.pittaluga@arch.unige.it

Abstract – The coastal sight towers and the defensive fortresses were in the past distinctive elements of the coastal landscape. They were distributed in particular along the northern coast of the Mediterranean and were built precisely for sighting purposes from the XVI century against the raids of barbarian pirates who had their bases in the Maghreb coast. At present, some towers have been destroyed, others have lost their visibility because embedded in disordered urban growth or in housing estates, others are in the state of ruins and some have been restored or recovered and reused. The towers still existing in isolated positions continue to strongly characterize the coastal landscape and certainly contribute to give value and charm to the territories because they recall a past in which history and legends are mingled. This contribution examines the case of the towers of Capraia island and two towers on Argentario taking into account the building materials and giving indications for restoration works that are actually conservative (and in this sense also difficult), presuming to preserve the signs of time on the surfaces, a feature that in our opinion strongly improve the value of the same artefacts.

Riassunto – Le torri di avvistamento costiero e le fortezze difensive erano nel passato un elemento antropico distintivo del paesaggio. Si trovavano distribuite in particolare lungo la costa settentrionale del Mediterraneo e furono costruite appunto a scopo di avvistamento a partire dal XVI secolo contro le scorrerie dei pirati barbareschi che avevano le loro basi nella costa del Maghreb. Attualmente, alcune torri sono state distrutte, altre hanno perso la loro visibilità perché inglobate nella crescita urbana e nelle lottizzazioni che hanno interessato la costa, altre si trovano allo stato di rudere ed alcune sono state restaurate o recuperate e riutilizzate. Le torri tuttora esistenti in posizione isolata continuano a caratterizzare fortemente il paesaggio costiero e sicuramente contribuiscono a dare valore e fascino ai territori perché richiamano ad un passato in cui storia e leggende si confondono. Il presente contributo prende in esame il caso delle torri dell'isola di Capraia e di due torri del promontorio dell'Argentario esaminando i materiali costitutivi e fornendo indicazioni per interventi di restauro che siano effettivamente conservativi, premettendo di preservare i segni del tempo sulle superfici, ciò che dà valore agli stessi manufatti.

Introduction

Since the beginning of the IX century, the growing threat exerted by the Saracens who, from the occupied Sicily, began to plunder the coasts of Puglia, Calabria and then Campania and Lazio, led to the creation of a first network of coastal towers, called "semaphores" [1], to facilitate the sighting of the enemies and to signal the approach. Such defensive system was subjected to a radical reorganization starting from the XVI century following an exceptional recrudescence of piracy along the Mediterranean coasts. The Italian States committed themselves to strengthen the defence of the coasts both "updating the possibilities of defence of the existing towers according to the needs of resistance imposed by new weapons" [2] and building new towers, fortified walls, harbours, etc.

As for the coastal towers, their dislocation was studied "in an organic way so that it was possible to create a network of safe sighting (in a position free from any obstacle) and secure visual connection with smoke (day), fires (night) and sound (bell) " [2]. The construction of the entire system of towers was never completed. Since the threats of pirates and Saracens have disappeared, many towers have been abandoned and have been totally or partially destroyed due to the action of atmospheric agents and local populations that, have reused the building materials. Those that were recovered for other purposes or incorporated into other structures are better preserved. Used as a sanitary cordon during the plague of 1656, the towers have found use both in the control of smuggling and as military posts during the two world wars [2].

These towers are testimonies of the history and culture of our country and those still existing in isolated positions continue to strongly characterize the coastal landscape and certainly contribute to give value and charm to the territories because they recall a past in which history and legends are mingled. In particular, towers in the state of ruin have a highly evocative appearance with their surface marked by the action of atmospheric agents. Their safeguard postulates a thorough knowledge and a use in respect of their specific architectural and material peculiarities, as well as of the territory in which they are sited [3]. This contribution examines the case of the towers of Capraia island and two towers on Argentario taking into account the building materials and the conservation conditions and giving indications for really conservative restoration works presuming to preserve the signs of time on the surfaces, a feature that strongly improve the value of the same artefacts.

The towers: history, conservation

The towers of Capraia

The island of Capraia belonged to the Republic of Genoa from the XIV century to the end of the XVIII century. During the Genoese rule, after the destruction perpetrated by the Ottoman corsair Dragut in 1540, the Banco di San Giorgio supported the renovation and expansion of the fortress built by the Pisans (St. George fortress) and the construction of two towers, of Porto (1541) to defend the bay and of Zenòbito (1545) in the southern tip of the island. Later on the tower of Barbici was built in the northern tip (1699) with the function to watch toward the Tuscan coast.

The Zenòbito tower with its striking shape still dominate the landscape (Fig. 1). It consists of a truncated cone base which continues with a cylindrical body topped by corbels that sustained a wooden balcony. At present, the tower shows important residues of the original rendering still characterized by good adhesion to the masonry which is realized according to a core structure, with the outer wall made of irregular roughly shaped volcanic rock blocks placed with quite a lot of bedding mortar. This masonry shows a good cohesion, even if the mortar joints are deeply eroded. Therefore the tower has a surface deeply marked by the time, which shows, for those who are able to decode it, a multitude of signs and information [4, 5] (Fig. 2). Nevertheless two conservation problems are present: the portion exposed southeast, where the outer wall fell down uncovering the inner core of the masonry and the deeply eroded corbels that supported the balcony.

The tower of Porto (Fig. 3), sited on the promontory east of the harbour, shows an aspect similar to that of Zenòbito, but with a smaller diameter. It has been recently restored.

The tower of Barbici, (Fig. 4) has a square base and was realized according to a core structure, made of roughly shaped volcanic rock blocks placed with a lot of mortar. The eastern side shows little residues of the original rendering but in the complex the masonry is deeply eroded and in the southern side the outer wall has completely collapsed.



Figure 1 – Tower of Zenòbito, Capraia.



Figure 2 – Tower of Zenòbito: rock basement and residues of plaster.



Figure 3 – Tower of Porto, Capraia.



Figure 4 – Tower of Barbici, Capraia.

The towers of Argentario

In the period of the Sienese Republic (XV- XVI centuries), the first systematic fortification of the peninsula, against the barbarian invasions was realized. In 1557, following a military defeat, all the territories of the Sienese Republic passed under the rule of Cosimo I de' Medici allied with the Spanish crown. In the agreements of this alliance, Filippo II, successor of Carlos V, reserved for himself a small coastal strip comprising Orbetello, Talamone, Argentario, Capalbio and subsequently part of the Elba island, that formed the State of Presidi. Filippo II, under the impulse of the Spanish viceroy of Naples Pedro Afàn de Ribera, from 1563 to 1571 upgraded the network of existing coastal towers and built numerous fortresses. The Spanish rule ended in 1707, leaving deep urban and architectural traces [6, 7]. At present some of the towers are completely restored and placed in private property, others are in ruins. Our research regards the towers of Capodomo and Calamoresca.

The tower of Capodomo is a square tower which had probably three floors. At present only the basement and the first floor are still standing (Fig.5). Externally the tower is characterized by a buttress that runs along its entire perimeter ending with a cornice marking the position of the flooring of the first floor. The building technique can be classified as a coursed square rubble masonry [8], characterized by the use of roughly dressed stones, well cut corner stones and thick layers of bedding mortars. This buttress differs from the upper masonry for some specific architectonic elements like the corner stones, the cornice, the windows and doors frames. In such cases the stones are well dressed with a finished surface. Inside, the tower is constituted by a ground floor where a tank is located topped by a barrel vault, sustained by another adjoining room, also vaulted. Above, a well preserved two-layers mortar flooring (two distinct construction phases) is visible.

The Calamoresca tower is a square tower, composed of a single constructive phase and characterized by a masonry realized with stones, split and put in place on uneven rows (uncoursed square rubble masonry) and well cut corner stones (Fig. 6). The tower is characterized by a buttress that runs along its entire perimeter ending with a cornice marking the height of the flooring of the first floor.



Figure 5 – Tower of Capodomo, Argentario.



Figure 6 – Tower of Calamoresca, Argentario.

As for the state of conservation, we have already mentioned that the two towers look like ruins. The stones of the masonry are in good condition because they are made of compact, highly durable rocks. The most delicate part of the masonry is constituted by the bedding mortars. In fact, the mortar joints, while presenting good cohesion, are eroded and this has caused the enucleation and separation of stone blocks, especially on the unprotected wall crests.

Methods

Stone ashlar and raw materials used for the realization of bedding mortars, plasters and floors were investigated with mineralogical and petrographic methodologies [9, 10]. Powders obtained from each typology were analysed with a PANalytical diffractometer X'PertPRO with radiation $\text{CuK } \alpha_1 = 1,545\text{Å}$, operating at 40 kV, 30 mA, investigated range 2θ $3\div 70^\circ$, equipped with X' Celerator multirevelatory and High Score data acquisition and interpretation software so as to determine the mineralogical composition; optical microscopy in transmitted light was performed on thin sections (30 microns thickness) with a polarised light microscope (ZEISS Axioscope.A1) equipped with a camera (resolution 5 megapixel) and dedicated image analysis software (AxioVision) for evaluating the microstructural parameters.

Results

Concerning the building materials of Capraia towers, there are volcanic stone blocks, lime and sand for the mortars, beams for ceilings and for carpentry. In particular the stone blocks were extracted on site, There are andesitic-riodacitic products (7.5÷6.9 My) in the centre-north of the island, from which the ashlar for Porto and Barbici towers were realized, and trachibasalts-shoshonitic rocks (4.6 My) in the Zenòbito area [11, 12] used in the homonymous tower. As for the lime, considering that Capraia is a completely volcanic island, it could not provide the raw material for the production of lime (carbonate rocks). The petrographic and mineralogical analyses carried out on the mortars of the three towers point out that the lime is an air hardening magnesian lime characteristic of the Genoese production [13]. Actually magnesian lime was traditionally produced in Liguria, since the XII century. The main producing areas were close to the coast west of Genoa and in Vado Ligure, near Savona [14]. Therefore it was easy and cost-effectively to carry the lime by sea, even in distant sites. However, the study of the composition of the aggregate shows, beside the prevailing presence of fragments of volcanic rocks, pyroxenes, feldspars and biotite, also the sporadic presence of fragments of calc-schists, quartzites and phyllites characteristic of regional or high pressure/low temperature metamorphism, in any case of low grade conditions (mica schists, quartzites). The prevailing presence of fragments of volcanic rocks is in accord with the composition of the sandy sediments of the bay where the port of Capraia is sited while the presence of fragments of metamorphic rocks is problematic because of the absence of outcrops of this type of rocks in the island. Indeed similar materials can be found in the Ligurian Piedmontese metamorphic units (Schistes Lustrés), which closest outcrops are in north-eastern Corsica and in Gorgona island but

which widely crop out west of Genoa [15, 16]. Considering that these materials cannot be sandy sediments transported by sea currents since the island is separated from the closest Corsica and Gorgona by fairly deep sea crossings (i.e. Corsica channel), the most probable hypothesis is that of stone ballast taken from the beaches of Cogoleto and Sestri Ponente (characterized by the presence of pebbles coming from the Schistes Lustrés) where the Genoese shipping vessels loaded the quicklime, later abandoned on the Capraia harbour. During loading, sandy/gravelly debris could also unintentionally be transported aboard.

Concerning the building materials of Capodomo tower in Argentario, the dressed stones of the masonry are made of calcitic grey marble with traces of dolomite belonging to the Unit of Cala Piatti (Middle-Upper Trias), outcropping nearby the tower, while the cornice and the corner stones are made of a brownish Cavernous Limestone (Upper Trias) belonging to the same Unit. The bedding mortars of the wall nucleus are quite fat with a calcic magnesian binder and a heterogeneous aggregate constituted mainly by carbonatic rock fragments (micro and macro crystalline), quartz, lumps and presence of earth residues. The plasters show always a calcic magnesian binder (as indicated also by the presence of hydromagnesite and brucite, evidenced through XRD analysis). The aggregate is heterogeneous with the presence of carbonatic rock fragments (dolomite from XRD data), quartz, lumps, sometimes shale and silicatic rock fragments, crushed ceramics, earth residues. The mix is fatter with respect to the bedding mortars.

As for the building materials of Calamoresca tower, the dressed stones are made of dark grey dolomite with calcitic white veins belonging to the Unit of Cala Piatti (Upper Trias) outcropping nearby the tower, the cornice is made of Cavernous Limestone similar to that of Capodomo and the corner stones are made with a dark grey porous limestone. Both mortars (bedding mortar and plaster) are quite fat with a calcic magnesian binder (XRD data) and a heterogeneous aggregate constituted by carbonatic rocks (the same of the dressed stones), earth residues, quartz, and rare metamorphic rock fragments.

Discussion

The results of the study of the constituent materials of the towers and in particular of the mortars allow us to understand how many historical and technological information can be obtained: e.g. for the towers of Capraia the origin of the lime from Liguria, for the two Argentario towers the selection of dolomite rocks for the production of the lime. Therefore, the building materials that can be closely related to the territory (Argentario) or related to historical events like the Genoese domination in Capraia. A restoration must therefore guarantee that these material testimonies are maintained and not lost because of the restoration itself. Moreover, almost all the examined towers are in a state of ruin, a condition in which nature has re-appropriated the work of man in a process that has led to weld even more deeply the link between tower and landscape. This has been a slow process, starting from their abandonment (more than 250 years ago) that often led the artefacts to *quasi-equilibrium* conditions with the surrounding environment [17, 18], conditions that must be recognized because this would allow to minimize the extent of restoration interventions ensuring the originality of the surfaces (materials and signs of time). In this way, the visual perception of the artefacts could remain unchanged and highly evocative. This line of thought sustaining that a surface showing the patina of time is of

great interest, worthy of "maintenance", was expressed by the great masters of the restoration of the XIX century and also recently by some restoration theorists [19].

Taking into account these considerations, the restoration of the tower of Porto, although it might seem a good intervention to the normal not aware persons, unfortunately has not been able to keep on the surface the track of time, completely removing the remains of the original plaster and sealing with a new mortar the joints of the original bedding mortar (Fig. 7, 8).



Figure 7 – The tower of Porto, restored.



Figure 8 – Tower of Porto: restored surface.

A conservative intervention should include a "light" structural consolidation eg. through tie hooping, a protection/reconstruction of the wall crests and sealing of the cracks but the extensive grouting of the mortar joints with a new mortar should be avoided unless extremely necessary. Indeed this could result in a complete change of appearance of the masonry, aesthetically incompatible with a conservative intervention. Moreover the complete sealing of the mortar joints would hidden the evidence of such a "precious" material as the original bedding mortar.

With regard to the cleaning operations, these should not remove the natural patinas generated by the slow process of chemical-physical and biological actions of the surface that led to the achievement of a *quasi-equilibrium* of the surface itself with the environment. This condition guarantees its conservation and at the same time determines its peculiarity of historical material with the particular chromatic facies acquired.

In particular, for the Zenòbito tower, the extensive remains of the ancient plaster coating must be preserved, still characterized by a good adhesion to the masonry (Fig. 9), but avoiding covering the rest of the surface where the plaster is missing with a new plaster that would completely distort the appearance of the ruin. Rather, in the portion exposed to the south-east, where the external masonry has fallen exposing the nucleus, an intervention is necessary to stop the progress of decay with the consequent fall of stone elements (Fig.10). Nevertheless, it should be a "not invasive" localized intervention, with: punctual fixing of the blocks which are detaching, additions of bedding mortar in small amount where necessary; punctual application of eco- friendly consolidating products and protectives. The same punctual light intervention should be carried out in the upper part of

the cylindrical body where the corbels that supported the wooden balcony (no longer present) are deeply eroded and in some cases missing [20, 21].



Figure 9 – Tower of Zenòbito: the eroded masonry with the ancient plaster



Figure 10 – Tower of Zenòbito: exposed nucleus of the masonry

We are speaking of minimum intervention but in many cases just the request for a minimum intervention contrasts with the installation of the restoration yard. As a matter of fact often, in the practice of building yards, one of the most common observations, (with the justification of "common sense") is to increase the works, taking into account the expenses undertaken to install the yard. Therefore the question remains: is it possible the economic sustainability of a restoration yard with the practice of minimum intervention?

To conclude, a passage that cannot be disregarded in a restoration/conservation project is also the recognition of the important landscape value of the coastal towers and the awareness of the dense network of relationships that exist between the artefacts and the natural context in which they are harmoniously inserted. Built with local materials, eroded by time, transformed by man, isolated or, in some cases, subsequently aggregated to urban buildings, they represent discrete singularity along the coastline, places of convergence of our looks from the sea and from the mainland. Each building entertains a dialogue with the network of towers, visually relating with the artefacts that precede it and that follow it, but even more, it constructs the landscape. We cannot therefore think of intervening on a single tower without indirectly transforming its context because those landscapes are "architecturally formed". [3].

Conclusions

The coastal sight towers continue to strongly characterize the coastal landscape and contribute to give value and charm to the territories because they recall a past in which history and legends are mingled. Their building materials can be closely related to the territory like in Argentario or to historical events (Genoese domination in Capraia). A restoration must therefore guarantee that these material testimonies are maintained, and not

lost because of the restoration itself. Moreover considering that almost all the examined towers are in a state of ruin, the tower-landscape constraint (both natural and cultural), is an extremely important datum in the restoration project because the transformation in ruins has further tightened the tower-landscape link. This means that we should put maximum attention to the remains of ancient plasters both for their protective function and for their decorative value. Therefore, it is advisable that in the cleaning operations the natural patinas are preserved because they are generated by a slow process of chemical-physical and biological actions that led to the achievement of a *quasi-equilibrium* of the surface with the environment. This condition guarantees its preservation and at the same time determines its peculiarity of historical material with the particular chromatic facies acquired.

References

- [1] Cassi Ramelli A. - *Dalle caverne ai rifugi blindati. Trenta secoli di architettura militare*, 81964), Nuova Accademia Editrice, Milano
- [2] Faglia V. - *La difesa anticorsara in Italia dal XVI secolo. Le torri costiere e gli edifici rurali fortificati*, Istituto Italiano dei Castelli, (1974), Roma
- [3] Giannattasio C., Grillo S.M., Murru S. - *Il sistema di torri costiere in Sardegna. The Sardinian coastal tower system*, “L’Erma” di Bretschneider, (2017), Roma
- [4] Mannoni T. - *Caratteri costruttivi dell’edilizia storica*, (1994), Escum Ed., Genova.
- [5] Pittaluga D. - *Questioni di archeologia dell’architettura e restauro*, (2009) ECIG Ed., Genova
- [6] Della Monaca G., Roselli D., Tosi G. - *Fortezze e Torri Costiere dell’Argentario, Giglio e Giannutri*, (1996), Ed.Laurum, Pitigliano
- [7] <http://www.capodomo.it/Torri/torri-index.htm>
- [8] Dipasquale L., Rovero L., Fratini F. - *Ancient stone masonry constructions*, in Edited by Kent A. Harries and Bhavna Sharma “Nonconventional and Vernacular Construction Materials: characterisation, properties and applications”, (2016) Elsevier-Woodhead Publishing, 301-332.
- [9] Pecchioni E., Fratini F., Cantisani E. - *Atlas of the ancient mortars in thin section under optical microscope*, (2014), Quaderni di Kermes, Nardini Editore, Florence
- [10] Pecchioni E., Quaresima R., Fratini F., Cantisani E. - *Importance of mortars characterization in the structural behaviour of monumental and civil buildings: case histories in L’Aquila*, (2014) Engineering Geology for Society and Territory vol. 8 – Preservation of Cultural Heritage, Editors G. Lollino, D. Giordan, C. Marunteanu, B. Christaras, I. Yoshinori, C. Margottini, Springer International Publishing, 387- 391
- [11] Celazzi L., Bindi L., Olmi F., Menchetti S., Peccerillo A., Conticelli S. - *A lamproitic component in the high-K calc-alkaline volcanic rocks of the Capraia Island, Tuscan magmatic province: evidence from clinopyroxene crystal chemical data*, Per. Mineral. (2006) 75 (2-3), 75-94
- [12] Poli G., Peccerillo A. *The island of Capraia*, Periodico di Mineralogia (2003) 72, Special Issue, Miocene to Recent Plutonism and Volcanism in the Tuscan magmatic Province (central Italy), 195-201

- [13] Fratini F., Pecchioni E., Pandeli E., Camaiti M., Amadei L. *Le malte della Torre dello Zenòbito all' isola di Capraia: come murare in un'isola vulcanica?*, Proceedings of the VII Archaeometry National Congress AIAR, Modena 22-24 February 2012, 753-762
- [14] Vecchiattini R. *La civiltà della calce: storia scienza e restauro*, (2009) De Ferrari Ed. Genova
- [15] Durand Delga M.- *Principaux traits de la Corse Alpine et correlations avec les Alpes Ligures*, Mem. Soc. Geol. It. (1984) 28, 285-329
- [16] Orti L., Morelli M., Pandeli E., Principi G. - *New geological data from Gorgona Island (Northern Tyrrhenian Sea)*, Ofioliti (2002) 27, 133-144
- [17] Mannoni T. - *Qualsiasi degrado fa parte della storia dell'edificio*, Proceedings of the XII International Congress "Scienza e Beni Culturali: Dal sito archeologico all'archeologia del costruito. Conoscenza, progetto e conservazione", Bressanone 2-6 July 1996, 1-10
- [18] Pittaluga D., Fratini F. - *Gli strumenti per affermare che una superficie è nello stato di "quasi-equilibrio" sono sufficienti?*, Proceedings of the XXVIIIth International Congress "Scienza e Beni Culturali: la conservazione del patrimonio architettonico all'aperto", Bressanone 10-13 July 2012, 23-32
- [19] Arce I., Doglioni F., Parenti R. - *Gli strati di rivestimento: strategie e tecniche di indagine tra conoscenza dello spessore storico e finalità di conservazione/restauro*, Proceedings of the XIIth International Congress "Scienza e Beni Culturali: Dal sito archeologico all'archeologia del costruito. Conoscenza, progetto e conservazione", Bressanone 3-6 July 1996, 39-48
- [20] Pittaluga D. - *Restoration of Fornace Bianchi in Cogoletto Donegaro (Ge) as part of The Detailed Plan of Private Initiative. Technical Description and Report*, Restauro Archeologico (2012), 1, 38-42
- [21] Pittaluga D. - *Fornace Bianchi di Cogoletto: la gestione dopo l'intervento di conservazione*, ANANKE (2015), 75, 116-126

IL PAESAGGIO COSTIERO DEL LITORALE ROMANO. TRASFORMAZIONI, SEGNI, TESTIMONIANZE E PROSPETTIVE PER IL FUTURO

Sonia Gallico¹, Maria Grazia Turco²

¹Independent Researcher, e-mail: soniagallico@libero.it

²Sapienza Università di Roma,

Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Roma,

e-mail: mariagrazia.turco@uniroma1.it

Riassunto – Il presente contributo intende approfondire le fasi del processo di antropizzazione paesaggistica del tratto costiero laziale compreso fra Civitavecchia a Nord e Nettuno a Sud, focalizzando l'attenzione su evidenze morfologiche, toponimi, testimonianze archeologiche e architettoniche, strutture portuali, insediamenti urbani, torri d'avvistamento e di presidio del territorio, casali agricoli, in quanto tracce, ancora visibili di situazioni e presenze ormai cancellate dallo scorrere del tempo; segni non del tutto alterati dalla modificazione antropica dell'area, contraddistinta, soprattutto nel secolo passato, da una forte espansione urbana ed edilizia, una parte della quale incontrollata nonché dalla costruzione della importante infrastruttura dell'aeroporto di Fiumicino. In particolare, viene indagato il litorale ostiense, fin dall'antichità 'di-segnato' dalla presenza del Tevere che, nel tempo, ha determinato con il trasporto di sedimenti e detriti, l'avanzamento della costa di circa 4 chilometri. Un insieme complesso che andrebbe salvaguardato con un progetto unitario che coinvolga sia i beni culturali sia quelli ambientali, ormai strettamente correlati tra loro nel determinare caratteri e qualità del paesaggio attuale.

Abstract – *The study analyzes the phases of anthropization of the coastal landscape between Civitavecchia, to the North, and Neptune, to the South, focusing attention on morphological evidences, toponyms, archaeological and architectural evidence, Roman roads, port structures, urban settlements, towers, farmhouses, such as traces, still visible, of a territory in transformation; signs still surviving and not altogether altered by the anthropic transformation of the area that has determined, in the last century, the uncontrolled expansion and the construction of Fiumicino airport. The essay investigates the Ostia coastline which, since ancient times, has been 'marked' by the Tiber which, over time, has given rise to phenomena of advancing the coast with the transport of sediments and debris. A complex overview that should be protected by involving cultural and environmental assets, now closely related to each other to determine the characteristics and quality of the current landscape.*

Introduzione¹

La presente ricerca riguarda le fasi del processo di antropizzazione del territorio costiero laziale compreso fra Civitavecchia, a Nord, e Nettuno, a Sud, individuando e analizzando le evidenze morfologiche, i toponimi relativi alle forme del suolo, le testimonianze archeologiche e architettoniche, quali tracce, ancora visibili, delle trasformazioni del territorio e della presenza di culture ormai cancellate dallo scorrere del tempo; ‘segni’, come detto, ancora evidenti malgrado i forti interventi antropici che, soprattutto nel secolo scorso, hanno determinato una rilevantissima espansione urbana ed edilizia, anche abusiva, oltre che la realizzazione di importanti infrastrutture quali l’aeroporto di Fiumicino.

L’approfondimento si sofferma, in particolare, sul litorale ostiense che, fin dall’antichità, è stato ‘di-segnato’ dalla presenza del Tevere che, nel tempo, con il trasporto di sedimenti e detriti, ha determinato significativi avanzamenti della costa; dai numerosi corsi d’acqua dolce che vi sfociano, come l’Astura, il Sanguinaro, l’Arrone; e dalle antiche lagune, quali gli stagni di Ostia e di Maccarese, scomparse con la bonifica di fine Ottocento.

Si tratta di un paesaggio costiero caratterizzato, ancora oggi, dalla presenza delle antiche testimonianze, tra queste: i reperti di epoca protostorica riferiti all’abitato di Ficana, sulla sommità di monte Cugno nei pressi di Acilia, datati a partire dal X-VIII secolo a. C.; i numerosi tracciati viari di origine romana (Via Campana, Via Portuense, Via Ostiense, Via Severiana); le strutture portuali, attualmente importanti aree archeologiche/naturalistiche, che hanno definito il luogo quale centro di scambio socioculturale e di traffico commerciale via mare con le altre popolazioni del Mediterraneo; gli insediamenti urbani collegati al sistema portuale di Roma (*Portus, Laurentum, Lavinium, Antium, Astura, Clostra romana, Circeii*); le torri d’avvistamento e di presidio del territorio in un insieme ancora oggi ben leggibile come a Nord, con le torri di Fiumicino (torre campanaria di S. Ippolito, torre Niccolina, torre Alessandrina e torre Clementina) e, a Sud, con le torri Paterno, Vajanica, Caldara; le saline e, solo in epoca moderna, gli impianti forestali delle pinete (Castel Fusano, Castel Porziano, Capocotta, Fregene, Coccia di Morto in ambito ostiense; Prati della Chiavichetta, Maccarese, l’oasi di Palo Laziale lungo il litorale) presenti in tutte le fonti iconografiche quali ambiti naturalistici e che dal XVIII secolo diventano sistemi produttivi; alcuni casali agricoli di epoca romana dediti a colture tradizionali, quali il grano e pochi altri cereali, come le cosiddette ‘fattorie’ di Dragona; e, ancora, nei secoli XVII, XVIII e XIX, le tenute più vicine al mare (Torlonia, Sacchetti); stratificazioni archeologiche, attualmente contesti naturalistici, come monte Giulio (banchina del Porto di Claudio) o monte Arena, ma anche macchie, tumoleti e aree boschive.

Oggi la costa romana dista quasi 4 chilometri dall’antica città di Ostia, ma in epoca romana si trovava proprio di fronte a essa, a ridosso della Sinagoga, così come testimoniato dai racconti di alcuni autori antichi come Minucius Felix, II-III secolo d. C., e Rutilio Namaziano, V secolo d. C. Il processo di progradazione è, però, ormai cessato, oltre che per la “costruzione di traverse fluviali e dighe lungo il corso del Tevere” [1], anche per una pesante, e sovente ‘spontanea’, urbanizzazione che ha interessato zone sempre più ampie

¹ Il lavoro è frutto della collaborazione delle due autrici; si devono a Sonia Gallico: *Introduzione e Una ricerca sul territorio: l’area ostiense*, e a Maria Grazia Turco: *Il sistema turrato laziale e Conclusioni*.

della campagna romana. In alcuni tratti del litorale si assiste, al contrario, al fenomeno dell'erosione marina della costa, tanto da aver determinato complessi interventi di contrasto, con scogliere artificiali, barriere frangiflutti, ripascimenti.

A partire dalla fine del XIX secolo, con la bonifica, il paesaggio è stato fortemente modificato consentendo la nascita di numerosi centri urbani, alcuni prevalentemente a residenzialità estiva (Ladispoli, Fiumicino, Ostia, Torvaianica), vedendo la realizzazione di vie di comunicazione e la costruzione, negli anni Cinquanta-Sessanta del secolo scorso, dell'aeroporto intercontinentale di Fiumicino, struttura destinata a essere ulteriormente ampliata.

Una ricerca sul territorio: l'area ostiense

Il contesto ostiense era caratterizzato, fino agli inizi del secolo scorso, da una conformazione geomorfologica diversa rispetto a quella attuale; la zona, infatti, era per gran parte rappresentata, come si evince dalla mappa di Eufrosino della Volpaia (metà XVI secolo), da vaste aree boschive, terreni palustri, stagni e acquitrini quale diretta conseguenza delle frequenti trasformazioni subite nel tempo, soprattutto dopo la caduta dell'Impero Romano d'Occidente, nonché da una diversa linea di costa e del corso del Tevere. È stata soprattutto quest'ultima evoluzione a essere stata oggetto, a partire dalla seconda metà del XIX secolo, di studi e approfondimenti, ipotesi e ricostruzioni; alcune indagini basate su indagini geologiche e riscontri archeologici hanno permesso di localizzare con esattezza anche il Porto di Claudio e di ricostruirne, insieme con il vicino bacino di Traiano, con le sue vicende storiche e costruttive.

Il fiume, quale grande protagonista del territorio, fino al XVI secolo sboccava in mare poco lontano dalla zona dove attualmente sono presenti i resti dell'approdo romano; la sua funzione è ben descritta dalle parole di Strabone nella sua *Geografia*: "Le città del Lazio sulla spiaggia del mare sono Ostia che non ha porto a motivo della continua alluvione del Tevere ingrossato da molti fiumi: quindi le navi stanno colà ancorate nell'alto mare, e vi corrono anche pericolo; ma vince nondimeno l'amor del guadagno, perocché gran moltitudini di barche da trasporto si muove a pigliarne le mercanzie onde sono aggravate, e così le pone in grado di continuare ben tosto la loro navigazione prima che abbian toccato alla foce del fiume, su pel quale poi alleggerite procedono fino a Roma" [4].

Secondo la tradizione Ostia (dal latino *ostium*: foce) fu fondata da Anco Marzio nel VII secolo a. C., ma i primi reperti sul territorio risalgono alla seconda metà del IV secolo a. C. quando, con la costruzione di un *castrum* a ridosso della foce del Tevere, il luogo assume funzione di fortificazione a controllo della via di accesso fluviale verso Roma. Si tratta di una prima fase d'impianto, che inglobava preesistenti percorsi locali di cui uno di collegamento con l'insediamento di *Laurentum*. L'area, infatti, proprio per questa sua peculiare posizione, tra mare e fiume, è stata da sempre, seppur occasionalmente, frequentata, presentando, già prima dell'insediamento romano, una sorta di viabilità 'storicizzata'.

La città è, quindi, contraddistinta da successive fasi di espansione, fino al I secolo a. C., e di completo sviluppo, fino all'Impero di Adriano (117-138 d. C): inizialmente lungo le mura della città pianificata (*castrum*) e successivamente rasente alla rete di percorsi spontanei che vi si erano intorno modellati, sfruttando l'area libera adiacente; nel dettaglio,

il tracciato che dalla foce si dirigeva verso est, la Via Laurentina; quello con andamento est-ovest verso il litorale, ossia la Via Campana/Salaria legata alla presenza e allo sfruttamento delle saline².

Dopo la costruzione del Porto di Claudio (metà I secolo d. C.), localizzato ove ora insiste l'aeroporto di Fiumicino e che si era dimostrato poco adatto all'ormeggio delle navi per i continui insabbiamenti, all'inizio del II secolo d. C., con una difficile operazione d'ingegneria marittima, veniva aperto il canale di Fiumicino, il cosiddetto '*Flumen Micinum*', per permettere la costruzione del Porto di Traiano oltre che con funzione di canale scolmatore per far fronte alle continue inondazioni che colpivano Roma con l'impossibilità di svolgere efficacemente la sua funzione; anche in questo caso l'acqua del Tevere giungeva tramite un fossato posto a circa 1 km, verso nord, rispetto al successivo canale di Fiumicino.

Ostia ha vissuto sia momenti d'espansione e sviluppo sia periodi di decadenza come il completo abbandono tra IV-V secolo d. C., fase, quest'ultima, in cui la vicina città mercantile di Porto assumeva, di converso, uno sviluppo tale da ottenere una completa autonomia amministrativa e commerciale come attesta la denominazione *Civitas Flavia Costantiniana Portuensis*, attribuita dall'imperatore Costantino (306-337 d. C.) il quale, a difesa delle frequenti incursioni barbariche, probabilmente faceva proteggere la città portuale con un circuito murario difensivo, struttura questa ancora ampiamente visibile nelle cartografie rinascimentali [7]. Segue una fase di 'cristianizzazione' dell'intero territorio litoraneo, in cui emergono da una parte il borgo di Ostia, fondato con il nome di Gregoriopoli, su una preesistenza medioevale, ristrutturato nella prima metà del Quattrocento e poi dal cardinale Giuliano della Rovere, futuro papa Giulio II (1503-1513), e dall'altra l'Episcopio di Porto, sorto su preesistenze romane e tardo antiche, unico complesso edilizio superstite dopo la fase di abbandono e declino dell'area portuale, testimonia la trasformazione della città da portuale in struttura fortificata lungo il canale di Fiumicino. L'attività antropica sarà finalizzata, da questo momento in poi essenzialmente nella difesa del litorale, peraltro, in continua trasformazione a causa dell'ulteriore avanzamento della linea di costa.

Nel 1577, il Tevere, come noto, a seguito di una violenta piena, cambia repentinamente il suo corso, deviando di circa un chilometro rispetto al preesistente letto che dunque non sfiora più, ormai, il nuovo borgo ostiense. Proprio a causa di tale improvvisa deviazione il vecchio letto prendeva la denominazione di 'fiume morto' contribuendo, in tal modo, nel tempo a modificare e aggravare la già difficile situazione ambientale e idrogeologica del litorale romano con l'abbandono della fortificazione ostiense.

Un difficile e complesso sistema, rappresentato da Ostia-Tevere-mare, ben esplicitato dalla cartografia storica che, a partire dal Cinquecento, inizia 'timidamente' ad accennare ai pochi resti archeologici ancora evidenti, con la sintetica indicazione di "Rudera" o "ruine", nella stampa di Eufrosino della Volpaia (XVI secolo); fino all'interesse erudito e archeologico espresso dall'inizio sistematico degli scavi, promossi da papa Pio VII (1800-1823) a partire dai primi anni dell'Ottocento. Un interesse più generale per l'area riprenderà, infatti, con l'Ottocento di cui è un segno la costruzione, nel 1823, del borgo di Fiumicino, in occasione del Giubileo del 1825, con progetto affidato a Giuseppe Valadier (1762-1839).

² Viene ipotizzato che il primo tratto della Via Salaria possa essere individuato nella Via Campana che collegava la riva etrusca con il Campo Salino, in origine controllato dalla città di Veio.

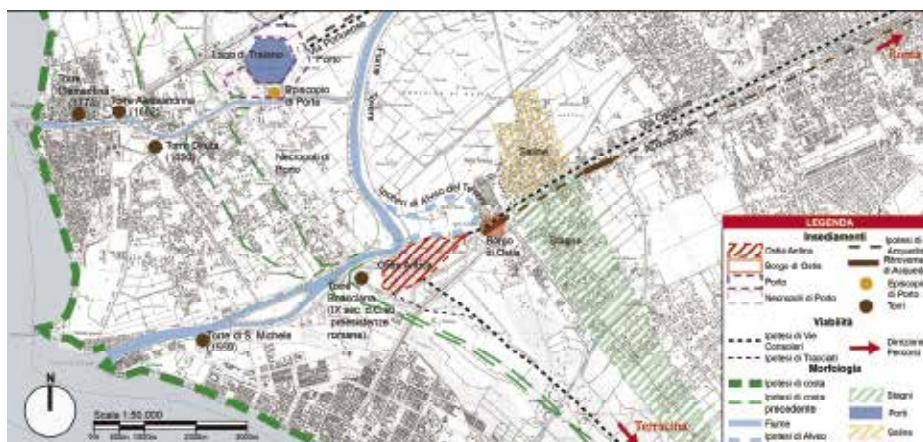


Figura 1 – Il litorale ostiense nell’Ottocento (elaborazione grafica: P. Capoccia, S. Sinibaldi).
 Figure 1 – The Ostia coast in the nineteenth century (graphic processing: P. Capoccia, S. Sinibaldi).

Sebbene alcuni progetti di bonifica siano databili tra fine XVII e metà XVIII secolo, l’area in questi secoli, è ancora molto poco antropizzata, proprio per la presenza della malaria; queste le parole di Giovanni Moro, alla fine dell’Ottocento: “Ostia divenne una città senza altri abitanti che nomadi, contadini e pastori ... quivi nessuno vi nasce perché famiglia non vi siede, nessuno vi muore se di violenta morte non soccombe” [6]. La grande bonifica avvenne alla fine del XIX secolo³ (Figura 1), e dai primi decenni del Novecento iniziò la costruzione della città di Ostia (1916) e l’accrescimento di Fiumicino con la definitiva trasformazione del territorio del litorale romano.

Il sistema turrato laziale

La continua edificazione di torri, lungo il litorale laziale, che segue il variare della costa, riscontrabile anche nella cartografia storica, testimonia una lunga attività di antropizzazione militare del territorio; si tratta di un sistema torriero marittimo che trova origine a partire dal I secolo d. C. quando emerge la necessità di difesa di alcune piccole colonie, caratterizzate da un ruolo prevalentemente commerciale e militare (Ostia, *Lavinium*, *Astura*, *Circeii*).

A partire dal IX secolo, poi, con la minaccia dell’invasione saracena, l’attività di controllo e di protezione costiera s’intensifica maggiormente con la realizzazione di torri di avvistamento localizzate essenzialmente nei punti rocciosi a picco sul mare o in prossimità di strutture fortificate come *Castrum Neptuni*, *Castrum Pratica*, *Castrum Fusani*, per permettere, in caso di pericolo, un facile ricovero (Figura 2). Un’attività difensiva oggetto

³ Le opere di bonifica vengono iniziate tra 1884 e 1890 e concluse nel periodo compreso tra 1925-1930.



Figura 2 – Il sistema difensivo laziale tra VIII - IX secolo d. C. (elaborazione grafica: R. Aprea, C. Bacchi, M. Corradini).

Figure 2 – The Lazio defense system, VIII - IX century a. C. (graphic processing: R. Aprea, C. Bacchi, M. Corradini).

d'ulteriore incremento dalla fine del XV secolo con la minaccia turca e gli assalti pirateschi; emergenza questa che spinge lo Stato Pontificio a una sistematica riorganizzazione del sistema litoraneo, come attestato dalla *Constitutio de aedificandis turribus in oris maritimis* (9 maggio 1567) emanata da Pio V (1566-1572) il quale aveva incaricato Martino de Ayala, console dei marinai e mercanti di Roma, di organizzare una totale revisione militare del territorio costiero, da Terracina a Porto Ercole [5] (Figura 3).

Un sistema di controllo dell'intera costa che proseguiva con il *Motu Proprio* di Benedetto XIV (1740-1758), del 15 settembre 1753, relativo al controllo e alla verifica delle strutture fortificate, a cui fa seguito il *Piano per l'armamento delle Torri della spiaggia romana* (30 maggio 1772) insieme con il *Regolamento per la custodia delle torri* (27 novembre 1772), provvedimenti organizzati su iniziativa di Clemente XIV (1769-1774). Per giungere alla fine dell'Ottocento quando tali manufatti difensivi diventano di proprietà del nuovo Stato italiano.

Da Nord a Sud, attualmente, da Fiumicino ad Anzio, si possono, individuare undici torri: di Palidoro, di Maccarese, Clementina, di San Michele, Paterno, del Vajanico, San Lorenzo, di Caldano, Materno, di Capo d'Anzio e Astura; strutture, per lo più, di segnalazione localizzate sulla costa, ma anche nell'entroterra, soprattutto in prossimità dei più importanti tracciati stradali.

Nel corso del tempo, alcuni di questi manufatti sono andati distrutti; le torri Paterno e Capo d'Anzio sono state 'abbattute' nel 1812-1813 dalla flotta inglese, mentre, le torri Clementina, del Vajanico e Materno sono state 'rovinare' dalle truppe tedesche, nel 1944. Molte delle restanti strutture risultano essere visitabili, anche internamente, perché ancora, per lo più, in buono stato di conservazione.

Le fortificazioni costiere hanno sempre caratterizzato il territorio laziale per il loro ruolo di infrastrutture marittime e, a partire dal Rinascimento, la loro localizzazione ha seguito lo stato di avanzamento della linea di costa. In particolare, sul litorale ostiense, nel 1569, a causa dell'evoluzione della costa, veniva edificata la torre di San Michele (papa Pio V, 1566-1572), sulla riva sinistra di Fiumara Grande, a sostituzione di una precedente struttura medievale, la torre Boacciana che, inizialmente posta all'entrata del Tevere e del suo porto, alla fine del XVI secolo veniva individuata già nell'entroterra, a circa 2200 m dal mare [2]⁴ (Fig. 3).

⁴ La torre rimane a controllo della foce anche nel 1420 quando viene riorganizzata, come dogana, da papa Martino V (1417-1431).



Figura 3 – La difesa dello Stato Pontificio, XVI secolo (elaborazione grafica: R. Aprea, C. Bacchi, M. Corradini).

Figure 3 – The defense of the papal state, XVI century (graphic processing: R. Aprea, C. Bacchi, M. Corradini).

Nel 1662 veniva innalzata, sulla riva destra del canale di Fiumicino, la torre Alessandrina che solo dopo pochi anni era già sulla terraferma; nel 1773 veniva, infatti, sostituita da torre Clementina, sempre sulla riva destra del canale di Fiumicino, ma a circa un chilometro più avanti. Una progradazione del litorale che sembra cominciare a rallentare già a partire dalla fine del Settecento (1780), quando “1100 km² della Val di Chiana passarono a far parte del bacino dell’Arno” [2].

L’approfondimento delle fonti d’archivio e dell’iconografia storica, l’impostazione di un rilievo diretto e l’esame delle tecniche costruttive impiegate nelle diverse imprese edilizie⁵, hanno permesso di evidenziare le sostanziali differenze, alquanto significative, tra i diversi manufatti, in un territorio dai caratteri morfologici e dai giacimenti litici molto simili; un’impostazione tipologica e costruttiva che ha risentito delle differenti amministrazioni (Stato Pontificio, Vicereame spagnolo), dei committenti e dei diversi protagonisti ai quali era demandato l’onere finanziario della costruzione delle fabbriche.

A documentazione delle numerose torri esistenti sul litorale romano, vengono proposti, a seguire, alcuni casi studio di cui sono delineati brevi cenni storici e questioni inerenti allo stato di degrado e abbandono che ormai minaccia molti di questi manufatti costieri.

È il caso di torre Flavia a Ladispoli (Roma), struttura di avvistamento e difesa, di probabile origine medievale, riorganizzata nella seconda metà del XVI secolo, che insiste su preesistenze d’epoca romana – probabile residenza padronale marittima – ancora in parte individuabili fino ai primi decenni del secolo scorso⁶.

Un disegno, a inchiostro e acquarello su carta, conservato presso l’Archivio della famiglia Orsini, datato 1601, documenta i numerosi lavori intrapresi per la riorganizzazione e il potenziamento della struttura, limitrofa al fosso Vaccina e a uno stagno, da parte della

⁵ Il lavoro è stato impostato durante un seminario sulle torri costiere laziali condotto nell’ambito del corso di Restauro architettonico con laboratorio progettuale, docente Maria Grazia Turco, Corso di Laurea Ingegneria Edile-Architettura U. E., Facoltà di Ingegneria, Sapienza Università di Roma.

⁶ È probabile che la villa si trovasse lungo il tracciato litoraneo che dal Porto di Ostia arrivava fino a *Centumcellae* (Civitavecchia) e attraversava le colonie di *Fregeneae* (Fregene), *Alsium* (Palo), *Pyrgi* (Santa Severa) e *Castrum Novum* (Santa Marinella), nuclei fondati dai Romani nel III secolo a. C.



Figura 4 – Torre Flavia, Ladispoli (Roma) (foto G. Armillei, S. Ciprigno, A. Franco).
Figure 4 – Flavia Tower, Ladispoli (Rome). (photo G. Armillei, S. Ciprigno, A. Franco).

famiglia nobile romana, in questo caso discendenza di Gravina⁷; la torre, infatti, prende il nome proprio dal cardinale Flavio Orsini (1532-1581)⁸. Il manufatto, delimitato nella parte basamentale da un cordolo in pietra calcarea, presentava al suo interno due livelli collegati da una scala in muratura; l'ingresso avveniva dal primo piano, inizialmente, raggiungibile tramite una scala esterna, solo successivamente viene praticata un'apertura di accesso direttamente nella muratura a scarpa inferiore.

La torre, ormai da diversi anni, ha subito importanti problemi strutturali visto che le sue pareti sono frammentate in diverse segmenti murari a causa sia dell'erosione della costa sia delle continue mareggiate che ne hanno minato il già compromesso masso fondale, oltre alla presenza di un terreno argilloso-limoso legato alla presenza di una palude limitrofa, oggi denominata 'zona umida' facente parte di un'area a Zona di Protezione Speciale⁹. All'interno dell'arenile, negli ultimi quindici anni, sono stati impostati diversi interventi di difesa della costa che hanno permesso di riportare la torre, rimasta per molti anni a circa 80 metri dalla spiaggia, sulla terraferma; attualmente, infatti, un molo, di origine artificiale, collega le rovine del manufatto storico alla costa, proprio a causa dell'evidente manifestazione erosiva del mare¹⁰ (Figura 4).

Torre Olevola, posta a poco più di 2 chilometri a sud dal promontorio del Circeo, viene edificata dai signori di Sermoneta e San Felice Circeo in una fase antecedente l'impostazione delle limitrofe quattro torri volute da papa Pio IV (torri Paola, Cervia, Fico, Moresca), come attesta un documento del 1469, citato da Giovanni Maria De Rossi, che menziona per la prima volta la "Turris Evole provinciae Juxta Terracinam" [5].

L'edificio è stato oggetto di continui interventi di manutenzione e riorganizzazione per tutto il secolo XVII. Nell'aprile del 1681, la Camera Apostolica s'interessa alla struttura inviando un proprio ispettore per controllarne lo stato di conservazione. Viste le pessime

⁷ UCLA, Library Special Collections, *Orsini Family Papers. Collection 902*, "Torre Flavia. Pianta dell'incastro da farsi al fosso di Vaccina per lo Stagno di Torre Flavia"; a inchiostro e acquarello su carta.

⁸ La torre è ancora visitabile, nonostante i bombardamenti del 1943 che hanno irreparabilmente danneggiato la struttura.

⁹ La zona, SIC IT 6030020, rientra nella Rete Natura 2000; nell'area è presente anche un Sito d'Importanza Comunitaria, le cosiddette "Secche di Torre Flavia".

¹⁰ Nel periodo compreso tra 2003 e 2005, la mancata salvaguardia di un ripascimento costiero (2003), a causa delle continue mareggiate, ha vanificato il precedente provvedimento. Nel 2008 e, quindi, nel 2010 è stata inserita una sequenza di frangiflutti e scogli artificiali che hanno assicurato alla torre la sua posizione sulla terraferma.

condizioni in cui versava il manufatto, si decideva di riedificarlo completamente; nel 1701, quindi, viene impartito l'ordine, al capomastro Francesco Primoli, d'innalzare la torre secondo il progetto degli architetti camerale Carlo Fontana e Giovanni Battista Contini, opera questa ultimata in solo due anni. È interessante notare, nel progetto di riedificazione, l'impiego di una struttura fondale a 'palificata' con soprastante platea di base. La torre viene riedificata per ordine del Tesoriere Generale Monsignore Lorenzo Corsini, ossia papa Clemente XI (1700-1721) dal quale prendeva il nome. La struttura, abbandonata per circa un secolo, è stata riutilizzata durante la Prima e Seconda Guerra Mondiale; oggi versa, nuovamente, in uno stato di abbandono anche per la difficile accessibilità del sito.

Torre di Caldano, individuata anche come torre delle Caldane o Caldara, è localizzata in prossimità del piccolo centro estivo di Lavinio-Lido di Enea, nel comune di Anzio. La denominazione può portare a ipotizzare che la sua presenza sia stata richiesta per la difesa delle 'caldare', vale a dire delle miniere di zolfo, sorte in questa zona a partire dal 1569 e che, probabilmente, danno il nome alla torre e all'intera area.

Il manufatto appartiene al ristretto ambito di fortificazioni costiere erette a seguito della sconfitta di Gerba (1560) da parte della flotta spagnola nei confronti di quella degli ottomani. Forse a causa dell'eccessiva fretta o dell'inesatto dimensionamento delle fondazioni, peraltro sempre ardue da impostare sul terreno della spiaggia romana, nel breve volgere di pochi anni questa struttura è stata oggetto di dissesti statici.

Nel 1565, papa Pio IV (1559-1565) sollecitava Marcantonio Colonna (1535-1584) di provvedere alla ricostruzione della torre. Tuttavia, nessuna notizia risulta prima del XVII secolo, lasciando supporre un eccessivo ritardo nei lavori o un secondo cedimento della struttura. A conferma di questa tesi vi è la particolare conformazione architettonica della fortificazione che risulta assolutamente anomala rispetto agli altri esemplari esistenti sulla linea di costa. Tor Caldara, infatti, si presenta come un robusto tronco di cono alto nove metri, con un diametro di circa dieci metri; come tutti i manufatti edificati in età rinascimentale ha pianta circolare con basamento a scarpa. L'ingresso, realizzato al piano sopraelevato, è raggiungibile attraverso una rampa di scale munita di ponte levatoio. La torre ha subito gravissimi danni durante il periodo bellico legato al cosiddetto 'sbarco di Anzio' (22 gennaio 1944-5 giugno 1944); attualmente la struttura rientra nell'area della Riserva naturale regionale Tor Caldara, istituita con legge regionale del 26 agosto 1988 n. 50. Inoltre, la zona delle solfatare e dei fossi viene considerata Sito di Interesse Comunitario ai sensi del Decreto 25/3/2005, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 157 dell'8 luglio 2005 e predisposto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ai sensi della direttiva CEE.

Conclusioni

Lo studio ha voluto approfondire relazioni e nessi di un contesto antropizzato e altamente stratificato, un'area particolarmente ricca e complessa proprio per le sue caratterizzazioni archeologiche, architettoniche, paesaggistiche e naturalistiche. Un territorio caratterizzato da uno stretto legame tra tipi architettonici e tracciati, tra forme urbane ed esistenze toponomastiche e morfologiche precedenti. La conoscenza di tali ambiti geografici diventa, dunque, presupposto indispensabile per interpretare e comprendere non solo gli avvenimenti storici ma anche situazioni urbane e impostazioni architettoniche.



Figura 5 – Il canale di Fiumicino e l’area dell’Isola Sacra; a sinistra il Porto di Traiano (foto R. Turco).

Figure 5 – The Fiumicino Channel and the area of Isola Sacra; on the left the Trajan port. (photo R. Turco).

In relazione alla complessità del quadro d’insieme sarebbe oggi ovvio pensare a un progetto di tutela che, in un’ottica d’ampliamento dell’ambito della missione della conservazione e del restauro, coinvolga beni culturali, storici, architettonici e ambientali eterogenei ma ancora strettamente correlati tra loro, tanto da rappresentare ancora il carattere e la qualità del paesaggio attuale. L’area oggetto di studio richiede nuova attenzione con lo scopo di restituire identità al litorale laziale attraverso azioni di studio e approfondimento oltre che indicazioni progettuali basate sul riconoscimento e il mantenimento dei caratteri dei luoghi e dei ‘valori’ ad essa correlati. Molte delle testimonianze storiche del litorale laziale sono localizzate all’interno di Riserve naturali, di Zone d’Interesse Comunitario, di contesti definiti “Monumenti naturali”; si tratta di un patrimonio unico che richiede attenzione per essere preservato e conservato, non solo attraverso interventi di restauro architettonico ma anche con azioni di tutela e rafforzamento della biodiversità locale oltre che con la riattivazione delle dinamiche naturali (Figura 5).

Bibliografia

- [1] Belluomini G., Iuzzolini P., Manfra L., Mortari R., Zalaffi M. - *Evoluzione recente del delta del Tevere*, Geologica Romana, (1986), 25, 213-234.
- [2] Bersani P., Bencivenga M. - *Le piene del Tevere a Roma dal V secolo a. C. all'anno 2000*, 2001, Presidenza del Consiglio dei Ministri, Roma.
- [3] Cassio Dione - *Historie Romane*, trad. di Viviani G., 1790, Tipografia de' Fratelli Sonzogno, Milano.
- [4] *Della Geografia di Strabone libri 17:3*, trad. di Ambrosoli F., 1832, Paolo Andrea Molina, Milano.
- [5] De Rossi G. M. - *Torri costiere del Lazio ...*, 1984, Newton Compton, Roma.
- [6] Moro G. - *Lo stagno di Ostia. Monografia geologica ed idraulica*, 1871, Tipografia Editrice dell'Associazione, Firenze.
- [7] Turco M. G. - *Il territorio del litorale romano tra storia e interventi di tutela ...*, in *Cirice 2016*, 2016, Cirice, Napoli, pp. 147-157.

L'AMBITO COSTIERO DI BELLARIA IGEEA MARINA: PROGETTI DI SVILUPPO E RIGENERAZIONE

Cristian Gori

COWORKING STUDIO, via Pavese 11 - 47814, Bellaria Igea Marina,
tel. 338-4040985, e-mail: info@architettocristiangori.it

Riassunto – Un progetto che promuove il rinnovamento della fascia costiera di Bellaria Igea Marina: arenile-lungomare e zona alberghiera. Una trasformazione che incentra l'attenzione su: salubrità ambientale, sicurezza urbana e servizi. Nuovi luoghi per nuovi modi di vivere la linea di costa. L'affermazione di un *woonerf* marino, una nuova immagine ideologica tra il mare e la città, un riferimento geografico da vivere come luogo di benessere.

Abstract – *It is a project which promotes the renewal of the coastal area of Bellaria Igea Marina: sandy shore and hotel management. It is a transformation to pay attention to: environmental health, urban safety and services. New places for a new lifestyle to live. A marine woonerf establishment, a new ideological image between the sea and the city, a geographical reference to live in a well-being place.*

Testo

Bellaria Igea Marina è una città turistica balneare situata a nord di Rimini, affacciata per un tratto costiero di 7 km sul mare Adriatico. L'immagine della città si può configurare sinteticamente in un sistema insediativo per fasce parallele alla linea di costa. La fascia del territorio rurale a monte dell'antica via Ravenna, quella residenziale-terziaria racchiusa tra la via Ravenna e la ferrovia e la fascia turistica alberghiera dalla ferrovia al mare. Quest'ultima costituisce l'ambito oggetto di riflessione progettuale, nonché sede della principale forza economica della città. Un sistema economico-turistico-sociale, ancora efficace, che necessita però di un ammodernamento; sia culturale, che urbanistico.

In primis la necessità di una riflessione su quale modello ideologico turistico intraprendere per il futuro, da cui conseguentemente cercare di dare seguito agli interventi di rinnovamento fisico del territorio. In modo particolare l'ambito dell'arenile, caratterizzato da strutture balneari obsolete risalenti agli anni sessanta, sempre meno rispondenti alle nuove esigenze dei vacanzieri, nonché l'asse di lungomare concepita attualmente come semplice strada carrabile. Un binomio che dovrà assumere il ruolo di filtro di connessione tra la città urbanizzata e il mare. Il percorso intrapreso nasce dalla necessità di avanzare una proposta da parte della cooperativa dei "Bar di spiaggia", in qualità di operatori balneari particolarmente interessati al rinnovamento delle proprie attività. Col *masterplan* si mira a configurare oltre all'idea di progetto, il processo operativo con cui si intende dare seguito alla realizzazione degli interventi. Un processo che consenta di raccogliere, assemblare e

coordinare, le informazioni derivanti dal contributo di un percorso partecipativo che dovrà coinvolgere, oltre all'Amministrazione e agli investitori, l'intera cittadinanza.

L'obiettivo della proposta progettuale è quello di contemplare la fascia tra il mare e l'asse ferroviario come un "*Woonerf* marino". Un ambito urbano condiviso, prevalentemente dedito alla dimensione turistica e alla fruizione ciclopedonale. Il *concept* progettuale mira a strutturare i contenuti su cinque caratteri prestazionali attraverso i quali dare seguito alla riqualificazione della realtà urbana:

- 1) salubrità ambientale,
- 2) sicurezza urbana,
- 3) servizi,
- 4) socialità,
- 5) soggettività nella caratterizzazione delle attività private.

Riflessione che intende tradurre i nuovi orientamenti economici, sociali e culturali del sistema vacanziero balneare in una nuova riorganizzazione dei luoghi, sia di quelli privati che pubblici.

Il progetto si articola in tratti distinti, con soluzioni diversificate a seconda delle differenti situazioni morfologiche, avendo però come minimo comune denominatore tre concetti di fondo.

Contemplare tutte le strade che conducono verso il mare come "*passage*", introducendo l'applicazione del *floorscape* per la loro valorizzazione. Questo attraverso la realizzazione di manti stradali specifici ed elementi di arredo coordinati, al fine rendere perimetralmente visibile la connotazione del *woonerf* marino.

Secondo punto, la realizzazione del nuovo percorso di lungomare, con cui dare seguito alla riqualificazione degli assi attualmente esistenti nelle località di Igea Marina e Bellaria centro. Estendendo poi il completamento per il tratto attualmente mancante di lungomare anche in corrispondenza della parte nord della città. Ciò implica la trasformazione dell'asse stradale da semplice linea di accessibilità carrabile come è sempre stata interpretata in passato, in una occasione per caratterizzare la morfologia degli spazi urbani con piste ciclopedonali, marciapiedi con incluse aree di socializzazione e di permanenza arredate. Un lungomare che sulla tematica del *waterfront* vorrebbe esprimere ed affermare la nuova immagine ideologica della città di costa.

L'ultimo concetto interpretativo riguarda la morfologia dei servizi sulla spiaggia, chioschi e cabine, ovvero le linee di disposizione attraverso le quali si intende riorganizzare l'arenile. Lo scopo è quello di sviluppare i blocchi edilizi concentrando i servizi delle attività balneari disposti ortogonalmente al profilo di costa. Questo al fine di creare dei convisivi che consentano la vista del mare dall'asse del lungomare. Le immagini del mare "inquadrate" dagli elementi urbani. Si traduce in scala edilizia la riproposizione dello schema insediativo urbano a "pettine" nel carattere distributivo delle architetture degli stabilimenti balneari. Un atto compositivo, dove l'*input* architettonico trova nelle forze esterne della dinamica urbana la sua origine. *Input* progettuali tradotti in una "immagine struttura" attraverso la quale intraprendere le azioni di valorizzazione dell'ambiente urbano e del paesaggio marino. In particolare il concepire l'asse del lungomare e dei servizi balneari come una nuova tipologia di spazio urbano, attraverso la quale strutturare il *waterfront* della città.

Un *masterplan* che intende esplicitare nella sua trascrizione quel passaggio dalla riflessione concettuale al suo modo di essere architettonico e urbano, non solo per comunicare l'idea di un nuovo scenario urbano, ma verificarne la concreta fattibilità. Un *waterfront* che oltre a restituire la percezione di un'immagine contemplativa del mare, dovrà affermare all'interno della fascia dei servizi dell'arenile i nuovi luoghi per vivere la linea di costa. Una rinnovata interazione, dove l'immagine percettiva tra paesaggio marino, paesaggio urbano e spazio pubblico si fonde per dare vita ad una nuova immagine della città di Bellaria Igea Marina.

Bellaria Igea Marina is a touristic town with beach area situated in the North of Rimini, with a coastal line of over 7 km at the Adriatic sea. The town image may be briefly described as a settled system of the zones parallel to the coastline. It is a rural territory on the hill of the antique Ravenna Street, a residential tertiary zone between Ravenna Street and the railway and the touristic one with hotels from the railway to the sea. The latter is the object of the project considerations as well as the core of the main economic force of the town. It is an economic, touristic and social system, still efficient, which needs modernization though, both cultural and urban.

First of all, there is a need of reflection on the ideological touristic model to follow in the future, which will help in the search of action to take for the physical renovation of the territory. The beach area is quite particular, characterized with the obsolete beach structures of the 60s, which do not quite match the new requirements of the visitors and get more old-fashioned day by day, as well as the seafront route represented today as a usual vehicular street. It must assume a double filtering role between the urbanized town and the sea. The selected plan originates from the need to develop the offer coming from the "Beach Bar" cooperative, as beach operators being particularly interested in the renovation of their own activities. The master plan is aimed to set not only the project ideas, but also the operation process for fulfilling the necessary operations. This process will allow to collect, put together and manage the information coming from the participants and contributors which will involve all the population, besides the Administration and investors.

The objective of the project proposal is to contemplate the area between the sea and the railway as a "Marine Woonerf". It is a shared urban area, mainly dedicated to the touristic purposes and cycling and walking use. The project concept is aimed to structure the content as five performing types, which will be used to upgrade the urban entities:

- 1) *environmental health,*
- 2) *urban safety,*
- 3) *services,*
- 4) *social relations,*
- 5) *subjectivity in the characteristics of the private activities.*

It is a reflection which tends to interpret new economic, social and cultural trends of the beach vacation system into a new arrangement of places both private and public ones.

The project is expressed in separate segments, with the solutions that vary based on the different morphological situations, but having as a common denominator the three basic concepts at least.

Firstly, it is a contemplation of all the streets leading to the sea as a "passage", introducing the floorscape application for their appreciation. It may be done through special road covering and coordinated street furnishing elements, in order to make the connotation of the marine woonerf visible in the perimeter.

The second point is to create a new seafront plan which would upgrade the already existing routes in the area of Igea Marina and Bellaria centre. The missing part of the seafront area can be also completely extended to the north of the town. It implies a transformation of the road route from a usual accessible vehicular line as it has been always considered in the past, into a possibility to characterize the urban space morphology with cycling and walking paths, pedestrian areas including the constantly furnished areas for socialization. It is a seafront themed as waterfront which expresses and creates a new ideological image of the coastal town.

The latter interpretation concept concerns the beach services morphology, stands and cabins, namely the operative area which are meant to be upgraded on the beach. The goal is to develop the blocks of buildings to host the beach services located orthogonally to the coast. In this way the visible cones will be created allowing to see the sea on the seafront route. The sea images will be "framed" with the urban elements. In the building scale it is a new presentation of the settled urban "angle" scheme of the architecture of the beach structures having distributive character. It is a compositional act, where the architectural input originates from the external forces of the urban dynamics.

The project inputs create a "structural image" which leads to the acts of appreciation of the urban environment and sea landscape. In particular, the seafront route and the beach service must be perceived as a new type of urban space, which will provide the structure for the waterfront of the town.

It is a master plan, which tends to make it clear in its transcript the transition from the conceptual reflection to its way of architectural and urban being, not only to communicate the idea of the new urban scenery, but to check its actual feasibility. It is a waterfront which reconstructs the perception of the contemplated sea image, and which will have to settle new places and ways to live the coastline inside the area of the beach services. It is a new interaction with the perceptive image of the marine view, urban landscape and public area based on the idea of giving life to a new image of the town Bellaria Igea Marina.



Figura 1 – Tavola progetto *Masterplan Piano arenile e lungomare* di Bellaria Igea Marina (Fonte - Coworking Studio).



Figura 2 – Veduta area arenile e lungomare di Bellaria Igea Marina (Fonte - Coworking Studio).

1 RIFLESSIONE SUI CARATTERI PRESTAZIONALI

CONCEPT ▶ LA FASCIA COSTIERA: UN WOONERF MARINO

**SALUBRITA' AMBIENTALE
SICUREZZA URBANA
SERVIZI
SOCIALITA'
SOGGETTIVITA'**

I CARATTERI INTERPRETATIVI DELLA STRUTTURA URBANA



Figura 3 – Tavola progetto *Masterplan Piano arenile e lungomare* di Bellaria Igea Marina (Fonte - Coworking Studio).

3 QUANTIFICARE AMBITI DI INTERVENTO

IL PROGETTO URBANO DOVREBBE ESTENDERE L'INTERAZIONE ANCHE ALLE STRADE CHE CONFLUISCONO AL MARE
CONCIPENDO TUTTO IL TESSUTO URBANO A MARE DELLA FERROVIA COME "AREA CONDIVISA MARINA"

OPERANDO SU DUE LIVELLI DI SVILUPPO :

- 1) FLOORSCAPE PER VALORIZZARE LE VIE A MARE
- 2) NUOVE STRUTTURE PER VALORIZZARE L'ARENILE E L'ASSE DEL LUNGOMARE



- 1 AMBITO CAGNOLA DA VIA ITALIA A VIA ABBAZIA
- 2 AMBITO BELLARIA CENTRO DA PIAZZALE KENNEDY A VIA ITALIA



- 3 AMBITO IGEA DAL PORTO A VIA ENNIO
- 4 AMBITO IGEA DA VIA ENNIO A VIA PERTINI

Figura 4 – Tavola progetto *Masterplan Piano arenile e lungomare* di Bellaria Igea Marina (Fonte - Coworking Studio).

LE DIMORE STORICHE SUL MARE. STORIA E NATURA: UN'AREA DI STUDIO

Ferdinando Jannuzzi¹, Gabriella Nora Maria Giudici², Salvatore Patrizio³,
Fabrizio Pisani Massamormile⁴

¹Architetto, Componente del Comitato Direttivo ADSI sezione Campania

²Agronoma

³C.N.R./Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale - Via P. Castellino, 111 – 80131 Napoli,
Tel. 0816132321, e-mail: salvatore.patrizio@ibaf.cnr.it

⁴Geologo-Presidente dell'Associazione Culturale "Napolifuocoemare"

Riassunto – L'interazione millenaria dell'uomo con l'ambiente ha reso la collina di Posillipo un sito unico per archeologia, natura ed architettura. Lo scopo di questo lavoro è descrivere l'evoluzione del territorio attraverso tre ville (Rosebery, Lauro e Palazzo Donn'Anna), le loro architetture e rapporto con lo spazio. Il promontorio di Posillipo, separazione dei golfi di Napoli e Pozzuoli, è la sopravvivenza meridionale di un cratere del complesso vulcanico dei Campi Flegrei, in cui si presentano successioni comprese tra 39 000 e 15 000 anni fa. Il materiale affiorante è il Tufo Giallo Napoletano, che, molto sensibile all'erosione marina, rende la costa fortemente frastagliata e suggestiva. Questo materiale è stato sfruttato da sempre nelle costruzioni come pure le cavità da cui veniva prelevato. È documentata la presenza dei Greci, Romani. Nuovo impulso ricevette nel periodo vicereale spagnolo quando venne costruito Palazzo Donn'Anna, a cui seguirono altre ville monumentali tra cui Villa Rocca Matilde (anche nota come Villa Lauro) e Villa Rosebery, divenuta dopo la guerra residenza ufficiale del Presidente della Repubblica Italiana. La collina, bombardata durante la guerra, fu soggetta ad intensificazione urbanistica nel dopoguerra. È tuttora una delle zone residenziali più ambite della città di Napoli.

Abstract – *A two thousand year interaction between man and environment made Posillipo hill unique with regard to archeology, nature and architecture. The aim of this paper is to describe this site evolution through three villas (Rosebery, Lauro and Palazzo Donn'Anna) considering their architectures and relationships with space. Posillipo hill, divides the gulf of Naples from the gulf of Pozzuoli, it is the southern remnant of one of the craters of Campi Flegrei, a volcanic system spanning from 39 000 to 15 000 years b.p. Surface rock is yellow Neapolitan tuff, highly subject to marine erosion, which makes the coast jagged and evocative. This material, along with the caves left by mining it, has always been exploited in buildings. Greeks and Romans presence has been ascertained. During Spanish viceroyalty there was new interest in the site; at this time Palazzo Donn'Anna was built, followed by other luxury villas such as Villa Rocca Matilde (also called Villa Lauro) and Villa Rosebery, official residence of the President of the Italian Republic after the war. Posillipo was bombed during the war and afterwards more intensively constructed. It is still now one of the most fashionable areas in Naples.*

Aspetti geologici della costa di Posillipo

Il promontorio di Posillipo è uno degli elementi morfologici più caratteristici del Golfo di Napoli e separa la baia partenopea da quella di Pozzuoli; rappresenta ciò che rimane della parte meridionale del complesso vulcanico dei Campi Flegrei ed in questa zona affiorano serie vulcanologiche comprese tra 39 000 e 15 000 anni fa, risultato delle eruzioni di una serie di crateri, spesso contigui se non addirittura intersecanti, posti in una più ampia caldera. Il litotipo principale affiorante in zona è il Tufo Giallo Napoletano, roccia molto sensibile all'erosione marina per cui, lungo la costa, s'incontrano rientranze, piccole baie e sporgenze che rendono il paesaggio molto suggestivo e spettacolare. Particolarità peculiari di tutto questo tratto di costa è la presenza di ampie cavità che sono spesso utilizzate oggi per ricovero invernale di barche e attività connesse alla pesca e/o al diporto, se non addirittura sono state adibite ad abitazioni o attività commerciali. L'origine di questi anfratti è dovuta all'intenso sfruttamento del Tufo Giallo Napoletano come materiale da costruzione, per cui ampie aree sono state cavate con la realizzazione di grotte e cunicoli anche a livello del mare, già dal XIV secolo e fino al XIX secolo. (Figura 1)



Figura 1 – Cavità costiera.

Figure 1 – Coastal Cave.

Proprio la sensibilità del tufo all'erosione marina ha portato alla realizzazione, sin dai momenti della costruzione dei siti in esame, di numerose opere di protezione a mare come scogliere e/o muri. Oggi i tre edifici, oggetto del presente studio, riescono a conservare abbastanza la loro integrità proprio grazie a queste opere che nel secolo scorso sono state rinforzate ed ampliate.

L'esposizione meteomarina diretta della costa di Posillipo è verso est, sud-est e quindi in direzione dei venti di scirocco e mezzogiorno. Questo settore del Golfo di Napoli, rispetto alla direzione di detti venti risulta in certa parte coperto dalla presenza della Penisola Sorrentina e dell'Isola di Capri, ma sia attraverso lo stretto delle Bocche di Capri, sia in direzione più propriamente sud, il moto ondoso ha la possibilità di penetrare, con una certa intensità, nel golfo e colpire la costa posillipina. Inoltre, risulta completamente esposto il settore di traversia in direzione di libeccio (sud-ovest), dove si ha il *fetch* più ampio ed proprio da qui che provengono i prevalenti e più frequenti fenomeni meteomarini. In questo caso i tratti di costa oggetti del presente studio vengono interessati trasversalmente, con un'azione mitigata, ma pur sempre intensa.

Di seguito si analizzano le condizioni di protezione e difesa dei tratti di litorale dei siti in indagine.

Costa di Palazzo Donn'Anna

Delle tre aree questa è quella dove il Tufo Giallo Napoletano non è direttamente a ridosso del mare, ma vi è un tratto di costa sabbiosa, interrotto proprio dalla presenza del

grande sperone sul quale è stato costruito l'edificio nel XVII secolo. Infatti, sia a destra che a sinistra dell'antico fabbricato sono presenti due spiagge sabbiose molto frequentate per diversi mesi dell'anno. In particolare quella a sud-ovest è protetta da due scogliere, per uno sviluppo complessivo di quasi 200 metri, una a ridosso dell'arenile e la seconda parallelo ad esso, a circa 30 metri di distanza. La spiaggia a nord-est, invece riceve protezione dal moto ondoso, proveniente da libeccio, proprio dalla presenza dell'edificio e quindi non è, al momento, protetta da alcun genere scogliera artificiale. L'osservazione pluriennale di questi arenili ha permesso di constatare la presenza di un leggero arretramento della linea di riva solo nella spiaggia di nord-est, mentre l'altra appare stabile.

Anche il Palazzo è dotato di un'opera di difesa a mare, rappresentato da una scogliera a ridosso del piede dell'edificio stesso che appare in buono stato funzionale, come del resto anche gli altri manufatti descritti (Figura 2).



Figura 2 – Palazzo Donn'Anna.

Figure 2 – Donn'Anna Palace.

Costa di Villa Rocca Matilde

In questo tratto di costa il Tufo Giallo è in contiguità al mare e forma delle falesie alte anche oltre 10 metri, in alcuni punti, ma quando fu costruita la villa vi era un antico anfratto sabbioso, eroso poi dal mare. Oggi la costruzione è protetta da una consistente scogliera ridossata la cui prosecuzione forma anche uno angusto approdo per piccole imbarcazioni entro il quale, nel tempo, si è ricostruito spontaneamente un piccolo arenile.

La scogliera assolve sufficientemente bene alla sua funzione e, nella sua massima espansione, allontana il moto ondoso dalla base dell'edificio di oltre 15 metri. Inoltre, i blocchi sono posizionati in maniera tale da frangere progressivamente i flutti e scaricarne gradualmente l'energia (Figura 3).



Figura 3 – Villa Rocca Matilde.

Figure 3 – Villa Rocca Matilde.

Costa di Villa Rosebery

Questo tratto di costa, tra quelli in esame, è quello più esposto agli eventi meteorologici, e ha ben due sistemi passivi di protezione da mare, anche per motivi di sicurezza

nazionale. La scogliera parallela misura circa 235 metri ed ha in sommità anche un rinforzo, calpestabile, in calcestruzzo; l'altra difesa, invece è rappresentata da un lungo e continuo muro aderente alla costa, lungo oltre 360 metri e alto circa quattro. Sono presenti anche tre piccoli moli per imbarcazioni di modesta entità.

Anche in questa zona l'erosione marina ha generato falesie in tufo alte in alcuni punti fino a 5-6 metri, ma la totale copertura del muro ormai non permette più di vedere la roccia sottostante. Comunque, per l'importanza istituzionale del sito, le strutture di protezione sono in perfetto stato di conservazione e pienamente efficienti (Figura 4).



Figura 4 – Villa Rosebery.

Figure 4 – Villa Rosebery.

Breve storia di Posillipo

La collina di Posillipo è sita nella parte occidentale della città di Napoli. Essa confina con i quartieri di Bagnoli, Fuorigrotta e Mergellina e il suo versante meridionale, che va da Largo Sermoneta al Parco Virgiliano, si affaccia per più di 4 km sul Golfo di Napoli.

Posillipo figura già nelle fonti degli antichi Greci (V secolo a.C.), i primi ad abitare il promontorio allora interamente ricoperto da rocce e alberi. L'interesse dei greci per l'area era costituito soprattutto dalla presenza del tufo giallo, materiale dotato di buone proprietà fisico-meccaniche e di facile lavorabilità, utilizzato ampiamente per la costruzione di manufatti [3].

Anche i Romani, quando si impadronirono della Campania (fine III secolo a.C.), perforarono il promontorio creando una serie di gallerie che divennero delle vie di transito tra le località costiere flegree con la città di Napoli. La zona collinare di Posillipo non fu solo sede di estrazioni di tufo ma divenne ben presto residenza della nobiltà romana attratta dall'incantevole panorama e dal clima mite e soleggiato da cui il nome *Pausilypon* che letteralmente significa «che fa cessare il dolore» o «tregua dal pericolo» [6]. Nei punti costieri più belli vennero costruite ville di ricchi romani che scelsero come luoghi di villeggiatura e di svago non solo l'area di Posillipo ma tutta la zona flegrea. Una delle tante testimonianze delle prestigiose dimore che costruirono i romani è data dalla Villa imperiale di Publio Vedio Pollione (Figura 5), ricco cavaliere romano, eretta intorno al I secolo d.C., su un promontorio compreso tra la Baia di Trentaremi e la Gaiola. Qui sono ancora visibili i resti del teatro, dell'odeon,



Figura 5 – Villa di Publio Vedio Pollione.

Figure 5 – Villa of Publius Vedius Pollio.

delle terme e del ninfeo. L'accesso al complesso della Villa Imperiale di Pausilypon era consentito, e lo è tutt'oggi, grazie allo scavo di una galleria, la Galleria di Seiano, ottenuta traforando parte della collina di Posillipo. I lavori iniziarono molto probabilmente alla fine del I secolo a.C. ad opera dell'architetto Lucio Cocceio Aucto e proseguirono, poi, all'inizio del I secolo d.C. sotto la direzione di Lucius Aelius Seiano, generale amico dell'imperatore Tiberio.

Dopo la caduta dell'Impero Romano, nel 476 d.C., parte della popolazione di Posillipo si rifugiò nella cinta fortificata di Napoli per proteggersi dalle invasioni dei barbari.

Dal VI al XIV secolo la popolazione residente a Posillipo visse una vita alquanto tranquilla dedicandosi prevalentemente all'agricoltura. Fioriscono, nello stesso tempo, anche varie sedi ecclesiastiche.

Nel XV secolo gli Aragonesi, al fine di favorire lo sviluppo areale della città partenopea, ripresero intensamente gli scavi per reperire i materiali da costruzione direttamente in loco.

Durante il Vicereame Spagnolo, tra il XVI ed il XVII secolo, vennero realizzate numerose cave, anche a cielo aperto, e si sviluppò il pericoloso prelievo abusivo di tufo dalle antiche cisterne dell'acquedotto, poste sotto gli edifici, rendendo così precaria la stabilità di tutta la struttura. In questo periodo Posillipo assunse un carattere tipicamente "agreste" confermato da quelli che un tempo furono caratteristici villaggi (Villanova di Posillipo, Casale di Posillipo, Santo Strato).

Per volontà del vicerè don Pietro di Toledo (1484-1553) gli aristocratici furono "invitati" a stabilirsi a Napoli o a soggiornarvi per lunghi periodi. La scelta per la costruzione delle nuove residenze "nobiliari" cadde sull'amena costa di Posillipo che aveva il vantaggio di essere sul mare; infatti, il mare era utilizzato come via di accesso o come occasione di svago. Le difficoltà d'accesso alla costa per via terra fa comprendere facilmente che i sentieri impervi e le scalinate ripide servivano agli abitanti della collina e non certo ai proprietari dei palazzi ed ai loro ospiti. Questi ultimi, per i propri spostamenti, conoscevano solamente la via del mare, più breve e più comoda. Questo periodo è stato definito il "secolo d'oro di Posillipo".

Agli inizi e fino alla metà del Settecento Posillipo, a causa della preferenza dei vice regnanti austriaci e successivamente dei reali Borbonici per la riviera vesuviana, i nobili spostarono le loro residenze nel suddetto luogo e la collina di Posillipo incominciò a vivere momenti di relativa calma.

Solo intorno alla metà del XVIII secolo, grazie al tedesco Johann Joachim Winckelmann, storico dell'arte e archeologo, di "casa" a Napoli, Posillipo riprese a "vivere". Infatti, le scoperte dei tanti reperti storici di cui era ricca la fascia costiera posillipina fecero sì che il fascino per l'antichità catturò l'interesse di molti nobili che iniziarono ad erigere sontuose ville con vista mare.

Nacquero o furono edificate su preesistenti strutture numerose ville nobiliari come villa Barracco, villa Cottrau, Doria D'Angri, villa D'Abro, villa D'Avalos, villa Gallotti, villa di Grotta Marina, villa Martinelli, villa Pavoncelli, villa Rae, villa Roccaromana, villa Rivalta, villa Riario Sforza, villa Rocca Matilde, villa Rosebery (poi residenza ufficiale del Presidente della Repubblica Italiana), villa Salvo, villa Volpicelli e tante altre ancora.

Durante la seconda guerra mondiale buona parte della zona subì ingenti danni.

Nel dopoguerra vi fu una caotica corsa alla ricostruzione, per lo più con edifici molto lussuosi, che ha reso l'area di Posillipo una delle zone residenziali più chic della città di Napoli ma nel contempo ha visto, purtroppo, la deturpazione irrimediabile di un meraviglioso paesaggio collinare.

Breve storia e architettura di Palazzo Donn'Anna

Il palazzo Donn'Anna (Figure 2 e 6), via Posillipo n. 9, è un palazzo monumentale del XVII secolo, nonché uno dei più celebri palazzi di Napoli.

Questo palazzo prese vita al posto di una preesistente costruzione: Villa La Sirena [5], di proprietà prima del marchese Dragonetto Bonifacio, poi della nobile famiglia dei conti Ravaschieri e infine di Fabio Giordano che la vendette a Luigi Carafa della Stadera, terzo principe di Stigliano. Il nobile Carafa la passò in eredità al figlio Antonio che sposò Elena Aldobrandini, nipote di papa Clemente VIII. Da questa unione nacque Anna (1607-1644) che, nel 1630, divenne proprietaria di tutto il patrimonio di famiglia. Anna Carafa, nel 1642, dopo il matrimonio con il duca di Medina, Ramiro de Guzman (1600-1668),



Figura 6 – Palazzo Donn'Anna.

Figure 6 – Donn'Anna Palace.

viceré di Napoli, fece demolire la precedente villa per costruire una residenza più grande e più degna degli onori di un viceré. L'incarico andò al più famoso architetto del tempo: Cosimo Fanzago. Il Fanzago approntò un disegno secondo i canoni del barocco napoletano: appartamenti sfarzosi, stanze molto grandi, un teatro, logge con affacci mozzafiato sul mare e sulle amenissime terre di Posillipo. Si accedeva al palazzo sia come era in uso all'epoca, via mare, sia tramite una strada fatta realizzare ad hoc che collegava il palazzo a Mergellina. L'architetto lavorò al progetto per due anni consecutivi senza soste ma a causa della morte di Anna Carafa (1644), non riuscì a completarlo. L'edificio incompiuto nell'immaginario collettivo popolare era il palazzo della viceregina e da qui Palazzo Donn'Anna e tale rimase nei secoli giungendo fino ai tempi nostri così.

Dopo varie vicissitudini il Palazzo fu ceduto dai Carafa a don Carlo Minelli, marchese di Calistri, che vi rimase con la sua famiglia ed i suoi discendenti per tutto il XVIII secolo. Successivamente, l'edificio fu acquistato dalla Banca d'Italia che lo cedette, nel 1898, alla famiglia Genevois dai quali fu comprato dai Colonna di Paliano.

Attualmente palazzo Donn'Anna è un condominio di appartamenti prestigiosissimi e sede della Fondazione Ezio De Felice, localizzata nell'antico teatro, e dell'Associazione Dimore Storiche Italiane – Sezione Campania di cui è Presidente Donna Marina Colonna di Paliano.

Breve storia e architettura di Villa Rosebery

Villa Rosebery (Figure 4 e 7) sorge sulla collina di Posillipo, circondata su tre lati da un ampio e prestigioso giardino che la separa dalla baia napoletana, da Pozzuoli e dai Campi Flegrei. La villa deve la sua origine all'iniziativa dell'ufficiale austriaco Joseph Von Thurn, al servizio di Ferdinando IV di Borbone, che a partire dal 1801 acquistò e accorpò alcuni fondi terrieri contigui, con vari fabbricati agricoli già presenti, per erigervi la sua residenza di

campagna. Villa Rosebery, dal 1806, fu prima francese poi di nuovo nel patrimonio dei Thurn poi nella disponibilità della principessa di Gerace, dei Borbone, di Lord Primrose conte di Rosebery (da cui il nome), dei Savoia ed infine, dal 1957, “residenza” della Presidenza della Repubblica. Nell’incantato panorama di Posillipo spicca una grande macchia verde con al



Figura 7 – Villa Rosebery.
Figure 7 – Villa Rosebery.

centro un elegante e snello volume architettonico; questa è Villa Rosebery oggi. La struttura semplice ma nello stesso lineare per certe parti si lascia solo immaginare, nascosta com’è dal verde del giardino: la facciata scandita con ritmica successione dai pieni e dai vuoti è sormontata da un elegante manto di tegole rosse che ne costituisce la copertura e che, unitamente al bianco lucente del prospetto, schizzano nel vero senso della parola fuori del contesto dei toni di verde che costituiscono il giardino.

Breve storia e architettura di Villa Rocca Matilde

Villa Rocca Matilde (Figure 3 e 8), detta anche Villa Peirce o Villa Lauro, sita in via Posillipo n. 222, è posizionata in riva al mare, con annesso un piccolo molo e spiaggia privata, immersa in un parco secolare alle pendici della collina di Posillipo.

Nel 1600, al suo posto, sorgeva il palazzo dei d’Acunto i quali cedettero l’intero complesso all’inglese Donna Luisa Dillon, che vi stabilì la sua dimora ribattezzandola (dal nome della figlia) Rocca Matilde. Successivamente, appartenne a G. W. Rendel (che vi effettuò importanti lavori di restauro facendogli assumere l’aspetto attuale), ai Maclean, a Willialm Peirce ed in ultimo all’armatore Achille Lauro, con il cui nome è ancora conosciuta. Dal punto di vista architettonico Villa Rocca Matilde può essere schematizzata come l’intersezione di tre parallelepipedi: il basamentale (attualmente) in mattoni di cotto affaccia vista più il primo piano intonacato; un secondo parallelepipedo della stessa larghezza ma di minore lunghezza, che ne costituisce il secondo piano ed un terzo costituito da ampie arcate, su cui poggia una meravigliosa terrazza, innestato perpendicolarmente sui due precedenti fino al livello del primo piano. Anche in questo caso si tratta di una struttura architettonica armoniosa ed elegante, ben inserita nel contesto circostante con prospetti in cui i pieni ed i vuoti giocano un ritmo serrato ma continuo e ben definito.



Figura 8 – Villa Rocca Matilde.
Figure 8 – Villa Rocca Matilde.

Le ville ed il rapporto con la natura, gli spazi rurali ed il paesaggio: una relazione millenaria dell'uomo con il territorio

La storia di Posillipo è la storia dell'evoluzione del rapporto dell'uomo con il territorio. Sullo sfondo di un popolamento di casali e villaggi, furono edificate in epoca romana ville marittime in naturale proseguimento di quelle baiane e flegree. A parte il *Pausilypon*, poco è noto di queste ville e dei loro giardini. In epoca cristiana alcuni ordini religiosi già possedevano vasti appezzamenti agricoli con relativi rustici e palmenti, mentre in epoca angioina sono attestate colture cerealicole di grano, miglio, orzo, ortive, fruttiferi, vigneti e sistemazioni dei pendii [10]. Poco si può dedurre dalla cartografia del territorio nel periodo ducale ed angioino, rivolta principalmente alla città. Informazioni precise sulla vegetazione e le sistemazioni rurali di Posillipo si possono trarre dalle mappe a partire dal sec XVII; nella mappa di Baratta [2] la collina è precisamente raffigurata con alberature che segnano la viabilità, seminativi e colture promiscue (Figura 9).

La mappa Carafa [4], al contrario, sebbene molto utile per la identificazione dei casali, delle vie e dei sistemi di fondi, non è attendibile per la ricostruzione della flora in quanto la scelta grafica utilizza stereotipi per le aree agricole, sul modello dei trasferibili usati dai disegnatori contemporanei prima dell'avvento del CAD (Figura 10).

Lo stile dei giardini nel secolo XVII segue il modello del giardino pensile, terrazzato, o recintato, con aiole geometriche e alberature secondo i declivi naturali, che viene perdendo di rigidità formale fino all'affermarsi nel XIX secolo di un gusto vicino al giardino all'inglese, con paesaggi costruiti e specie esotiche. Ma il XIX secolo vede anche affermarsi il modello di villa signorile circondata da tenute agricole ad impostazione capitalistica e intensiva. A ciò aveva contribuito il periodo francese con la liquidazione dei beni fondiari di proprietà ecclesiastica e la creazione di una classe imprenditoriale tecnicamente più consapevole, dopo la creazione dell'Orto Botanico di Napoli e la diffusione delle discipline agricole [11] [9]. Si intensifica l'uso degli alberi da frutto per le zone asciutte razionalizzando colture presenti da sempre in forma sporadica e non intensiva. Informazioni dettagliate sulle colture e i sistemi agricoli nell'ottocento si deducono dalle perizie del tribunale di Napoli [12] e da Gasparri [8]; a Posillipo i giardini generalmente sono piccole estensioni con fiori e fruttiferi. Il terreno agricolo appare frazionato in piccole proprietà, spesso terrazzate, a colture promiscue in cui sono presenti: uva, da tavola e da vino (sostenuta da *spaladroni*), diverse varietà di fruttiferi (pero, fico, gelso, pesco, susino, fico d'india e agrumi). La flora mediterranea (fillirea, corbezzolo, carrubo), con pini (domestico, marittimo, d'Aleppo), leccio e roverella integra lo spazio rurale. Per tutto l'Ottocento sono ancora diffuse le querce, gli olmi e i pioppi in corrispondenza di corsi di acqua. Oggi arricchiscono il panorama specie esotiche naturalizzate dopo la loro introduzione ai primi dell'Ottocento (araucarie, cedri, palme e canfora). Il rapporto con il territorio cambia bruscamente nel secondo dopoguerra: il piano regolatore del 1939, che aveva vincolato la collina di Posillipo insieme a quelle dei Camaldoli e di Capodimonte per le qualità "*ornamentali*", viene sostituito dopo il 1945 da uno privilegiante le qualità "*funzionali*" della edificabilità. Le grandi aree verdi vengono frazionate ed edificate in forme singole o in sistemi (i "*parchi*" edilizi). Oggi la collina che ha perso il suo manto verdeggianti, nasconde ancora piccoli spazi di verde naturale, giardini, ma soprattutto fondi rustici da proteggere, in quanto portatori di antiche varietà e sistemazioni agricole testimoni della storia del suo paesaggio agrario.

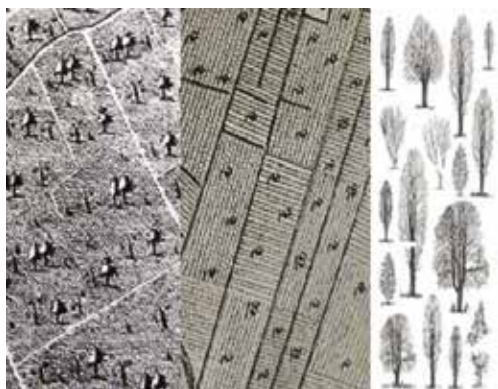


Figura 9 – Baratta 1629, particolare visibile un giardino murato (sinistra in basso), le coltivazioni erbacee e diverse specie arboree. La resa è realistica e descrittiva piuttosto che stereotipa.

Figure 9 – Baratta 1629; map detail with a walled garden (bottom left), herbaceous and tree crops. Realistic rather than stereotyped rendering.

Figura 10 – Mappa Carafa: particolare della zona di Posillipo (sinistra), di Poggioreale (centro), trasferibili moderni (destra).

Figure 10 – Mappa Carafa: details of Posillipo (left), Poggioreale (middle), modern technical decals (right)



Le ville e i loro giardini

Le tre ville sono esempi di tre tipologie di rapporto con il paesaggio: il giardino pensile, dove la natura dei luoghi lo relega ad ambiti angusti, la trasformazione in parco della tenuta agricola funzionale allo sfruttamento economico, l'evoluzione del giardino all'inglese, ricco di specie esotiche ed alberato.

PALAZZO DONN'ANNA - L'attuale giardino non può essere messo in relazione certa con quello originario. È un piccolo terrazzamento inerbato con palme e arbusti. Nelle planimetrie dei disegni [7] commissionati da lord Bute, spediti nel 1771, il giardino, esclusivamente pensile, occupava la gran parte del secondo piano nobile. Non vi sono documenti della sua realizzazione. La scelta del giardino pensile era dettata dall'esiguità dello spazio, tutto occupato da volumi architettonici aperti al mare piuttosto che alla campagna, a quota superiore ed in forte pendio. Questi spazi verdi arrangiati in terrazze e frutteti negli anni venti del secolo scorso furono cancellati dalla edificazione del parco Carelli.

VILLA ROSEBERY - Venne creata nel 1801 dall'unione di diversi fondi agricoli e la trasformazione di alcune pertinenze in residenza signorile. Una piccola parte della tenuta fu destinata a giardino, mentre il resto continuò la sua funzione produttiva. Il passaggio attraverso diversi proprietari negli anni realizzò la graduale trasformazione degli spazi

agricoli in giardini e parco, completata da Luigi di Borbone alla metà dell'Ottocento. Gli elevati costi di manutenzione, in assenza di proventi agricoli, determinarono la destinazione della villa a sede di rappresentanza ufficiale di ambasciatori inglesi prima e dello stato italiano poi. Le prime forme del giardino presentavano canoni formali rigidi poi attenuati nel disegno all'inglese, movimentato da siepi e viali e arricchito da specie esotiche.

VILLA PEIRCE - L'attuale giardino fu ridisegnato nel 1842, Alvino [1] ne descrive nel 1845 lo stato corrente e la condizione precedente: il giardino si impiantava su un "*fondo scosceso e mal coltivato*", (probabilmente mancante delle necessarie sistemazioni di pendio), la vegetazione mediterranea (ancora rigogliosa nel vallone sottostante), vi aveva lasciato "*tre giovani pini*" e "*rari alberi annosi*"; il neonato giardino era ricco di fiori e piante esotiche, sistemate in forma rigorosa se l'autore dice che "*si dovrebbe anche alcun poco nascondere l'arte e far comparir natura*", e lamenta la mancanza di boschetti e piante annose. Oggi al bosco mediterraneo (*Pinus pinea*, *pinaster*, *halepensis*), si aggiungono le specie esotiche *Cedrus deodara* e *Araucaria excelsa*.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'I.S.I.S "A. CASANOVA" di Napoli per le foto delle ville Rosebery, Rocca Matilde e Donn'Anna realizzate dal prof. Ernesto Albano ed allievi.

Bibliografia

- [1] Alvino F. - *La collina di Posillipo*, Napoli 1845
- [2] Baratta A. - *Fidelissimae urbis neapolitanae cum omnibus viis accurata et nova delineatio aedita in lucem ab Alexandro Baratta 1629* (incisione su rame Roma, Banca Commerciale Italiana)
- [3] Calandrelli M.M. - *Posillipo: storia di un sito*, Atti del convegno "La tutela dell'ambiente in Campania: dieci anni di storia per Parchi e Riserve proiettati verso l'Europa", Napoli, Marzo, 2004, 122-127
- [4] Carafa G. - *Mappa topografica della città di Napoli e de' suoi contorni 1775* incisione su rame
- [5] Carbonaro Y., Cosenza L. - *Le Ville di Napoli*, Newton e Compton, 2008 Roma
- [6] Comune di Napoli/Servizio Comunicazione Istituzionale e Gestione Immagine dell'Ente, *Dieci Municipalità, una grande città*, Napoli, Gennaio, 2018, 3-5
- [7] *Drawings of the Palazzo Donn'Anna "Naples"* Londra, Victoria and Albert museum Prints and Drawings Study Room (shelf LL44.museum N° E.22:1-2001)
- [8] Gasparrini G. *Stato della frutticoltura nella città di Napoli*, Napoli 1845
- [9] Pasquale G. A. - *Dell'Agricoltura Industriale nelle Province Meridionali d'Italia*. Atti Reale Istituto d'incoraggiamento, Napoli 1871
- [10] Ricciardi E. - *Chiese, conventi e proprietà ecclesiastiche sulla collina di Posillipo* in Atlante della città storica, Posillipo, Oikos, Napoli 2016
- [11] Tenore M. *Catalogo della collezione agraria del Real Orto Botanico di Napoli*. Napoli 1815
- [12] Visone M., *Napoli "un gran teatro della Natura"*, Città e paesaggio nelle perizie del tribunale civile (1809-1862), Paparo, Napoli 2013

LA PIANIFICAZIONE NEI PAESAGGI COSTIERI: L'APPLICAZIONE DEL CONCETTO DI INTEGRAZIONE NELLE ESPERIENZE DI DUE AREE PROTETTE ITALIANE

Sabrina Lai¹, Federica Leone²

¹ Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente,
via Roma 80 - 09123 Cagliari, tel. 0706068071, e-mail: slai@regione.sardegna.it

²DICAAR – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura,
via Marengo 2 - 09123 Cagliari, tel. 0706755213, federicaleone@unica.it

Riassunto – Le zone costiere sono sottoposte a numerose pressioni derivanti da alti livelli di urbanizzazione e da usi di frequente conflittuali e incongrui, per fronteggiare le quali si è spesso fatto ricorso all'istituzione di aree protette. Il tema dell'integrazione tra strumenti normativi e gestionali, questione chiave nella pianificazione e gestione delle aree costiere, è stato indirizzato da numerosi documenti normativi o di indirizzo. Questo contributo intende valutare, con riferimento a due casi di studio italiani, il grado di integrazione presente nella pianificazione di aree simultaneamente caratterizzate da livelli di tutela che discendono da diverse normative. I risultati dello studio evidenziano che, sebbene il tema dell'integrazione rappresenti un punto fondamentale e nonostante alcuni progressi, un approccio integrato alla gestione delle aree marino-costiere mediterranee è ancora in fase embrionale.

Abstract – Coastal areas are characterized by multiple pressures generated by high levels of urbanization and by conflictual and inappropriate uses. The establishment of protected areas represents a tool to contrast such pressures. The integration between planning tools represents a key issue as regards to the planning and management of coastal areas; hence, it has been addressed by both legally binding acts and voluntary agreements and charters. By looking at two Italian case studies, our study aims at assessing the level of integration in relation to planning and management of areas characterized by the coexistence of various nature protection regimes. Our analysis shows that, although integration seems to be a key point in the planning agenda and in spite of some improvements, an integrated management approach in Mediterranean coastal and marine areas is still in its infancy.

Introduzione¹

Le zone costiere, interfaccia tra mare e terra, sono aree caratterizzate da processi naturali complessi e sono le aree che maggiormente soffrono a seguito del degrado

¹ Questo studio è proposto nel contesto del Progetto di ricerca di cui alla Convenzione tra il DICAAR e la Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, finalizzato al raggiungimento degli obiettivi del progetto "GIREPAM Gestione Integrata delle Reti Ecologiche attraverso i Parchi e le Aree Marine" finanziato nell'ambito del Programma INTERREG Marittimo Italia-France Maritime 2014-2020, Asse II, Responsabile scientifico: Corrado Zoppi.

ambientale derivante in parte dalla fragilità intrinseca tipica degli ambienti di transizione, e in parte da usi spesso conflittuali e incongrui. Nel bacino Mediterraneo gli alti livelli di urbanizzazione delle fasce costiere hanno ulteriormente aggravato questo problema; come mostrano i dati forniti da Eurostat [2], infatti, nel 2010 una significativa porzione della popolazione delle nazioni europee che si affacciano sul Mediterraneo viveva all'interno di una fascia di 5 km dalla costa. Per poter fronteggiare le pressioni che minacciano la fascia costiera, sono state istituite varie tipologie di aree protette; tra queste, le più conosciute sono le Aree marine protette (AMP) che occupano circa il 4 % della superficie del Mar Mediterraneo [4], circa 100 000 km². Inoltre, negli Stati Membri dell'Unione Europea (UE) sono da annoverare i siti marini e costieri appartenenti alla Rete Natura 2000, che occupano circa 120 000 km² di superficie marina.

Numerosi studi [10] [7] [9] [6] hanno evidenziato come i concetti di coordinazione e integrazione costituiscano una questione chiave nella pianificazione e gestione delle aree costiere. Il primo concetto concerne il coordinamento tra le diverse autorità, spesso corrispondenti a scale di governo diverse, responsabili della gestione e della pianificazione delle aree protette costiere e marine, che, in assetti istituzionalmente caratterizzati da frammentazioni settoriali di competenze, si devono necessariamente interfacciare nell'espletamento delle proprie funzioni. Il secondo concetto riguarda l'integrazione tra gli strumenti normativi, gestionali e pianificatori. Le aree costiere sono, infatti, spesso caratterizzate da attività e problematiche che vanno oltre i confini e le competenze nazionali [3] e da usi potenziali che possono confliggere tra loro [8]. Approcci di gestione integrata rappresentano quindi un prerequisito per promuovere un uso efficiente delle risorse costiere, per mitigare i conflitti e per proteggere gli ecosistemi [1]. Sulla base di queste considerazioni, il conflitto tra usi nelle aree marine e costiere mediterranee, e la conseguente necessità di pianificazione integrata, è stato indirizzato da numerosi documenti, alcuni dei quali legalmente vincolanti, come la Direttiva 2008/56/CE "Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino" e la Direttiva 2014/89/UE "che istituisce un quadro per la pianificazione dello spazio marittimo", altri di carattere volontario come il Protocollo Mediterraneo per la Gestione Integrata delle Zone Costiere (ICZM) del 2009 e la Carta di Bologna del 2012, da strategie, iniziative e progetti a vari livelli di scala.

Questo studio si focalizza sulla questione dell'integrazione e intende valutare il grado di integrazione presente nella gestione e pianificazione di aree caratterizzate da livelli di tutela che discendono da diverse normative di settore e che si sovrappongono tra di loro (parchi nazionali o parchi regionali, AMP e siti Natura 2000). In una prima fase si analizzano gli strumenti normativi e gli strumenti non legalmente vincolanti con lo scopo di definire un quadro concettuale; in una seconda fase il quadro concettuale così definito è applicato in due casi di studio italiani. Il contributo è strutturato in 4 sezioni. La seconda descrive i casi di studio e i materiali utilizzati nelle nostre analisi e definisce l'approccio metodologico. I risultati sono presentati nella terza sezione e discussi nella quarta, che riporta, inoltre, le considerazioni finali e individua possibili sviluppi futuri della ricerca.

Casi di studio, materiali e metodi

Questo contributo analizza due casi di studio italiani, uno in Sardegna e il secondo in Liguria (vedi Figura 1). Entrambi i casi sono accumulati dalla sovrapposizione di aree

sottoposte a livelli di tutela che discendono da diverse normative. L'area sarda comprende il Parco nazionale dell'Asinara, l'AMP "Isola dell'Asinara" e tre siti Natura 2000, di cui le due Zone di protezione speciale (ZPS) "Isola dell'Asinara" e "Isola Piana di Porto Torres" e la Zona speciale di conservazione (ZSC) "Isola dell'Asinara". L'area ligure comprende il Parco naturale regionale di Portofino, l'AMP "Portofino" e quattro ZSC, così denominate: "Parco di Portofino", "Pineta – Lecceta di Chiavari", "Rio Tuia – Montallegro" e "Fondali Monte Portofino". Nel caso sardo sono stati presi in considerazione tutti i siti Natura 2000 che ricadono, anche parzialmente, nel Parco Nazionale dell'Asinara e nell'omonima AMP. Nel caso ligure è stata fatta una scelta differente, dettata dal fatto che dai documenti analizzati emerge la volontà del legislatore² di considerare queste aree come un unico sistema integrato seppur non spazialmente contiguo. La scelta di queste due aree si fonda su una duplice motivazione: la prima riguarda il fatto che entrambe sono caratterizzate da strumenti normativi e pianificatori che possono giocare un ruolo chiave nell'integrazione delle previsioni degli strumenti legalmente vincolanti e di quelli volontari analizzati all'interno del quadro concettuale; la seconda è riferita al grado di complessità che caratterizza tali aree in termini di piani cogenti e indirizzi.

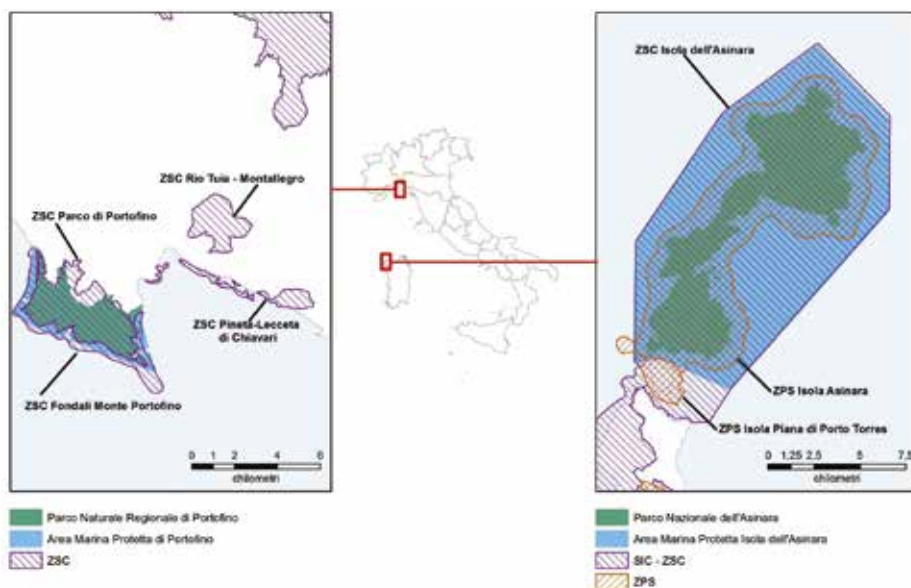


Figura 1 – Inquadramento dei casi di studio.

² Secondo la L.R. 28/2009, l'Ente gestore del Parco naturale regionale di Portofino è ente gestore delle ZSC "Parco di Portofino", "Pineta – Lecceta di Chiavari" e "Rio Tuia – Montallegro", mentre il Consorzio di gestione dell'AMP di "Portofino" è ente gestore della ZSC "Fondali Monte Portofino". Inoltre, nelle misure di conservazione sito-specifiche dei siti considerati viene espressa la necessità di redigere un piano di gestione preferibilmente integrato con il Piano del Parco, nel caso dei tre siti terrestri, e con il Regolamento dell'AMP, nel caso del sito marino.

Dal punto di vista metodologico, si concettualizzano raccomandazioni e indirizzi relativi alla gestione integrata delle aree costiere e marine al fine di valutare se, e in che modo, queste forme di integrazione vengono recepite a livello locale. L'analisi è fondata sulla lettura e sull'interpretazione dei seguenti materiali: la Direttiva 2008/56/CE e la Direttiva 2014/89/UE per ciò che riguarda gli strumenti legalmente vincolanti; il Protocollo ICZM, la Carta di Bologna, la Convenzione di Barcellona e la Carta di Livorno per quelli volontari. L'analisi di questi documenti ha permesso di definire un quadro concettuale in cui sono stati identificati gli aspetti comuni, le raccomandazioni che si sovrappongono parzialmente e gli indirizzi conflittuali (vedi Tabella 1). In particolare, sviluppando un lavoro di Hanson [5], il quadro concettuale è stato formulato in relazione a sei tipologie di integrazione, definite come segue. L'integrazione spaziale tiene conto dell'integrazione tra gli elementi terrestri e quelli marini, considerati come un sistema unitario. L'integrazione amministrativo-istituzionale riguarda il coordinamento e la cooperazione tra differenti enti amministrativi a ciascun livello di governo (locale, regionale, nazionale), anche in termini di ruoli e responsabilità degli attori coinvolti. L'integrazione funzionale tiene conto delle differenti funzioni e delle loro relazioni in termini di impatto e/o effetti sulle risorse presenti nella fascia costiera. L'integrazione socio-economica riguarda la coesistenza tra le diverse attività economiche e le questioni sociali, quali, per esempio, gli aspetti relativi alla partecipazione e alla comunicazione. L'integrazione ambientale concerne le interazioni e le interdipendenze tra attività terrestri e marine in riferimento agli impatti sull'ambiente. L'integrazione pianificatoria tiene conto delle interazioni e interdipendenze tra i diversi strumenti deputati alla gestione della fascia costiera.

Il quadro concettuale è stato successivamente utilizzato per analizzare gli strumenti di pianificazione e di gestione che tutelano le diverse tipologie di aree protette nelle due aree di studio. In particolare, per quanto riguarda il caso sardo, sono stati analizzati: il Piano del Parco e il regolamento per il parco nazionale, il Regolamento di esecuzione ed organizzazione e il decreto istitutivo per l'AMP e i piani di gestione per i siti Natura 2000. Per quanto riguarda il caso ligure sono stati presi in esame il Piano del Parco regionale, il Regolamento di esecuzione ed organizzazione e il decreto istitutivo per l'AMP, e le misure di conservazione generali e sito-specifiche per i siti Natura 2000.

Risultati

Per quanto riguarda il caso di studio dell'Isola dell'Asinara, un'idea di integrazione spaziale tra ambito terrestre e marino è esplicitata nel solo Piano del Parco, che, riconoscendo una "unità sistemica integrata terrestre e marina nelle sue specificità strutturali, funzionali, sociali ed economiche" (art. 3 Norme Tecniche di Attuazione, NTA), si riferisce alle "componenti territoriali e marine che costituiscono un ecosistema complessivo e unitario" (art. 10). Più diffusa, anche se non reciproca è, invece, l'integrazione di dispositivi spaziali di tutela: nel Piano del Parco si fa riferimento alla disciplina dell'AMP; nei piani di gestione, sia della ZSC sia delle due ZPS, si fa riferimento sia al Piano del Parco (in termini di zonizzazione e di misure di tutela), sia al Regolamento dell'AMP, al quale si rimanda per la gestione di specifiche minacce alla biodiversità.

Con riferimento all'integrazione amministrativo-istituzionale, sono pressoché assenti riferimenti al coordinamento o alla cooperazione con altri Stati Membri dell'UE, fatta eccezione per un richiamo, nei soli piani di gestione dei Siti Natura 2000, alla

presenza del Santuario Pelagos, una zona marina internazionale istituita per la protezione dei mammiferi marini. Più presenti sono, invece, i temi del coordinamento tra enti di livello nazionale, regionale e locale con competenze sulle aree costiere: il Piano del Parco, ad esempio, prevede accordi tra Ente Parco, Regione Sardegna e Comune di Porto Torres per l'approvazione dei Piani particolareggiati delle unità urbane presenti sull'isola e accordi tra diversi soggetti per la disciplina dell'area vasta contigua al parco. Il tema della collaborazione tra enti ai fini del corretto esercizio della sorveglianza e controllo si ritrova sia nel Regolamento dell'AMP, sia nei piani di gestione. Un tema importante è quello della condivisione di basi dati, ricerca scientifica e monitoraggio: nel Piano del Parco si prevede la strutturazione e la gestione di un sistema informativo finalizzato sia all'aggiornamento delle analisi conoscitive del Piano, sia al monitoraggio degli effetti delle azioni attuate da tutti gli Enti aventi titolo ad agire nel territorio del Parco; esso, secondo quanto indicato nei piani di gestione dei siti Natura 2000, dovrà contenere un atlante della biodiversità integrabile con il sistema informativo regionale. Nel Regolamento dell'AMP si prevede invece, per il monitoraggio dell'ambiente marino-costiero, l'utilizzo delle banche dati e dei protocolli operativi del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare; infine, nei piani di gestione dei siti Natura 2000 si prevede una collaborazione con le istituzioni universitarie per alcune azioni di monitoraggio dello stato di conservazione.

Per ciò che attiene all'integrazione funzionale, non si ritrovano riferimenti alla pluralità delle pressioni sulla fascia costiera a causa della crescente domanda per usi diversi. È invece rinvenibile, nel Piano del Parco e nelle caratterizzazioni dei piani di gestione, ancorché appena accennata, una visione integrata dei diversi sistemi. È, parimenti, presente una visione integrata di conservazione e utilizzo della diversità biologica, benché con una predominanza della prima rispetto al secondo, sia nel Regolamento dell'AMP (ad esempio, rispetto alla risorsa ittica), sia nel Piano del Parco e nei piani di gestione dei siti Natura 2000 (ad esempio, per il turismo naturalistico).

Relativamente all'integrazione socioeconomica, la considerazione degli aspetti economici e sociali orientata alla crescita sostenibile delle economie del territorio interessato e all'uso sostenibile delle risorse è sviluppata solo nei piani di gestione dei siti Natura 2000. Più sviluppata appare, invece, la considerazione della molteplicità di usi nelle aree costiere, nonché delle loro interazioni, sia nel Piano del Parco, che "costituisce quadro di riferimento per l'orientamento, la disciplina e la gestione delle azioni dei soggetti e degli enti che operano sul territorio del Parco" (NTA, art. 2), sia nel Regolamento dell'AMP, che disciplina usi e attività ammissibili, sia nei piani di gestione dei siti Natura 2000, anche se, in questi ultimi, esclusivamente in termini descrittivi. La partecipazione delle comunità locali e dei portatori di interesse è prevista nel Piano del Parco e nei piani di gestione dei siti Natura 2000, ma a solo titolo consultivo nel primo e informativo nei secondi.

Con riguardo all'integrazione ambientale, il mantenimento o conseguimento di un buon stato degli ecosistemi (compresi quelli marini) attraverso la rimozione dei fattori che su essi impattano è esplicitato in due degli obiettivi dei piani di gestione dei siti Natura 2000; si tratta di obiettivi puramente conservazionistici, in cui gli ecosistemi "sani" hanno valore intrinseco, che prescindono dai servizi ecosistemici che essi possono erogare. Un richiamo all'approccio ecosistemico si può, invece, rinvenire nel Piano del Parco, che introduce, quale riferimento spaziale per le norme, le "unità paesaggistico-ambientali", definite come aree "con specifiche caratteristiche naturali, ecologiche, ambientali e di forme d'uso", "intimamente legate da rapporti ecologici, strutturali e funzionali".

Infine, l'integrazione nei, o tra i, piani si ritrova in più articoli delle NTA del Piano del Parco, che per la disciplina della porzione marina richiama il Decreto istitutivo dell'AMP e il suo Regolamento, riservando invece a sé stesso un ruolo "propositivo e non prescrittivo" (art. 1). I rapporti tra il Piano del Parco ed altri strumenti di pianificazione sono affrontati in diversi articoli delle NTA: il Piano del Parco si propone come strumento sovraordinato e sostitutivo degli strumenti di pianificazione urbanistica, paesaggistica e settoriale, mentre per i territori dell'area vasta contigua costituisce strumento di indirizzo. I piani di gestione dei siti Natura 2000 non affrontano la questione della relazione tra i diversi dispositivi di tutela vigenti, mentre prevedono diversi interventi la cui attuazione implica una collaborazione tra autorità che, se attuati, rafforzerebbero le strategie di tutela dei diversi strumenti. Infine, la questione dell'integrazione tra i diversi strumenti non emerge nel Regolamento dell'AMP.

Passando ora agli strumenti di gestione delle aree protette liguri, in riferimento all'integrazione spaziale, sebbene gli strumenti di gestione dell'AMP (decreto istitutivo e Regolamento) non prendano in considerazione alcun elemento del quadro concettuale, il Piano del Parco e le misure di conservazione (generali e sito-specifiche) delle ZSC analizzano la questione relativa all'integrazione tra obiettivi di conservazione e misure di gestione. In particolare, entrambi promuovono una gestione integrata tra le ZSC e il parco; il Piano del Parco si limita a perseguire, tra i suoi obiettivi, una gestione funzionalmente integrata, mentre le misure di conservazione sito-specifiche promuovono la predisposizione di un piano di gestione integrato con il Piano del Parco.

In termini di integrazione istituzionale e amministrativa, quasi tutti gli strumenti definiscono relazioni e modalità di cooperazione tra l'ente gestore del sito e gli altri enti competenti; in particolare, il Regolamento dell'AMP stabilisce e disciplina i ruoli e le responsabilità dei suoi organi di gestione. Circa l'efficacia dei controlli in mare e sulle coste, sebbene quasi tutti i piani prevedano attività di monitoraggio e di sorveglianza, solo le misure di conservazione sito-specifiche della ZSC marina promuovono esplicitamente un coordinamento tra capitanerie di porto e regione per combattere lo strascico abusivo.

Con riguardo all'integrazione funzionale, gli strumenti di gestione dell'AMP e del parco non esplicitano mai un approccio integrato alla pianificazione e gestione di tali aree; tuttavia, regolamentando le attività e le loro sovrapposizioni, di fatto, si occupano di integrare i diversi usi per bilanciare le attività connesse all'utilizzo della fascia costiera con la conservazione e protezione della diversità biologica. Gli unici strumenti che promuovono in maniera esplicita un approccio integrato sono le misure di conservazione sito-specifiche.

In riferimento all'integrazione socio-economica, tutti gli strumenti promuovono uno sviluppo socio-economico compatibile con la rilevanza naturalistica e paesaggistica delle aree protette. Il Piano del Parco regola in maniera più esplicita le componenti ambientali, economiche e sociali, individuando nove regolamenti, ciascuno dei quali disciplina un aspetto specifico, come ad esempio il regolamento per le attività agricole o il regolamento dei litorali e delle attrezzature per la balneazione. Tutti gli strumenti prevedono e promuovono forme di informazione e divulgazione delle conoscenze ecologiche anche al fine di sensibilizzare le comunità locali e i fruitori dei territori.

Per ciò che attiene all'integrazione ambientale, tutti gli strumenti fanno a riferimento a specifiche leggi, direttive e strategie delle quali integrano, all'interno della propria normativa, gli aspetti di loro pertinenza. Ad esempio, il Regolamento dell'AMP nel

definire i criteri che devono possedere i motori delle imbarcazioni prevede la coerenza rispetto alla Direttiva 2003/44/CE relativamente alle emissioni gassose e acustiche. Le misure di conservazione generali delle ZSC terrestri fanno un passo in avanti e stabiliscono le caratteristiche che i futuri piani di gestione e le misure di conservazione sito-specifiche devono avere in termini di coerenza normativa. Ad esempio, stabiliscono che i piani di gestione debbano integrare le misure relative alla riduzione del rischio causato dall'uso dei prodotti fitosanitari (Decreto 22.01.2014 "Adozione del Piano d'azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari").

Infine, per quanto concerne l'integrazione pianificatoria, il Piano del Parco si configura come strumento integrante le misure stabilite dalla pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale mentre le misure di conservazione sito-specifiche promuovono forme di integrazione tra piani di gestione e il Piano del Parco.

Discussione e conclusioni

I risultati della ricerca riportati nella sezione precedente mettono in evidenza elementi comuni tra i due casi di studio analizzati, ma anche specificità.

In riferimento all'integrazione spaziale, il tema dell'integrazione di dispositivi spaziali di tutela è affrontato in entrambi i casi di studio, sebbene i documenti relativi ai siti liguri parlino esplicitamente di una futura integrazione tra i piani di gestione e il Piano del Parco o il Regolamento dell'AMP, nel caso del sito marino. Questo diverso comportamento rispecchia scelte normative fatte a monte; la Regione Liguria, infatti con il Piano di sviluppo rurale 2007-2013, Misura 3.2.3, azione A1 "predisposizione dei piani di protezione e gestione delle aree Natura 2000, delle aree parco e delle altre aree di grande pregio naturale, compresi gli studi preliminari" e con la Deliberazione di Giunta regionale n. 1400/2011, intendeva dotare di piano di gestione i SIC/ZSC gestiti dagli enti parco o dalla Regione Liguria, per i quali fosse prevista la stesura di uno specifico piano di gestione. A tal fine gli enti gestori dei parchi per i quali risultava necessaria la revisione del piano (ai sensi dell'art. 18 L.R. 12/1995), e che erano anche enti gestori dei siti Natura 2000 per i quali era necessario un piano di gestione, hanno utilizzato tali finanziamenti per redigere un piano integrato. Ne sono testimonianza i Piani del Parco delle Alpi Liguri, dell'Antola, dell'Aveto e del Beigua. La Regione Sardegna ha fatto una scelta diversa, finanziando più volte la stesura o l'aggiornamento dei soli piani di gestione e non di strumenti integrati; per tutti i siti Natura 2000 sardi, inoltre, a differenza del caso ligure, è stato ritenuto opportuno un piano di gestione. Inoltre, in entrambi i casi di studio non si parla mai esplicitamente, ad eccezione del Piano del Parco dell'Asinara, di un sistema marino-terrestre spazialmente integrato; questo aspetto rispecchia la mancanza di una visione unitaria, dettata dalle specificità settoriali che caratterizzano i vari strumenti, in particolare i regolamenti delle AMP, che si focalizzano esclusivamente sulle zone marine.

Con riguardo all'integrazione amministrativo-istituzionale, i temi del coordinamento tra enti di livello nazionale, regionale e locale con competenze sulle aree costiere sono affrontati in maniera dettagliata da entrambi i casi di studio. Un aspetto importante, in proposito, riguarda la condivisione di basi dati, tema fondamentale per la costruzione di politiche ambientali, presente nei documenti sardi e non esplicitato nel caso ligure.

In termini di integrazione funzionale, non si ritrovano riferimenti espliciti ad una visione integrata dei diversi sistemi; l'unica eccezione è rappresentata dalle misure di conservazione sito-specifiche dei siti liguri, i quali tuttavia si riferiscono a un futuro e auspicabile approccio integrato alla pianificazione e gestione di tali aree. In generale, stabilendo e regolamentando attività, usi e loro interazioni, di fatto tutti i documenti implicitamente riportano un'analisi delle pressioni presenti al fine di bilanciare le attività connesse all'utilizzo della fascia costiera con la conservazione e protezione della diversità biologica. Gli unici strumenti, tra quelli analizzati, che promuovono in maniera esplicita un approccio integrato sono le misure di conservazione sito-specifiche dei siti liguri.

Relativamente all'integrazione socio-economica, nel caso sardo, tutti gli strumenti si occupano, in maniera più o meno dettagliata, della molteplicità di usi e attività nelle aree costiere. Nel caso ligure è sicuramente il Piano del Parco che, con i suoi nove regolamenti, disciplina in maniera più dettagliata le componenti ambientali, economiche e sociali. Questo rispecchia la diversa situazione dei due casi di studio, in quanto tutti i Siti Natura 2000 sardi qui considerati sono dotati di piano di gestione, mentre per quelli liguri, seppur previsti, i piani di gestione non sono stati ancora elaborati; per tali aree sono state definite le misure di conservazioni generali della regione biogeografica mediterranea e le misure sito-specifiche. Inoltre, sebbene in entrambi i casi la partecipazione delle comunità locali e dei portatori di interesse sia prevista da tutti gli strumenti presi in considerazione, di fatto in nessuno di essi assume la forma di un vero e proprio processo in cui le comunità locali abbiano un ruolo attivo caratterizzato da componenti di responsabilità. Questa situazione si manifesta nella gran parte dei processi pianificatori, in cui la partecipazione viene considerata come un obbligo di legge e non come un valore aggiunto in termini di conoscenze e condivisione di obiettivi e azioni di piano.

Con riguardo all'integrazione ambientale, i due casi di studio presentano situazioni differenti. Nel caso sardo, il concetto di approccio ecosistemico viene richiamato all'interno del Piano del Parco, mentre nel caso ligure non viene mai esplicitamente riportato in alcun documento. Infine, in riferimento all'integrazione pianificatoria, la situazione è abbastanza simile nei due casi di studio. Tuttavia, sebbene all'interno dei diversi documenti si ritrovino richiami alla disciplina degli altri strumenti, non si parla mai esplicitamente di una vera e propria integrazione, se si esclude il caso delle misure di conservazione sito-specifiche del caso ligure, in cui vengono promosse forme di integrazione tra piani di gestione e il Piano del Parco o il Regolamento dell'AMP.

In conclusione, l'analisi dei due casi di studio ha messo in evidenza come i vari strumenti siano maggiormente improntati a soddisfare i requisiti richiesti dalla normativa di settore piuttosto che a definire un approccio integrato alla gestione delle aree costiere. Questo riflette la complessità della realtà italiana, caratterizzata dalla presenza di diverse tipologie di aree protette, quali aree naturali protette di livello nazionale o regionale e siti Natura 2000, disciplinate da diverse normative. La carenza di dialogo tra le diverse normative e i diversi enti competenti ha spesso portato alla presenza di diversi strumenti che dovrebbero regolamentare una stessa porzione di area sottoposta a più vincoli di tutela.

La metodologia qui proposta e applicata può essere agevolmente esportata ad altri contesti regionali italiani e internazionali nel bacino del Mediterraneo, poiché il quadro concettuale è stato costruito concettualizzando indirizzi e raccomandazioni relativi alla gestione integrata delle aree costiere e marine all'interno di strumenti legalmente vincolanti dell'EU e in strumenti volontari sottoscritti da paesi europei e non solo. In un futuro

sviluppo della ricerca, lo studio potrebbe essere applicato a ulteriori casi di studio del bacino del Mediterraneo estranei all'Unione Europea, per poter confrontare situazioni caratterizzate da normative nazionali differenti.

Attribuzioni

Il contributo è frutto della ricerca comune delle autrici. La prima e l'ultima sezione sono state redatte congiuntamente. Sabrina Lai ha curato, in particolare, la sezione 2, e Federica Leone la sezione 3.

Bibliografia

- [1] Ehler C. N. - *Indicators to measure governance performance in integrated coastal management*, Ocean Coast. Manage. (2003) 46, 335 - 345.
- [2] Engelbert A., Collet I. - *Coastal regions: People living along the coastline and integration of NUTS 2010 and latest population grid*. (2013). Disponibile su internet all'indirizzo:
https://webgate.ec.europa.eu/maritimeforum/sites/maritimeforum/files/Sif_coastal%20regions_07Nov2013.pdf
- [3] Ernoul L., Wardelle-Johnson A. - *Environmental discourses: Understanding the implications on ICZM protocol implementation in two Mediterranean deltas*. Ocean Coast. Manage. (2015) 103, 97 - 108.
- [4] Gabrié C., Lagabrielle E., Bissery C., Crochelet E., Meola B., Webster C., Claudet J., Chassanite A., Marinesque S., Robert P., Goutx M., Quod C. *The Status of Marine Protected Areas in the Mediterranean Sea. Marseille (France)*, (2012), MedPAN Collection.
- [5] Hanson H. *Issues In Integrated Coastal Zone Management*. Presentazione all'interno del corso "Coastal Engineering" presso la Lund University (Svezia). Disponibile su internet all'indirizzo:
http://www.tvrl.lth.se/fileadmin/tvrl/files/vvr040/10_ICZM_3pp.pdf
- [6] Ioppolo G., Saija G., Salomone R. - *From coastal management to environmental management: The sustainable eco-tourism program for the mid-western coast of Sardinia (Italy)*. Land Use Policy (2013) 31, 460 - 471.
- [7] Portman M. E., Esteves L. S., Le X. Q., Khan A. Z. *Improving integration for integrated coastal zone management: An eight country study*. Sci. Total Environ. (2012) 439, 194 - 201.
- [8] Ramsey V., Cooper J. A. G., Yates K. L. - *Integrated Coastal Zone Management and its potential application to Antigua and Barbuda*. Ocean Coast. Manage. (2015) 118, 259 - 274.
- [9] Rochette J., Billé R. - *ICZM Protocols to Regional Seas Conventions: What? Why? How?* Mar. Policy (2012) 36, 977 - 984.
- [10] Shipman B., Stojanovic T. - *Facts, Fictions, and Failures of Integrated Coastal Zone Management in Europe*. Coast. Manage. (2007) 35, 375 - 398.

PUNTI DI VISTA RIFUNZIONALIZZAZIONE DELLE TORRI APPARTENENTI AL SISTEMA DI DIFESA COSTIERA DEL REGNO DI NAPOLI

Luigi Maggiore¹, Markos Tsokanos², Marta Klaric²

¹Università degli studi di Parma,

tel. +39 329 9478347, e-mail: arch.luigimaggiore@gmail.com

²Università degli studi di Parma

Riassunto – Oggetto di questo lavoro di tesi sono le torri costiere edificate sotto il Regno di Napoli. Queste sono state costruite per scoraggiare e prevenire i tentativi di incursioni dal mare da parte di pirati e barbareschi. Esse costituivano una vera e propria infrastruttura che si ramificava dalla costa fino ai centri abitati dell'entroterra; erano messe in connessione da un sistema di comunicazione visivo che prevedeva l'utilizzo di segnali luminosi di notte e di fumo per il giorno. Nel corso dei secoli questi edifici hanno costituito dei veri e propri siti di nucleazione attorno a cui hanno avuto origine i centri abitati costieri. La nascita di questi insediamenti urbani lungo la costa era inizialmente dettata da circostanze legate prevalentemente ad attività ittiche; tuttavia, la ripresa economica del secondo dopoguerra innescò, lungo le fasce costiere, una massiccia fase di edificazioni che trasformò irrimediabilmente questi territori.

Un ulteriore causa dell'aumento della pressione antropica lungo le coste è da ricercare nell'incremento dei flussi turistici avvenuto nell'ultimo decennio; questo ha portato all'edificazione di nuovi resort, villaggi turistici, strutture ricettive, porti turistici, talvolta, senza il benché minimo riguardo per l'ambiente. Tuttavia, se questo fenomeno venisse opportunamente pianificato e gestito, comporterebbe notevoli benefici economici e migliorerebbe di gran lunga la qualità della vita della popolazione locale.¹

Per poter meglio analizzare questo fenomeno, nel presente lavoro di tesi, è stata presa in esame una ristretta fascia di territorio; la porzione costiera considerata si estende dal comune di Galatone (LE) al comune di Manduria (TA). Alcune delle località marittime presenti in questo tratto di costa, specialmente quelle di più antica fondazione, come ad esempio Porto Cesareo, hanno come nucleo centrale proprio le suddette torri di difesa costiera. Queste, nella maggior parte dei casi, oltre ad essere dei siti di nucleazione, rappresentano molto spesso gli unici elementi di pregio delle marine.

Proprio da queste problematiche nasce il progetto di tesi "Punti di vista" che, attraverso la rifunionalizzazione dell'intera infrastruttura di difesa costiera, punta a inserire le torri all'interno di un itinerario che, seguendo la linea di costa, contribuirà a dare continuità a un territorio ad oggi frammentato e discontinuo. Le torri ritornerebbero quindi ad essere dei punti nevralgici da cui far scaturire una mutazione dell'intero territorio, volta alla lettura e alla valorizzazione dello stesso.

"Il traguardo della salvezza delle torri costiere voglia significare per tutti la salvezza delle coste".

Vittorio Faglia

¹ Calcagno Maniglio A. *Paesaggio costiero, sviluppo turistico sostenibile*. A. Calcagno, ed, (2009).

Abstract –*The subject of this thesis covers the coastal towers built during the era of the Kingdom of Naples. They were built in order to discourage and fight off invasions by pirates and other aggressors of the Ottoman Empire. They constituted a substantial infrastructure that branched from the coast to the inhabited centres of the inland. The communication system between them consisted in deploying visual signals, using smoke during the day and fire during the night.*

Over the centuries, these buildings have been a real nucleus around which coastal urban centres originally were developed. The birth of these urban settlements, along the coast, was initially dictated by circumstances mainly related to fisheries; however, the economic growth after the Second World War triggered, along the coast, a real building boom that irrevocably transformed these territories.

Another reason for increase of anthropogenic pressure along the coasts is to be found in the rise in tourism over the past decade; this has led to the construction of new resorts, tourist villages, facilities, and ports, sometimes with the least regard for the environment. However, if this phenomenon were to be appropriately anticipated, planned for and managed, it would bring significant economic benefits and would greatly improve the quality of life of the local population.

In order to better analyse the phenomenon, a portion of the vast territory was taken into consideration as a case study, which consists of the coastal part that extends from the municipality of Galatone (LE) to the municipality of Manduria (TA).

Some of the seaside urban centres in this stretch of coastline, especially those founded in earlier historical periods, such as Porto Cesareo, have as their very core of development the above-mentioned coastal defence towers. These, in most cases, apart from being nuclei, are often the only historically noteworthy elements located on the marinas.

The thinking, hopes and anxieties, surrounding these issues gave birth to the "Points of View" project. The re-functionalisation of the entire coastal defense infrastructure aims to insert the towers within a pathway along the coastline, capable of contributing to the continuity of a fragmented and discontinuous territory. The towers would therefore once again become a neuralgic center from which the regeneration of the entire territory could arise, based on an integrated and respectful interaction with the existing features of the territory.

"The goal of the salvation of the coastal towers means the salvation of the coasts for everybody."

Vittorio Faglia

Introduzione

Le torri costiere, edificate sotto il Regno di Napoli, furono costruite per scoraggiare e prevenire i tentativi di incursioni dal mare da parte di pirati e barbareschi. Queste costituivano una vera e propria infrastruttura che si ramificava dalla costa fino ai centri abitati dell'entroterra; erano messe in connessione da un sistema di comunicazione visivo che prevedeva l'utilizzo di segnali luminosi di notte e di fumo per il giorno².

² PASANISI O., *La costruzione generale delle torri marittime ordinata dalla R.Corte di Napoli*, in Studi di Storia Napoletana di onore di Michelangelo Schipa, Napoli (1926).



Figura 1

L'antica infrastruttura di difesa costiera è stata spesso oggetto di studi dal momento della sua edificazione ad oggi. Negli anni, molti sono stati gli interventi di ristrutturazione e consolidamento sempre e solo focalizzati sul singolo edificio ma senza uno scopo scientifico, senza un contenuto forte e capace di generare interesse.

Questo tipo di approccio ha contribuito a frammentare ulteriormente un sistema già di per sé lacerato, lasciando molte delle torri in uno stato di abbandono e degrado. Alla base di ciò vi è spesso una molteplicità di competenze, istituzioni, associazioni e privati talvolta incapaci di comunicare tra loro al fine di raggiungere un obiettivo comune.

Finora è stato tralasciato il fatto che questi edifici facciano parte di un unico grande piano, di un'unica rete e, pertanto, non possono essere snaturati considerandoli singolarmente.

L'intervento proposto in questo lavoro di tesi punta, invece, alla ri-funzionalizzazione dell'intera infrastruttura così com'era stata voluta dal Regno di Napoli, trasformandola da capillare sistema di avvistamento e difesa, a sistema diffuso d'incontro e di condivisione di informazioni, motore d'innovazione e chiave di rilettura dell'intero territorio. Nello specifico si riferisce ad una porzione costiera che si estende dal comune di Galatone (LE) al comune Manduria (TA); una fascia di circa 55 km di costa su cui sussiste sia una diversità a livello tipologico di questi edifici, ma anche una notevole varietà morfologica del territorio costiero (Fig.1).

In sintesi, la programmazione degli interventi di riqualificazione si compone di proposte riguardanti diverse tematiche con lo scopo di una rivalorizzazione, tanto dell'intera infrastruttura difensiva, quanto del territorio in cui essa si inserisce.

Questo lavoro può essere considerato uno strumento che fornisce una metodologia di lettura e di intervento, una sorta di "progetto pilota" che potrà essere applicato anche sul

resto del territorio costiero in cui persistano le medesime problematiche e peculiarità. Un *vademecum* contenente tutti gli scenari possibili per ricucire l'antica infrastruttura difensiva, ad oggi profondamente lacerata e dimenticata.

Materiali e metodi

Alla base di questo progetto vi è un'approfondita fase conoscitiva, sia per quanto riguarda il territorio, sia per quanto riguarda le torri stesse. Ciò, è avvenuto incrociando i dati raccolti tramite un'esperienza diretta in loco (mediante sopralluoghi, rilievi fotografici e strumentali) con le informazioni ottenute attraverso la consultazione di documentazione cartacea e digitale.

Le operazioni di rilievo architettonico sono state svolte mediante:

- metodi diretti o longimetrici, tramite l'utilizzo di metro a nastro, asta metrica, filo a piombo e distanziometro laser;
- metodi indiretti o fotogrammetrici, tramite l'acquisizione di un elevato numero di immagini da diversi punti di vista intorno all'edificio. Seguentemente le immagini sono state elaborate in un software apposito, da cui poi è stata ottenuta una nuvola di punti e seguentemente un modello 3D texturizzato, dell'esterno dell'edificio (Fig.2).³

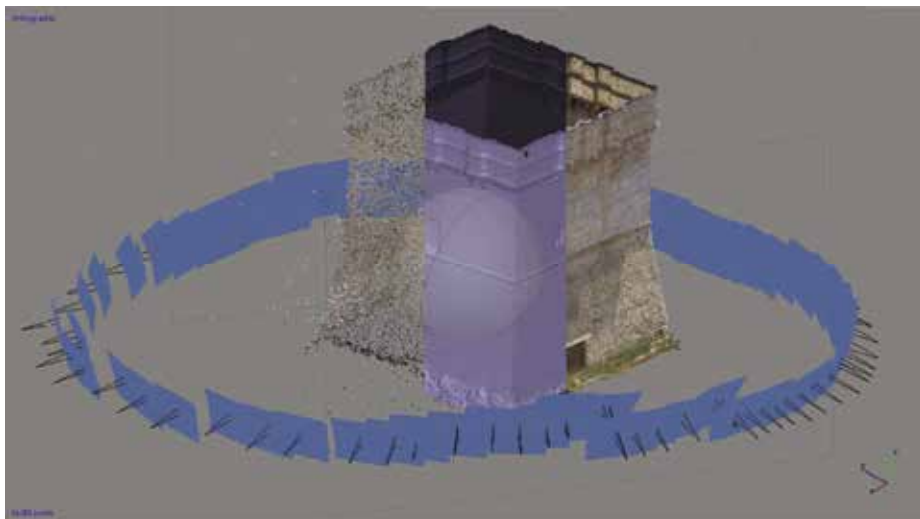


Figura 2

L'utilizzo combinato di questi due metodi di rilievo (longimetrico e fotogrammetrico) ha permesso, non solo di comprendere le caratteristiche architettoniche

³ Docci M., Maestri D., *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Bari, Laterza (2009).

degli edifici rilevati, ma anche di avere un quadro completo del loro stato di conservazione e quindi dei degradi strutturali e materici.

Per quanto riguarda, invece, le operazioni di rilevamento su scala urbanistica, uno strumento che è stato di fondamentale importanza per la lettura del territorio e che ha semplificato la fase conoscitiva è il PPTR, ovvero, il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale.⁴

La zona presa in esame in questo lavoro ricade a cavallo di due ambiti territoriali, identificati dal PPTR come ambiti 10 e 11, rispettivamente Tavoliere Salentino e Salento delle Serre.

Sebbene queste zone facciano parte di due differenti ambiti territoriali, essi risultano confinanti e consecutivi e, pertanto, dal punto di vista territoriale non vi sono delle differenze sostanziali; è questo il motivo per cui si è deciso di analizzare queste zone tralasciando i differenti ambiti d'appartenenza.

Questo strumento è stato di estrema importanza soprattutto nell'individuazione dei beni paesaggistici, archeologici da tutelare e di tutti quegli elementi da mettere a sistema per la comprensione dei luoghi.

Risultati e discussioni

Dalla precedente fase di analisi è emerso:

- per le torri una situazione diversificata per quanto riguarda diversi punti di vista: tipologia, stato conservativo, destinazione d'uso e proprietà (Fig.3).

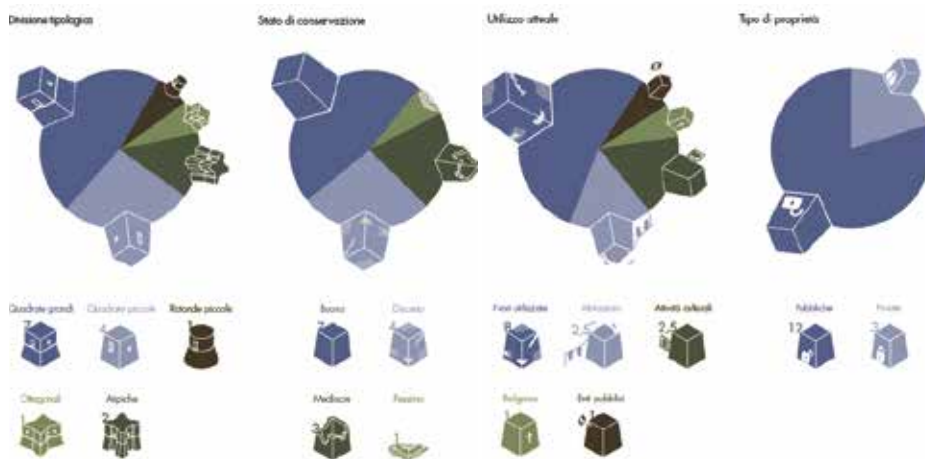


Figura 3

⁴ http://www.sit.puglia.it/portal/portale_pianificazione_regionale/Piano%20Paesaggistico%20Territoriale.

- per il territorio un quadro disomogeneo e contrastante (Fig. 4) insieme a numerose problematiche sono stati anche rilevati molteplici punti di interesse di carattere paesaggistico ma anche naturalistico e culturale che meritano di essere valorizzati e tutelati.

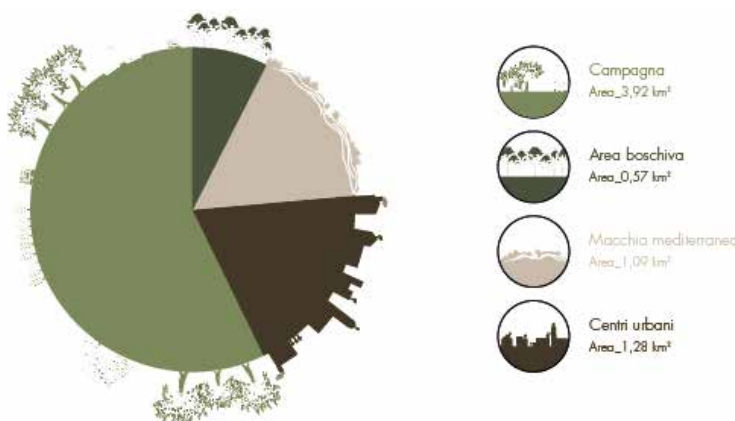


Figura 4

È da questa fase conoscitiva che è derivata l'individuazione di due linee di azione che, sebbene siano strettamente correlate tra loro, ricadono su due scale d'intervento differenti: una architettonica e una territoriale.

PRIMA LINEA D'INTERVENTO: interventi sugli edifici

Dal rilievo effettuato è stato possibile classificare le torri in relazione al loro stato di conservazione:

- stato pessimo: torri del tutto crollate, ormai scomparse, di cui rimane soltanto una traccia storica;
- stato mediocre: torri parzialmente crollate e con gravi danni strutturali, ma di cui è possibile percepirne ancora le caratteristiche morfologiche;
- stato discreto: torri con danni materici patologici e lievi lesioni strutturali che non ne pregiudicano l'utilizzo;
- stato buono: torri restaurate.

Lo stato di conservazione è stata una variabile imprescindibile per la scelta dell'intervento da effettuare su ciascuna torre ed è da questo punto che sono scaturite le successive considerazioni rispetto all'attribuzione di determinate funzioni.

Nel caso degli edifici gravemente ammalorati o diruti (in stato pessimo e mediocre), si interverrà, ove possibile, apponendo delle passerelle metalliche che consentiranno al visitatore di poter fruire in sicurezza l'edificio, beneficiando della vista panoramica da esso fornita. Nel caso delle situazioni più critiche vengono invece proposti

interventi volti alla preservazione del luogo, con azioni di consolidamento e risanamento materico finalizzate a bloccare l'avanzamento dei degradi, senza reintegrare in alcun modo lacune o parti mancanti. Dovranno essere in ogni caso interventi riconoscibili, reversibili e poco invasivi.

In entrambi i casi, lo scopo finale degli interventi non sarà quello di ripristinare lo stato originale della torre ma, piuttosto, quello di preservarla come *landmark* di questo territorio, esimendosi dal ripristinare un'integrità di cui non si ha più traccia.

Tra i sintomi della avarizia spirituale del nostro tempo, possiamo indicare come significativa l'assenza di interesse per il «rudere». Rudere, cioè rovina, anzi, men che rovina, avanzo d'edificio: «termine usato per lo più in senso metaforico, per indicare cosa decrepita e ormai senza risorser».

Piero Gazzola⁵

Necessitano, invece, un altro tipo di approccio quelle torri abbandonate ma in buono stato di conservazione o quelle che siano già restaurate ma adibite ad una funzione che non ne valorizza la morfologia e la localizzazione (stato discreto e buono). In tali casi sono previsti interventi di rifunzionalizzazione degli spazi sia interni che esterni, puntando anche su attività monetizzabili che attivino nuovi tipi di socialità e che rimettano questi spazi a disposizione del territorio.

Una cosa capace di «USO» nelle mani di alcune persone, nelle mani di altre può riuscire all'opposto, a quello che si dice comunemente l'«abuso».

John Ruskin⁶

SECONDA LINEA D'INTERVENTO: interventi territoriali

La seconda linea d'intervento riguarda una scala territoriale e prevede la creazione di un percorso a mobilità lenta lungo la fascia costiera che intercorre tra i comuni di Galatone e Manduria. Questo, oltre a mettere in comunicazione le torri, contribuirà anche all'innalzamento della qualità ambientale e urbana e permetterà ai visitatori di ripercorrere quei tragitti una volta percorsi dalle vedette a cavallo (cavallari) che sorvegliavano le porzioni di costa che intercorrevano tra le torri. Questo percorso andrà a integrarsi alla viabilità esistente, potenziandola e rendendola idonea a spostamenti più sostenibili attraverso la creazione di una serie di azioni volte alla micro-infrastrutturazione del territorio. L'itinerario così creatosi consentirà di valorizzare e ricucire un contesto paesaggistico, notevolmente frammentato, facilitandone la lettura da parte dei fruitori.

Gli spostamenti verso l'entroterra saranno invece garantiti mediante il collegamento alla rete dei tratturi e dei percorsi interpoderali. Inoltre, tale network si andrà ad integrare a delle dorsali di mobilità transregionale e transnazionale già consolidate come CY.RO.N.MED (*CYcle ROute Network of the MEDiterranean*), Eurovelo (Rete Ciclabile Europea) e Bicalia (Rete Ciclabile Nazionale)⁷.

⁵ P. GAZZOLA, *La difesa del rudere*, in: *Castellum* 5/1967 /5-4.

⁶ J. RUSKIN, *The Poetry of Architecture*, London's Architectural Magazine, Londra (1837).

⁷ Regione Puglia – *assessorato ai trasporti e vie di comunicazione, studio di fattibilità CYcle ROute Newtwork of the MEDiterranean*, dicembre (2007).

Considerazioni finali

Riassumendo, sfruttando la posizione privilegiata delle torri, poste ad intervalli più o meno regolari e mettendo a sistema gli interventi sulle torri e gli interventi sul percorso, si verrebbe a creare un'offerta culturale e turistica varia e delocalizzata. Uno degli aspetti principali è che questa sia rispondente alle esigenze dei fruitori e che si adatti con flessibilità alle loro differenti necessità. Per tale motivo è stato basilare considerare simultaneamente due aspetti: la distanza media che un uomo può percorrere al giorno (circa 50 km, camminando 10 ore, riposandone 8 e fermandosi per delle piccole pause ogni ora, per mangiare e ristorarsi) e la distanza media tra le torri (circa 5 km l'una dall'altra). Da queste considerazioni è scaturita la distribuzione delle funzioni all'interno di ciascuna torre. In tal modo le torri costituiranno una sorta di *hot-spot* della rete che si verrà a creare e le funzioni localizzate all'interno di esse saranno ausiliarie all'intero percorso e quindi allo stesso territorio.

Questo porterebbe notevoli benefici ad un territorio che vive prevalentemente tre mesi l'anno, innescando una serie di meccanismi che favorirebbero la destagionalizzazione dei flussi turistici.

Il progetto ha trovato le sue basi, prima di tutto, nella conoscenza del luogo, della sua storia e, soprattutto, delle sue caratteristiche identitarie territoriali. Questo passaggio è stato fondamentale per pianificare delle apposite strategie di riqualificazione che tenessero conto, sia degli aspetti fisico-materiali che di quelli culturali-immateriali, entrambi essenziali per il mantenimento e la valorizzazione dell'identità del luogo.

Quindi il nostro intervento non ha lo scopo di essere un progetto definitivo, ma piuttosto può essere considerato una metodologia di lettura e di intervento, una sorta di *modus operandi* che fornisce un criterio per rifunzionalizzare l'antica infrastruttura difensiva e allo stesso tempo sviluppare le potenzialità del territorio costiero.

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare il Prof. Andrea Zerbi per aver sostenuto e appoggiato la nostra idea di partenza permettendoci di dare forma al progetto di tesi ivi presentato. Siamo altrettanto riconoscenti al correlatore Prof. Marco Cillis per il contributo riservatoci nella stesura del lavoro, fornendoci punti di vista differenti e nuovi stimoli di approfondimento.

Bibliografia

- [1] Alessio G., *Osservazioni sulle "specchie" pugliesi*, Centro di studi salentini, Lecce, 1957.
- [2] Atilio C., De Luca F., Scalzo M., *Le torri costiere per la difesa anticorsara in provincia di Taranto*, Firenze, 1982.
- [3] Attaianese E., Fiore V., Pinto M.R., Viola S., *La costruzione tradizionale – note sulle tecniche costruttive nel napoletano*, de Costanzo Editori, Napoli, 1993.

- [4] Ausiello G., *La tradizione costruttiva mediterranea*, Centro interdipartimentale di ricerca per lo studio delle tecniche tradizionali dell'area mediterranea, ricerche Cittam, 1999.
- [5] Battaglia R., *I graffiti antropomorfi di Grotta Romanelli*, Istituto Italiano di paleontologia umana, Firenze, 1935, p. 2.
- [6] Birra C., *Gli Ingegneri Regi a Napoli (1571-1643)*, Tesi di laurea, Napoli, 2015.
- [7] Brunetti O., *La pratica dell'architettura militare nel Vicerego di Napoli del XVI secolo*, in "Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología B.S.A.A. de la Universidad de Valladolid", LXV, 1999, pp. 219-235
- [8] Burattini E., Fiengo G., Guerriero L., *Murature tradizionali napoletane: problemi di datazione e formazione di una base di conoscenza in Multimedia*, Beni culturali e formazione (a cura di G. Gisolfi), Salerno, 1994.
- [9] Calcagno Maniglio A. *Paesaggio costiero, sviluppo turistico sostenibile*. A. Calcagno. ed, 2009.
- [10] Carangelo C., *Le Torri Costiere della Penisola Salentina; Sentinelle di pietra a difesa del territorio*, Tricase, 2009.
- [11] Caravita P., *Pragmatica, edicta, regiaeque sanctiones Neapolitani regni - Venetiis*, Aldus 1580, p.132
- [12] Carta di Lanzarote, *I Conferenza mondiale sul turismo sostenibile. 1995*.
- [13] Checchi A., *La difesa costiera nel Salento dal XVI. secolo*, Novoli, 2016.
- [14] Cisternino R., *Torri costiere e torrieri del Regno di Napoli (1521-1806)*, Istituto Italiano dei Castelli, Roma, 1977.
- [15] Coco P. A., *La guerra contro i turchi in Otranto: fatti e persone: 1480-1481*, Gaetano Martello editore, Lecce, 1915.
- [16] Coco P. A., *Porti, castelli e torri salentine, edito a cura dello Istituto di architettura militare*, Museo del genio, Castel Sant' Angelo, 1930.
- [17] Coniglio G., *Il regno di Napoli al tempo di Carlo V. Amministrazione e vita economica-sociale*, Napoli, 1951.
- [18] Coniglio G., *Il vicerego di don Pietro di Toledo (1532-53)*, Giannini Editore, Napoli, 1984.
- [19] Corchia A., "Monumenti Costieri Salentini Abbandonati; II - Le Torri di Vedetta: elenco, origine, forma", La Zagaglia A. III, n. 12, dicembre 1961, pp. 35-42.
- [20] Corchia A., "Monumenti Costieri Salentini Abbandonati; II - Le Torri di Vedetta: elenco, origine, forma", La Zagaglia A. IV, n. 23, settembre 1964, pp. 286-292.
- [21] Corchia A., "Monumenti Costieri Salentini Abbandonati; II - Le Torri di Vedetta: elenco, origine, forma", La Zagaglia A. V, n. 20, dicembre 1963, pp. 413-423.
- [22] Così G., *Torri Marittime di Terra d'Otranto*, Congedo, Galatina, 1992.
- [23] D.M. 30 Novembre 1999, n. 557, *Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili*.
- [24] De Marco M., *Torri e Castelli del Salento: Itinerario Costiero*, Capone, Lecce, 1994.
- [25] De Pascalis G., *Torre Santa Caterina di Nardò*, Nardò, 2012.
- [26] De Vita R., *Castelli, Torri ed opere fortificate in Puglia*, Adda Editore, Bari, 2001.
- [27] Docci M., Maestri D., *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Bari, Laterza, 2009.
- [28] Esposito C., *Slowscape: Torri Costiere di Puglia*, Adda Editore, Bari, 2015.

- [29] Faglia V., *24 restauri di torri costiere: pianificazione interregionale per il recupero delle torri costiere del Regno di Napoli*, Istituto Italiano dei Castelli, Roma, 1986.
- [30] Faglia V., Bruno F., *Censimento delle torri costiere nella provincia di terra d'Otranto: indagine per il recupero del territorio*, Istituto Italiano dei Catelli, Roma, 1986.
- [31] Faglia V., *La difesa anticorsara in Italia dal XVI secolo: le torri costiere, gli edifici rurali fortificati*, Istituto Italiano dei Castelli, Roma, 1974.
- [32] Ferrara C., *Le torri Costiere della penisola salentina: sentinelle di pietra a difesa del territorio*, Tricase, 2008.
- [33] Gaballo M., Fai C., *Riviera Neretina: le torri costiere: contributo allo studio e alla salvaguardia del patrimonio locale*, Nardò Nostra, Nardò, 1986.
- [34] Galante S., *Materia, forma e tecniche costruttive in Terra d'Otranto. Da esperienza locale a metodologia per la conservazione*, Tesi di dottorato, Napoli, 2002-03.
- [35] Galasso G., *Il Mezzogiorno medioevale e moderno*, Giulio Einaudi editore s.p.a., Torino, 1965.
- [36] Galasso G., *Il Mezzogiorno nella storia d'Italia*, Felice Le Monnier, Firenze, 1977.
- [37] Gianfreda G., *Otranto nascosta*, Del Grifo, Galatina, 1997, p. 59.
- [38] Leopizzi T., *Le torri costiere intorno a Gallipoli*, Rassegna della Banca Popolare Sud Puglia, X, 1984, n. 1, pp. 17-52.
- [39] Marciano G., and Domenico Tommaso Albanese. *Descrizione, origini e successi della provincia d'Otranto del filosofo e medico Girolamo Marciano di Leverano*. Stamp. dell'Iride, 1855.
- [40] Palumbo G., *Salento megalitico: specchie, dolmen, pietrefitte*, studi Salentini, Galatina (Lecce), 1,2, dic. 1956, pp. 58-73.
- [41] Panareo S., *"Turchi e Barbareschi ai danni di Terra d'Otranto"*, Rinascenza Salentina, Anno I, N° 1, gennaio-febbraio 1933, pag.113.
- [42] Pasanisi O., *La costruzione generale delle torri marittime ordinata dalla R.Corte di Napoli, in Studi di Storia Napoletana di onore di Michelangelo Schipa*, Napoli 1926, pp.43-42.
- [43] Piccione I., *Le Torri Costiere sull'argo di Nardò*, Tesi di Laurea, Milano, 1988-89.
- [44] Regione Puglia – Assessorato ai Trasporti e Vie di Comunicazione, *studio di fattibilità CYcle ROute Newtwork of the MEDiterranean*, dicembre 2007.
- [45] Ruscelli G., *Precetti della militia moderna, tanto per mare quanto per terra*, Venetia, 1568, pp. 39-47.

Sitografia

<http://vincoliinrete.beniculturali.it/VincoliInRete/vir/utente/login>

<https://www.istat.it/it/archivio/turismo>

http://www.sit.puglia.it/portal/portale_pianificazione_regionale/Piano%20Paesaggistico%20Territoriale.

PROCESSI URBANI NEL LITORALE DEL GOLFO DI TARANTO: MARINA DI CHIATONA

Nicola Martinelli¹, Vito D'Onghia², Silvana Milella²

¹ Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura (Dicar), Politecnico di Bari, via Orabona 4 - 70126 Bari tel. 080 5963826, fax 080.5963880 email: nicola.martinelli@poliba.it

² Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura (Dicar), Politecnico di Bari

Riassunto – L'incessante minaccia del processo di antropizzazione dei paesaggi ecotonali connessa agli impatti dei *Climate Changes* su diffusi processi di arretramento costiero nel bacino Mediterraneo orienta progressivamente tutti gli stati rivieraschi della U.E. a politiche orientate al *Integrated Coastal Zone Management* che in accordo con le visioni della *Marine Strategy* europea (Direttiva Quadro sulla strategia per l'ambiente marino 2008/56/CE MSFD, *Marine Strategy Framework Directive*, entrata in vigore nel luglio del 2008) vada verso una visione strategica di riqualificazione e valorizzazione integrata del sistema mare-costa-entroterra. Ad esempio, in Puglia con la rivisitazione normativa regionale in materia di tutela e uso della costa¹, la Regione ha definito in materia di demanio marittimo alcuni principi inerenti la salvaguardia e l'uso eco-sostenibile dell'ambiente, i criteri di pianificazione costiera, l'accessibilità ai beni del demanio marittimo per una libera fruizione della risorsa mare, la trasparenza e la definizione degli indirizzi delle destinazioni pubbliche per le attività legate al turismo balneare, alla nautica da diporto.

Il *case study*, che si intende presentare, riguarda il contesto geografico del Mar Ionio compreso tra i territori comunali di Massafra e Palagiano in provincia di Taranto, dove l'elevata fertilità agricola dei territori dovuta all'idrografia sotterranea e alla presenza di solchi erosivi premurgiani², associando l'occupazione dei terreni destinati all'agricoltura e all'utilizzo della resinatura³, vede la nascita di forme insediative di scarsa qualità architettonica destinate quasi esclusivamente all'uso turistico di corto raggio, a "seconde case" che hanno dimostrato ben poco all'economia turistica regionale con un limitato contributo stagionale.

Il presente contributo intende indagare su quanto si stia sviluppando in questo territorio in occasione della redazione dei nuovi strumenti di Pianificazione legati alla "Rigenerazione urbana sostenibile", che individua una inedita visione integrata delle amministrazioni comunali di Massafra e Palagiano che ha portato di recente ad individuare una comune riflessione della Marina di Chiatona.

Abstract – *The incessant threat of the process of anthropization of the ecotonal landscapes connected to the impacts of climate change on coastal recession processes in the Mediterranean basin progressively orients all the coastal states of the E.U. to policies oriented to the Integrated Coastal Zone Management which, in accordance with the vision*

¹ Legge Regionale Puglia n.17 del 10 aprile 2015 "Disciplina della tutela ed uso della costa".

² I solchi erosivi carsici del versante occidentale ionico sono denominate Gravine, che consistono in depressioni con una forte acclività dovuti all'azione naturale dei corsi d'acqua di natura episodica.

³ La resinatura è una pratica manuale di origine romanica di estrazione della resina dai Pini d'Aleppo.

of the European Marine Strategy (Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC MSFD, which came into force in July 2008) goes towards a strategic vision of redevelopment and integrated enhancement of the sea-coast-inland system. For example, in Apulia with the revision of regional legislation on the protection and use of the coast, the Region has defined in the field of maritime property some principles concerning the protection and use of eco-sustainable care, the criteria for coastal planning, the accessibility to the assets of the maritime domain for a free use of the sea resource, transparency and definition of the addresses of public activities related to seaside tourism, to pleasure boating.

The case study that refers to the geographical context of the Ionian Sea between the municipal territories of Massafra and Palagiano in the province of Taranto, where the high agricultural fertility of the territories thanks underground hydrography and the presence of Premonian shrinking furrows, associating the occupation of land for agriculture and the use of resin, we see the emergence of settlement forms of poor architectural quality, such as "second homes", that have presented very little to the regional tourism economy with a limited seasonal contribution.

The present contribution intends to investigate what is being developed in this area on the occasion of the drafting of new planning instruments linked to "sustainable urban regeneration", which identifies an unprecedented integrated vision of the municipal administrations of Massafra and Palagiano which has recently led to a common reflection of the Marina di Chiatona.

Il processo di pianificazione costiera in Regione Puglia

La costruzione dei Quadri di Conoscenza nell'ambito della pianificazione settoriale costiera costituisce una fonte di informazioni di complessa gestione, allorché nella fase ricognitiva dei processi di governo del territorio vengono definiti i livelli di criticità e sensibilità, associati ad una lettura d'insieme delle aree di competenza tra Enti Locali e gestione demaniale. L'articolata ricognizione dello stato di fatto delle aree demaniali e rispettive pertinenze, quasi sempre si confronta con il processo di competenza e sussidiarietà tra Enti coinvolti, inadeguati a dialogare dell'interesse pubblico e del bene da valorizzare.

La normativa regionale della Puglia del 10 aprile 2015, n. 17 "Disciplina della tutela e dell'uso della costa" delinea l'esercizio delle funzioni amministrative connesse alla gestione del demanio marittimo, alla salvaguardia, alla tutela e all'uso eco-sostenibile dell'ambiente. Le funzioni connesse alla gestione del demanio marittimo nel territorio pugliese vengono così articolate su due livelli di pianificazione, a livello regionale con il Piano Regionale delle Coste (PRC) e a livello comunale con il Piano Comunale delle Coste (PCC), strumenti entrambi atti a disciplinare le attività e gli interventi sulla fascia di competenza del demanio marittimo e sulle zone del mare territoriale, garantendone la valorizzazione e la conservazione dell'integrità fisica e patrimoniale.

La Regione Puglia a seguito dell'approvazione del Piano Regionale delle Coste (PRC) ha emanato, ai sensi della D.G.R. n.2273 del 13 ottobre 2011, delle istruzioni tecnico-operative⁴ per consentire e facilitare le amministrazioni pubbliche costiere a redigere dei

⁴ Le Istruzioni Tecniche Operative forniscono degli indirizzi e dei criteri con i quali devono essere redatti i Piani Comunali delle Coste (PCC) al fine di raggiungere gli obiettivi del Piano Regionale

propri strumenti di pianificazione settoriale.

Tali istruzioni tecniche sebbene redatte con una certa rigidità rimangono comunque orientate da una nuova logica di approccio alla pianificazione basata sull'utilizzo di Sistemi Informativi Territoriali (strumenti GIS) innovativi, capaci di aggregare una singola informazione all'effettiva localizzazione in uno associato sistema di riferimento. L'utilizzo pur corretto delle applicazioni di *overlay mapping* degli strati informativi si scontra però con la fragilità delle strutture organizzative degli Enti Locali, costretti a misurarsi con nuove metodologie di lavoro e preannunciati commissariamenti nel caso di ritardo nella redazione dei piani settoriali.

La vecchia logica di pianificazione a livello comunale, precedente all'innovazione normativa definita prima dalla L.R. n.20 del 27 luglio 2001⁵ e successivamente al Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR)⁶, non mostra particolare sensibilità per la tutela dello spazio costiero e della sua fragile funzione ecotonale, ma definisce luoghi dello stratificarsi di destinazioni d'uso che sottendono ad una forma particolare definita dall'esigenze della città contemporanea. [8]

La costruzione del patrimonio di conoscenze della pianificazione costiera comprende quale sia il "campo d'azione" dei Piani Comunali delle Coste (PCC) restituendo una molteplicità di confini fisici possibili come luogo delle relazioni reciproche tra paesaggi terrestri e paesaggi marini, tra strumenti dinamici e metodi previsionali rigidi e schematici definiti dagli strumenti di *governance* multilivello.

A tale organizzazione viene associato un modello logico di conoscenza utile a stabilire la netta correlazione tra componenti del paesaggio e sistema delle tutele per interpretare in maniera proattiva eventuali trasformazioni del governo del territorio e gestione ed uso della costa in chiave sostenibile. [11]

La redazione di un Piano Comunale delle Coste è quindi imprescindibile dalla visione del paesaggio nel territorio retro-costiero e della sua connessione con l'entroterra stabilita dagli indirizzi e dalle prescrizioni del Piano Paesistico. Una fruizione articolata di un turismo sostenibile e della gestione demaniale costiera cerca di superare quella logica vincolistica di conservazione del paesaggio, restituendo relazioni e visioni attraverso progetti e scenari strategici per logiche di sviluppo dell'identità regionale. [10]

delle Coste, e far sì che le funzioni degli enti locali (in particolare il rilascio di concessioni demaniali marittime), siano svolte in modo efficace ed efficiente, nonché coordinate e coerenti con la pianificazione costiera regionale. Tali istruzioni forniscono i formati standard con i quali devono essere realizzati gli elaborati grafici, in modo da poter gestire in maniera più efficace le fasi di controllo dei piani comunali attraverso il portale informatico del Sistema Informativo Territoriale della Regione Puglia (SIT), utilizzando le preziose informazioni utili al medesimo processo di pianificazione acquisite dall'Ufficio Demanio Marittimo e rese disponibili ai Comuni costieri. Vengono pertanto forniti l'elenco e le indicazioni specifiche dei singoli strati informativi individuati, per i quali vengono definite e indicate, attraverso il modello logico e il modello fisico, le regole per la redazione degli elaborati e l'insieme degli attributi che devono accompagnare ogni elemento.

⁵ La Legge Regionale Puglia n.20/2001 "Norme generali di governo e uso del territorio" persegue gli obiettivi della tutela dei valori ambientali, storici e culturali espressi dal territorio, nonché della sua riqualificazione, finalizzati allo sviluppo sostenibile della comunità regionale. Tale normativa articola la pianificazione del territorio nei livelli regionale, provinciale e comunale.

⁶ Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) è stato definitivamente approvato con DGR n.176 del 16/02/2015 adeguato al Codice dei beni culturali e del paesaggio DLgs n.42/2004.

La valorizzazione e la riqualificazione integrata dei paesaggi costieri, rappresenta uno dei cinque *Progetti di Territorio* del nuovo PPTR per la *vision* strategica di condivisione del paesaggio regionale, confrontando relazioni di larghezza e profondità variabili in funzione dei caratteri geomorfologici e ambientali dell'identità dei territori costieri.

Il riconoscimento del valore territoriale dei paesaggi costieri non viene definito solo da prescrizioni di tutela e salvaguardia, ma da valutazioni economiche di durevole certezza capaci di confrontarsi con una volontà espressa delle comunità locali di destagionalizzare l'attuale offerta turistica regionale attraverso l'integrazione di forme di turismo ecobalneare associate a strategie virtuose tra costa ed entroterra, capaci di mobilitare risorse più ampie di quelle situate a ridosso del litorale. [12]

Un Piano Comunale Costiero, pertanto non può limitarsi a considerare solo e strettamente le aree all'interno della fascia demaniale comprendente la zona delimitata dalla linea di costa e dalla *dividente demaniale* ma capace di integrarsi attraverso progetti di rete e programmi operativi comunitari riguardanti tematiche attuali di rigenerazione urbana, di pianificazione strategica di area vasta, definendo limiti all'incessante pratica di consumo di suolo. [6]

Il quadro progettuale di pianificazione settoriale costiero a livello locale, nello specifico *case study* di Marina di Chiatona in provincia di Taranto, delinea direttrici di sviluppo per il diffondersi nel tempo e nello spazio di un turismo balneare destagionalizzato con innovativi percorsi di connessione per prospettare azioni e indirizzi di riqualificazione del centro minore costiero indispensabile a garantire alle comunità locali una fruizione lenta della risorsa mare e un paesaggio percettivo fondato sull'identità dei luoghi.

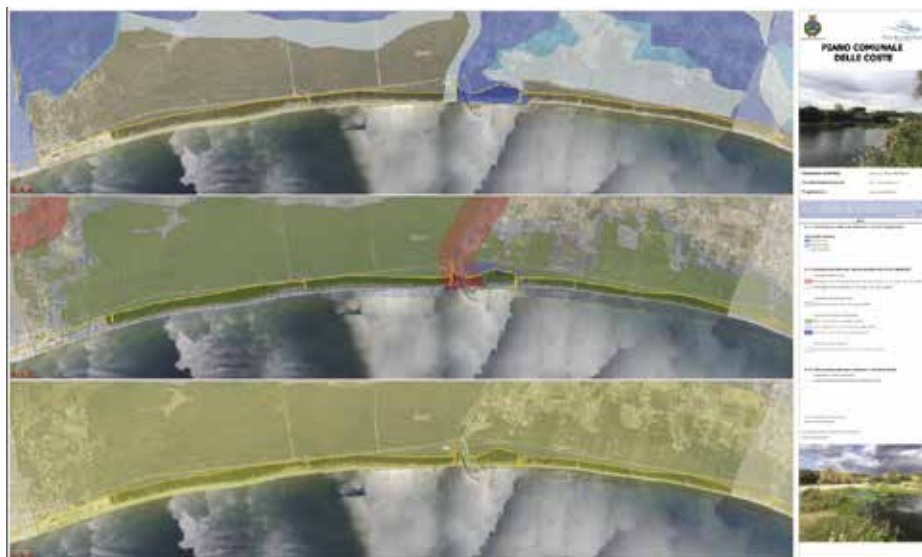


Figura 1 – La redazione del Piano Comunale delle Coste nel Comune di Massafra (elaborazione grafica dell'autore, 2018).

Un paesaggio costiero tra antropizzazione e integralità: Marina di Chiatona

La rapida crescita socio-economica dell'intera provincia ionica, conseguenza del trend positivo dell'edilizia degli anni Sessanta e del processo di industrializzazione pesante dell'area, induce allo sviluppo dei cosiddetti "centri marini minori" localizzati in contesti paesaggistici ad alta valenza ecologica; tali insediamenti, frutto di inadeguati strumenti di programmazione e pianificazione del territorio hanno via via accresciuto i processi di antropizzazione del litorale costiero del versante occidentale del golfo di Taranto.

Marina di Chiatona, località balneare storica di Massafra e di Palagianò, è una frazione condivisa tra due realtà amministrative, realtà che mostrano criticità complesse per l'attuazione di politiche rivolte alla riqualificazione, allo sviluppo turistico e alla fruizione di spazi condivisi inerenti l'accessibilità alla fascia demaniale.

L'espansione urbana susseguitasi subito dopo gli interventi della bonifica borbonica e con l'utilizzo della pratica di resinatura per soddisfare esigenze legate al mercato ittico⁷, ha visto la nascita di tale centro costiero.

La zona territoriale del contesto marino viene delimitata da numerosi corsi d'acqua episodici originari dei solchi erosivi del territorio della Terra delle Gravine⁸ che per Marina di Chiatona vengono rappresentati nel versante di Massafra dal fiume Patemisco e nel versante di Palagianò dal fiume Lenne.

Il litorale viene oggi caratterizzato da una continuità laterale del sistema dunale ampiamente colonizzato da una vegetazione arbustiva e a macchia mediterranea, che contraddistingue la località balneare nel preservare un'integrità paesaggistica ad alta valenza ecologica ed ecosistemica, contrapposto a un processo di "litoralizzazione" avvenuto nei primi anni Cinquanta. Peraltro, l'infrastrutturazione ferroviaria della linea Taranto-Reggio Calabria ha da sempre negato l'accessibilità carrabile alla costa custodendone il carattere naturalistico delle componenti botanico vegetazionali costituite prevalentemente da boschi di Pino d'Aleppo e formazioni arbustive tipiche del bacino del Mediterraneo. [12]

La dimensione della contemporaneità mostra una località balneare abbastanza fragile e priva di una qualità urbana e di forme architettoniche di qualità, presentando carenza di servizi e infrastrutture capaci di risollevarne le sorti di un tratto di costa sabbioso della Puglia unico per i suoi caratteri fisici. Chiatona, evidenzia oggi, i segni di un turismo balneare di prossimità a monovalenza balneare e fortemente stagionalizzato in brevi e intensi periodi della stagione estiva, denotando una forte complessità di gestione e una marcata criticità nell'esistente e nell'inadeguatezza infrastrutturale locale.

Le linee programmatiche delle due amministrazioni locali interessate in materia di gestione e controllo del territorio di tale centro minore, non hanno mai espresso una visione autoritaria nell'indirizzare una strategia comune e coordinata capace di pianificare forme

⁷ Il materiale estratto dalle conifere (Pino d'Aleppo) è la pece che appare idrorepellente, utilizzata per rendere impermeabili gli scafi delle barche e delle navi.

⁸ Il Parco Naturale Regionale della Terra delle Gravine istituito con Legge Regionale Puglia n.18 del 20 Dicembre 2005 comprende i territori ricadente sui comuni di Castellaneta, Crispiano, Ginosa, Grottaglie, Laterza, Martina Franca, Massafra, Montemesola, Mottola, Palagianello, Palagianò, San Marzano di San Giuseppe, Statte e Villa Castelli, per un totale di circa 25 000 ettari rappresentando la più estesa area protetta della Regione Puglia.



Figura 2 – Il centro di Chiatona conteso fra le amministrazioni comunali di Massafra e Palagiano (fonte foto Google Maps, 2018).

sinergiche di sviluppo, procrastinando sempre una difficile interpretazione del rapporto luogo-paesaggio e costa.

Il tessuto urbano, nella maggior parte della sua estensione, presenta caratteri differenti nelle due realtà amministrative, da un lato la frazione di Massafra appare in un'inedita condizione di naturalità costiera, con urbanizzazioni meno invasive a carattere sparso, tipico di “seconde case”, con percorsi che si adattano al meglio al sistema dunale, mentre dall'altra, la frazione di competenza dell'Amministrazione Comunale di Palagiano, dove il tessuto edilizio appare compatto e alto, con maglia densa, che cancella la struttura ecotonale.

Il nucleo di Chiatona si focalizza su una matrice di sviluppo fondata dalla presenza di lidi balneari⁹ con le loro effettive pertinenze e della dismessa stazione ferroviaria, un tempo crocevia di viandanti e di collegamento tra la Puglia e la Basilicata, tra Taranto e Metaponto. Il waterfront di Chiatona, specie nel territorio di Palagiano presenta un forte impatto antropico ulteriormente degradato da forme “anarchiche” di edificazione non pianificate, restituendo un legame negativo tra mare e urbano, a differenza della frazione precedentemente descritta.

La progettualità per un nuova accessibilità costiera rimane contesa fra le due amministrazioni legate a vecchie logiche di “campanile”, precludendo la possibilità di pianificare una *vision* comune per il centro costiero, necessaria al soddisfacimento dei bisogni e dei servizi primari dell'intera comunità. [12]

⁹ Tra gli stabilimenti balneari siti in località di Chiatona, oltre a considerare le aree in consegna d'uso gestite dalla Guardia di Finanza e l'aeronautica Militare 36° Stormo, c'è da richiamare Lido Impero, in territorio di Massafra, stabilimento storico d'origine della località balneare. Lido Impero individua il confine amministrativo tra Massafra e Palagiano, dove in quest'ultima trova luogo la stazione ferroviaria ormai dismessa per la diffusione delle alte velocità di collegamento.



Figura 2 – La Marina di Chiatona di competenza dell'amministrazione di Palagiano (fonte foto: <http://www.zoover.it>, 2018).

Le occupazioni antropiche presenti nel centro costiero (abitazioni, infrastrutture stradali, manufatti, ecc.), realizzate senza una logica di pianificazione hanno contribuito a frammentare la naturale continuità della morfologia costiera, portando a condizioni di rischio e pericolosità idraulica dell'assetto idrogeologico definito dal Piano di Assetto Idrogeologico della Puglia e il normale deflusso delle acque meteoriche. A incrementare le criticità di rischio idraulico vengono associati i fenomeni di erosione costiera, subsidenza e contaminazione salina in falda freatica, deteriorando non solo le produzioni agricole intensive che trovano tradizionale attuazione nel paesaggio resto-costiero e nell'intera area ecotonale del nostro *case study*.

L'erosione costiera evidente nel tratto balneare appena descritto deriva quindi in particolar modo da fattori antropici legati alla realizzazione del Molo settoriale del Porto di Taranto e al continuo prelievo di arenili e materiale delle fasce di pertinenza fluviale dei tratti di fiumi episodici presenti in loco, come il Patemisco e il Lenne.

Il turismo praticato in Chiatona mostra uno scarso dinamismo e un'inesistente competitività con le altre località turistiche, a tale situazione viene aggiunta l'assenza di criteri di pianificazione territoriali rivolti nel realizzare opere di urbanizzazione e a migliorare la qualità architettonica.

L'accessibilità al litorale sabbioso rimane la vera emergenza, in quanto dimostrata da una scarsa attenzione verso la fruizione del bene mare da parte dei diversamente abili e in condizioni di sicurezza per i residenti, quest'ultimi sottoposti, nella stagione balneare, a dover fronteggiare frequenti fenomeni di incendi dolosi della folta componente botanica

vegetazionale, capaci di devastare in maniera irreversibile l'intero ecosistema consolidatosi nel tempo.

Inoltre, le pratiche incontrollate di abbandono dei rifiuti registrano un depauperamento ecologico e una scarsa manutenzione del sottobosco, che diventa non solo preda per avifauna selvatica ma pratica diffusa dell'illegalità e del rispetto verso il bene comune.

Politiche di Rigenerazione Urbana per una valorizzazione e riqualificazione integrata del paesaggio costiero

La rivoluzione culturale che la Puglia ha messo in atto negli ultimi anni sui temi del paesaggio dimostra un'attenzione progettuale rivolta alla costa come "grande parco pubblico", restituendo una visione proattiva dei luoghi e definendo regole certe e durature nelle strategie di sviluppo dei territori. [7]

La rigenerazione urbana e la riqualificazione costiera rappresentano delle nuove sfide nel campo dell'urbanistica in quanto vedono nel ruolo delle città e delle aree urbane dei motori economici, centri di innovazione e luoghi di promozione sociale.

La normativa regionale di riferimento¹⁰ in materia di rigenerazione urbana promuove i Programmi Integrati di Rigenerazione Urbana o Territoriale individuando contesti di intervento da riqualificare con carenze infrastrutturali e di servizi, degrado degli edifici e di spazi aperti.

La Programmazione Operativa FESR 2014-2020, Asse Prioritario XII "Sviluppo Urbano Sostenibile", Azione 12.1 "Rigenerazione urbana sostenibile", promossa lo scorso mese di ottobre dalla Regione Puglia ha offerto l'opportunità per gli Enti Locali di individuare una strategia congiunta per rigenerare interi territori. In occasione della stessa, le amministrazioni comunali di Massafra e Palagiano, per la prima volta hanno adottato una *vision* comune, candidando l'area di Marina di Chiatona verso l'attuazione di estesi interventi di rigenerazione urbana e territoriale.

Il mancato accesso ai tali finanziamenti è stato però condizionato da una classifica regionale basata sull'attribuzione di premialità riguardanti territori con forti condizioni di disagio economico-sociale rilevanti, trascurando tra l'altro effettive necessità di piccoli centri intercomunali che non abbiano negli anni ricevuto impegni di spesa in grado di riqualificare ambiti urbani, come quello di Marina di Chiatona.

Il coinvolgimento di attori pubblici e privati nella progettazione e attuazione di programmi atti ad affrontare in modo integrato problemi di degrado fisico costituisce una delle priorità per la valorizzazione dei caratteri ambientali e storico-culturali della marina del caso di studio.

La soluzione alternativa al fenomeno di territorialità di Chiatona, può essere affrontata proponendo riflessioni finalizzate a un intervento urbanistico intersettoriale e intercomunale con modelli di rigenerazione, di sostenibilità ambientale e salvaguardia delle valenze paesaggistiche costiere capaci di individuare azioni di rilancio socio-economico orientate nel migliorare la fruibilità dello spazio costiero e delle attività connesse alla balneazione, implementando un turismo ecosostenibile e alternativo diverso, nel rispetto di una superata concezione culturale incapace di confrontarsi con territori comuni. [4]

¹⁰ L.R. Puglia n. 21 del 29/07/2008 "Norme per la rigenerazione urbana".

Riferimenti bibliografici

- [1] Annese M., “*I caratteri delle due stagioni della rigenerazione urbana in Puglia.*” Working papers. Rivista online di Urban@it - 1/2017 Mind the gap, Il distacco tra politiche e città, (2017), Editore Il Mulino, Bologna
- [2] Annese M., “*Rigenerazione urbana in Puglia. Bilanci, questioni e prospettive dopo 10 anni di esperienza.*” Working papers. Rivista online di Urban@it - 1/2017 Mind the gap, Il distacco tra politiche e città, (2017), Editore Il Mulino, Bologna
- [3] Commission of the European Communities, “*Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on Integrated Coastal Zone Management: A strategy for Europe*”, (2000), Brussels
- [4] D’Onghia V., Milella S., Pagnelli T. “*Dispersione insediativa e depauperamento ecologico-paesistico della costa: Castrignano del Capo (Lecce, frazione Santa Maria di Leuca)*” in Curci F., Formato E., Zanfi F. (a cura di), *Territori dell’abusivismo - Un progetto per uscire dall’Italia dei condoni*, – Saggi. Natura e artefatto, 2017, pp.XII-380, (2017), Donzelli Editore, Roma
- [5] Direttiva Quadro sulla strategia per l’ambiente marino 2008/56/CE MSFD, *Marine Strategy Framework Directive*, Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio e del mare, Strategie per l’ambiente marino Programma di monitoraggio, (2008), Roma
- [6] Lamacchia M.R. “*Definizioni di fascia costiera. Interconnessioni e relazioni complesse*” in F. Moraci, F. Alessandria, C. Fazia (a cura di), *Città costiere e danni ambientali: individuazione di criteri guida di compatibilità per la pianificazione*, (2007), lirti
- [7] Magnaghi A. “*La via pugliese alla pianificazione del paesaggio*” in *Urbanistica*, n.147, pp.8-13, (2011), Roma, INU Edizioni
- [8] Martinelli N. “*Un territorio in attesa di governo*” in Mininni M. V. (a cura di), *La costa obliqua. Un atlante per la Puglia.* (2010), Donzelli Editore, Roma
- [9] Martinelli N. *Lecture Polis University of Tirana Workshop “Coastal Zone Management and Marine Strategy in U.E.”* del 26 maggio 2018, (2018), Tirana
- [10] Martinelli N., Milella S., Marocco F., Rizzi R. “*Una nuova stagione della pianificazione costiera in Puglia*” in Coppola E. (a cura di), *La pianificazione comunale nel Mezzogiorno*, (2015), INU Edizioni, Roma
- [11] Mininni M. V. “*La costa obliqua. Un atlante per la Puglia.*” (2010), Donzelli Editore, Roma
- [12] PPTR, *I Progetti territoriali, La valorizzazione e riqualificazione integrata dei paesaggi costieri*, (2015), Bari

Sitografia

- [A] Commission of the European Communities <https://eur-lex.europa.eu/>
- [B] La Direttiva Ue “Strategia Marina” - Direttiva Quadro sulla Strategia per l’ambiente marino <http://www.naturaitalia.it/>
- [C] Le coste di Puglia <http://www.marepuglia.org/la-costa-della-puglia>
- [D] Piano Paesaggistico Territoriale Regionale della Puglia, 2015 <http://www.sit.puglia.it/>
- [E] Strategia per l’Ambiente Marino <http://www.strategiamarina.isprambiente.it/>

INSEDIAMENTO PORTUALE: MOLO DI SAN VINCENZO. LA RAPPRESENTAZIONE GRAFICA PER LA VALORIZZAZIONE E IL RIUSO DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO NELL'AREA PORTUALE DI NAPOLI

Carla Mottola¹

¹ Dottorato di Ricerca in Architettura Disegno Industriale e Beni Culturali,
Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli" - Dipartimento di Architettura e Disegno
Industriale, Via San Lorenzo – Abazia di San Lorenzo ad Septimum Aversa (CE),
e-mail: carlamottola91@gmail.com

Riassunto – Non è difficile comprendere come la valorizzazione di un Bene Architettonico come il molo di San Vincenzo, nell'area ad ovest del porto turistico di Napoli, rappresenti per bellezza e posizione strategica una risorsa per la città.

Il molo di San Vincenzo è il più antico molo di Napoli, voluto dal viceré Conte Olivares in seguito ad una burrasca nel 1597 che distrusse il molo Grande. Il Viceré, ordinando all'architetto Domenico Fontana di misurare i fondali e progettare un nuovo porto tra Castel Nuovo e l'isolotto di San Vincenzo, avviò il lungo processo di realizzazione del molo che si caratterizzò di più fasi. Ad Alfonso Sanchez, marchese di Grottala furono affidati i lavori per la realizzazione del progetto di Domenico Fontana, che preferì iniziare dalla costruzione della torre denominata Torre di San Vincenzo.

La realizzazione del molo nei secoli registrò molte battute d'arresto. La sua storia articolata ha contribuito a configurarlo oggi la più antica banchina lunga 2,5 km. Si accede dai giardini di Molosiglio ma essendo in uso alla Marina Militare allo stato attuale l'accesso è sbarrato da un cancello che da decenni vincola il passaggio.

Anche le condizioni di degrado e di non messa in sicurezza sono causa della mancata fruizione pubblica incidendo sulla condizione di continuo stato di negligenza e abbandono nonostante gli impulsi e le iniziative avanzate per questo simbolo della città.

Abstract – *It isn't difficult to understand how the valorization of an Architectural Asset like San Vincenzo's jetty in the area west of the tourist port of Naples, represents for beauty and strategic position a resource for the city.*

The pier of San Vincenzo is the oldest in Naples, it was wanted by the viceroy Conte Olivares after a storm in 1597 that destroyed the molo Grande. The Viceroy, commanding architect Domenico Fontana to measure the seabed and design a new port between Castel Nuovo and the San Vincenzo's islet, started the long process of construction that was characterized by different phases. The realization of the project by Domenico Fontana was entrusted to Alfonso Sanchez, marquis of Grottala, who started from the construction of the tower called Torre di San Vincenzo.

The construction of the pier over the centuries recorded many setbacks. Its articulated history has made it today the oldest quay, 2.5 km long. It is accessed from the giardini del Molosiglio but being now in use at Italian Navy, the access is blocked by a gate that limits the passage.

Also the conditions of degradation and non-secure are the cause of the lack of public use, affecting on the condition of continuous negligence and abandonment despite the impulses and initiatives proposed for this symbol of the city.

Introduzione

Ormai è nota la potenzialità del “ripensamento” dei luoghi simbolici delle città come occasione per dare impulso a progettualità creative e innovazione sociale, rinnovando il patrimonio e valorizzandolo attraverso la diffusione della conoscenza della memoria storica e d’identità dei luoghi, purtroppo spesso celata ai molti.

Nel Regno di Napoli e di Sicilia durante la seconda metà del Cinquecento, la struttura portuale rappresentava una parte della città ormai obsoleta in quanto non era più in grado di fronteggiare le esigenze del governo spagnolo. Filippo II per far fronte alle continue incursioni turche decise di rafforzare le strutture difensive e potenziare la struttura portuale. L’intento di Filippo II era quello di realizzare una flotta di galere per controllare le acque del Mediterraneo dalla minaccia orientale ma per far ciò, si rendeva necessario una riorganizzazione delle infrastrutture portuali del Regno, data soprattutto dalle dimensioni sempre più imponenti della nautica militare moderna generando di conseguenza l’esigenza di un adeguamento del porto tradotto in spazi sempre più estesi per ospitare navi, come il galeone e la galeazza.

Il primo impulso progettuale per la realizzazione del nuovo porto si concretizzò nell’invito nel 1573 al Regio Ingegnere Benvenuto Tortelli per la realizzazione della nuova struttura portuale. Dalla tavola Strozzi, veduta quattrocentesca della città Napoli databile al 1472-1473 conservata nel Museo Nazionale di San Martino di Napoli, si può notare come dinanzi a Castel Nuovo vi è rappresentato un isolotto non molto distante dalla terraferma sul quale si erigeva una torre di avvistamento dedicata a San Vincenzo, ed è proprio da quell’isolotto che Tortelli decise di avviare l’opera di rinnovamento portuale.

Prima ancora che il progetto entrasse nel vivo la violenta tempesta dell’11 aprile del 1597 causò ulteriori danni alla flotta spagnola e al porto di cui erano già noti i problemi di insabbiamento. Antonio Bulifon descrisse l’evento definendolo come un “terribilissimo temporale” infatti dalle cronache da lui narrate si legge: *«all’undici di aprile fu in Napoli uno terribilissimo temporale [...] il mare si gonfiò che copriva tutt’il molo, dove si sommersero cinque galere, tre navi grosse et altri legni minori, molte colonne del molo, dove stavano legnate le gomene delle dette navi, si spiantarono, e molti pezzi di marmo di smisurata grossezza, ivi sbarcati, furono dalla violenza dell’acqua sbalzati dentro del porto. Il molo medesimo restò in più parti fracassato»*.

Di questa situazione fu messo al corrente il re Filippo II con un resoconto speditogli dal viceré conte di Olivares nel quale ebbe modo di descrivere i danni afflitti dalla tempesta e l’inadeguatezza del Molo Grande. Dal dettagliato racconto del viceré Olivares, si evince come il Conte, apprezzando molto, avesse pensato che l’architetto più adatto ai cui affidare il progetto per il nuovo porto potesse essere Domenico Fontana. In accordo con il piano di ampliamento realizzato da don Pedro di Toledo fu previsto la realizzazione del molo San Vincenzo, ad occidente del più antico molo Angioino, di forma concava verso oriente, con accosti inseriti in una poligonale.

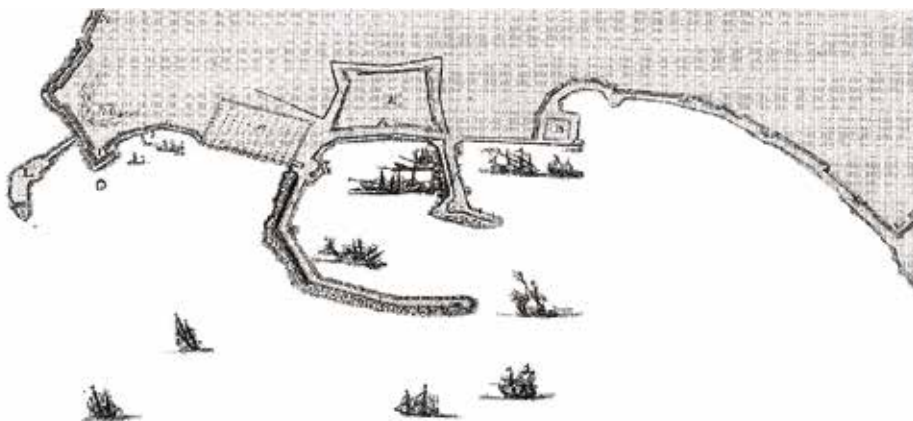


Figura 1 – Progetto del molo San Vincenzo di Domenico Fontana.
 Figure 1 – San Vincenzo pier's project by Domenico Fontana.

Il re autorizzò l'inizio e l'affidamento dei lavori all'architetto Fontana che fornì una documentata relazione accompagnata da un'incisione.

A narrare l'evento della posa della prima pietra sempre Antonio Bulifon dà notizia scrivendo nelle cronache del 23 giugno del 1598: «*si gittarono li primi fondamenti del molo nuovo vicino alla torre di San Vincenzo intervenendovi il cardinal arcivescovo, il viceré e molti cavalieri et ufficiali, che poi restò imperfetto, com'hoggi si vede*».

Il 13 settembre del 1598 Filippo II re di Spagna morì e sul trono gli successe il figlio Filippo III, appena ventenne. Data la sua giovane età le redini del governo furono affidate a Francisco Gomez de Sandval y Rojas marchese di Denia e dal 1600 duca di Lerma, che negli anni divenne molto caro all'infante.

Il nuovo re, Filippo III, ordinò l'interruzione dei lavori. Dopo un anno dell'intero progetto del molo si riuscì a realizzare solo 30 canne così come documentate dall'architetto Fontana. Ricordando che una canna è uguale a 10 palmi napoletani, e che 1 palmo napoletano è pari a 26,4 cm quindi 30 canne sono pari a 79,2 m.

Solo nel 1836, sotto il regno di Ferdinando II di Borbone si deliberò la creazione di un porto militare e la prosecuzione della costruzione del molo di San Vincenzo, che durante il regno raggiunse i 550 m di lunghezza in direzione sud-est a partire da Castelnuovo. A metà dell'Ottocento alla base del molo presso la Darsena si sistemarono l'Arsenale e i cantieri.

Il porto di Napoli fra il 1860 e 1918 fu interessato da ulteriori progetti per l'ampliamento e per il prolungamento del molo San Vincenzo.

Al 1861 il molo San Vincenzo si presentava con il primo tratto in direzione sud-est e al termine un piccolo tratto in direzione nord-est. Nell'insenatura creata dai due tratti ad occidente ospitava il bacino borbonico. La lunghezza registrata al 1867 è di 870 m [fig.2, in alto].

Il porto di Napoli e il molo San Vincenzo dal 1863 al 1896 si presentava così come mostra la tavola di A. Morone, ovvero con il secondo tratto di prolungamento realizzato in linea parallela al primo tratto, fino a raggiungere una lunghezza di 1160 m [fig.2, al centro].

Un ulteriore prolungamento in continuità al quello precedente si registra tra il 1897 e il 1905 raggiungendo la lunghezza di 1450 m [fig.2, in basso]. Questo prolungamento si concluse con la realizzazione della testata a martello lunga 20 metri ultimati nel 1911.

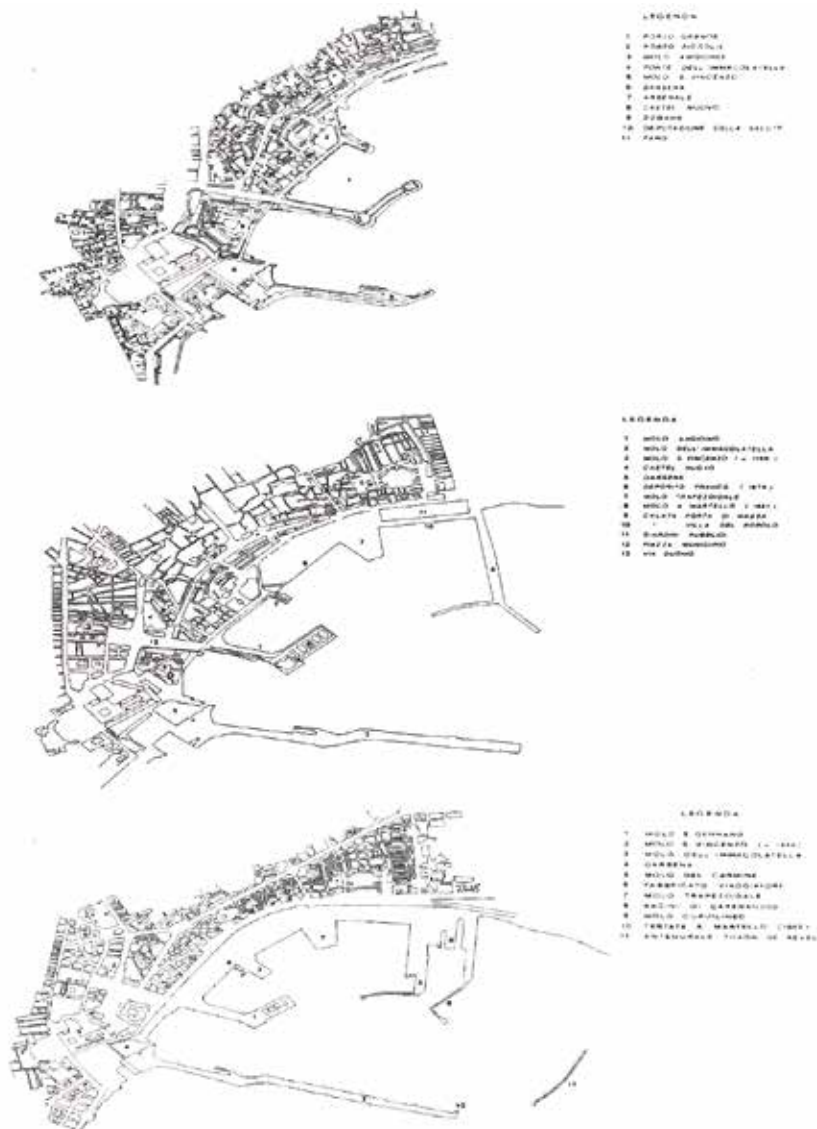


Figura 3 – Configurazione del molo San Vincenzo nel 1861 [in alto], nel 1883 [al centro], nel 1900 ca [in basso].

Figure 2 – Configuration of the San Vincenzo pier in 1867 [up], in 1883 [in the center], in about 1900 [down].

Infine, agli inizi degli anni 20 del XX secolo si giunse a conclusione che fosse necessaria un'ulteriore protezione dalla traversia principale eseguita attraverso la costruzione della diga foranea "Duca degli Abruzzi" ultimata nel 1925.

Le continue interruzioni dei lavori a causa dei crolli

Il molo di San Vincenzo è la più antica banchina del Porto di Napoli, e ad oggi misura 2,5 km. Prima di divenire simbolo della potenza navale borbonica, è stata molto spesso al centro delle discussioni dei maggiori intellettuali tra la fine del Cinquecento e l'inizio del Seicento per il suo inizio dei lavori ad intermittenza. Da queste discussioni se ne può ricavare lo stato di avanzamento dei lavori e tra gli scritti pervenuteci, la testimonianza del Parrino risulta interessante per la critica mossa all'architetto Fontana per l'utilizzo delle pietre di sottofondazione poco resistenti all'azione delle maree in quanto: *«ne fu fatto dal Fontana il disegno, e con l'assistenza d'Alonzo Sances marchese di grottoia ne fu principiata la fabbrica, presso la Torre di San Vincenzo, ch'erasi portata avanti per lo spazio di molte canne con spesa di sessantamila ducati, allora quando fu osservato, che l'flusso, e riflusso del mare havea danneggiate le fondamenta, composte di pietre dolci, le quali da quadre erano divenute rotonde. Quindi è, che l'Architetto pensò valersi de' sassi del monte Olibano presso Pozzuoli, come quelli, ch'essendo d'una miniera più ferrigna, sarebbero saldi all'urto dell'onde; ma datosi a credere al Rè, ch'in quell'opera si sarebbe consumato tutto il suo patrimonio, comandò con dispaccio del Supremo Consiglio d'Italia, che s'alzasse la mano. Così rimase imperfetto la machina, e la torre di San Vincenzo, che dianzi stava in isola, circondata dalle acque, restò attaccata, come sta al presente, alla terra».*

Ovviamente il Fontana non desistette a rispondere alle critiche e pose rimedio all'accaduto ordinando di sostituire i materiali lapidei con altri più resistenti proveniente dalla cave di Pozzuoli. Nonostante ciò le critiche mosse nei confronti dell'inconveniente caduta delle fondazioni da poco realizzate, e ormai note in Spagna spinsero al re Filippo III ad ordinare l'interruzione dei lavori. Questo fu il motivo dell'interruzione dei lavori ad un anno dall'inizio, durante il quale si realizzarono solo le 30 canne descritte dal Fontana.

Nel 1600 le redini effettive del governo spagnolo passarono, causa la giovane età di Filippo III dal marchese di Denia, Francisco Gomez de Sandval y Rojas, al duca di Lerma e quasi contemporaneamente fu sostituito il viceré a Napoli si passò dal conte Olivares al conte di Lemos. Non è difficile sospettare che l'improvvisa e anticipata sostituzione del viceré a Napoli prima della conclusione del mandato fosse dettata dalla vicinanza della moglie del conte Lemos al duca di Lerma, primo ministro del re Filippo III in quanto sorella.

I lavori del porto e del molo San Vincenzo ripresero con il nuovo vicereame condotto dal conte Lemos sempre con la direzione dei lavori del Fontana. Ma purtroppo si registrò un'altra battuta d'arresto quando si verificò un ulteriore crollo consistente in due arcate del nuovo Arsenale. Si ritenne che la causa fu l'azione distruttiva della risacca create con la costruzione del nuovo molo.

I lavori all'inizio del mese di dicembre 1601 furono per la seconda volta sospesi con dispaccio del Re. L'architetto Fontana si difese con una lunga missiva del 5 dicembre inviata al nuovo viceré conte di Benavente che aveva richiesto chiarimento di merito. Nella relazione del Fontana si legge: *«la causa perché sono cadute quelle due arcate, et crepate*

molte altre è stata perché quando furono fondate, non fermo più di palmi otto di fondamento et sotto di esse vi sono palmi sette d'arena et battendo il mare continuamente viene à muovere detta arena et la fabbrica v'è calando à basso, e che le arcate siano crepate, si vede che viene dal sopradetto difetto et cominciorno à crepare fin dal principio, che furono fatte, come tutti li mastri antichi di detto Arsenale l'hanno dichiarato alla presenza del Signor Luogotenente della Camera et sei arcate che sono verso Santa Lucia, quali sono fondate sopra il monte, non hanno patito lesione alcuna come si può vedere». In sintesi, il Fontana attribuisce la causa del dissesto ai capomastri che non avevano realizzato tutte le fondazioni sul fondo roccioso, realizzandone alcune sul fondo sabbioso che all'azione del moto ondoso non hanno resistito.

I crolli avvenuti durante la realizzazione dell'opera oltre a bloccare la continuazione degli stessi accesero la polemica non solo sulle scelte dei materiali adoperati ma anche sui luoghi scelti per il molo e il nuovo Arsenale e molti ingegneri si espressero in merito. In accordo con il Fontana, l'ingegnere Tortelli aveva proposto di costruire il nuovo molo inglobando l'isolotto di San Vincenzo, mentre l'ingegnere Borsotto proponeva di realizzare in quel luogo la nuova darsena e il molo a partire dal Baluardo dell'Alcalà di cui le fondazioni dovevano realizzarsi con "casse".

La difesa del Fontana della scelta dei luoghi e della tipologia delle fondazioni

L'architetto Domenico Fontana si difese alle accuse mossegli inseguito ai crolli scrivendo che anche i suoi predecessori avevano ritenuto idonea la zona della torre di San Vincenzo per tali opere e che rispetto a quanto detto dal Borsotto l'area era adatta per la realizzazione del molo infatti: *«ancorchè hora il detto Borsotto dichì, che fece li detti disegni per darsena et non per porto, si può rispondere, che se all'ora questo era bono per fare una darsena, allargandosi il molo quanto si è disegnato, deve essere buono per fare un porto, mentre il sito è piano et è l'istesso». In più confutò la tesi del Borsotto in merito alla realizzazione del molo a partire dal Baluardo dell'Alcalà scrivendo: «e volendo fare il molo al baluardo dell'Alcalà non passando mai palmi 90 di fondo, e facendosi con tre bracci conforme fu designato altre volte, vi andaria di spesa ducati 684045 che vi faria in ogni modo più spesa in questo, che nel sopradetto – progetto del Fontana – ducati 216145. Oltre che il porto saria molto più piccolo, e manco coperto dai venti, e questi calcoli sono fatti sopra alli fondi dell'uno, et l'altro sito». Oltre al Borsotto, a muovere le critiche più aspre sull'operato del Fontana fu l'architetto e matematico napoletano, Colantonio Stigliola tra l'altro il più agguerrito del gruppo degli oppositori. Autore di manoscritti e saggi in cui sostenne che il porto doveva essere costruito a partire dai mulini in testa a Castel dell'Ovo. Il progetto fu proposto e disegnato da lui. Questo progetto non prevedendo alcun stratagemma tecnico di protezione dei venti, non avrebbe offerto riparo dal vento di levante che assieme al gregale avrebbe costituito un vento di traversia capace di provocare solo una risacca all'interno del porto. L'origine di così aspre critiche è da ricercare in gelosia nei confronti del Fontana, non vedendo di buon occhio che tutto quel gran lavoro fosse nelle mani di un unico artefice. Motivo questo che fece scatenare la polemica giungendo all'orecchio dei re con all'aggiunta che se fossero proseguiti i lavori, si sarebbe prosciugato tutto il patrimonio spagnolo.*

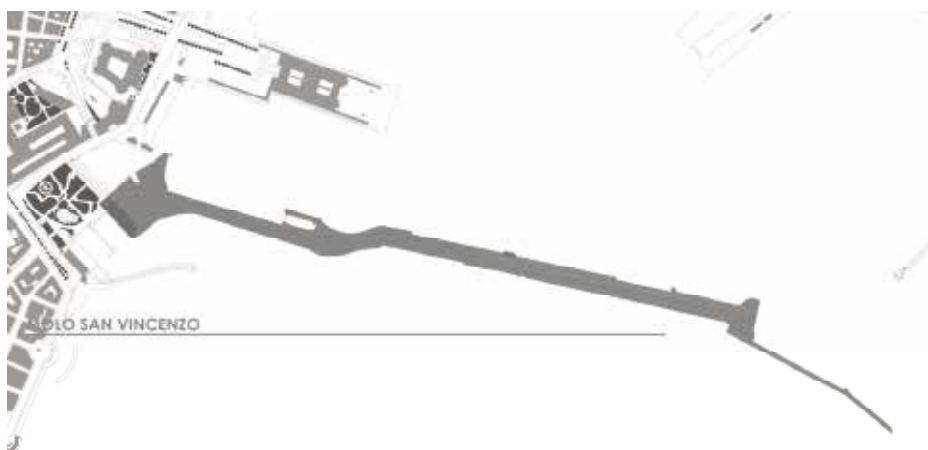


Figura 3 – Inquadramento area del molo San Vincenzo.

Figure 3 – Area of the San Vincenzo pier.

Nella stessa relazione il Fontana esprime ancora una volta le ragioni delle sue scelte progettuali ed elenca i pregi del suo progetto scrivendo: «*Ho voluto anco riferirli le cause per che si deve continuare il molo già incominciato per le seguenti ragioni [...] per venir più grande, e far maggior ridosso [...]. Per esser il sito più piano degl'altri, et arenoso [...] acciò le prime pietre, che si gettano habbino modo di potersi far il letto, et fermarsi [...]. Li porti si devono fare in luoghi, che non si possino mai riempire, come questo, per che le lave, et immonditie non vi possono entrare in modo alcuno, per esser diffuso dal Castel Novo, e parco, et dal molo vecchio [...]. Tutti li porti si devono fare nel commertio delle città, come saria questo, [...] che fossero à presso quello la dogana, et magazzino, per la commodità di caricare, et scaricare li vascelli [...]. Li porti si devono sempre fare sotto alle fortezze maggiori, acciò che per qualsivoglia tempo, che Dio non voglia, fosse occasione di guerra, in nessuno luogo saria più sicuro il porto da nemici [...]. E volendosi continuare il molo incominciato alla torre di San Vincenzo longo canne 400 conforme li disegni, si è calculato per le canne de materiali, che vi andariano conforme alli fondi che vi saria di spesa ducati 467900».*

Critiche riguardarono anche la scelta delle fondazioni utilizzate in quanto gli oppositori sostenevano che le fondazioni più adatte fosse quelle “a casse” mentre il Fontana scelse la tipologia “a getto”. L’architetto adotta la tipologia di fondazione consistente nella infissione di pali circondati da assi di legni accostati tra loro in moda da formare cassoni stagni dai quali venne sottratta l’acqua con delle macchine apposite. Inseguito si misero in opero dei pali di sottofondazione sopra ai quali si costruirono le murate fino all’altezza voluta. Fatto ciò si provvide a smontare gli assi di legno e a rimontarli contigualmente per la prosecuzione dei lavori. L’architetto si difese argomentando la scelta facendo esempi dell’utilizzo delle fondazioni “a getto” in altri porti come quello di Alpenocia, Civitavecchia, Terracina, Palermo, Ancora, Ostia e Pozzuoli.

Inoltre, Fontana con questa scelta dimostrò di conoscere le teorie espresse da Vitruvio nel libro V capitolo XII dove affronta nello specifico gli aspetti tecnici della

realizzazione dei moli ad arcate su piloni e a fondazioni continue ad argine. In questo capitolo, Vitruvio afferma che dove «*a causa dei flussi e delle pressioni del mare aperto i sostegni non potranno trattenere le casse*» bisogna ricorrere alla tecnica del conficcare dei grossi pilastri «*infiammati d'ontano o d'ulivo*» nel suolo marino tali da creare delle casseforme da riempire a getto. Tanti furono gli oppositori quanto altrettante furono le parole del Fontana in difesa del suo operato.

Materiali e metodi

Le fonti utilizzate per questo studio sono quelle iconografiche, archivistiche e bibliografiche, ma nonostante ciò il metodo più efficace di indagine e conoscenza del bene architettonico è il rilievo diretto. La metodologia eseguita si basa su campagne di rilevamento, consentendo di discretizzare il patrimonio architettonico, svelando tutte le sue parti. Durante i sopralluoghi nel sito, in una fase iniziale sono stati prodotti eidotipi, che hanno contribuito all'analisi della tipologia architettonica, mentre per quello che concerne le informazioni metriche sono state ottenute mediante l'uso di attrezzature e strumenti adeguati. Il misuratore laser e le fotografie con punti noti precedentemente misurati sono stati gli elementi necessari per l'elaborazione della configurazione metrica del bene. Di seguito, nella seconda fase dello studio ovvero quello della restituzione grafica si è provveduto alla rappresentazione grafica e critica dello stato di fatto attraverso la digitalizzazione dei dati metrici acquisiti durante i sopralluoghi in sito. La rappresentazione grafica digitale svela la conoscenza del Bene, lì da secoli ma di fatto sconosciuto a molti, attraverso il rilievo architettonico dell'area, con una metodologia diretta e il confronto con le fonti iconografiche e cartografiche.

Risultati

Il molo San Vincenzo è uno straordinario spazio pubblico della città e della sua storia. Lì dove la città si trasforma in paesaggio, è forte il senso di appartenenza sociale. Purtroppo, si tratta di un luogo dove i valori paesaggistici sono consolidati e latenti allo stesso tempo. Consolidati dalla valenza storica e dalla singolare identità paesaggistica e latenti dalla fruizione non garantita. Un molo dalle potenzialità inaudite per posizione e per bellezza risulta uno spazio “pubblico” marginato dalla modernità che l'ha identificato come un'estensione della città residuale del passato ormai non più funzionale. Lo studio condotto evidenzia come per forma, posizione, storia, rapporto con la linea di costa il molo in questione debba essere considerato l'estensione della città monumentale sull'acqua.

Conclusioni

La ricerca e lo studio del molo San Vincenzo con la conseguente rappresentazione digitale ha lo scopo di diffondere la conoscenza del patrimonio culturale e di valorizzare un simbolo cruciale della storia napoletana, sperando in un progetto di rigenerazione a catena del lungomare napoletano orientale. Come è noto, le cause principali dello stato in cui

riversa il molo oggi sono da ricercare nell'assenza di una funzione adeguata e corrispettiva dello spazio. Le esigenze riscontrate nell'area portuale potrebbero trovare una soluzione nel riutilizzo e del cambio di destinazione d'uso proprio di questo molo ma di certo nelle condizioni che ad oggi manifesta non permette di ospitare alcuna di queste.

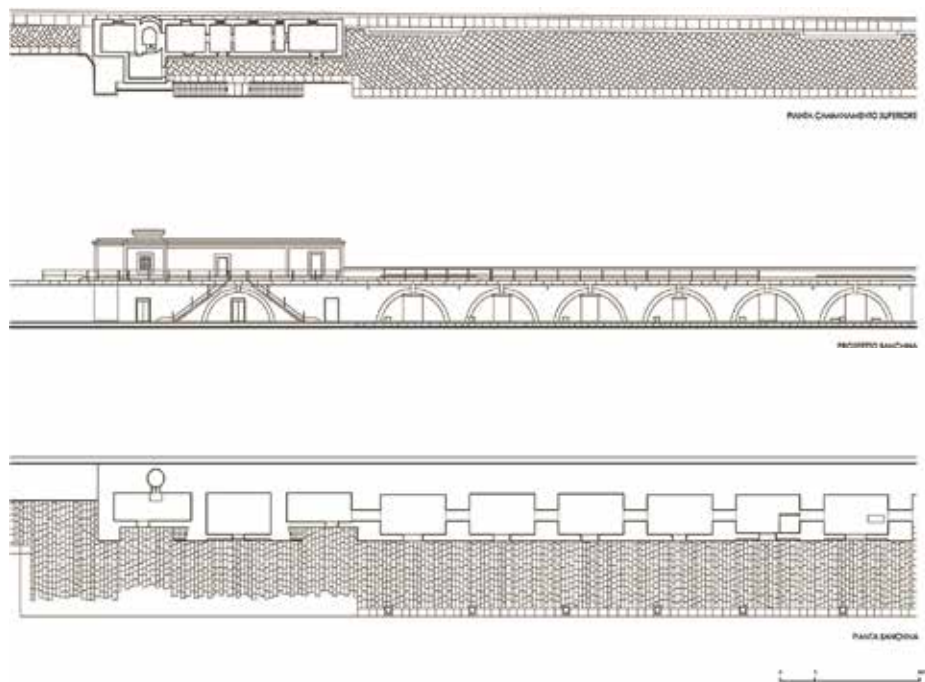


Figura 4 – Restituzione grafica del rilievo (tratto Casa Meteo).
 Figure 4 – Graphic restitution of the survey (tract with Casa Meteo).

Il molo San Vincenzo oggi è in uso alla Marina Militare e l'accesso è vincolato da un cancello che sbarra il passaggio da decenni rendendo il molo non accessibile date le condizioni di degrado e di non sicurezza per la fruizione pubblica. Tanti sono gli impulsi e le iniziative avanzate, ma all'oggi questo simbolo della città permane in uno stato di negligenza e abbandono.

Molte sono le iniziative avanzate da associazioni ed enti locali che incentivano la conoscenza del patrimonio architettonico del molo San Vincenzo organizzando giornate *open-day* del porto permettendo percorsi di visita nell'area portuale coinvolgendo anche il molo borbonico con delle passeggiate o bicicletate con l'obiettivo di sensibilizzare la popolazione e le autorità per far sì che si possa quanto prima permettere l'accesso e la fruizione pubblica di questo bene.

È ben chiaro che una città ben rilevata e criticamente ridisegnata è un Bene Culturale che può essere valorizzato nelle sue reali potenzialità, ma è sempre molto

complicato raggiungere la concretizzazione di questo concetto tale che non risulta mai superfluo ribadirlo, come in questo caso.

La rappresentazione grafica e critica dello stato di fatto sviscera la conoscenza del Bene mediante il rilievo architettonico planimetrico, altimetrico con metodologia diretta e con il confronto con le fonti iconografiche e cartografiche.

Quest'ultime svolgono un ruolo fondamentale soprattutto quando si studia e si esamina un molo la cui realizzazione si è protratta per più di un secolo. Il disegno mira alla diffusione della conoscenza del Bene e alla valorizzazione di un simbolo cruciale della storia napoletana auspicando un progetto di rigenerazione del *waterfront* partenopeo.

Bibliografia

- [1] Benassai E., (2013). *L'evoluzione delle opere di difesa per il porto di Napoli*.
- [2] Bulifon A., (1932). *Giornali di Napoli dal 1547 al 1706*. Società Storia Patria, Napoli.
- [3] Colletta T., (2009). *The historical Naples' waterfront and the reconversion of the military locations: the acton dock, the Borurbon dockyard and the San Vincenzo pier*, in *Mediterranéé*, n°111, pp. 121-128.
- [4] Russo M., (2014). *Waterfront portuale. Paesaggi e potenzialità di uno spazio conteso*, in *Territorio della Ricerca su Insediamento e Ambiente*, a cura di Clemente M., vol. 7, n° 2 (luglio).
- [5] Verde P. C., (2006). *Domenico Fontana a Napoli (1592-1607). Le opere per la committenza vicereale spagnola*, in *Annuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte (U.A.M.)*, vol. XVIII.
- [6] Colletta T., (2006). *Napoli. Città portuale e mercantile*, Kappa.
- [7] Giordano P., (2017). *Napoli e il mare: strategie di riconfigurazione tra città e porto*, in *NapoliPorto, la nuova città*, a cura di Toma P. A. Guidaeditori, pp. 159-178.
- [8] Giura T., (1994). *Il porto di Napoli*, in *Città porto, porto città*, pp. 165-198.
- [9] Spirito P., (2017). *La grande frattura tra Porto e Città. Una cucitura necessaria per lo sviluppo*, in *NapoliPorto, la nuova città*, a cura di Toma P. A. Guidaeditori, pp. 13-24.
- [10] Verde P. C., (2009). *Domenico Fontana, regio ingegnere nel Regno di Napoli (1592-1607)*, in *Studi sui Fontana. Una dinastia di architetti ticinesi a Roma tra Manierismo e Barocco* a cura di Fagiolo M., Bonaccorso G., Gangemi.

L'ISOLA D'ELBA DI EMILIO ISOTTA (1947-1960): PROGETTO DI ARCHITETTURA E PAESAGGIO COSTIERO, UNA LEZIONE ESEMPLARE

Francesca Privitera¹

¹Università degli Studi di Firenze – Dipartimento di Architettura (DIDA), via della Mattonaia, 14-50125 Firenze, e-mail: francesca.privitera@unifi.it

Riassunto – L'opera di Emilio Isotta (Milano 1910-1988) all'isola d'Elba è una importante ed unitaria testimonianza di architettura del Secondo dopoguerra sulla costa del Mediterraneo dimenticata dalla critica storica - architettonica.

Isotta approda all'Elba in anni cruciali per il destino dell'isola. Essa infatti sta abbandonando il proprio passato industriale per trasformarsi in meta turistica. L'impegno di Isotta per la tutela del paesaggio dell'Elba messo a rischio dalla speculazione turistica si concretizza in alcune proposte urbanistico-architettoniche che mostrano la possibilità di far fronte alle esigenze di accoglienza senza tradire il paesaggio.

Nei progetti realizzati tra il 1947 e il 1960 emerge la sensibilità paesaggistica di Isotta. Egli coglie in una visione sistemica le parti che compongono il paesaggio elbano antropizzato e selvaggio allo stesso tempo. La comprensione profonda delle ragioni strutturali e culturali di questo microcosmo mediterraneo orienta ogni scelta progettuale di Isotta. Egli coniuga una visione umanistica dell'urbanistica e dell'architettura, memore dell'insegnamento di Giovanni Michelucci, con l'architettura spontanea e con la lezione organica, rielaborati in un linguaggio architettonico autonomo ed essenziale che non cede a formalismi stilistici né a nostalgie vernacolari e mediterranee ma che invece scava alla ricerca della radice dell'abitare.

***Abstract** – Work by Emilio Isotta (Milan, 1910-1988) on the island of Elba is an important, unified example of post-World-War-II architecture on the Mediterranean coast, overlooked by architectural history literature.*

Isotta came to Elba in critical years for the island's future because it was in the midst of abandoning its industrial past to become a tourist destination. Isotta's efforts to protect Elba's landscape, endangered by speculative building for tourism, took the form of several urban planning and architectural proposals that demonstrated how hospitality needs could be met without betraying the landscape.

Isotta's projects from 1947 to 1960 evince his sensitivity to the landscape. He encompasses in a systemic view of the parts that make up Elba's landscape, both anthropized and wild at once. Isotta's deep understanding of this Mediterranean microcosm's structural and cultural systems directed his design choices. He joins a humanistic vision of urban planning and architecture, with echoes of Giovanni Michelucci's lessons of spontaneous architecture and organic inspiration, reworked into an autonomous, spare architectural language. Without giving way to stylistic formalism or vernacular Mediterranean nostalgia, he digs deep to find the roots of housing.

Introduzione

L'opera di Emilio Isotta (Milano 1910-1988) all'isola d'Elba è una significativa testimonianza di architettura del secondo dopoguerra sulla costa mediterranea dimenticata dalla critica storico-architettonica.

Le numerose pagine che Giovanni Klaus Koenig dedica nel suo volume *Architettura in Toscana 1931-1968* alle opere di Isotta realizzate nella pineta di Marina di Campo e le parole di rammarico di Agnolo Domenico Pica per la poca fama raggiunta da Isotta e che al contrario avrebbe meritato "...per la sua indipendenza e per le sue opere all'isola d'Elba...", [8] testimoniano all'unisono l'originalità e la poca notorietà, anche a quel tempo, del suo contributo.

L'oblio in cui è caduta l'opera di Isotta risiede probabilmente nella difficoltà di ricostruire il suo pensiero critico e progettuale a causa della estrema frammentazione delle informazioni reperibili sia biografiche sia professionali.

Questa prima ricostruzione del profilo di Isotta e dei suoi lavori all'Elba è ancorata alla ricerca di tracce documentarie presenti negli archivi di architetti con i quali Isotta ebbe legami di amicizia e professionali, negli archivi fotografici di coloro che ne hanno documentato l'opera, presso gli uffici comunali depositari di alcuni progetti ed infine in pubblicazioni dell'epoca nelle quali è stato possibile rintracciare alcuni scritti autografi e la pubblicazione di alcuni progetti¹. È così che lentamente i fili delle conoscenze, lacerati dal tempo hanno iniziato ad annodarsi costituendo un solido cordame che ha permesso di ricostruire il sodalizio tra Isotta e l'Elba.

L'approdo di Isotta all'Elba può essere datato con certezza solo a partire dal 1947, data alla quale risalgono i primi progetti realizzati nell'isola. Il primo lavoro documentato è Il Piano dell'Isola d'Elba per il quale sviluppa il Piano Particolare per Marina di Campo (1947 circa), l'ultimo è la redazione del Piano Regolatore Generale del Comune di Portoferraio (1970).

L'originalità del lavoro di Isotta, il suo sguardo sull'Elba, il suo pensiero sulla relazione tra architettura e paesaggio emergono con evidenza negli scritti autografi e nei progetti a piccola scala, tra questi il Piano Particolare per Marina di Campo con le realizzazioni nella pineta - le *Case Pineta 1* (1947) e *2* (1952), il *Club Nautico Iselba* (1949) e due progetti nel nord dell'isola, *Casa Litta*² (1955 circa) sul golfo della Biodola e l'*Hotel Garden*³ nella pineta di Schiopparello (1959-1960).

Lo sguardo di Isotta sull'Elba

Isotta giunge all'Elba in anni cruciali per il futuro dell'isola che si trova ad affrontare modificazioni profonde sul suo territorio: la grave crisi economica post bellica, la fine del suo solido passato minerario, la gestione dei primi arrivi di turisti attratti dalla

¹ Tra questi in particolare l'archivio della Fondazione Giovanni Michelucci, Fiesole; il Fondo fotografico Paolo Monti, Milano; il Comune di Portoferraio.

² La data è attribuita in base alla pubblicazione della villa sulla rivista «Novità» con il nome *Il carrubo* e all'intervista su «Il Mattino» nella quale Isotta fa riferimento ad una sua villa costruita all'Elba identificabile con certezza con Casa Litta.

³ L'Hotel Garden è in corso di demolizione.

bellezza dell'isola rimasta da sempre estranea alle rotte dei viaggiatori.

L'isola infatti, al contrario di altre isole italiane divenute precocemente mete di villeggiatura come Capri e Brioni, era rimasta sconosciuta al turismo. Le sue potenzialità però erano già note, tanto che nel 1940 l'Elba è presentata da Giò Ponti ai lettori di «Domus» come nuova possibile meta per le vacanze, valorizzata dalla previsione del piano turistico di Gianluigi Banfi, Ludovico Barbiano di Belgioioso e Enrico Peressutti [9]. La promozione turistica dell'Elba è interrotta durante gli anni di guerra ma all'indomani della fine del conflitto bellico la trasformazione dell'economia dell'isola da industriale a turistica diviene la sola concreta possibilità di ripresa economica. Isotta, che trascorre lunghi periodi di tempo all'Elba⁴, intuisce precocemente quanto lo sviluppo turistico sia una risorsa insidiosa per l'isola che "... sta oggi per subire in certo senso l'ultimo attacco dei «pirati». Gli speculatori sulla sua bellezza."⁵ [5, p. 20] L'intuizione di ciò che "... fatalmente sarebbe avvenuto ..." [5, p. 20] e la preoccupazione per il rischio concreto che il paesaggio dell'Elba a quel tempo incontaminato potesse essere stravolto da costruttori senza scrupoli, trasformando l'isola in terra di speculazione edilizia porta Isotta a formulare una precoce proposta urbanistica per lo sviluppo turistico dell'Elba: il Piano dell'Isola d'Elba ed il Piano Particolare per Marina di Campo.

Isotta ha una visione dell'urbanistica umanistica, ovvero ritiene, come il maestro e amico Giovanni Michelucci, che il compito dell'urbanistica sia quello di essere la risposta a "vere" esigenze umane. Il "fatto urbano" [1] quindi non è un insieme di regole e formule ma è, nell'interpretazione di Isotta, l'intuizione di valori e di relazioni tra uomo e ambiente che si concretizzano, attraverso l'architettura, nell'armonica unione di esigenze materiali e spirituali [5]. Per Isotta progettare significa allora prima di tutto un'assunzione di responsabilità da parte dell'architetto, sottolinea Isotta, tanto più grande quando si interviene in un contesto naturale come quello dell'Elba [5]. Le proposte urbanistiche di Isotta dell'immediato dopo guerra devono essere lette sotto questa ottica: non si tratta di piani intesi nel senso più proprio della disciplina urbanistica, bensì di proposte nelle quali la visione urbanistica e lo sguardo sul paesaggio prendono forma nel progetto di architettura.

Isotta coglie in una in una visione sistemica le parti che compongono il minuto paesaggio di "quest'isola antica" nella quale "...la natura si presenta in piena libertà..." con i centri abitati "...ben localizzati e sapientemente disposti...zone quasi deserte. Golfi, spiagge, baie, pinete..." [5, p. 20]. La lettura del paesaggio elbano, antropizzato e selvaggio allo stesso tempo, è il timone di ogni azione progettuale di Isotta, esso costituisce un parametro imprescindibile con il quale l'architettura deve necessariamente commisurarsi e confrontarsi. Isotta cerca di stabilire una relazione "originaria" tra il progetto ed il paesaggio, quello naturale e quello antropizzato, composto dai golfi, dalle insenature, dalle colline, dai borghi antichi ma anche dalle altre isole dell'arcipelago toscano, dal mare e dal suo orizzonte. Non si tratta dell'organico mimetismo tra architettura e natura "... l'Elba [scrive Isotta] è classica, mediterranea e richiede un'architettura che non si debba nascondere..." [12]. Preservare il paesaggio dell'Elba, difenderlo dal bulimico consumo turistico non significa per Isotta non costruire o costruire nascondendo l'architettura nella natura, bensì configurare un sistema di relazioni nel quale architettura e natura siano l'una il completamento dell'altra, ovvero significa che l'architettura contribuisce alla *costruzione* non alla *edificazione* del paesaggio.

⁴ Cfr. "Il Piano dell'Elba"

⁵ Lo scritto è pubblicato nel 1958 ma si tratta di una riedizione come si comprende dalla lettura integrale del testo. Non è stato possibile risalire alla prima pubblicazione.

Isotta distingue tra il «paesaggio lavorato dall'uomo» e il «paesaggio naturale» [4], crede nella possibilità di un'armonica integrazione dell'opera dell'uomo nella natura. In questa autonomia dell'architettura dalla natura si manifesta l'eredità che giunge ad Isotta di quel "...mondo "classico", "mediterraneo" che, [scrive Isotta dal suo soggiorno in America del 1954] fino a oggi, aveva rappresentato per me quotidiano nutrimento e appagamento..." [13, inv. 13.1.8]. Non si tratta della volontaria adesione al dibattito architettonico e culturale sulla relazione tra modernità e classicità ma piuttosto di una intima viscerale appartenenza di Isotta al mondo mediterraneo.

Il pensiero di Isotta sul paesaggio, come quello sull'urbanistica, non può prescindere da quello sull'uomo che per Isotta come per Michelucci, è al centro di ogni pensiero progettuale. Isotta crede fermamente nell'uomo e nella sua opera, nella sua capacità e possibilità, in quanto *libero*, di scegliere e di selezionare, di configurare spazi di qualità ove possa abitare felice [6]. L'uomo, scrive Isotta "...Ha scelto. La natura gli si presentava come una meraviglia di forme e di colori...Ha rifiutato. È uscito dalla caverna e ha costruito la casa..." [4]. "...È un atto di superbia, ma è l'atto che lo definisce *uomo*. In quel momento comincia a creare in modo personale, indipendente, al di fuori della natura..." [2, p. 41]. L'uomo fin dalle sue primordiali creazioni manifesta, secondo Isotta, la volontà di voler creare un proprio mondo "...materialmente e spiritualmente in un ordine diverso da quello della natura...Due sassi, due alberi, disposti *in un certo modo* e non al solo scopo di non inciamparci contro, sono il segno di questa coscienza..." [2, p. 42].

Isotta allora compie coraggiosamente e con coerenza la propria scelta di uomo libero: non nasconde la propria architettura nella natura ma il paesaggio detta le regole del progetto. L'architettura di Isotta, sincera libera e indipendente da giudizi e da etichette [13, Inv.13.1.7] e da aprioristiche ricerche formali, si orienta, si apre, si frammenta, si scompone ad accogliere il paesaggio.

Essa sfugge ad ogni classificazione, non è riconducibile a nessuno stile, a nessuna tendenza, a nessuna grammatica e sintassi determinata, in essa si coglie l'eco dei dibattiti architettonici coevi; sul rapporto tra modernità e classicità, tra tradizione e modernità, sull'architettura spontanea, sull'ambientamento e sull'architettura organica, quella americana di Wright e quella europea di Aalto ma è unicamente il confronto con il paesaggio che, in ultima analisi, orienta e determina ogni scelta progettuale.

La «costruzione» del paesaggio

Il Piano Particolare per Marina di Campo e le architetture che lo compongono, l'albergo a Schiopparello e la villa alla Biodola testimoniano la sensibilità paesaggistica di Isotta. Egli sembra imparare dal paesaggio, come Dimitri Pikionis e Josè Antonio Coderch altrove nel mediterraneo, che tutte le cose sono interconnesse.

Isotta formula la propria proposta in modo autonomo e al di fuori di logiche politiche e speculative come tutte le azioni che contraddistinguono Isotta come "uomo libero" [3], controcorrente e spesso in aperta polemica con i suoi contemporanei. La proposta, specifica Isotta, nasce esclusivamente "...per amore dell'isola, della natura e dell'architettura, non è legata a nessun interesse particolare..."⁶ [5, p. 21]. Il piano di Isotta

⁶ La necessità espressa da Isotta di un piano a protezione del paesaggio dell'Elba appare quasi profetica leggendo le parole scritte circa dieci anni dopo dal Soprintendente Sanpaolesi impegnato

cerca di dare una risposta alla crescente richiesta turistica pur nelle difficoltà dell'immediato dopoguerra prevedendo un progetto urbanistico in grado di valorizzare e di organizzare al contempo il paesaggio dell'Elba.

A Marina di Campo Isotta abbraccia in un unico sguardo La Torre di San Giovanni⁷, la pineta, la spiaggia ed il mare fino ad includere nel medesimo orizzonte l'isola di Montecristo. Essa è assunta da Isotta come una stella polare che guida la progettazione e verso la quale sono orientate le costruzioni previste per il piano: due strutture ricettive collocate alle estremità della pineta e tra queste case isolate sparse tra i pini (Figura 1). L'isola di Montecristo è molto più che un traguardo visivo, una vista panoramica o un riferimento geografico: essa è "un prezioso elemento emotivo" [5, p. 23], una presenza "leggendaria" nella quale convergono l'immagine del paesaggio mediterraneo e del suo passato classico con quella del paesaggio romantico.



Figura 1 – Piano Particolare, Marina di Campo, 1947.

nella redazione del piano per la tutela del paesaggio dell'Isola: "... Sono da qualche giorno all'Elba per rendermi conto di particolari situazioni dell'isola da servire per il piano paesistico che sto facendo e che mi è apparso più necessario che mai per l'affluenza sempre maggiore di turisti che comprano terra e costruiscono...." [10, p. 284].

⁷ La torre appare tra le foto di Isotta che accompagnano la descrizione del *Piano particolare per Marina di Campo*.

Le case nella pineta, due delle quali realizzate, la *Casa Pineta 1* e la *Casa Pineta 2* manifestano il sincretismo architettonico di Isotta, capace di cogliere “...nelle «particolari esperienze» degli architetti moderni il comune elemento di intesa...” [5, p. 24]. Questo elemento di intesa, spiega Isotta, non può essere cristallizzato in una formula, in una grammatica e neanche in uno stile. Esso si scopre nella spontanea aderenza dei mezzi costruttivi e della struttura alla realtà del problema umano che ogni volta si deve risolvere, e all’umiltà della nostra “... «posizione» rispetto alla natura e all’ambiente...” [5, p. 24]. Le case infatti sembrano rivendicare all’architettura quella “libertà dello spirito”, richiamata da Persico in *Profezia dell’Architettura*⁸ (Figura 2).



Figura 2 – *Casa Pineta 1*, Marina di Campo, 1947 (Foto Paolo Monti @BEIC).

Esse sono disegnate sulla carta e poi “ridisegnate”, come spiega Isotta, direttamente sul terreno, utilizzando i materiali locali, secondo un fare artigianale non infrequente nei maestri del dopoguerra. Le case pineta appaiono semplici nella loro articolazione planimetrica e volumetrica ma sono conseguenza di un pensiero complesso che tiene insieme architettura, paesaggio e uomo. Esse non tendono a costituire una

⁸ La lezione teorico-critica di Persico è richiamata da Isotta nell’articolo scritto dall’America e pubblicato sulla rivista «Prospetti» nel 1955.

continuità ininterrotta con la natura al contrario architettura e natura sono l'una il completamento dell'altra: l'orizzontalità delle case pineta sono il contrappunto alla ritmata verticalità dei pini marittimi. Isotta sembra recepire la lezione di modestia di Alvar Aalto [11] - la cui opera inizia in quegli anni a diffondersi in Italia - le case pineta si sviluppano tra gli alti pini marittimi, non emergono né per dimensioni né per forma. Isotta non intende affermare sé stesso e la propria architettura, egli guarda alla vita semplice, pratica e psicologica dell'uomo come Aalto ma anche come Michelucci. Isotta scava oltre l'architettura spontanea, con la quale molti architetti in quegli stessi anni si confrontano, egli tende alla "radice dell'abitare" [5, p. 24]. Descrivendo la *Casa Pineta 1* Isotta scrive: "...La casa è aspra, cruda...ho cercato soltanto di pensarla attraverso forme naturali e vere, e farla vivere con i pini, le colline, il mare, l'orizzonte ..." [5, p. 24]. Essa è arcaica ma allo stesso tempo intima e accogliente. La casa è stretta tra due muri longitudinali portanti di notevole spessore che la proteggono dalle altre case nella pineta, garantendo una relazione esclusiva tra la casa e i suoi abitanti con l'orizzonte marino. Sui muri longitudinali sono aperte piccole aperture orientate verso visuali preordinate. Al contrario la casa si apre sui fronti trasversali, rivolti l'uno verso l'isola di Montecristo, l'altro verso i monti. Isotta stabilisce così un asse ottico che si apre simultaneamente in due direzioni contrapposte. Su questi fronti il volume perde di compattezza: verso il mare un possente ed organico muro curvo in scaglie di granito, estratte dalla vicina cava di Marina di Campo, definisce e accoglie un'area esterna nella quale sabbia ed erba si mescolano con naturalezza e sulla quale si prolunga il soggiorno della casa aperto verso l'esterno da un'ampia vetrata, dalla parte opposta una terrazza guarda verso i monti. Ed è in questo aprirsi del volume che accoglie e definisce spazi di vita di qualità che emerge la comprensione profonda della lezione di Wright.

Con lo stesso spirito Isotta progetta il *Club Nautico Iselba*: la pianta rompe ogni rigidità, ogni spazio è pensato per conseguire una armoniosa relazione tra l'uomo e il paesaggio: l'architettura è il tramite (Figura 3).



Figura 3 – *Club Nautico Iselba*, Marina di Campo, 1948.

Isotta cerca, attraverso una configurazione planimetrica aperta e la frammentazione del volume, di trovare nella dimensione collettiva dell'albergo una *misura* individuale dell'abitare. Il volume complessivo è mitigato dalla grande varietà di effetti plastici: esso è costituito da un corpo longitudinale parallelo alla linea della costa – i servizi comuni- dal centro di questo corpo si proiettano tra i pini due ali divergenti composte da piccoli volumi cubici sfalsati– le camere - in scaglie di granito e intonaco con terrazzini in legno ombreggiati dalle chiome dei pini e rivolti verso il mare. I muri delle camere si prolungano oltre il volume, nella pineta, a stabilire, come nella *casa pineta*, piccoli ambienti esterni nei quali possa essere stabilita una relazione più intima e diretta con il paesaggio, allo stesso tempo le due schiere delle camere definiscono due quinte che accolgono nel loro invaso la pineta, l'orizzonte e l'isola di Montecristo. La relazione con il paesaggio avviene così sia nella dimensione privata sia in quella comunitaria.

La stessa attenzione topografica e umana caratterizza il progetto di *Casa Litta* detta *Il Carrubo*. L'architettura è pensata come se nascesse in risposta a necessità umane e ambientali, al pari dei muri a secco che disegnano e strutturano in terrazzamenti la collina coltivata o le case coloniche. L'impianto planimetrico della villa segue armonicamente la curva di livello sulla quale è radicata rispettando l'orografia del terreno e la vegetazione che divengono parte integrante del progetto. Anche in questo caso Isotta frammenta la massa della villa in corpi separati e con altezze diverse alla ricerca di una *misura* dell'abitare fisica e psicologica. La volumetria è suddivisa in tre corpi: uno dedicato ai servizi, gli altri due, uniti da un passaggio con grandi vetrate, all'abitazione principale. La casa è sviluppata su un lungo terrazzamento con lievi dislivelli raccordati da scale e proteso verso il mare. La casa entra così in risonanza con l'orizzonte e con il golfo. La disarticolazione della pianta accoglie un grande carrubo che diviene parte integrante della composizione. Ancora una volta Isotta non cede a mimetismi organici, egli sostiene "...La concezione "classica": costruire il paesaggio è una posizione umana positiva..." [12]. Isotta precisa ciò che è opera dell'uomo, ovvero "pura astrazione" [3] e ciò che è opera della natura: "...Sono stato lungamente a meditare se dovevo nascondere la costruzione nella natura o se dovevo far diventare quell'architettura elemento del paesaggio. So bene che quest'ultima decisione presupponeva un atto di superbia. Non mi vergogno di dire che ho compiuto l'atto di superbia e l'ho esaltato al punto da fare la villa tutta bianca..." [4] (Figura 4).



Figura 4 – *Casa Litta*, Biodola, 1955 circa.

Nell'*Hotel Garden* Isotta conferma lo stesso principio di frammentazione della volumetria già sperimentato a Marina di Campo e alla Biodola. Il volume, come nel Club Nautico, è scomposto in cellule – le camere - disposte su due schiere contrapposte. Questa volta esse sono composte su due file parallele che seguono la morfologia del terreno degradando dalla pineta verso il mare. Le schiere sono ravvicinate e definiscono uno spazio centrale dove trova posto una gradinata che raccorda le diverse quote del terreno e che dà l'accesso alle camere dell'albergo. Lo spazio definito tra i bassi volumi intonacati si inerpica dal mare sulla collina come se fosse un vicolo di un borgo elbano. Esso è animato da collegamenti aerei e da pergolati che riparano la salita dal caldo sole mediterraneo. Si tratta di uno spazio di relazione vivace e variabile. Isotta guarda all'abitare spontaneo ma non ricorre a citazioni letterali, egli cerca la misura dei paesi dell'isola, il rapporto tra pieni e vuoti, tra volume e spazio, tra natura e architettura, evoca la vita comunitaria all'aperto nelle aie delle case rurali, nelle strade e nelle piazze che caratterizza l'abitare dell'arco nordico del mediterraneo. L'albergo si trasforma così in un piccolo insediamento degradante che riprende il carattere di un borgo antico senza cedere a formalismi vernacolari (Figura 5).



Figura 5 – *Hotel Garden*, Schiopparello, 1958-1960.

Conclusioni

Presentare l'opera di Isotta all'Elba significa sia integrare la mappa dell'architettura del Secondo dopo Guerra lungo le coste del Mediterraneo sia riflettere sulla lezione etico-architettonica che Isotta ha lasciato attraverso gli scritti e le opere costruite. Il lavoro di Isotta richiama l'attenzione su alcune questioni fondamentali del

progetto che in relazione alla specificità del contesto costiero mediterraneo assumono particolare rilievo: riporta l'attenzione sul principio che costruire è un atto di «responsabilità» nei confronti dell'uomo e del paesaggio, questo significa che il progetto è un atto morale, ovvero ha un fondamento etico che si manifesta in un'architettura che è testimonianza coerente di un pensiero critico libero e autonomo.

L'architettura di Isotta mostra la possibilità concreta di *costruire* sulla costa senza *edificare*, attraverso un progetto la cui misura e le cui proporzioni siano calibrate sull'uomo e sulle sue necessità fisiche e psicologiche e sulla comprensione profonda delle ragioni strutturali e culturali del paesaggio mediterraneo.

Bibliografia, Fonti d'Archivio, Fonti iconografiche

- [1] Isotta E. - *Responsabilità*, «Domus», (1943), 9, (189), XVII-XVIII.
- [2] Isotta E. - *Sull'architettura*, «Lettere ed Arti», (1946), 3, (3), 41-46.
- [3] Isotta E. - *Architettura e storia, Appunti di viaggio*, «Prospetti», (1955), (14), 45-61.
- [4] Isotta E. - *L'opera umana di fronte alla natura. Intervista con l'architetto Emilio Isotta*, «Il Mattino», (1957), 9 giugno, 7.
- [5] Isotta E. - *Il piano dell'Isola d'Elba. Considerazioni preliminari*, Edifici pubblici. Cinema teatri, palazzi per uffici chiese, ed. (1958), Görlich, Milano, 20-31.
- [6] Isotta E. - *Emilio Isotta Architetto*, La casa abitata. Biennale degli i terni di oggi. Firenze, palazzo Strozzi 6 marzo-25 aprile 1965.
- [7] Koenig G. K. - *Architettura in Toscana 1931-1966*, ed. (1966) ERI, Torino.
- [8] Pica A. - (recensione), *Giovanni Klaus Koenig, Architettura in Toscana 1931-1968*, Edizioni RAI Radiotelevisione Italiana Torino, «Domus», (1968), 7 (464).
- [9] Ponti G. - *Isola d'Elba, nuova meta turistica*, «Domus», (1940), 8 (152), 44-53.
- [10] Spinosa A. - *La ricerca applicata al restauro*, (2007), Università degli studi di Napoli "Federico II" Dottorato in Conservazione dei Beni Architettonici XIX ciclo.
- [11] Zevi B. - *Verso un'architettura organica*, ed. (1945), Giulio Einaudi Editore, Torino.
- [12] Comune di Portoferraio, *Relazione al PRG dell'Isola d'Elba*.
- [13] Fondazione Giovanni Michelucci (FGM), Fiesole, *Corrispondenza Isotta-Michelucci*.

Figura 2 Fondo Paolo Monti: Civico Archivio Fotografico, Milano – in deposito da Fondazione BEIC- INV G08743-8751_G08743; Figura 1 [5, p. 20]; Figura 5, Anonimo - *Le ville*, «Novità», (1957), 58; Figura 3; 6, Cartoline postali d'epoca.

CULTURAL HERITAGE INTERFACE OF EUROPEAN COASTAL LANDSCAPES

Gloria Pungetti^{1 2}

¹DUMAS, University of Sassari, Via Roma 151, 70100 Sassari (Italy)

²Darwin College, University of Cambridge, Silver St, CB39EU (UK)

e-mail: gpungetti@uniss.it

Abstract – The study of past European coastal landscape is fundamental to understand the present environment and to be able to plan future scenarios. With this prerequisite, the ESLAND Project of the EC Culture Programme has been carried out to improve the consideration of cultural heritage in European island landscapes.

One of the research areas explored by ESLAND has been coastal landscape heritage, linking ecological and cultural values of marine, coastal and insular landscapes.

Accordingly, a pioneer methodology for the study of coastal landscapes during different periods has been produced, outlining the different historical features and processes around Europe through a comparative analysis.

The unique cultural character of European coastal areas has been pointed out, and the results of this large interdisciplinary research are here illustrated.

Introduction

Cultural heritage is an essential part of European coastal landscape. This heritage, however, is threaten if exposed to spatial changes due to transports, industrialisation, fisheries and tourism. More consideration of these issues and of our common heritage, on the one hand, and new instruments for responsible governance and sustainable structural future, on the other hand, need to be put forward. Yet, as demonstrated in previous studies (Pungetti, 1995; Makhzoumi & Pungetti, 1999; Vogiatzakis et al, 2008) the knowledge of past European coastal landscapes is a crucial prerequisite to understand their present condition and to plan their future development.

In this context, the ESLAND Project was developed within the EUCEL Trilogly “European culture expressed in landscape” which aims to consider European landscapes as part of our cultural heritage, including the values and meaning they have for the people of Europe. EUCEL is coordinated by the Cambridge Centre for Landscape and People (CCLP), which has been established under the University of Cambridge with the mission to integrate cultural and spiritual values into landscape and nature conservation. It comprises three projects: EUCALAND, European Culture expressed in Agricultural Landscapes; ECSLAND, European Culture expressed in Sacred Landscapes; and ESLAND, European Culture expressed in Island Landscapes. This paper deals with the latter.

Co-funded by the Culture Programme of the European Commission and CCLP, the ESLAND Project has been carried out in six countries, with eight partners and the involvement of 33 organisations. Set up to improve the consideration of cultural heritage in European island landscapes, the project aimed to promote an interdisciplinary approach to

landscape research and stimulate discussion, in order to work towards a common methodology for coastal and island landscape history, classification, identity, scenario, e-tools and dissemination

CCLP has further enlarged the study area of the project to include all European countries with island coastal areas, setting up the ESLAND Network with the goal to improve consideration of the cultural heritage embedded in European seascapes and islandscapes.

Materials and Methods

Considering European coastal and island landscapes with their cultural heritage, the ESLAND Project has outlined a methodology for the study of European seascapes and islandscapes with their history, character, identity, design and planning (Figure 1).

First of all, the ESLAND groups of the project and the enlarged network have discussed past and current methods, concepts and rational on the topic, with the aim to improve awareness about these types of landscapes, in the interface between their cultural values, meanings and services (see Pungetti, 2017). The results of this discussion are illustrated below.

In addition, the evolution of European coastal and island landscapes and their present condition have been described, in view of constructing an interdisciplinary approach and an agreed methodology on the topic. Methods include the study of natural land-forms and sea-level change; history from written documents and maps; archaeology and historical buildings; study of field systems and other infrastructures; study of vegetation and old trees.

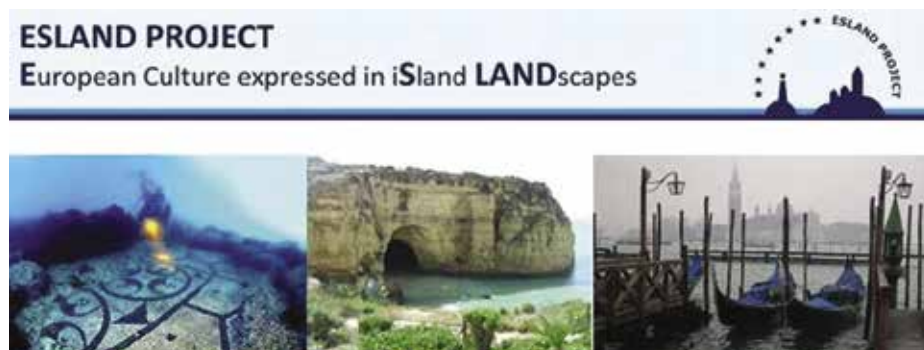


Figure 1 – ESLAND Project: European culture expressed in island landscapes.

Moreover, methods for the description and classification of European coastal and island landscapes have been proposed. In particular, Landscape Character Assessment (LCA) has been used to describe and classify the physical and cultural characteristics of these landscapes.

Furthermore, and interdisciplinary approach on island identity has been attempted, to support more interaction with local communities. Landscape identity values have been explored by the project teams with preliminary investigation, questionnaires and interviews to local citizens and tourists, analysis of data and common discussion of results among the several project partners involved in this step. An innovative methodology has been advanced by ESLAND for the understanding of island landscape identity.

Finally, scenario and e-tools techniques have been applied to implement a methodology for planning future European coastal and island landscapes, for a future sustainable development of these regions.

Least but not last, the partners supported the implementation of European policies and strategies on coasts, islands and landscapes, especially ELC, the European Landscape Convention (Council of Europe, 2000).

Results

Building from the principles of ELC, the researchers of the ESLAND Network have discussed the concepts and rationale treated to the topic. Definitions of island landscape and seascape have been reviewed from past research, with the aim to provide a conceptual background to the miscellanea of topics covered by the research. Seascape, accordingly, has been seen as “the visible interaction of abiotic, biotic and human processes developing [...] on the coast, sea and adjacent waters” (Pungetti, 2012, p. 52). Coasts outline the link between landscape and seascape.

Seascape, however, has also been seen as a picture or view to the sea (Oxford English Dictionary). Moreover, it has been broadened to mean the coastal landscape and adjoining areas of open water, with the views to the sea, to the land and along the coastline (Hill et al., 2001). Furthermore, seascape is at the confluence of sea and land, and thus it becomes an area with three defined components: sea, coastline and land (DTI, 2005).

Regarding the evolution of European coastal and island landscapes, the landscape history research group of the ESLAND Project, guided by late Professor Rackham, has provided a methodology for characterising these cultural landscapes during different periods, pointing out their historical features and processes through a comparative analysis. Island landscape history has been investigated in the Isles of Scilly in the UK and in the islands of: Saaremaa in Estonia; Sardinia, Ischia and Asinara in Italy; Korčula in Croatia; and Cyprus. In some islands the landscape has radically changed from the past (e.g. Saaremaa), while in others (e.g. Korčula) has been preserved. In some Italian little islands, lastly, traditional techniques of land use are still in place, characterising the ancient coastal landscape.

Another group of researchers developed studies on coastal Landscape Character Assessment. Although LCA in Europe has previously focused on physical and natural aspects, the ESLAND research has included cultural aspects as a novel contribution towards the understanding of landscape heritage. Tangible and intangible cultural elements have been assessed, providing further tools for landscape classification and planning.

Identity values are particularly high in island environments due to isolation and uniqueness of each island. Landscape values have been investigated with several means in each island involved, and later discussed among the entire partnership of the project. The

results have been widely disseminated in order to raise awareness about European island cultural heritage and identity.

A further group involved in landscape coastal planning has dealt with the future of European coastal and island landscapes, and develop a scenario approach to help planners and policy-makers in their task. The scenario advanced during the project has been applied in the case studies of two European Regions: the Baltic Sea and the Mediterranean. In the Baltic Sea, the island of Saaremaa has been chosen in the attempt to make heritage operational in its landscape context, while the island of Bornholm has considered scenario planning as a community-inclusive tool for a nature park. In the Mediterranean, the divided island of Cyprus has been the place to plan future scenarios for traditional coastal landscapes, whereas the wooden poles of Venice, called *briccole*, has been presented as tools for reading the unique landscape of the lagoon.

The initial goal of the ESLAND Network was to improve consideration of the cultural heritage embedded in European seascapes and islandscapes. With this in mind, ESLAND has been successful in raising awareness about the unique identity and values that European islands have for both islanders and mainland communities. Results of this efforts are: a project (ESLAND), a summer school (SUMESLAND), a conference, a travelling exhibition, two books and other outputs.

The ultimate goal of the ESLAND Network was to contribute to the implementation of European policies such as the Council of Europe ELC (European Landscape Convention), UNESCO World Heritage Convention, IUCN (International Union for the Conservation of Nature) Biocultural Diversity Journey, EC (European Commission) Maritime Spatial Planning and Integrated Coastal Zone Management, UNEP (United Nation Environmental Programme) Mediterranean Action Plan and G8 (Group of Eight most Industrialised Countries) Siracusa Charter. A particular recognition to ESALND has been given by both the EC Culture Programme and the Council of Europe, for its contribution to studies on European island landscapes, for the consideration of their cultural heritage and for raising awareness about ELC principles.

Discussion

First, from the theoretical background of this large interdisciplinary research, it is evident that there is a particular connection between seascape and coastal landscape, being the latter the best expression of the former among the different landscape types related to seascape.

Second, the coastal landscape history studies of ESLAND have outlined a rich heritage left by past civilisations, which is affecting coastal and marine environments, as well as the land. This ancient heritage is fundamental in defining island and regional identity. Moreover, it has been pointed out that the relationship between man and sea are constantly changing. European coasts and islands, exploited in their natural resources, are today often used as leisure resources, with strong concerns about environmental pollution.

Third, from the landscape character assessment carried out it emerged that farming, pasture and fishing have played an important role in shaping the character of European coastal areas. From here, the combination of natural and cultural facets of coastal landscapes has revealed to be predominant, especially on the coasts of Mediterranean

islands. They have significant environmental, geographical, historical and social features, which deserve to be preserved in order to pursue sustainable development.

Fourth, the answers to our identity questions have illustrated how island landscapes convey a strong sense of identity to islanders. Cultural heritage and identity are generally unique to each place, and islands indeed embed a strong character; they retain precious natural and cultural values that need to be preserved. These values are strongly evident in the perception of landscape by islanders, and also of visitors though in a different manner.

Fifth, Geographical Information System (GIS) and e-tools have proved to be useful procedures for regional landscape planning, as demonstrated from the results of the landscape plan of the Sardinia Autonomous Region, including the involvement of a Web community of citizens to report on their coastal and island landscapes. Finally, the toolkit developed during the project has been useful in island landscape research and cultural heritage in Europe (see Pungetti, 2017).

Conclusions

Previous studies on ecological landscape design and planning (Makhzoumi and Pungetti, 1999) and Mediterranean island landscapes (Vogiatzakis et al, 2008) have dealt with many coastal landscapes of Europe and the Mediterranean, demonstrating that the knowledge of past European coastal landscapes is essential to understand their present environment and to plan their future scenarios.

In this context ESLAND has considered European coastal and island landscapes as part of our cultural heritage, including the unique identity and values they have for the people of Europe (Pungetti, 2017). Islands clearly highlight the richness of global landscape diversity and are ideal for the application of natural and cultural approaches in landscape research.

This research, in particular, has showed how the cultural heritage of European coastal and island landscapes is now under pressure from new developments. It was therefore necessary to provide methodologies for the understanding, assessment and planning of these landscapes.

The ESLAND Network, continuing its activities after the project, still promotes an interdisciplinary outlook to identify key landscape values in European coasts and islands, in order to raise awareness about their cultural heritage and identity, and to support more interaction between local communities – the stewards of their landscapes. Implementing a participatory approach, it seeks to preserve, as well as to develop, these landscapes with a more culturally-oriented perspective.

Acknowledgements

The author would like to thank CCLP, the partners and the EC Culture Programme for the co-funding of the ESLAND Project, and dedicates this paper to late Professor Oliver Rackham who spent his lifetime research on islands.

References

- [1] Council of Europe, 2000. *European Landscape Convention*. Council of Europe, Strasbourg.
- [2] DTI, 2005. *Guidance on the Assessment of the Impact of Offshore Wind Farms: Seascape and Visual Impact Report*. DTI, London.
- [3] Hill, M., Briggs, J., Minto, P., Bagnall, D., Foley, K., Williams, A., 2001. *Guide to Best Practice in Seascape Assessment*. Brady Shipman Martin, Dublin.
- [4] Makhzoumi, J. and Pungetti G., 1999. *Ecological Landscape Design and Planning: The Mediterranean context*. Spon-Routledge, London.
- [5] Pungetti, G. (ed.), 2017. *Island Landscapes: an expression of European Culture*. Routledge, New York & London.
- [6] Pungetti, G., 2012. *Islands, culture and landscape*. Journal of Marine and Island Cultures, 1 (2): 51-54.
- [7] Pungetti, G., 1995. *Anthropological approach to agricultural landscape history in Sardinia*. Landscape and Urban Planning, 31: 41-56.
- [8] Vogiatzakis, I.N., Pungetti G. and Mannion A. M. (eds), 2008. *Mediterranean Island Landscapes: Natural and Cultural Approaches*. Springer, Dordrecht.

IL RILANCIO OTTOCENTESCO DELLE ATTIVITÀ PORTUALI NELL'ITALIA MERIDIONALE: IL PORTO DI SALERNO

Maria Russo

Università della Campania "Luigi Vanvitelli"

Tel. 339 7269463 e-mail mariaarchetta.russo@alice.it

Riassunto – Nell'ambito dei programmi di crescita delle infrastrutture dell'Italia meridionale, perseguiti dai vari governi nel corso del XIX secolo, un ruolo prioritario fu attribuito alle attrezzature portuali, indispensabili all'incremento dei traffici commerciali. Di conseguenza, si vararono molteplici piani di sviluppo del settore per favorire nuovi impianti e recuperare i preesistenti, insufficienti a fronteggiare le rinnovate istanze mercantili o afflitti da problemi di insabbiamento che ne riducevano il funzionamento.

Tra questi ultimi figura il porto di Salerno, uno dei maggiori del versante tirrenico, fondato in età medievale, ristrutturato nel 1752 e, dopo pochi decenni, nuovamente in disuso. Gli studi per il recupero si avviarono nel 1845 e continuarono per tutto il secolo, con numerosi progetti che videro il passaggio da un molo isolato ad un bacino chiuso. In questa sede, attraverso la consultazione di inediti materiali archivistici, sono illustrati i punti salienti della vicenda, lunga, complessa e con gravi effetti sull'ambiente.

Abstract – *As part of the programs for the growth of infrastructures in Southern Italy, pursued by the various governments during the nineteenth century, a priority role was given to port facilities, which are essential for the increase of commercial traffic. As a result, multiple development plans of the sector were launched to foster new plants and recover pre-existing ones, insufficient to face the renewed mercantile instances or afflicted by cover-up problems that reduced their functioning. Among the latter is the port of Salerno, one of the largest on the Tyrrhenian side, founded in the Middle Ages, renovated in 1752 and, after a few decades, once again in disuse. The recovery studies began in 1845 and continued throughout the century, with numerous projects that saw the transition from an isolated pier to a closed basin. Here we illustrate the main points of the story, long, complex and with serious effects on the environment.*

Introduzione

Il Regno di Napoli, nonostante il prevalente sviluppo delle coste - che dal basso Lazio scendevano alla Calabria e, passando per lo Jonio, risalivano all'Abruzzo - nonché la secolare tradizione marinara, era quasi del tutto sfornito di porti attrezzati per le nuove istanze della navigazione sul versante tirrenico, mentre quelli dell'Adriatico e dello Jonio soffrivano di gravi problemi di interrimento, che ne limitavano di molto l'efficienza.

Riconoscendo che solo la disponibilità di idonee dotazioni portuali, avrebbe permesso l'armamento di grossi bastimenti, incrementando così i traffici commerciali, fin dal primo decennio dell'Ottocento, sotto il regime napoleonico, si intrapresero gli studi in

merito, continuati dai Borbone e pienamente attuati dopo l'unità d'Italia. Allo scopo, si avviarono indagini archeologiche sui sistemi adottati dai Romani nell'area flegrea, in particolare sui moli a traforo, nella convinzione che, favorendo il deflusso delle correnti, fossero i più adatti a contrastare l'insabbiamento di quasi tutti gli approdi del Sud Italia.

Dopo un esperimento pilota condotto a Nisida - l'isolotto che fronteggia il Capo di Posillipo, ora collegato alla terraferma - con la direzione dell'ing. Giuliano de Fazio, assistito da Alessandro Giordano ed Ercole Lauria, la tecnica ispirò tutti i progetti fino agli anni quaranta, allorché Ferdinando II di Borbone ordinò che il molo di S. Gennaro a Napoli fosse privo di trafori e, dal decennio seguente, il miglioramento dei modi di dragaggio, ne segnarono l'abbandono [2, 3].

Acceso sostenitore del potenziamento degli equipaggiamenti marittimi fu il direttore dell'ufficio di Ponti e Strade Carlo Afan de Rivera, il quale evidenziò che, in assenza di ricoveri sicuri, non si poteva attuare la tanto auspicata ripresa mercantile. Fin dal 1831, esaminò ripetutamente gli attracchi al di qua del Faro ed individuò alcuni punti strategici in cui predisporre di nuovi - quali la Costiera Amalfitana, Salerno, Maratea e Tropea - mentre prescrisse il recupero di quelli sullo Jonio e sull'Adriatico [2, 3].

Gli intenti - rivolti pure all'illuminazione dei litorali ed alla tutela dei naufraghi - furono oggetto di vivace dibattito nella classe professionale partenopea e si concretizzarono soltanto con lo Stato unitario, grazie ad apposite normative e specifici apparati [3, 6, 7].

I piani di recupero del porto di Salerno

Nella prima metà del XIX secolo, il porto di Salerno era l'unico ormeggio di una certa entità a servizio del Principato Citra e di parte del Principato Ultra; sorto nel 1260 ad ovest dell'abitato, per volere di Giovanni da Procida, Gran Cancelliere di Manfredi di Svevia, consisteva in un molo rettilineo, perpendicolare alla costa da cui era separato da un breve tratto di mare. Nel tempo si degradò sempre più per l'incuria e per l'insabbiamento causato dalla spinta dei venti dominanti, che trascinavano i materiali provenienti dalla disgregazione delle falesie della Penisola Amalfitana, che si estendeva ad ovest, e dai corsi di acqua che segnavano il profilo sabbioso dell'area meridionale del golfo. Nel 1752, se ne intraprese il rifacimento da parte dell'ingegnere Giovanni Bompiede, attivo negli scali di Napoli e di Bari, il quale vi aggiunse un braccio trasversale, orientato da N-O a S-E. Il collegamento tra l'antica banchina e la spiaggia, attuato negli anni successivi, ebbe effetti devastanti, in quanto, creatosi un bacino chiuso con un'ampia bocca rivolta in direzione delle principali correnti, in breve il sito si arenò, divenendo impraticabile con gravi danni per la locale economia [2, 3, 5].

Dopo decenni di sollecitazioni da parte della popolazione che ne chiedeva con insistenza il recupero, tra cui una supplica rivolta al re, nel 1819¹, finalmente, grazie all'interessamento dell'intendente provinciale, nel 1845, l'ingegnere di Ponti e Strade Ercole Lauria, impegnato a Nisida e responsabile dei porti pugliesi, nonché "architetto dei Fari del Regno" [2, 6] presentò il progetto di ripristino dell'impianto. Questi decise di spostare l'attracco ad ovest, nell'area di maggiore profondità, racchiusa alle spalle dai rilievi, ed ideò una diga foranea isolata pressappoco parallela all'arenile, dalla sagoma curvilinea e

¹ ARCHIVIO DI STATO DI SALERNO (ASSa), *Genio Civile*, b. 358, fasc. 1.

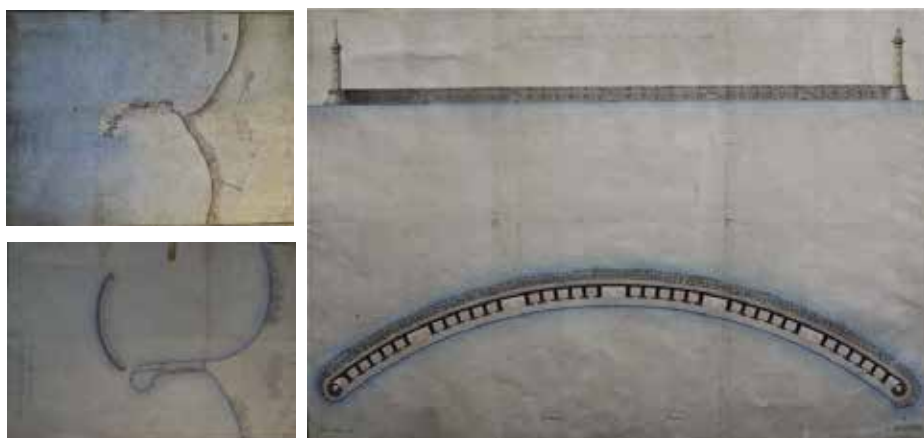


Figure 1-2-3 – E. Lauria, *Pianta esistente del porto di Salerno, Progetto del porto di Salerno con la riduzione del molo esistente, Pianta e prospetto del molo isolato progettato pel porto di Salerno*, 1-5-1845 (ASSa, *Genio Civile*, b. 258).

Figures 1-2-3 – E. Lauria, Existing plan of the port of Salerno, Project of the wharf of Salerno with the reduction of the existing pier, Plan and prospect of the isolated pier designed for the port of Salerno, 1-5-1845.

dall'andamento E-O, lunga 1200 palmi napoletani² (312 m) e larga 50 (13 m ca.) con una scogliera dal lato verso il mare spesso in cima palmi 25 (6,60 m ca.) [2, 3, 5]. La banchina era protetta dal muraglione di difesa, rinforzato da setti trasversali, recanti sul davanti una nicchia con le colonnine di ormeggio e collegati da arcate che definivano dei vani chiusi; nelle testate, su una massiccia base tronco-conica, si elevavano due torri ottagonali, a sostegno del faro e di un parafulmine [6].

Il nuovo manufatto iniziava di fronte all'antico molo, dal quale lo separava un varco di circa 40 metri, ed aveva una spaziosa entrata dalla parte opposta³. Il vecchio attracco - denominato a tutt'oggi "molo Manfredi", in riferimento al fondatore - veniva regolarizzato e riformato accogliendo depositi e magazzini, mentre l'aggiunzione settecentesca che, per il disfacimento in cui versava, rendeva impraticabile la navigazione, andava in gran parte eliminata mediante un'operazione di salpamento degli scogli, fabbricando al suo posto una piattaforma circolare adibita a zona di carico e scarico. Il costo preventivato era di oltre 300 000 ducati, particolarmente oneroso per le magre finanze del Comune che, con il solo sostegno della Provincia, avrebbe dovuto finanziare l'opera. Perciò, nel 1847, l'architetto Ulisse Rizzi avanzò una proposta che comportava circa metà dell'importo, consistente nel prolungamento di 1000 palmi (264 m) del preesistente pontile,

² Un palmo napoletano equivaleva a 26,4 cm.

³ Il progetto si compone di tre tavole: *Pianta esistente del porto di Salerno, Progetto del porto di Salerno con la riduzione del molo esistente, Pianta e prospetto del molo isolato progettato pel porto di Salerno*, Napoli 1 maggio 1845 (ivi, b. 258). Notizie in merito si ritrovano pure in ARCHIVIO DI STATO DI NAPOLI, *Ministero dei Lavori Pubblici*, b. 322, fasc. 8, verbale del Consiglio Acque e Strade del 26-6-1847. Nello stesso periodo si interessò dei porti di Palinuro, di Agropoli e di altri siciliani.



Figura 4 – G. Palmieri, *Pianta dell'antico porto di Salerno coll'indicazione de' dintorni e del molo isolato in progetto*, 2-4-1859 (ASSa, Genio Civile, b. 258).

Figure 4 – G. Palmieri, Plan of the ancient port of Salerno with the indication of the surroundings and of the isolated pier in the project, 2-4-1859. (ASSa, Genio Civile, b. 258).

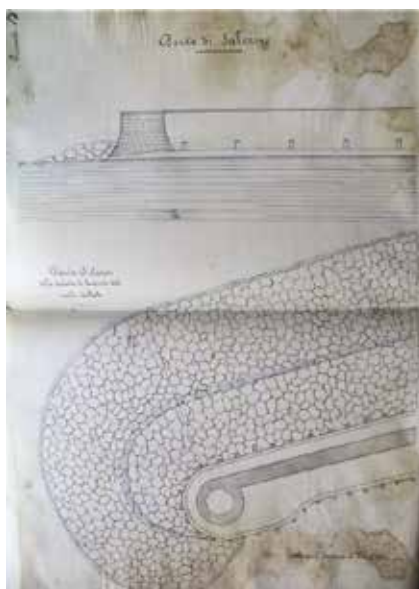


Figura 5 – *Pianta ed elevato della testata di levante del molo isolato* (ASSa, Genio Civile, b. 260).

Figure 5 – Plan and elevated of the east head of the isolated pier (ASSa, Genio Civile, b. 260).

formando un gomito da est ad ovest. Il progetto fu rifiutato dal Consiglio degli Ingegneri di Acque e Strade, che prescelse il primo, aggiungendovi un'ulteriore quota per la rimozione dei massi tra la riva e la banchina, ritenuti la principale causa dell'interramento, per ristabilire subito la circolazione tra i due bacini [3].

Accolto positivamente l'elaborato, permanevano però forti perplessità per l'eccessivo impegno finanziario, per la cui riduzione il tecnico propose di contenere il salpamento al minimo indispensabile e di costruire per il momento solo 400 palmi (106 m ca.) di antemurale, in maniera da poter disporre con immediatezza di un ancoraggio, suscettibile di successivi prolungamenti, tralasciando ulteriori iniziative [3].

Ad intralciare l'*iter* concorsero pure i comuni di Amalfi e Vietri, ciascuno desideroso di spostare l'installazione sul proprio territorio, a servizio dell'intero litorale picentino, idea che, sottoposta all'esame del Lauria, fu rigettata per l'inadeguatezza dei siti proposti [3, 7]. Scartata ogni alternativa, il Consiglio degli Ingegneri approvò ed il tutto venne sancito con real rescritto del 26-9-1857, dimezzando la costruzione a 600 palmi (158 m), con spesa presuntiva 109 199 ducati. Ma l'eccessiva onerosità dell'opera rispetto ai prezzi alla base del capitolato di appalto, scoraggiarono tutti i possibili concorrenti alle aste, per cui un secondo decreto regio vincolò la fattura a una soluzione che, senza diminuirne



Figura 6 – B. Trincherà-A. de Novellis, *Pianta e prospetto del molo isolato progettato pel Porto di Salerno*, 21-1-1864 (ASSa, *Genio Civile*, b. 258).

Figure 6 – B. Trincherà-A. de Novellis, *Plan and elevation of the isolated pier designed for the Port of Salerno*, 21-1-1864 (ASSa, *Genio Civile*, b. 258).

la solidità e la funzionalità, consentisse un tangibile risparmio⁴.

L'incarico fu affidato all'ingegnere Giuseppe Palmieri, direttore delle Opere Pubbliche di Principato Citeriore. Questi, dopo lunga ed attenta riflessione - attuata prestando attenzione alla letteratura tecnica, allo stato della costa e dei corsi d'acqua, alle condizioni delle preesistenze ed alle dichiarazioni dei marittimi locali - mantenne l'assetto dato dal collega, ritenendo ben concepito il molo isolato con la bocca maggiore rivolta ad ovest, in direzione opposta alle correnti e con grandi depositi sul vecchio molo, raggiungibili dalla terraferma. Inoltre, concordò pure con la tecnica costruttiva a getto in casse fisse di un conglomerato composto da ferrugine vesuviana con malta di calce e pozzolana di Bacoli, teoricamente la più valida e suffragata *in loco* dalla circostanza che il manufatto medievale, costituito in tal modo, ancora resisteva, mentre si era velocemente sconquassato quello di pochi decenni prima, realizzato a pietre perdute⁵. Alla luce di tali considerazioni, per alleggerire i costi, giudicò sufficiente la correzione di due punti dell'elaborato. La prima consisteva nel ridurre la sezione del molo dai 50 palmi indicati dal Lauria a 30 (7,90 m ca.), a suo parere sufficienti per la profondità di 25 o 26 palmi a cui doveva fondarsi, portando a 40 palmi le due testate, maggiormente sollecitate nelle burrasche, conferendo loro una pianta poligonale, a sostegno, quella ad ovest di un faro e l'altra di una torretta ad uso del custode del porto. Lo spessore avrebbe consentito comodamente l'impianto del muraglione di difesa, come previsto di 15 palmi di base, nel quale venivano ricavate delle nicchie per accogliere le colonne di ormeggio, in maniera da lasciare uno spazio sufficiente per le scalette e per le operazioni commerciali, che avrebbero usufruito pure degli spaziosi magazzini ubicati sulla bancina già esistente.

La seconda modifica derivava dallo scambio nelle malte della ferrugine con 'scaglioline' di calcare locale sminuzzate a martello che avrebbe assicurato una pronta presa in mare ed un peso maggiore, meglio resistente all'impeto delle onde.

⁴ ASSa *Genio Civile*, b. 258, fasc. 6, verbale del Consiglio degli Ingegneri del 18-6-1859.

⁵ Ivi, *Progetto estimativo economico del molo isolato da costruirsi per lo stabilimento di un nuovo porto in Salerno*, 7-5-1859, relazione.

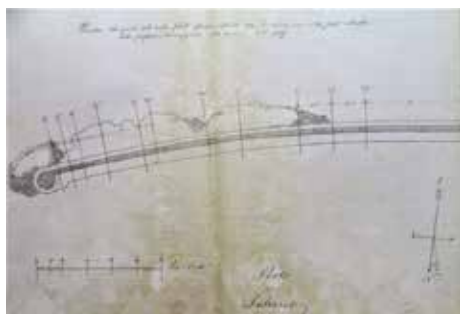


Figura 7 – Pianta di una parte del molo isolato finora costruito, 1867 (ASSa, *Genio Civile*, b. 260).

Figure 7 – Map of a part of the isolated pier built so far, 1867 (ASSa, Genio Civile, b. 260).

Figura 8 – F. Toscano, Pianta del molo da costruirsi dal lato di ponente, 18-1-1869 (ASSa, *Genio Civile*, b. 258).

Figure 8 – F. Toscano, Plan of the pier to be built on the west side, 18-1-1869.



Nel 1861 si avviarono i lavori⁶, con il controllo di una deputazione speciale del Comune e diretti dal Palmieri, coadiuvato da vari tecnici del Genio Civile, responsabili degli studi esecutivi⁷. Il programma venne invalidato fin dall'inizio dalle diverse direttive assunte in corso d'opera dalla deputazione municipale che, accogliendo le richieste degli armatori, acconsenti ad impiantare la diga a 370 metri dalla sponda, anziché a 317 come previsto, con conseguente incremento della sezione, ed a sostituire il rivestimento delle superfici emergenti con pietra vesuviana di migliore qualità e mattoni resistenti alla salsedine. In tal modo, l'aumento generale dei costi fece esaurire velocemente i fondi⁸.

A supporto dell'opera intervenne la classificazione del porto nella 3° classe ai sensi della legge del 1865 sui lavori pubblici, che contemplava il concorso del Governo per il 50 %, sgravando in gran parte il Comune e la Provincia, fino ad allora unici finanziatori⁹.

Lo stato di avanzamento si desume dalle relazioni che accompagnarono la pratica, in vista della riformulazione progettuale da parte del locale ufficio tecnico, resasi necessaria per accedere alle sovvenzioni statali: nel 1868 si erano costruiti 189 metri di molo, 4 dei quali privi del muro di difesa e senza basolato, spendendo 852.399 £, già

⁶ Ivi, fasc. 2. L'appalto del 21-5-1861, menzionato in tutte le pratiche, contemplò la costruzione di 820 palmi di molo, estendibili a 1200, per 850.000 £.

⁷ Ivi, fasc. 8. Notizie sui lavori si ritrovano pure in b. 259, fasc. 19, 20.

⁸ Ivi, b. 258, fasc. 12.

⁹ La L. 20-3-1865 n. 2248 – Allegato F – Tit. IV Porti Spiagge e Fari prevedeva ½ del finanziamento dallo Stato, ¼ da Provincia e comuni del circondario, ¼ dal comune di Salerno e contigui.

corrisposte dal Comune e si preventivava di raggiungere i 333 metri prescritti, ritenuti il minimo per contenere un seno di mare riparato, con la prospettiva di futuri prolungamenti. Lo stanziamento fu finalizzato alla formazione del settore mancante ed al restauro del “martello o molo vecchio”, accrescendolo di 105 metri e ripiegandolo verso la testata est dell’antemurale per ricavare una bocca di 47 metri – il cosiddetto “buco-pertugio” - destinata ai piccoli natanti diretti verso la città ed a far defluire liberamente le correnti E-O per ovviare al pericolo d’interramento, lasciando come ingresso principale il grande varco occidentale. Inoltre, si suggerì di dare al muro di riparo della diga larghezza costante, ricavandovi all’interno archi di 5 metri di corda, profondi 1,25 metri, separati da pilastri larghi 3 metri, espediente che avrebbe diminuito il costo e offerto possibilità di ricovero in tempo di pioggia¹⁰. La soluzione fu replicata dall’ing. Alfonso Orloti per la ricostruzione del porto di Amalfi dopo la distruzione apportata dalla mareggiata del 1879 che colpì in maniera minore pure l’impianto in causa [7].



Figura 9 – F. Toscano, *Pianta del molo da costruirsi dal lato di ponente*, 18-1-1869 (ASSA, *Genio Civile*, b. 258).

Figure 9 – F. Toscano, *Plan of the pier to be built on the west side*, 18-1-1869 (ASSA, *Genio Civile*, b. 258).

Sulla base delle indicazioni ricevute dal Dicastero furono redatti gli elaborati di dettaglio, attuati tra 1871 e 1878¹¹, ma le direttive variarono drasticamente prima del completamento, in seguito alle rimostranze presso il Ministero da parte del Municipio, che

¹⁰ Ivi, b. 258, fasc. 12. Il ministero dei LL.PP. con nota del 18-1-1867, ordinò alla Prefettura di far redigere un piano di completamento, tralasciando le opere accessorie, che sarebbero state contemplate successivamente. Il progetto del 20-2-67 prevede una spesa complessiva di 970 000 £ (710 000 per il molo isolato, 260 000 per il molo vecchio), ma il dicastero ridusse la somma a 850 000 £ e girò la pratica all’ing. Palmieri, nel frattempo divenuto ispettore, perché concordasse il da farsi con il Genio Civile. Il tecnico, venuto personalmente a Salerno, compilò una lunga relazione nella quale fece il punto della situazione ed indicò i lavori indispensabili, che divennero oggetto dell’elaborato, trasmesso il 18-1-1868 (*Progetto di tutti i lavori a farsi pel completamento del molo isolato, e pel prolungamento del molo antico del porto di Salerno*). Il 24 giugno, il prefetto comunicò l’avvenuta approvazione al Genio Civile.

¹¹ *Progetto di tutti i lavori da eseguirsi pel completamento del Molo isolato e pel restauro e prolungamento del Molo antico* ... (ivi, bb.: 258, fasc. 12, 18; 259, fasc. 21, 28; 260, fasc. 37).

sosteneva fosse estremamente pericoloso l'entrata alle navi ed ancor più pericoloso sostarvi con i venti di traversie. In seguito a ciò fu inviato l'ispettore del Genio Civile, ing. Milesi, all'epoca direttore generale dell'Ufficio Porti e Fari di Napoli, il quale avanzò una proposta di massima per la sistemazione definitiva¹².

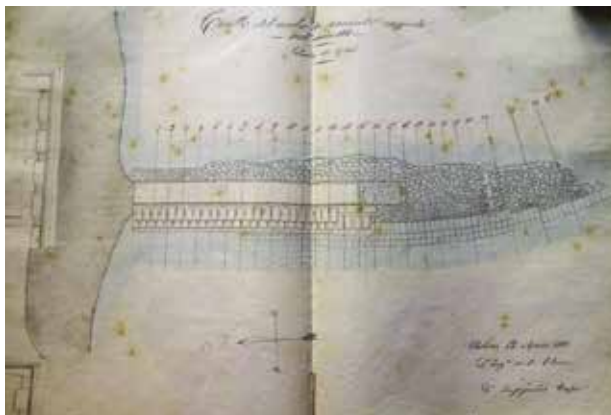
Considerando che l'impianto consisteva solo in un ancoraggio privo di effettivo riparo, mise a punto le modalità per configurare un bacino sicuro, avente per fulcro l'antemurale non ancora ultimato.

La detta proposta contemplò: l'ampliamento dell'entrata piccola fino a 150 metri, dandole profondità di 7 metri; la chiusura di quella a ovest con un nuovo molo a scogliera lungo 400 metri parallelo al molo Manfredi e congiunto con una curva di 100 metri di sviluppo all'estremo dell'antemurale; il prolungamento di quest'ultimo verso oriente prima in direzione maestro-scirocco per 200 metri poi parallelamente alla riva per altri 150 metri ed, infine, la trasformazione del pontile primitivo in una comoda banchina per operazioni commerciali, portandola a 60 metri di larghezza. In tal modo si sarebbe ottenuto una darsena a ponente ed una rada o antiporto a levante, entrambe accessibili da questo lato. Il programma di massima fu approvato dal Consiglio Superiore dei LL. PP. che suggerì di protrarre fino alla spiaggia la scogliera occidentale, chiudendo la piccola apertura che si intendeva lasciare.

Con questi dettami, nel 1880, l'ing. Nicola Verdinois – molto attivo nelle realizzazioni marittime della Provincia e responsabile dei fari di Fuenti, Capo d'Orso e Scario [6, 7] - già direttore dei lavori, stilò il progetto esecutivo¹³. Interessanti sono le osservazioni comprese nella relazione annessa, dove furono puntualmente percorse le vicende ed esaminate le modifiche indotte al litorale dalle opere portuali, al fine di studiare, come richiesto dal Ministero, se fosse il caso di predisporre qualche presidio per impedire futuri sconvolgimenti. Allo scopo effettuò un'accurata analisi sulla direzione dei venti, sulle correnti, sulla natura delle coste e dei fondali e dei materiali provenienti dai corsi d'acqua presenti tra Salerno e punta Licosa, che, purtroppo, fu limitata allo stretto indispensabile, per assenza di opportuni mezzi finanziari.

Figura 10 – *Tratto del molo di ponente eseguito nell'anno 1882, 12-3-1883* (ASSa, Genio Civile, b. 346).

Figure 10 – *Section of the western pier built in the year 1882, 12-3-1883.* (ASSa, Genio Civile, b. 346).



¹² Relazione del 5-11-1876 (ivi, b. 344, fasc. 144).

¹³ Ivi, *Progetto per la sistemazione del porto di Salerno*, 15-1-1880.



Figura 11 – Faro sul molo di levante 1880 (ASSa, Genio Civile, b. 344).

Figure 11 – Lighthouse on the east pier 1880 (ASSa, Genio Civile, b. 344).

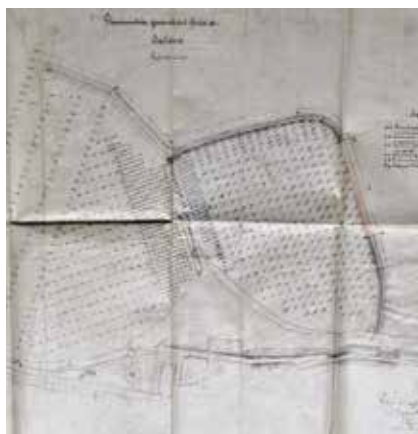


Figura 12 – G. Lenzi, *Planimetria generale del porto di Salerno*, 30-8-1886 (ASSa, Genio Civile, b. 349).

Figure 12 – G. Lenzi, *General Plan of the Salerno Harbour*, 30-8-1886 (ASSa, Genio Civile, b. 349).

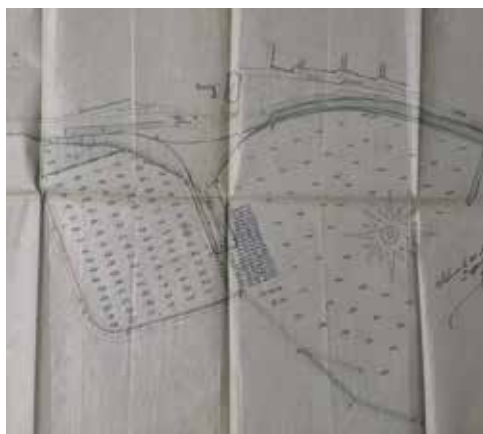


Figura 13 – Proposta di variante dell'ultimo tratto del molo di levante, 20-4-1886 (ASSa, Genio Civile, b. 349).

Figure 13 – Proposal to change the last section of the east pier, 20-4-1886 (ASSa, Genio Civile, b. 349).

Riprendendo quanto era stato già segnalato, il tecnico ribadì che la spiaggia ad occidente del molo Manfredi si era formata per effetto della scogliera che nel 1752 lo congiunse alla terra e continuava ad allargarsi, tanto che i due contrafforti, fondati in mare nel 1843 a sostegno della strada per Vietri, ormai ne distavano circa 20 metri. Invece, l'arenile ad oriente si andava assottigliando e si rammentava che, quando nel 1812 il convento di S. Agostino

diventò Prefettura - oggi Provincia - era più distante dal lido, sul quale si apriva una porticina con una scaletta, trasformata nell'attuale portone d'ingresso¹⁴.

Le direttive in causa furono alla base dell'operato nel decennio seguente nel corso del quale, grazie ai finanziamenti governativi, si sistemò la bocca est mediante lo smantellamento con mine dell'antica scogliera, si realizzò il molo continuo occidentale di 560 metri, si avviò la costruzione dell'avamposto orientale, tracciando i primi 200 metri di banchina e si trasformò il molo Manfredi in calata per le operazioni commerciali¹⁵.

Nel 1886, l'ing. Guglielmo Lenzi redasse un ulteriore elaborato, relativo al secondo tratto del braccio orientale, non compreso nel precedente appalto per penuria di fondi, in seguito alle modifiche apportate alle altre strutture¹⁶. Per l'occasione, la Camera di Commercio e la popolazione, preoccupate che la sagoma a martello dell'avamposto inibisse futuri ampliamenti, chiese ai ministeri dell'Agricoltura e dei LL.PP. che si facesse precedere da altri 300 metri e si allineasse con l'attiguo, rendendolo quasi parallelo alla spiaggia. In tal modo, si pensava di preservare anche il lungomare, afflitto da oltre un decennio da vistosi fenomeni di erosione, proposta che risulta accolta, ma non realizzata¹⁷.

Il completamento dei lavori si deve al progetto dell'ing. E. Borgatti del 1893¹⁸, relativo alla sistemazione dell'intera fascia costiera, sulla quale, con interventi di particolare impegno fu tracciato l'allacciamento alla linea ferroviaria che, staccatasi dal tratto principale ad est dell'abitato, oltre l'Irno, impose il passaggio sulla foce con un ponte metallico ed il posizionamento del binario sul margine del litorale fino al molo Manfredi.

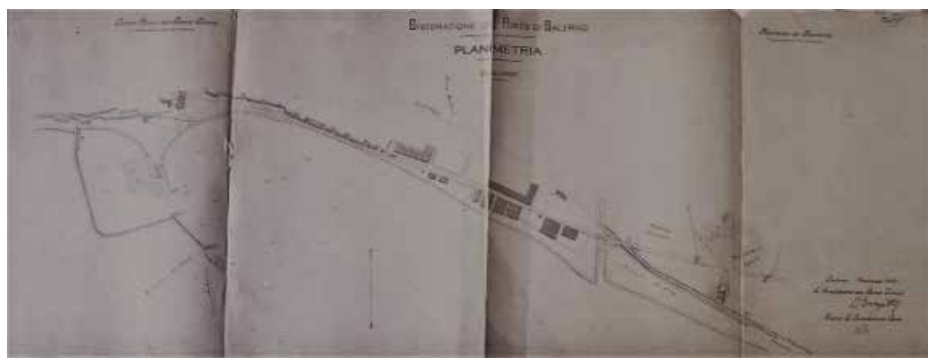


Figura 14 – E. Borgatti, *Progetto di massima per nuovi lavori straordinari*, 30-11-1893 (ASSa, *Genio Civile*, b. 351).

Figure 14 – E. Borgatti, *General project for new extraordinary works*, 30-11-1893 (ASSa, *Genio Civile*, b. 351).

¹⁴ *Ibidem*.

¹⁵ Ivi, bb.: 260, fasc. 29; 344, fasc. 143, 145, 146; 346 fasc. 149, 150; 349, fasc. 161; 349 bis.

¹⁶ Ivi, b. 349, fasc. 145, *Progetto dei lavori occorrenti per prolungare di altri metri 150 il primo braccio del molo foraneo di levante*, 23-11-1886.

¹⁷ *Ibidem*, relazione al *Progetto stralcio* dell'ing. Lenzi del 1-2-1888 (ivi, b. 349, fasc. 150).

¹⁸ *Progetto di massima per nuovi lavori straordinari*, 30-11-1893 (ivi, b. 351, fasc. 167).



Figura 15 – A. de Sanctis, *Planimetria del Porto di Salerno*, s.d. (ASSa, *Genio Civile*, b. 258).

Figure 15 – A. de Sanctis, Plan of the Salerno Harbour, s.d. (ASSa, Genio Civile, b. 258).

Figura 16 – Vista satellitare del porto di Salerno. Il rosso indica le parti antiche superstiti, il tratteggio quelle eliminate.

Figure 16 – Satellite view of the port of Salerno. The red indicates the ancient parts survivors, the dashes are eliminated.



Molto poco delle strutture considerate resta nell'odierno porto di Salerno, a metà Novecento, ritenuto inadeguato ed errato nell'orientamento e nell'ubicazione a ridosso della città. Iscritto nel 1975 nella I classe della II categoria nazionale, fu oggetto di successivi, massicci ampliamenti che hanno inglobato i moli preesistenti e cancellato la diga curvilinea primitiva. La ristrutturazione si inquadra nella politica di recupero delle aree limitrofe -investite da contestatissimi inserimenti edilizi - e del lungomare, fortemente compromesso dall'attracco ed al centro di specifici progetti di salvaguardia già a pochi anni dall'inizio dei lavori ottocenteschi. Gli interventi, tuttora in corso (Piano Regolatore del Porto-2016), hanno comportato non solo un consistente incremento dei pontili e grosse colmate per ricavare nuove banchine, quanto l'inversione dell'entrata, aperta verso occidente [1, 4, 5].

Bibliografia

- [1] Autuori M. - *Il porto di Salerno*, in "Il Picentino 3, n.s., XI (1997), 6-9.
- [2] Buccaro A. - *Opere pubbliche e tipologie urbane nel Mezzogiorno preunitario*, (1992), Electa Napoli, Napoli.

- [3] Carelli G. - *Sommario di un reso-conto de' porti, fari e lazzaretti costruiti, in costruzione od in progetto ne' Reali Domini di qua dal faro a tutto l'anno 1855*, (1858), Napoli.
- [4] Centola B. - *Il sistema portuale salernitano*, *Il Picentino*, 3-4, n.s., CXIV (1979), vol. 25, pp. 41-48.
- [5] Cosimato D. - *Appunti per la storia del porto di Salerno (1752-1865)*, in "Il Picentino", n.s., X (1966), I, 5-29.
- [6] Russo M. - *I piani ottocenteschi di illuminazione costiera I fari della Campania*, (2017), Edizioni Accademiche Italiane, Beau Bassin.
- [7] Russo M. - *Realizzazioni architettoniche e nuovi assetti urbani in costiera Amalfitana tra Otto e Novecento*, (2016), Centro di Cultura e Storia Amalfitana, Amalfi.

IL NUOVO ORIZZONTE DEL PORTO CROCIATO DI SAN GIOVANNI D'ACRI

Marta Zerbini¹, Alessandra Vezzi²

¹Università degli Studi di Firenze – Facoltà di Architettura, via della Mattonaia 14 - 50121 Firenze,
tel. 348 4627820, e-mail: marta.zerb@gmail.com

²Università degli Studi di Firenze – Facoltà di Architettura

Riassunto – La città di San Giovanni d'Acri, oggi Akko, situata nel nord di Israele, è stata approdo per la Terrasanta e capitale economica dell'area nel periodo crociato. Tuttavia, l'importanza di città portuale è venuta meno negli ultimi secoli, comportando una notevole evoluzione storica e funzionale che ha trasformato la fisionomia della città. Rispetto alle descrizioni del Portolano pisano "Lo compasso da navigare" del XIII secolo, libro marittimo che descrive coste, porti, correnti, fondali e condizioni del tempo, molte architetture chiave che guidavano la rotta nell'attracco al porto oggi sono significativamente modificate, se non totalmente elise. Nel nostro progetto siamo andate a ricercare queste architetture costiere descritte come punti di riferimento, quali la chiesa di Sant'Andrea e la Torre delle Mosche. Il rilievo del Sant'Andrea ha portato alla luce discontinuità compositive rispetto alle descrizioni storiche, lasciando supporre che si trovi altrove, aprendo ulteriori ed interessanti percorsi di studio. Anche la Torre delle Mosche viene identificata in una struttura che non conferma la sua descrizione originaria, ed in questo caso la fase di rilievo è stata svolta fin dall'inizio con l'obiettivo di rintracciare l'antica torre. Trovandosi davanti ad una città così trasformata ed osservandola con lo sguardo di chi si accinge all'approdo, ci chiediamo se sia possibile ripensare ad un progetto che possa far riemergere quegli elementi che la caratterizzavano come città portuale e che le conferivano una propria identità. Per fare ciò è sicuramente necessario tornare a rileggere e ripensare una città portuale dal suo elemento caratterizzante: il mare. Da qui inevitabilmente si pongono le basi per un'ipotesi di progetto e riqualificazione del *Waterfront*, ad ora avviata con una prima fase di studio morfologico e antico fisico e chimico delle strutture prese in esame.

Abstract – *During the crusader period, the city of Saint John of Acri - or Akko - in the North of Israel, was the most important harbour and economic center of the Holy Land. Throughout the last centuries, however, the city gradually lost its functions and its architectural shape has consequently deeply changed.*

The Pisan "portolano", "Lo compasso da navigare"- a book written in the XIII century containing descriptions of the nautical routes - explains how to identify the right way to enter the harbour using some main architectures as reference points. Throughout the years, these architectures have been deeply modified or even destroyed. The goal of the project was to geographically find two main ancient architectures - Saint Andrew's church and the Tower of Flies - and map their original shapes. The survey of Saint Andrew's church showed several architectural differences compared to the one described in the book. For this reason, we assumed that they are two different churches, and the ancient one is somewhere else. The Tower of Flies is now the name of an architecture that is not

the original one. Our goal was to find the ancient tower. The overall purpose of the project is to find and map the ancient identity of Akko, hidden behind its current shape, adopting the perspective of the sailors, who explored the city coming from the sea.

Introduzione: la città di Akko tra storia e attualità

La città di Akko sorge in un golfo naturale lungo la costa nord di Israele e si è sviluppata intorno all'antica città portuale crociata chiamata San Giovanni d'Acri.

La posizione strategica che occupava l'ha resa la città di approdo in Terrasanta, nonché centro di tutti gli scambi economici e culturali tra occidente e medio oriente. Il porto ha costituito per Akko la risorsa che l'ha fatta diventare la capitale finanziaria della zona.

È una città che è nata dal mare e si è sviluppata in base all'immagine che si aveva dal largo, con lo sguardo di chi si accingeva all'approdo; per questo le sue architetture hanno assunto delle funzioni ben precise consentendo di orientare e guidare la rotta.

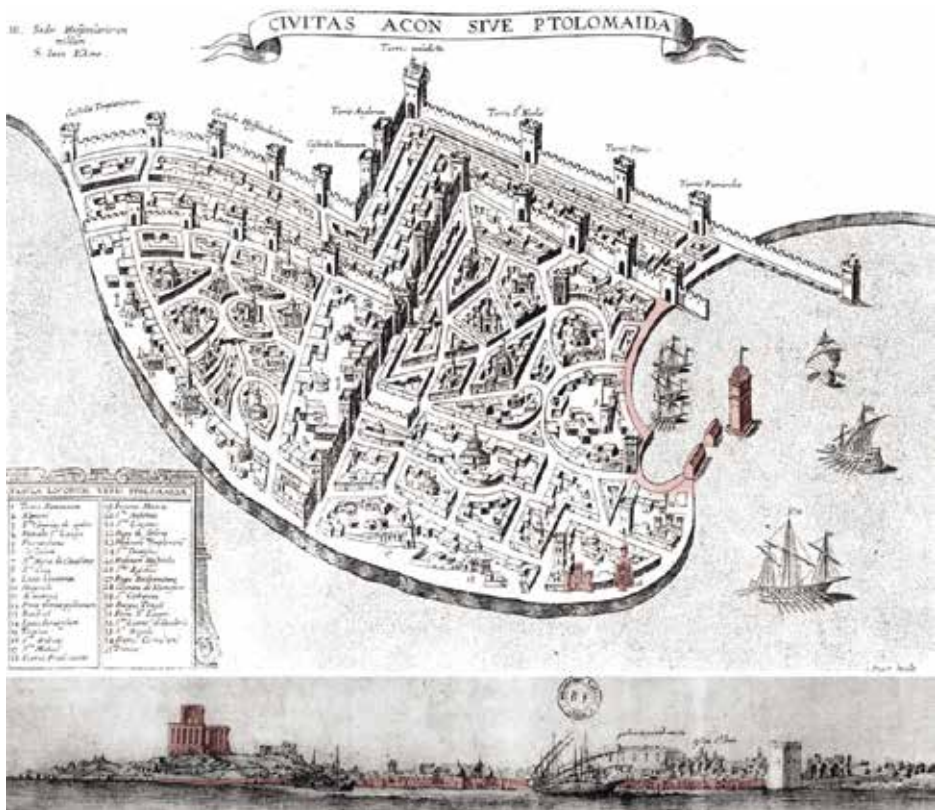


Figura 1 – Incisione di J. Picart, Akko 1291.

Figure 1 – Engraving of the city of Akko by J.Picart, 1291.



Figura 2 – Vista aerea, Akko prima metà XX secolo.

Figure 2 – Aerial photo of Akko, first half of 20th century.

Nel corso dei secoli Akko si è ampliata e trasformata, sviluppandosi verso l'entroterra e ancorandosi sempre più alla terraferma, fino a perdere quel ruolo di città portuale, polo attivo di scambio, che le aveva conferito tanta importanza. Si è progressivamente modificato anche il punto di vista del costruire la città, guardandola sempre più dall'entroterra e trasformandone l'immagine con una serie di modifiche che ci hanno portato all'Akko di oggi.

Questa evoluzione storica e funzionale dell'insediamento ha rappresentato il punto di partenza del progetto di rilettura delle architetture costiere.

Materiali e metodi: dal Portolano al rilievo

Il Portolano pisano “lo Compasso da navigare”, documento scritto del XIII secolo, indica le rotte da seguire per poter accedere ai porti delle varie città, tra cui quella di Akko. Nella parte del Portolano che spiega come entrare nel porto di quest'ultima, si fa riferimento a

determinate architetture costiere che fungono da segnali per il navigatore; questi, osservando tali strutture, riceveva indicazioni in merito a direzioni e virate da effettuare per evitare ostacoli e giungere in porto.

Si riporta così il testo citato:

<< *La torre della magione in allineamento con la torre delle mosche è rotta per evitare le secche davanti al sant'Andrea e una volta arrivati all'altezza della stessa torre delle mosche si deve iniziare a girare per entrare in porto* >>.

Notiamo subito tre architetture che hanno il ruolo citato: la *chiesa di Sant'Andrea* e la *Torre delle Mosche* e la *Torre della Magione*.

La prima forniva indicazioni sulla presenza di secche; le altre due sulla rotta da tenere per evitarle e sul punto di virata per l'accesso al porto.

In queste brevi indicazioni troviamo lo spunto di questa prima fase di ricerca: le architetture che guidano i mariani.

Ci serviamo per questa fase delle indicazioni fornite dal Portolano e di tutte le descrizioni iconografiche storiche delle architetture costiere menzionate, con lo scopo cercare di ritrovarle nella configurazione attuale della città, notevolmente stravolta, e rileggerle attraverso il rilievo.

Le descrizioni iconografiche e dell'Itinera definiscono il sant'Andrea come un'alta chiesa bianca con un prospetto unitario posizionata di fronte alla secca che impediva un approccio diretto al porto.

Abbiamo quindi effettuato il rilievo della chiesa ipogea mettendo in luce una struttura con evidenti fasi di discontinuità compositiva: è emersa una morfologia connotata da un gate e da due torri, da un portico e da una rifondazione di ardua e da delle cisterne, non coerente con il prospetto tramandato dai documenti.

Il modello da noi ricostruito concorda invece con quello della "*magione del connestabile dello templo*", così come descritta nel Portolano.

Il primo caso di studio lascia pensare quindi che il vero Sant'Andrea non sia la chiesa che si pensa oggi, ma che invece si trovi in un'altra zona della città. Questo apre un'altra interessante strada alla ricerca: rintracciare l'antico sant'Andrea nei resti delle fondazioni.

La torre delle Mosche viene ad oggi identificata nei resti di una struttura turriforme, ma se analizziamo la cartografia storica e considerando le indicazioni del Portolano, ci accorgiamo che non può essere lei l'originaria. La torre delle Mosche chiamata così oggi si trova infatti troppo a largo ed è troppo lontana dal porto per essere l'antica, di cui però, secondo la nostra ricostruzione cartografica, non vi restano tracce.

Tuttavia, nonostante questa struttura sia stata totalmente elisa, nel sottosuolo sono rintracciabili i resti delle gallerie che portavano al porto e connettevano l'area della *torre della catena* con la *torre delle mosche*.

Sotto l'attuale San Giovanni, chiesa della custodia di Terrasanta, a 8 metri dal piano di calpestio, sono visibili le gallerie che articolavano lo spazio del porto pisano antico, come i fondaci, i magazzini e i ricoveri delle piccole imbarcazioni.

Le nostre ricerche degli ultimi due anni confermano che il sito ritenuto sede della *torre delle mosche* è in realtà ciò che resta della *torre di capo darsena*, allineata con la *torre maledetta*, mentre la *torre delle mosche* si trova sotto l'attuale porto moderno.

In questo secondo sito di intervento il lavoro di rilievo è stato svolto nei resti delle gallerie, cercando nelle misure la conferma della nostra ipotesi.

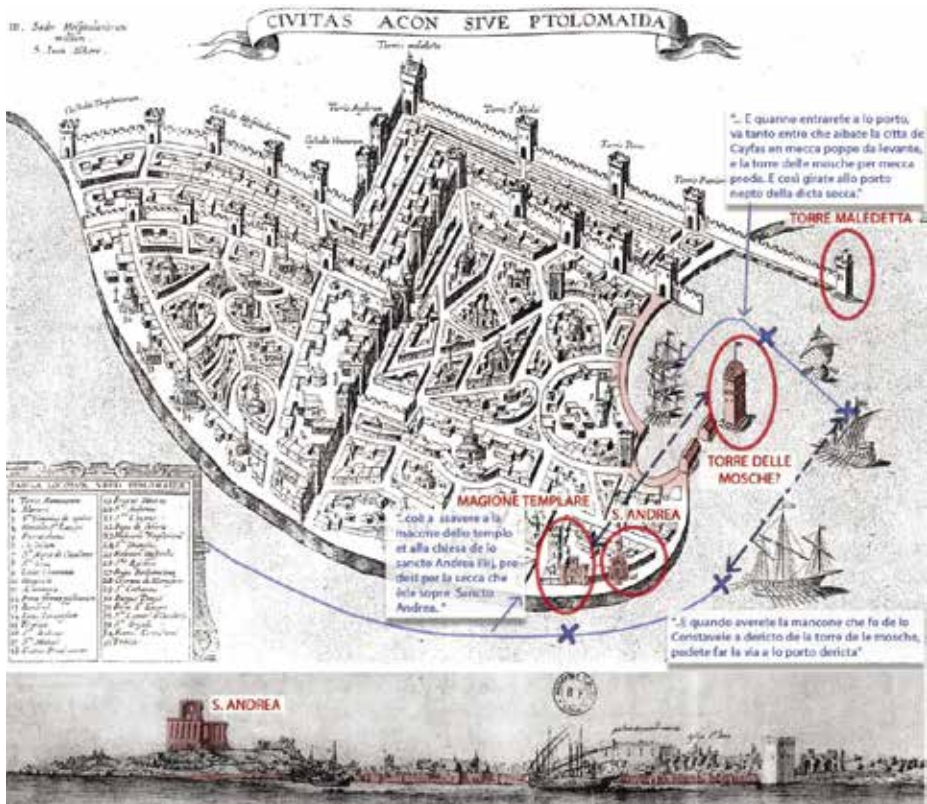


Figura 3 – Analisi del portolano applicate alla carta di J,Picart.

Figure 3 – Study of portulano on J,Picart's map.

La metodologia di lavoro, dopo la prima fase di analisi, prevedeva una campagna di rilievo diretto, di rilievo fotogrammetrico e di analisi fisico-chimica dei materiali delle strutture.

Risultati: le discontinuità compositive

Quanto emerso dal rilievo dei due siti conferma che ciò che oggi viene identificato come l'elemento architettonico originario, in realtà corrisponde ad altro, e dell'immagine di Akko antica si è in parte persa la reale configurazione.

L'antica chiesa di Sant'Andrea non è quella si pensa oggi, così come la torre delle Mosche, e quindi la ricostruzione di Akko crociata.

Le discontinuità compositive e le errate attribuzioni ci lasciano supporre che la città si presentasse con aspetto assai diverso agli occhi dei marinai, e questo perché si è smesso di osservarla dal mare e si è iniziato a viverla dall'entroterra, tradendo l'identità sulla quale Akko si era fondata.

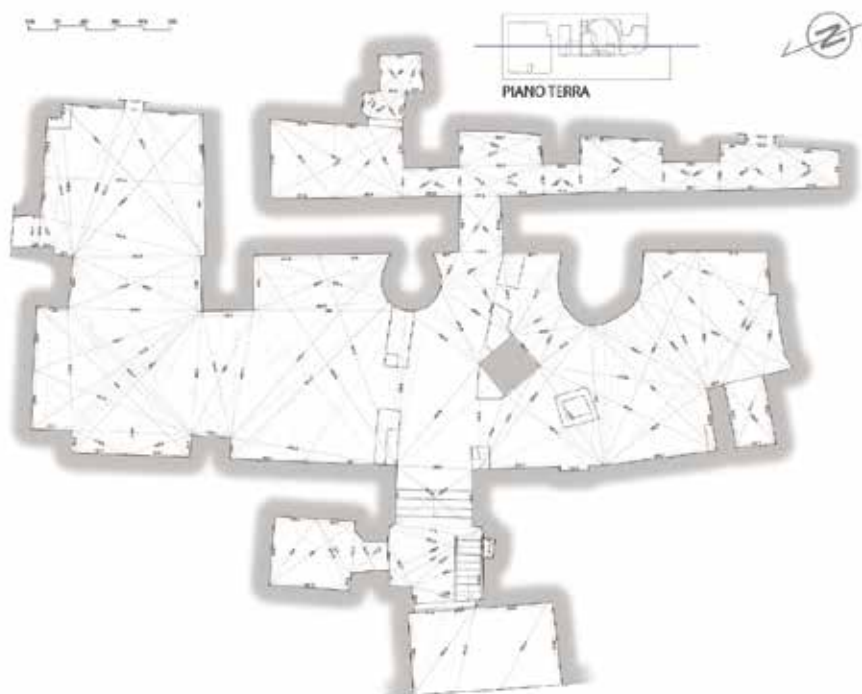


Figura 4 – Rilievo: pianta della Chiesa di Sant'Andrea.
Figure 4 – Survey: plan of Saint Andrew's church.



Figura 5 – Rilievo: sezione della Chiesa di Sant'Andrea.
Figure 5 – Survey: section of Saint Andrew's church.

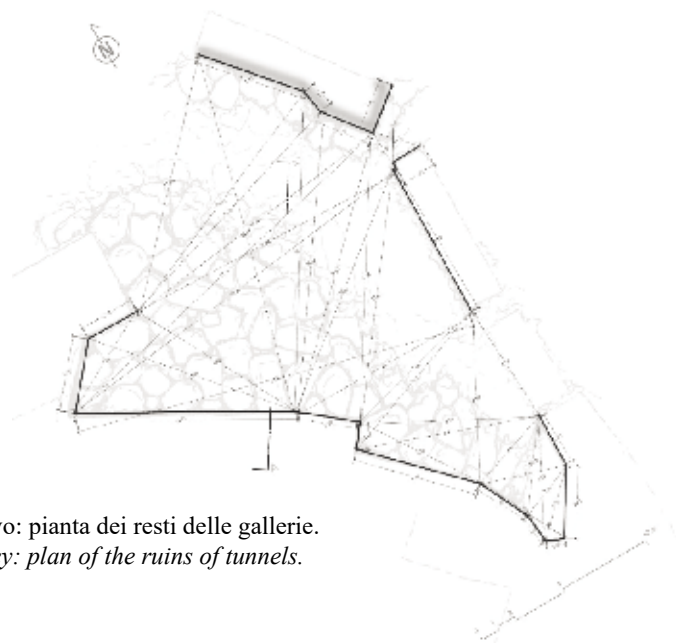


Figura 6 – Rilievo: pianta dei resti delle gallerie.
Figure 6 – Survey: plan of the ruins of tunnels.

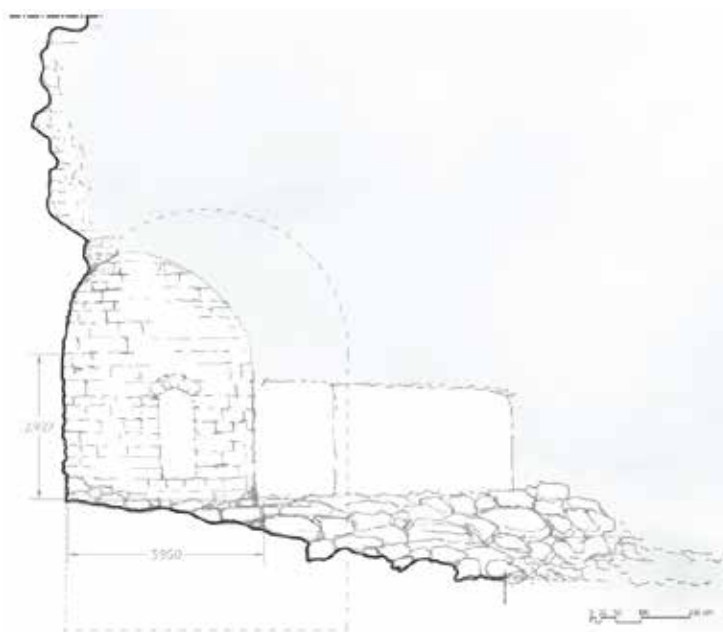


Figura 7 – Rilievo: sezione dei resti delle gallerie.
Figure 7 – Survey: section of the ruins of tunnels.

Discussione: tradire l'identità della città

Da quando Acco non ha avuto più bisogno di difendersi, avendo perso il suo ruolo di città-scambio e importando un modello occidentale di città moderna, la sua cultura portuale è crollata sotto quella spinta turistica che dalla seconda metà del '900 ha permesso alla città di ricostruirsi con una velocità e modalità che forse non le apparteneva.

Per questo motivo il *Waterfront* che si presenta oggi non ha più quegli importanti *landmarks* su cui si basavano le navigazioni e che Akko presentava alle navi in arrivo.

Nella dinamica storica il *waterfront* si è sviluppato in maniera coerente con le strutture, crociate e romane, le une sulle altre, mantenendo lo stesso linguaggio comunicativo.

La dinamica moderna invece non ha mai tenuto conto delle strutture antiche come la darsena e il porto moderno che hanno totalmente eliso i punti di riferimento che dal mare si avevano nella città; anche una torre-faro non è più stata riproposta perché non più funzionale all'uso contemporaneo.

Dal momento in cui le gerarchie di altezza di tutto l'insediamento urbano sono state stabilite dal mare in funzione dell'approccio navale, ci chiediamo se il disinnescare questo rapporto, eliminare la gerarchia funzionale, cromatica e storica, non sia anche un modo di tradire le città portuale perché letta dalla terra anziché dal mare

Crediamo dunque che la chiave di lettura, che è andata a perdersi nell'ultimo secolo quando è venuta meno la necessità di vivere il porto e con essa tutte le attività legate (gli approdi, le guerre, lo scambio economico ed il commercio), sia quella di rileggere la città dal mare e non più dalla terra.

Conclusioni: il progetto per il *waterfront*

L'analisi del Portolano ed il rilievo svolto dunque ci darebbero una lettura più coerente rispetto al fronte mare, dando motivo di ripensare ad un restauro di esso in modo diverso e più congruente.

Per fare ciò si è dovuto comunque approfondire la ricerca di dettaglio e spingerci sempre di più sull'individuazione delle datazioni precise e della provenienza dei materiali di costruzione.

Si trattava quindi di affrontare una fase di analisi delle caratteristiche fisico-chimiche dei materiali che costituiscono le varie strutture prese in esame.

Siamo partiti con l'analisi dei materiali delle cisterne romane e stiamo proseguendo con l'analisi della prima e seconda fase di implementazione crociata, che di fatto sembra impiantarsi direttamente sulla struttura romana antica, non mutando né funzione né modo di approccio al porto.

Ci chiediamo a questo punto se un fronte mare così ben strutturato, funzionale ed approfondito, non abbia diritto di essere tutelato per quello che è sempre stato, così come un palazzo che prospetta su una piazza va conservato per quello che rappresenta in una cultura storicista, sociale, ecc.

La ricerca condotta, focalizzata sull'individuazione delle datazioni, sulla provenienza, sull'analisi fisico-chimica dei materiali delle strutture romane e crociate, deve costituire il punto di partenza per un'ipotesi di progetto mirata a restituire una visione che, tradita, ha rapidamente, ma solo superficialmente, confuso l'immagine di una città di mare.



Figura 8 – Ipotesi di progetto della Chiesa di Sant’Andrea e della torre delle Mosche.
Figure 8 – Idea of project of Saint Andrew’s church and the Tower of Flies.

Nota al lavoro

Ricerca di lavoro aperta sul centro storico di Akko 2016-2017-2018

Direttore scientifico: Cecilia Maria Roberta Luschi - DIDA

Coordinatore scientifico: Laura Aiello - DIDA

Agreement: Università degli studi di Firenze DIDA - Western Galilee College WGC

Team di ricerca 2016-2017: Elena Katsiampi, Giacomo Martinis, Domenico Rivetti, Federica Trudu, Alessandra Venturoli, Alessandra Vezzi, Benedetta Zamboni

Team di ricerca 2017-2018: Novella Lecci, Federica Trudu, Alessandra Vezzi, Marta Zerbini

Ringraziamenti

Università degli studi di Firenze, Scuola di Architettura, DIDA

Padre Andrea Baccus - comunità cristiana ortodossa di Akko

Israeli Antiquity Authority IAA, Akko

Western Galilee College WGC, Akko

Bibliografia

- [1] Debanne A. - *Lo Compasso da navigare*, Edizione del codice Hamilton 396 con commento linguistico e glossario, Peter Lang Pub Inc, pag 75.
- [2] Bini M. e Luschi C.M.R. - *Castelli e Cattedrali, Sulle tracce del Regno Crociato di Gerusalemme, Resoconti di Viaggio in Israele*, Alinea Editrice, pag. 86-99.

INTEGRAZIONE DELLE MISURE DI CONSERVAZIONE DEI SITI DELLA RETE NATURA 2000 NEI REGOLAMENTI DELLE AREE MARINE PROTETTE: UNO STUDIO RELATIVO ALLA SARDEGNA

Corrado Zoppi¹

¹Università di Cagliari – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura,
via Marengo 2 - 09123 Cagliari,
tel. 070 6755213, fax 070 6755215, e-mail: zoppi@unica.it

Riassunto – La metodologia che si propone e si applica in questo studio, riferito all'integrazione, nei regolamenti delle aree marine protette, delle misure di conservazione dei siti della Rete Natura 2000, individuati ai sensi della Direttiva n. 43/92/CEE (Direttiva "Habitat") e della Direttiva n. 147/2009/CE (Direttiva "Uccelli"), si basa su un approccio incrementale ed inclusivo che punta a sostenere e, se possibile, a migliorare e, quindi, a rendere più efficaci, i processi di sviluppo sostenibile territoriale e la tutela dell'ambiente, e, nel contempo, a generare consenso, nei confronti dell'attuazione delle politiche regolative, da parte dell'opinione pubblica, delle comunità locali e delle pubbliche amministrazioni, e, in particolare, degli enti gestori delle aree marine protette e dei comuni. L'applicazione della metodologia che qui si discute riguarda il contesto spaziale dell'Area marina protetta di Tavolara e Punta Coda Cavallo, situata nella Sardegna nord-orientale, cui si sovrappone un sito della Rete Natura 2000.

Abstract – *The methodology we propose and implement in this study, concerning the integration of the conservation measures regarding the sites of the Natura 2000 Network, established under the provisions of Directive no. 92/43/EEC, the "Habitats" Directive, and Directive no. 2009/147/EC, the "Birds" Directive, into the regulations of marine protected areas, is based on an incremental and inclusive approach, which aims at supporting and possibly enhancing and, by doing so, making more effective, sustainable development and environmental protection, while generating consensus towards regulatory policies among local communities and public bodies, namely the administrations of marine protected areas and of local municipalities. We implement the methodology in the spatial context of the Marine protected area of the Island of Tavolara and Cape Coda Cavallo, located in North-Eastern Sardinia, which is overlapped by a Natura 2000 Site.*

Introduzione¹

Le aree marine protette (AMP) rappresentano un punto di riferimento fondamentale per le politiche della pianificazione della tutela dell'ambiente (Sieber et al., 2013). Queste politiche sono, generalmente, definite per conservare [21] [13], o per recuperare l'integrità degli ecosistemi e la biodiversità [7].

La Rete Natura 2000 (RN2) è un sistema di aree del territorio dell'Unione Europea (UE) che, al momento attuale, comprende oltre 27 000 siti [5]. La RN2 è il sistema territoriale fondamentale cui si riferiscono le politiche dell'UE per la crescita della diversità biologica e la protezione della natura. I siti inclusi nella RN2 (SRN2) sono selezionati allo scopo di offrire uno stato di conservazione, qualitativamente elevato, di importanti specie ed habitat, che caratterizzano, in maniera significativa, i territori dell'UE. Questi siti si classificano in due insiemi: i Siti di interesse comunitario (SIC) e le Zone speciali di conservazione (ZSC), identificati secondo la Direttiva Habitat; le Zone di protezione speciale (ZPS), individuate ai sensi della Direttiva Uccelli. Il processo che porta all'istituzione dei SRN2 dipende dalla tipologia del sito: i Paesi della UE devono designare un congruo numero di SRN2 per contribuire efficacemente alla RN2, che possono essere ZPS o siti candidati a divenire SIC che vengono proposti alla Commissione Europea (CE). La CE decide se un sito candidato a SIC vada incluso nella lista dei SIC approvati con una Decisione, attraverso la quale la lista è periodicamente aggiornata. Dopo sei anni dall'inclusione nella lista, un SIC deve assumere lo status di ZSC, il che implica la definizione di un sistema di misure di conservazione. L'Italia ha stabilito che la selezione delle ZPS e dei SIC sia di competenza delle 19 amministrazioni regionali e delle due province autonome di Trento e Bolzano². Dopo un processo durato oltre 17 anni, la Sardegna ha visto l'istituzione di 124 SRN2, di cui 93 SIC, 56 dei quali sono diventati recentemente ZSC, e 37 ZPS³.

Le norme relative alle AMP italiane sono contenute nel Regolamento dell'AMP (RAMP), che stabilisce ciò che è consentito e ciò che è proibito in termini di usi e di attività, e le relative soglie, in rapporto ai diversi livelli di protezione ambientale individuati dalla pubblica amministrazione, tramite la Direzione dell'AMP (Legge n. 394/91, art. 9, comma 5).

I Paesi della UE devono istituire specifiche misure di conservazione in relazione ad habitat e specie che sono localizzati nei SRN2. Queste misure possono essere identificate e coordinate tramite Piani di Gestione (PdG), che possono essere studiati o come strumenti avulsi rispetto allo stato della pianificazione territoriale in atto, oppure quali componenti integrati nell'ambito di strategie regionali complessive. Inoltre, le misure

¹ Questo studio è proposto nel contesto del Progetto di ricerca di cui alla Convenzione tra il DICAAR e la Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, finalizzato al raggiungimento degli obiettivi del progetto "GIREPAM Gestione Integrata delle Reti Ecologiche attraverso i Parchi e le Aree Marine" finanziato nell'ambito del Programma INTERREG Marittimo Italia-France Maritime 2014-2020, Asse II, Responsabile scientifico: Corrado Zoppi.

² Ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica (DPR) n. 357/1997.

³ Dati disponibili online sul sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare, consultato il 12-05-2018 su:

<http://www.minambiente.it/pagina/sic-zsc-e-zps-italia> (per SIC e ZPS)

<http://www.minambiente.it/pagina/zsc-designate> (per le ZSC)

di conservazione possono comportare norme specifiche che tengano conto della domanda ecologica di specie ed habitat con riferimento agli usi del suolo, gestione dei siti ed eventuali compromessi legati alla gestione, definiti in maniera condivisa tra portatori di interesse pubblici e privati (Direttiva Habitat, art. 6).

La CE non offre linee-guida sistematiche sulla stesura dei PdG, bensì solo indicazioni generali [6]. Quindi, i PdG dei SRN2 non sono rigidamente conservativi e, invece, si configurano come piuttosto flessibili. Il loro approccio alla pianificazione è incrementale e punta alla costruzione di una rete spaziale di SRN2 basata su un paradigma di sostenibilità economica ed ecologica. Per quanto riguarda l'Italia, il DPR 357/1997 stabilisce che le amministrazioni regionali devono identificare e rendere operative misure di conservazione e che possono, nel contempo, definire ed attuare PdG. Di conseguenza, poiché non sono disponibili procedure e regole comuni, le Regioni hanno seguito strade diverse a riguardo della scelta delle pubbliche amministrazioni cui attribuire la competenza per la preparazione e l'approvazione dei PdG.

Alcuni SRN2 della Sardegna si sovrappongono, in parte o totalmente, ad AMP, come avviene anche in altre zone costiere italiane e della UE e, dunque, si pone un'importante questione di pianificazione spaziale ed ambientale, cioè come rendere coerenti le regole concernenti gli usi a terra e a mare delle AMP e le misure di conservazione relative ad habitat e specie in vigore nei SRN2.

Quest'ordine di problematiche è centrale per la salvaguardia dell'ambiente nelle aree marine e costiere di tutto il pianeta, ed è particolarmente rilevante nelle situazioni in cui si riconoscono significative minacce in atto nei confronti di habitat e specie da parte delle attività umane. L'approccio metodologico che si propone in questo studio può essere agevolmente esportato ad altri contesti marini e costieri, in quanto il focus della ricerca è generale ed inclusivo. Lo studio si articola come segue. Nella seconda sezione si definiscono l'approccio metodologico e il contesto spaziale di riferimento. La terza sezione propone i risultati dell'applicazione della metodologia nel contesto territoriale della AMP di Tavolara e Capo Coda Cavallo, localizzata nel nord-est della Sardegna, che si sovrappone, quasi totalmente, al SIC di Tavolara, Molarà e Molarotto (SICTMM). Nella sezione conclusiva si discutono i risultati e gli indirizzi per il futuro della ricerca.

Metodologia e contesto spaziale

Metodologia

L'approccio metodologico si basa su un processo continuo e progressivo, i cui passi successivi implicano continui feed-back rispetto ai precedenti. L'attività di pianificazione si può schematizzare attraverso un quadro logico (QL) che identifica connessioni concettuali tra obiettivi di sostenibilità relativi ai contesti spaziali cui il processo si riferisce e le azioni di piano che li indirizzano, concernenti l'integrazione delle misure di conservazione dei SRN2 nei RAMP. L'esito complessivo dell'applicazione della metodologia è la definizione di un RAMP che integri le misure di conservazione definite per gli SRN2 che sono localizzati nell'AMP e le norme regolamentari relative alla gestione dell'AMP (da qui in poi indicato come RINTAMP).

Gli obiettivi di sostenibilità sono individuati con riferimento alle componenti ambientali, designate in relazione alle Linee Guida della Regione Sardegna (da qui in poi indicate come LG)⁴. Sulla base degli obiettivi di sostenibilità, il QL si sviluppa attraverso l'individuazione delle misure del RINTAMP connesse agli obiettivi specifici.

In questo studio, si propone di applicare la metodologia del QL per la definizione di un RINTAMP relativo ad una AMP della Sardegna, per la quale, quindi, si identificano le azioni di piano a valle degli obiettivi di sostenibilità e della loro declinazione attraverso obiettivi specifici.

Gli obiettivi di sostenibilità sono riferiti alle componenti ambientali individuate sulla base della lista proposta dalle LG, adattata al RINTAMP. La lista delle componenti comprende, quindi: 1. qualità dell'aria; 2. risorse idriche; 3. raccolta dei rifiuti e riciclo; 4. suolo e geomorfologia marina; 5. flora, fauna e biodiversità; 6. paesaggio; 7. assetto insediativo; 8. turismo ed attività ricreative e legate al tempo libero; 9. pesca ed attività produttive; 10. mobilità marina e terrestre, ed accessibilità del territorio; 11. rumore ed energia.

L'attuazione del QL comincia con l'identificazione di un insieme di obiettivi di sostenibilità basati sull'informazione sugli ambienti marini e costieri, gli habitat e le specie, che si definisce attraverso una rielaborazione degli studi concernenti RAMP e PdG. Gli studi che descrivono la situazione delle componenti ambientali devono essere raccolti ed analizzati in modo da organizzare, in termini sistematici, le conoscenze disponibili, e, quindi, da strutturare adeguati schemi di analisi SWOT per ciascuna componente ambientale, in modo da individuare, in maniera efficace, gli obiettivi di sostenibilità.

In secondo luogo, si identifica un sistema di obiettivi specifici che rendano coerenti gli obiettivi di RAMP e PdG. Poiché i RAMP ed i PdG non definiscono i propri obiettivi in termini di sostenibilità, le connessioni dei loro obiettivi agli obiettivi di sostenibilità non possono essere riconosciute se non attraverso un'analisi euristica della documentazione disponibile negli studi territoriali su cui gli stessi RAMP e PdG si fondano.

Infine, si individua un insieme di azioni di piano che indirizzano gli obiettivi specifici. Queste diventeranno la base dell'articolato normativo del RINTAMP, e, quindi, costituiranno la finalizzazione del QL.

Il contesto territoriale: l'Area marina protetta di Tavolara e Punta Coda Cavallo

L'AMP di Tavolara e Punta Coda Cavallo (da qui in poi indicata come AMP Tavolara) è localizzata nella Sardegna nord-orientale, nel territorio provinciale di Sassari, vicino ad Olbia, e si sviluppa, lungo la costa, da Capo Ceraso, nel comune di Olbia, fino a Cala Finocchi e Capo Coda Cavallo, nel comune di San Teodoro. L'AMP venne istituita, nel 1997, con il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 12 dicembre, poi modificato dal Decreto del Ministero dell'Ambiente del 28 novembre 2001.

⁴ Linee Guida per la Valutazione Ambientale Strategica dei Piani Urbanistici Comunali, Allegato alla Deliberazione della Giunta Regionale della Regione Autonoma della Sardegna n. 44/51 del 14 dicembre 2010, disponibile online sul sito della Regione Autonoma della Sardegna, consultato il 12-05-2018 su: http://www.sardegnaambiente.it/documenti/18_269_20110203150553.pdf

L'AMP comprende una zona marina di circa 15 000 ettari ed una striscia costiera che include aree dei comuni di Olbia, Loiri Porto San Paolo e San Teodoro. I tre centri hanno costituito un Consorzio di gestione che ha ottenuto la Certificazione EMAS nel 2005. Nel 2007, all'AMP Tavolara venne riconosciuto lo status di "Area specialmente protetta di importanza mediterranea" (ASPIM), per la cospicua dotazione di risorse naturali, ai sensi del *Protocol concerning Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean* (vedi nota 9).

Le risorse faunistiche e floristiche rendono l'AMP significativamente attraente per turisti e studiosi dell'ambiente. In particolare, la metà del totale delle specie di invertebrati della Sardegna sono presenti nell'AMP Tavolara, e, fra loro, molte specie di rettili ed anfibi. L'area terrestre dell'AMP è diversificata dal punto di vista geomorfologico, e vi si notano, nell'Isola di Tavolara, graniti rosa, spiagge sabbiose quarzoso-feldspatiche e colline carsiche e dolomitiche. Le risorse botaniche sono altrettanto straordinarie, con riferimento agli habitat, agli endemismi ed alla rigogliosa macchia mediterranea⁵.

Le misure di conservazione relative al SICTMM sono contenute nel PdG, che venne definito dall'AMP Tavolara nel 2014 ed approvato con Decreto dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente della Regione Sardegna del 4 maggio 2016⁶.

Il RAMP fu approvato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare (MATTM) nel 2014 con il Decreto del 3 dicembre, e regola tutte le attività e gli usi consentiti o proibiti nelle tre zone dell'AMP Tavolara. In particolare, la Zona A è soggetta ad un regime molto rigido, in quanto la maggior parte di usi ed attività pubbliche sono vietate, mentre nelle Zone B e C si nota una graduale attenuazione delle restrizioni, con riferimento a: balneazione, immersione, *sea-watching*, navigazione turistica, ormeggio, ancoraggio, trasporto turistico e visite guidate, *whale-watching*, commercio, pesca sportiva e ricreativa, e procedure autorizzative. La questione della protezione della biodiversità è indirizzata nell'art. 4, ma il PdG del SICTMM non è richiamato, e, quindi, l'integrazione delle misure di conservazione nel RAMP rimane una problematica centrale da prendere in considerazione per dotare l'AMP di un efficace strumento di gestione e pianificazione, non solo per migliorare le regole vigenti in relazione al controllo di usi ed attività, ma anche, e soprattutto, per mettere in atto un dettagliato sistema di misure, integrato nel RAMP, in grado di migliorare lo stato della biodiversità attraverso una protezione proattiva di habitat e specie.

Risultati

In questa sezione si descrive l'applicazione della metodologia proposta per la definizione del RINTAMP dell'AMP Tavolara. La metodologia si sviluppa in tre fasi. In primo luogo, si identificano gli obiettivi di sostenibilità per ogni componente ambientale attraverso un'analisi SWOT che integra anche le indicazioni dei dieci criteri di sostenibilità ambientale, originariamente proposti dalla CE [4], utili a focalizzare al meglio, in relazione

⁵ Informazioni disponibili online sul sito dell'AMP Tavolara, consultato il 12-05-2018 su:
<http://www.amptavolara.com/territorio>

⁶ Il Piano di Gestione delle Isole di Tavolara, Molarà e Molarotto (ITB 010010) è disponibile online sul sito della Regione Autonoma della Sardegna, consultato il 12-05-2018 su
http://www.sardegnaambiente.it/documenti/18_183_20140605165544.pdf

al paradigma della sostenibilità, gli obiettivi che derivano dall'analisi SWOT⁷.

Quindi, nella seconda fase, si individuano gli obiettivi specifici legati ad ogni obiettivo di sostenibilità, che devono essere coerenti sia con il RAMP dell'AMP Tavolara che con il PdG del SICTMM. Questo comporta un'attenta analisi dei contenuti del RAMP e del PdG, in quanto gli obiettivi specifici andranno attuati tramite azioni di piano che daranno luogo, in ultima analisi, ad un sistema di regole che sostituiranno, tramite il nuovo RINTAMP, l'attuale RAMP (terza fase).

Il RINTAMP è l'esito dell'attuazione delle tre fasi per ognuna delle componenti ambientali. Questa sezione discute le tre fasi con riferimento alla quinta componente ambientale della lista proposta nel paragrafo "Metodologia", cioè flora, fauna e biodiversità (da qui in poi indicata come FFB).

Obiettivi di sostenibilità

Gli obiettivi di sostenibilità sono individuati sulla base dell'analisi SWOT sviluppata attraverso un'analisi ambientale riferita ad un insieme di indicatori che caratterizzano ogni componente ambientale. Nel caso di FFB, è importante mettere in evidenza che l'AMP Tavolara è pressoché interamente ricompresa nel SICTMM, che è un sito marino-costiero in cui si identificano un insieme di habitat di interesse comunitario ed alcuni habitat prioritari. Il SIC ospita molte specie faunistiche di rilevanza internazionale, protette ai sensi delle Direttive Habitat e Uccelli. L'AMP Tavolara, che si estende da Capo Ceraso, nel comune di Olbia, fino a Capo Coda Cavallo, nel comune di San Teodoro, include una piccola area marina al di fuori del SIC e le piccole isole di fronte alla linea di costa: fra queste, Isolotto Rosso, Isola Piana ed Isola dei Cavalli.

Gli indicatori ambientali caratterizzano gli aspetti seguenti: gli habitat di interesse comunitario, sulla base del Formulario Standard del SIC (FStd)⁸; gli impatti attuali e potenziali, generati sugli habitat localizzati nel SIC, identificati nel PdG; gli habitat marini e di transizione, e le grotte sottomarine, descritti nel FStd; le mappe degli habitat marini e di transizione, e delle grotte sottomarine, delle biocenosi bentoniche, e degli habitat terrestri, definite nel PdG; gli impatti, attuali e potenziali, causati dalle pressioni generate sulle specie di interesse comunitario e conservazionistico, individuati nel PdG; le liste delle specie floristiche e faunistiche di interesse comunitario e delle altre specie floristiche e faunistiche, riportate nel FStd.

⁷ I dieci criteri di sostenibilità sono i seguenti [4]: 1. riduzione al minimo dell'impegno delle risorse energetiche non rinnovabili; 2. utilizzo delle risorse rinnovabili nei limiti della capacità di rigenerazione; 3. uso e gestione corretta, dal punto di vista ambientale, delle sostanze e dei rifiuti pericolosi/inquinanti; 4. conservazione e miglioramento dello stato della fauna e della flora selvatiche, degli habitat e dei paesaggi; 5. conservazione e miglioramento della qualità dei suoli e delle risorse idriche; 6. conservazione e miglioramento della qualità delle risorse storiche e culturali; 7. conservazione e miglioramento della qualità dell'ambiente locale; 8. protezione dell'atmosfera (riscaldamento globale); 9. sensibilizzazione nei confronti delle problematiche ambientali, sviluppo dell'istruzione e della formazione in campo ambientale; 10. promozione della partecipazione del pubblico alle decisioni che comportano uno sviluppo sostenibile.

⁸ I FStd della Rete Natura 2000 sono compilati secondo le specifiche della Decisione di esecuzione della Commissione Europea dell'11 luglio 2011 (2011/484/EU); i formulari, relativi ad ogni sito della Rete Natura 2000, sono resi disponibili online sul sito dell'Agenzia Europea dell'Ambiente, consultato il 12-05-2018 su: <http://natura2000.eea.europa.eu/>

L'analisi SWOT relativa alla FFB implica obiettivi di sostenibilità legati a due aspetti. In primo luogo, la protezione degli habitat e delle specie, e, se possibile, il futuro miglioramento dello stato di conservazione. Da questo punto di vista, la partecipazione ed il coinvolgimento delle società locali nei processi di gestione ambientale assume un ruolo fondamentale. In secondo luogo, la questione degli impatti ambientali generati dalle attività umane. Va notato come questa problematica vada attentamente valutata, e come l'individuazione di adeguate misure di mitigazione sia altrettanto importante. I criteri di sostenibilità sono di particolare rilievo per un efficace perseguimento degli obiettivi di sostenibilità, il che pone in evidenza come l'approccio olistico alla sostenibilità, proposto dalla CE attraverso i dieci criteri [4], sia adeguatamente rappresentato.

Gli obiettivi di sostenibilità rappresentano, quindi, la colonna portante della valutazione del processo di definizione del RINTAMP orientato al paradigma della sostenibilità, che si sviluppa nella seconda fase, quella degli obiettivi specifici.

Obiettivi specifici

Gli obiettivi specifici sono identificati in base all'analisi degli strumenti pianificatori di cui il RINTAMP rappresenta l'integrazione. Questi strumenti sono, in primo luogo, il RAMP dell'AMP Tavolara ed il PdG del SICTMM. Inoltre, si prendono in considerazione, come fonti per l'individuazione di obiettivi specifici, due importanti protocolli che, direttamente o indirettamente, completano efficacemente il QL: il Protocollo GIZC ed il Piano di gestione standardizzato definito nell'ambito del Progetto ISEA⁹ (da qui in poi indicati, rispettivamente, come GIZC e PISEA). Il GIZC individua obiettivi che dovrebbero essere considerati per la definizione delle politiche di gestione delle zone costiere indipendentemente dalla loro localizzazione, mentre il PISEA è stato studiato con specifico riferimento all'AMP Tavolara.

Ad esempio, l'obiettivo specifico definito come "Integrazione delle esigenze di protezione dell'ambiente nelle regole di gestione dell'AMP e negli usi consentiti nel dominio marittimo pubblico" comprende:

⁹ Il Protocollo sulla Gestione Integrata delle Zone Costiere (Protocollo GIZC) della Convenzione di Barcellona (Decisione del Consiglio dell'Unione Europea 631/2010/EU) venne ratificato dall'Unione Europea il 13 settembre 2010. Il Protocollo fu adottato dal Consiglio il 4 dicembre 2008 (89/2009/EC): informazioni dettagliate sono disponibili online sul sito della Commissione Europea, consultato il 12-05-2018 su: <http://ec.europa.eu/environment/iczm/barcelona.htm>, ultimo accesso: febbraio 2018

Nel 2011, l'AMP Tavolara ha definito un Piano di gestione standardizzato, nell'ambito del Progetto ISEA (Interventi Standardizzati Efficaci nelle Aree marine protette), che finanzia studi concernenti la pianificazione ambientale nelle aree marine protette ai sensi del *Protocol concerning Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean*: si tratta delle "Aree specialmente protette di importanza mediterranea" (da cui la denominazione di "Protocollo ASPIM"); informazioni dettagliate sono disponibili online sul sito del *Regional Activity Center for Specially Protected Areas* dell'UNEP (*United Nations Environment Programme*), consultato il 12-05-2018 su:

<http://www.rac-spa.org/spami>

Il Protocollo ASPIM venne firmato nel 1995, ed adottato, in via definitiva, il 14 dicembre 1999 dal Consiglio dell'Unione Europea (Decisione del Consiglio dell'Unione Europea 99/801/EC): vedi, sul sito dell'Unione Europea relativo alla legislazione dell'Unione Europea, il testo del Protocollo, consultato il 12-05-2018 su:

[http://eur-lex.europa.eu/legal-](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999D0801&qid=1526330375945&from=EN)

[content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999D0801&qid=1526330375945&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999D0801&qid=1526330375945&from=EN)

- A. proteggere e migliorare:
 - 1. la biodiversità degli ecosistemi marini e costieri;
 - 2. le funzioni ambientali della Posidonia oceanica spiaggiata;
 - 3. le caratteristiche biochimiche dell'aria e delle acque marine (RAMP);
- B. proteggere gli habitat e le specie di importanza comunitaria (PdG);
- C. proteggere la biodiversità presente negli ecosistemi costieri (GIZC);
- D. integrare i sistemi di protezione degli ecosistemi dunali, ponendo particolare attenzione al recupero delle barriere danneggiate che fungono da protezione delle aree dunali (PISEA).

Nel breve, medio e lungo termine, il futuro dell'AMP dipende significativamente dall'attuazione efficace del RAMP e del PdG, e la reciproca coerenza dovrebbe essere assicurata in modo da massimizzare gli impatti positivi che essi generano, non solo in termini di qualità ambientale, ma, anche, in relazione allo sviluppo locale, economico e sociale, e, in ultima analisi, alla qualità della vita. Una volta che gli obiettivi del RAMP e del PdG fossero resi coerenti ed integrati in un sistema di obiettivi specifici, sarebbe abbastanza immediata l'individuazione di finalità connesse con il GIZC ed il PISEA in linea con questi obiettivi. Ad esempio, l'obiettivo specifico di cui sopra è generato sulla base di un obiettivo del RAMP e di un obiettivo del PdG; un obiettivo che si rifà al GIZC ed uno che si riconduce al PISEA aiutano a meglio focalizzare l'integrazione degli obiettivi derivati dal RAMP e dal PdG nella definizione di questo primo obiettivo.

Le azioni del RINTAMP

Le azioni sono le operazioni individuate nel RAMP, nel PdG e nel PISEA (il GIZC pone, invece, l'accento su questioni da indirizzare, piuttosto che su operazioni o norme), che danno sostegno agli obiettivi specifici del RINTAMP: queste costituiranno la base per il dispositivo normativo del RINTAMP.

Ad esempio, le operazioni concernenti l'obiettivo specifico cui si fa cenno nel precedente paragrafo sono le seguenti:

1. definizione di strategie e progetti per lo sviluppo di usi dei suoli sostenibili nell'AMP Tavolara;
2. definizione di una zonizzazione che regoli le concessioni marittime da parte dello Stato;
3. regolazione delle stazioni di ormeggio;
4. coordinamento dell'utilizzo delle aree di parcheggio e di accesso all'AMP Tavolara in base alla valutazione della capacità di carico del sistema ambientale.

In generale, le azioni del RINTAMP si possono ricondurre a cinque categorie:

- regolazione;
- monitoraggio ambientale;
- generazione di consapevolezza/informazione/educazione;
- sorveglianza costiera e marina;
- coordinamento interistituzionale.

Le operazioni che rientrano nella prima categoria sono derivate dal RAMP e dal PdG, mentre le azioni riguardanti la seconda e la terza categoria indirizzano obiettivi del RAMP, del PdG e del PISEA; le problematiche concernenti il coordinamento interistituzionale sono, per lo più, connesse al GIZC.

La stesura del dispositivo regolativo del RINTAMP traduce in un sistema di norme le operazioni che indirizzano gli obiettivi specifici e, di conseguenza, il progetto strategico definito dall'integrazione di RAMP, PdG, PISEA e GIZC, che viene espresso da un unico e coerente strumento pianificatorio e prescrittivo.

Discussione e conclusioni

Tre questioni generali vanno considerate con attenzione allo scopo di rendere operativo il QL proposto all'interno dei processi di costruzione ed attuazione dei RINTAMP. In primo luogo, va notato come i processi, in atto, di definizione di nuovi regolamenti (i RINTAMP) che integrino le misure di conservazione individuate dai PdG, siano caratterizzati da una cooperazione interistituzionale debole. Il RINTAMP è approvato dal MATTM, mentre le misure di conservazione sono stabilite dalle amministrazioni regionali, e, nel caso della Sardegna, queste sono definite nei PdG dei SRN2. Inoltre, l'attuazione dei PdG avviene attraverso un insieme di misure di conservazione e politiche, riferite ad habitat e specie, non direttamente prescrittive. L'integrazione delle misure di conservazione nei RAMP, che consiste nella definizione dei RINTAMP, necessiterebbe di un notevole sforzo cooperativo da parte della Regione Sardegna e del MATTM, che, al momento attuale, è lontano dall'essere messo in atto in modo appropriato. L'approccio metodologico e tecnico, proposto in questo studio a proposito dell'AMP Tavolara, è utile ed efficace per l'individuazione di pratiche collaborative virtuose, orientate al paradigma della sostenibilità, integrate nel processo di piano del RINTAMP tramite il QL.

In secondo luogo, va sottolineato come siano necessarie linee-guida normative, che diano indicazioni tecniche immediatamente applicabili per la definizione del RINTAMP, che, secondo quanto discusso in questo studio, dovrebbero fondarsi su un QL avente, quale colonna portante, un sistema di obiettivi di sostenibilità identificati tramite l'analisi ambientale e la SWOT, secondo quanto esemplificato nella quarta sezione. I processi di piano che si sviluppano nel contesto delle procedure di valutazione ambientale strutturate sul paradigma della sostenibilità sono coerenti con una letteratura teorica e tecnica, ormai solidamente consolidata, concernente la valutazione ambientale strategica [1] [2] [3] [8] [9] [15] [16] [17] [18] [19] [20]. I processi pianificatori che fanno riferimento alla cornice concettuale della valutazione ambientale strategica sono procedure partecipative che comportano il coinvolgimento di pubbliche amministrazioni ed enti pubblici (ad esempio, la Regione Sardegna e il MATTM), e, in questo modo, migliorano la qualità dei piani e della *governance* delle politiche pubbliche orientate al paradigma della sostenibilità.

Una terza importante questione concerne la scala territoriale dei processi di piano relativi ai RINTAMP. Vi sono, da questo punto di vista, problematiche, quali, ad esempio, la realizzazione di infrastrutture stradali e la protezione dei corridoi ecologici che connettono i SRN2 regionali, che implicano il coinvolgimento simultaneo dei comuni responsabili del rilascio dei permessi di costruire sul proprio territorio, dell'AMP e dell'amministrazione regionale della Sardegna, che è responsabile dell'attuazione delle misure di conservazione riferite ai SRN2 [11] [12]. Questa osservazione mostra come, in particolare a riguardo delle AMP, quali quella di Tavolara, le cui aree si sovrappongono a quelle di piccoli comuni, i processi di definizione ed attuazione dei RINTAMP debbano

essere messi in atto con riferimento a contesti territoriali subregionali o regionali, comunque molto più ampi di quelli meramente locali (comunali). Certamente, il coinvolgimento di diverse amministrazioni comunali e comunità locali comporterebbe significative economie di scala in termini di riduzioni dei costi degli studi ambientali e, nel contempo, l'occasione di diffondere, ad una vasta platea di stakeholder, la familiarità con pratiche partecipative virtuose e la consapevolezza dell'importanza del paradigma della sostenibilità e della salvaguardia delle risorse dell'ambiente [14].

Tra gli aspetti positivi dell'implementazione della metodologia qui proposta, è, senz'altro, da riconoscere il processo di apprendimento generato dalla partecipazione nella definizione delle politiche territoriali, che si evidenzia con riferimento al coinvolgimento delle pubbliche amministrazioni in una *governance* virtuosa integrata verticalmente. Il MATTM, le amministrazioni regionali, le province ed i comuni apprendono, nello sviluppo del processo di piano, ad integrare i propri sforzi in modo da massimizzare il valore del prodotto finale, cioè il RINTAMP. I processi di apprendimento possono agevolmente essere ripercorsi a partire dagli incontri di *scoping* e relativi documenti, preparatori e conclusivi, fino alla versione finale del RINTAMP. Continui miglioramenti nella qualità delle politiche territoriali proposte, delle modalità e dei risultati della partecipazione, e dell'esperienza a collaborare, caratterizzano il progressivo sviluppo delle bozze del RINTAMP. L'esperienza cognitiva, acquisita attraverso il coinvolgimento nella *governance* del processo, resta, in maniera permanente, come patrimonio delle società locali, delle amministrazioni e degli enti pubblici.

La forza dell'applicazione dell'approccio metodologico proposto, che consiste in un processo di valutazione ambientale strategica articolato per fasi successive, si riconosce nell'integrazione del paradigma della sostenibilità in ognuna delle fasi del processo valutativo/pianificatorio, e nel progressivo miglioramento delle condizioni e dei risultati del coinvolgimento e della partecipazione delle amministrazioni e degli enti pubblici, e delle comunità locali e dei relativi portatori di interesse, che si può riconoscere dagli esiti, fase dopo fase, dello sviluppo del processo di piano.

L'apprendimento sociale, progressivo e maieutico, si basa su un QL facilmente esportabile ad altri contesti costieri e marini, nazionali ed internazionali, caratterizzati dalla presenza simultanea di AMP e di altre aree protette, come, ad esempio, i SRN2, le cui amministrazioni si muovono nell'ottica della cooperazione per l'integrazione di raccomandazioni e norme, concernenti diverse aree protette, in un unico strumento regolativo e di piano, come il RINTAMP. Il QL si sviluppa a partire dagli obiettivi di sostenibilità, punti di riferimento fondamentali del processo di piano, attraverso una valutazione progressiva degli obiettivi specifici che sono identificati come una declinazione operativa degli obiettivi di sostenibilità, messa in atto tramite misure efficaci. In altre parole, gli obiettivi specifici sono designati in relazione alla colonna portante del QL, cioè gli obiettivi di sostenibilità, e le azioni di piano si individuano sulla base della valutazione della loro idoneità a rendere operativi gli obiettivi specifici e, quindi, a perseguire adeguatamente gli obiettivi di sostenibilità.

Bibliografia

- [1] Brown A., Thérivel R. - *Principles to guide the development of strategic environmental assessment methodology*, Impact Assess. Proj. A. (2000) 18 (3), 183 - 189.
- [2] De Montis A., Caschili S., Ganciu A., Ledda A., Paoli F., Puddu F., Barra M. - *Strategic environmental assessment implementation of transport and mobility plans. The case of Italian regions and provinces*, Journal of Agricultural Engineering (2016) 47 (2), 100 - 110.
- [3] Devuyst D. - *Linking impact assessment with sustainable development and the introduction of strategic environmental assessment*, in Devuyst D., Hens L., de Lannoy W. (a cura di) - *How Green is the City? Sustainability Assessment and the Management of Urban Environments* (2001), Columbia University Press, New York, 67 - 78.
- [4] European Commission-DG XI Environment, Nuclear Safety and Civil Protection - *A Handbook on Environmental Assessment of Regional Development Plans and EU Structural Funds Programmes* (1998), Environmental Resources Management, Londra, consultato il 12-05-2018 su <http://ec.europa.eu/environment/eia/sea-support.htm>
- [5] European Commission-DG Environment - *Natura 2000 Barometer* (2016), consultato il 12-05-2018 su http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/barometer/index_en.htm
- [6] European Commission-DG Environment - *Assessment of Plans and Projects Significantly Affecting Natura 2000 Sites. Methodological Guidance on the Provisions of Article 6(3) and (4) of the Habitats Directive 92/43/EEC* (2001), consultato il 12-05-2018 su http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/natura_2000_assess_en.pdf
- [7] Figueroa F., Sánchez-Cordero V. - *Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico*, Biodivers. Conserv. (2008) 17, 3223 - 3240.
- [8] Fischer T. B. - *Strategic Environmental Assessment in Transport and Land Use Planning* (2002), Earthscan, Londra.
- [9] Floris R., Zoppi C. - *Social Media-related geographic information in the context of strategic environmental assessment of Municipal masterplans: A case study concerning Sardinia (Italy)*, Future Internet (2015) 7 (3), 276 - 293.
- [10] Gaston K. J., Charman K., Jackson S. F., Armsworth P. R., Bonn A., Briers R. A., Callaghan C. S. Q., Catchpole R., Hopkins J., Kunin W. E., Latham J., Opdam P., Stoneman R., Stroud D. A., Tratt R. - *The ecological effectiveness of protected areas: The United Kingdom*, Biol. Conserv. (2006) 132 (1), 76 - 87.
- [11] Lai S., Zoppi C. - *The influence of Natura 2000 sites on land-taking processes at the regional level: An empirical analysis concerning Sardinia (Italy)*, Sustainability-Basel (2017) 9 (2), 259 - 284.
- [12] Leone F., Zoppi C. - *Conservation measures and loss of ecosystem services: A study concerning the Sardinian Natura 2000 Network*, Sustainability-Basel (2016) 8 (10), 1061 - 1075.
- [13] Martinuzzi S., Radeloff V. C., Joppa L. N., Hamilton C. M., Helmers D. P., Plantinga A. J., Lewis D. J. - *Scenarios of future land use change around United States'*

- protected areas*, Biol. Conserv. (2015) 184 (1), 446 - 455.
- [14] Magoni M. - *La VAS di piani: i casi dei PTCP di Cremona e del PRG di Madesimo*, in Colombo L., Losco S., Pacella C. (a cura di) - *La valutazione ambientale nei piani e nei progetti* (2008), Le Pensur, Brienza (PZ), 385 - 396.
- [15] Nitz T., Brown A. L. - *SEA must learn how policy making works*, J. Env. Assmt. Pol. Mgmt. (2001) 3 (3), 329 - 342.
- [16] Partidário M. R. - *Strategic environmental assessment: Key issues emerging from recent practice*, Environ. Impact Asses. (1996) 16 (1), 31 - 55.
- [17] Partidário M. R. - *Strategic environmental assessment - Principles and potential*, in Petts J. (a cura di) - *Handbook on Environmental Impact Assessment* (1999), Blackwell, Londra, 60 - 73.
- [18] Sadler B. - *A framework approach to strategic environmental assessment: Aims, principles and elements of good practice*, in Dusik J. (a cura di) - *Proceedings of International Workshop on public participation and health aspects of Strategic Environmental Assessment in the UN/ECE Region* (2001), Regional Environmental Centre for Central and Eastern Europe, UNECE, WHO Europe, Szentendre, 11 - 24.
- [19] Sadler B., Verheem R. - *Strategic Environmental Assessment - Status, Challenges and Future Directions* (1996). Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, L'Aja.
- [20] Sheate W., Dagg S., Richardson J., Aschemann R., Palerm J., Steen U. - *SEA and Integration of the Environment into Strategic Decision-making, Final Report*, Volumi 1 - 2 - 3 (2001), ICON, Londra.
- [21] Sieber A., Kuemmerle T., Prishchepov A. V., Wendland K. J., Baumann M., Radeloff V. C., Baskin L. M., Hostert P. - *Landsat-based mapping of post-Soviet land-use change to assess the effectiveness of the Oksky and Mordovsky protected areas in European Russia*, Remote Sens. Environ. (2013) 133 (1), 38 - 51.

SESSION

**FLORA AND FAUNA OF THE LITTORAL SYSTEM:
DYNAMICS AND PROTECTION**

Chairman: Davide Travaglini
Dipartimento di Gestione dei Sistemi
Agrari, Alimentari e Forestali
Università degli Studi di Firenze

FLORA E FAUNA DEL SISTEMA LITORALE: DINAMICHE E PROTEZIONE

La sessione *Flora e fauna del sistema litorale: dinamiche e protezione* del Settimo Simposio *Il Monitoraggio Costiero Mediterraneo: problematiche e tecniche di misura* si è svolta mercoledì 20 giugno 2018. La sessione ha riscosso un ottimo successo per numero di lavori ricevuti. Complessivamente sono stati presentati 26 contributi ripartiti in 9 comunicazione orali e 17 poster.

I relatori hanno presentato e discusso i risultati di indagini che hanno esaminato vari aspetti del sistema litorale, evidenziando la complessità e l'elevata dinamicità che contraddistingue questo ambiente ma anche la sua vulnerabilità rispetto ai fattori di disturbo.

Benesperi et al. hanno investigato gli effetti della struttura degli habitat sulla diversità funzionale e la ricchezza di specie delle comunità di licheni epifitici nei ginepri delle dune costiere. Utilizzando dati fotogrammetrici acquisiti con drone per caratterizzare la struttura dell'habitat, gli autori hanno osservato una relazione significativa tra struttura e ricchezza funzionale e tra struttura e ricchezza specifica.

Fanini e Bozzeda hanno effettuato uno studio sulle dinamiche temporali di deposizione dei *plastic resin pellets* su una spiaggia dell'isola di Creta. I risultati ottenuti sulla base di campionamenti ripetuti con cadenza settimanale nell'arco di un anno hanno evidenziano una deposizione pressoché continua di tali materiali, le cui densità sono risultate correlate con l'ampiezza dei tratti di spiaggia monitorati.

Conforti et al. hanno presentato i risultati di uno studio sulla distribuzione e l'organizzazione dell'habitat coralligeno in Sardegna.

D'Amico et al. hanno presentato i risultati di uno studio condotto sul litorale toscano finalizzato sia a mappare la distribuzione spaziale delle pinete di pino domestico sia a stimare la provvigione legnosa di tali soprassuoli, impiegando, a tal fine, dati telerilevati con sensore laser scanning.

Nell'ambito del progetto LIFE Hortised, *Tozzi et al.* hanno esaminato la possibilità di impiegare i sedimenti portuali come substrato di crescita per colture a scopo alimentare. Sulla base delle indagini condotte su lattuga, fragola e melograno non sono stati riscontrati effetti fitotossici, le piante hanno fornito prodotti non contaminati e con caratteristiche qualitative simili a quelle di controllo.

Maltoni et al. hanno condotto uno studio sull'impatto della fauna ungulata sulla rinnovazione artificiale di leccio in pinete litoranee di pino marittimo colpite da *Matsucoccus feytaudi*. I risultati hanno evidenziato un impatto elevato sulla rinnovazione. Tuttavia, l'indagine ha rilevato che l'impatto della fauna sulla rinnovazione artificiale era inferiore quando le piantine di leccio erano vicine a nuclei di rinnovazione naturale di pino marittimo.

Ostrovsky et al. hanno presentato i risultati di uno studio basato su osservazioni in situ con impiego di strumenti acustici e laser per indagare le dinamiche di formazione e l'organizzazione spaziale delle colonie di *harmful algal blooms*.

Il lavoro presentato da *Piazzi et al.* ha descritto la distribuzione, la struttura e la qualità ecologica dell'habitat coralligeno nei mari toscani. L'habitat risulta ben strutturato e ampiamente distribuito. La qualità ecologica esaminata attraverso l'applicazione di diversi indici è risultata sempre sufficiente, con valori più elevati nelle isole rispetto alle coste continentali.

Todini et al. hanno presentato i risultati di una indagine finalizzata a monitorare le dinamiche della copertura vegetale a seguito di attività di ripristino morfologico del sistema dunale con impiego di tecniche di ingegneria naturalistica.

Al termine di questa breve introduzione desidero ringraziare i colleghi del Comitato Scientifico che hanno contribuito alla realizzazione della sessione: Laura Bonora (CNR-IBIMET, Firenze), Carla Cesaraccio (CNR-IBIMET, Sassari), Federico Selvi (Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Università degli Studi di Firenze) e Roberto Tognetti (Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise).

Daide Travaglini
Dipartimento di Gestione dei Sistemi
Agrari, Alimentari e Forestali
Università degli Studi di Firenze

PREMIERES INVESTIGATIONS SUR LA POLLUTION PAR LES MACRO PLASTIQUES ET LES MICROPLASTIQUES : CAS DU GOLFE D'ANNABA NORD-EST ALGERIEN

BELABED Bourhane-Eddine¹, TATA Tahar², ALEYA Lotfi³

¹ Labo Aquaculture & Pathologies. Université Badji Mokhtar d'Annaba (Algérie),
téléphone : +213 773 49 03 34 auteur correspondant. E-mail : bourhanelabedmarine@yahoo.fr

² Laboratoire EcoSTAq, Université Badji Mokhtar Annaba

³ CNRS 6249-Université de Franche-Comté .F-25030 Besançon France

Résumé – Même si elle est largement observée dans les écosystèmes marins, ce n'est que récemment que la pollution par les macro déchets et les micro déchets de plastique a été documentée dans les écosystèmes aquatiques, et ce presque exclusivement dans les eaux de surface. Les macro déchets accumulés sur les plages constituent une nuisance et peuvent être un danger pour les usagers, ainsi que pour les espèces marines. Les résultats concernant les macro plastiques, montrent qu'au total 4000 items ont été collectés, avec un poids de 610 kg. Quant à la pollution des eaux de surface par les microplastiques (< 5 mm). La répartition des différents types de microplastiques exprimées en unité de surface récoltées dans les eaux de surface des trois stations montre la distribution suivante : station Seybouse > station RiziAmor > station Sidi Salem. La station la plus contaminée en microplastique est la station Seybouse, une prédominance de fragments avec 47546.012 de particules / km². Les sources de ces particules et la quantité des apports restent à identifier et quantifier. D'autres questions restent ouvertes, notamment le devenir du micro plastique.

Mots clés : Pollution, macro plastiques, microplastiques, golfe d'Annaba, Algérie.

Introduction

La contamination d'écosystèmes marins de débris de plastiques a été reconnue depuis les années 1970 [4]. Récemment en milieu marin, des débris de taille inframillimétrique ont été mis en évidence, et le terme de micro plastiques est apparu [31]. Ces particules de plastique peuvent provenir soit de la dégradation de fragments de taille supérieure à 5 mm, dits macro plastiques [28], soit être produits directement sous forme microscopique notamment dans les gels de gommage [13]. Les particules de taille inférieure à 5 mm, appelées microplastiques ([13], [16], [21], [32], [18]). Ces fragments sont très stables et peuvent parfois persister jusqu'à 1000 ans dans le milieu marin [6]. Ces derniers arrivent dans la colonne d'eau et peuvent être transféré aux sédiments ([30], [33], [32]) ou ils peuvent être ingérés par des organismes marins ([3], [14], [26], [15]). Une fois ingéré, ils passent à des niveaux trophiques supérieurs ([11], [29]).

Ces plastiques sont toxiques. Certains non toxiques le deviennent vu leur pouvoir bio-accumulateur et leur rémanence dans le milieu aquatique et notamment dans les sédiments compte tenu de leur non dégradation biologique. Une contribution intéressante nous a paru envisageable, par l'étude de l'origine, de la localisation et du devenir du plastique dans le golfe d'Annaba. Un système côtier situé à l'extrême Nord – Est Algérien

avec une forte densité de population, un bassin versant qui s'étend sur près de 6471 km² une faune et une flore, de nombreuses activités industrielles et agricoles [1]. L'objectif de ce travail est d'établir un premier état de la contamination par les macro plastiques au niveau des quatre stations et les microplastiques dans les eaux de surface de trois stations Chapuis – RiziAmor, Seybouse et Sidi Salem.

Matériel et Méthodes

Zone d'étude

Le golfe d'Annaba est limité à l'Est par le cap Rosa (36° 58' N et 8° 15' E) et à l'ouest par le cap de garde (36° 58' N et 7° 47' E) ; la distance séparant les deux caps est d'environ 21,5 milles (40 km), la profondeur maximale des eaux est égale à 65 mètres. Selon, le plateau continental est généralement étroit (maximum 10 milles), avec un fond hétérogène.

La température varie entre 16 °C en hiver et 28,8 °C en été avec une amplitude de 12,8 °C. La température joue un rôle important dans les variations de densité de l'eau.

La salinité varie de 31,4 à 37,5 PSU avec une amplitude de 0,7 PSU les variations halines entre les deux régimes sont dues aux rythmes des débits des oueds Seybouse et boudjimaa.

La circulation des courants est orientée d'Ouest en Est avec des vitesses fluctuantes selon les saisons pouvant atteindre de 0.5 à 1 m/s. Les houles sont d'origine Nord-Ouest à Est Nord Est. Elles peuvent être classées en trois catégories : (1) deux directions du large Nord Est et Est Nord Est avec une amplitude de 1,2 à 6 m ; (2) deux directions Ouest et Ouest Nord Ouest avec une amplitude de 1 à 5 m ; (3) des houles venant de différentes directions avec une amplitude de 1 à 2 m.

Dans le golfe se jettent essentiellement deux oueds : Seybouse et Mafragh ; ces derniers charrient vers le golfe les eaux de leurs 2 bassins versants.



Figure 1 – Position géographique du golfe d'Annaba.

Echantillonnage

Nous avons retenu quatre stations : Trois stations (Chapuis – RizAmor, Seybouse et Sidi Salem) en fonction de leur position par rapport aux sources «potentielles de pollution», et une quatrième station (Cap Rosa) loin de toute activité urbaine ou industrielle.

Station 1 «Chapuis - RizAmor» : (36° 55' 37,7" N ; 7° 54' 40.4" E) elle est en pleine zone urbaine ; elle reçoit plusieurs égouts qui charrient des rejets urbains et domestiques.

Station 2 «Seybouse» : (36 52' 12.7" N ; 7° 46' 14,1" E) Elle est située à 500 mètres de l'usine de fabrication d'engrais chimiques Fertial. Le fond marin est très perturbé, il est recouvert d'une épaisse couche de phosphogypse. Elle reçoit des rejets urbains, domestiques et industriels.

Station 3 «Sidi Salem» : (36° 52' 020"N ; 7° 46' 26.6" E) : elle est située à proximité de l'embouchure de l'oued Seybouse et de l'ensemble des rejets industriels (émissaire de l'usine de fabrication de fertilisants) et urbains (émissaire du « Bejima » qui draine toute la plaine Ouest de la ville d'Annaba).

Station 4 «Cap Rosa» : (36° 56' 55,442" N ; 8° 14' 23,417" E) : Station de référence en raison du présumé niveau de contamination faible.

Prélèvements et Analyses

Méthode de collecte du plastique

C'est une méthode manuelle et sélective (SurfriderFoundation Europe), qui va nous permettre de quantifier la pollution visuelle par le plastique. Sur chaque station on a collecté les différents types de plastiques pendant cinq campagnes (26/01/2017, 17/02/2018, 28/03/2017, 05/04/2017, 21/05/2017). Une fois collecté, il est trié en fonction de son utilisation puis pesé et quantifié.

L'échantillonnage de microplastiques des eaux de surface

Les eaux de surface

Trois stations ont été retenues : Chapuis, Seybouse et Sidi Salem potentiellement les plus polluées. Des prélèvements sur l'ensemble des eaux de surface des trois stations : Chapuis, Seybouse et Sidi Salem. Nous avons procédé à deux prélèvements par station pendant deux campagnes (05/04/2017, 06/05/2017).

Les prélèvements des microplastiques se font à l'aide d'un filet à plancton, (filet Manta de maille 80 µm). L'échantillonnage se fait par vent faible pour éviter que les particules ne subissent un brassage vertical dans la colonne d'eau [19]. La vitesse du bateau est 2 à 3 nœuds (3.7 à 5.6 km/h). Le filet est équipé de 2 flotteurs.

Après 30 min de prélèvement, on arrête le bateau et on note les coordonnées GPS finales. Rincer le filet, tamisage des échantillons, la taille des mailles est de 300 µm.

Éliminer tous les plastiques supérieurs à 25 mm, verser l'échantillon dans un récipient en verre en utilisant une quantité minimale d'éthanol à 70 %. Rincer jusqu'à ce qu'il n'y a plus de particules.

- Fermez la bouteille, étiqueter l'échantillon (nom, date). Conserver la bouteille dans une glacière. Versez l'échantillon dans une boîte de Pétri en verre. Observation et analyse de l'échantillon au microscope (stéréomicroscope) (20 - 80x zoom)
- Les échantillons sont observés avec un stéréo-microscope. à un grossissement «x16». Les microplastiques peuvent ainsi être repérés et comptabilisés. Leur taille est également évaluée. Les microplastiques sont classifiés selon leur forme en : fragments irréguliers, sphérules, fibres, films et mousses [24].
- La reconnaissance des fibres synthétiques est établie grâce aux critères ([27], [16]).

Résultats et Discussion

Pour le qualitatif nos résultats montrent que les emballages en plastique, constituent le pourcentage le plus élevé des macro déchets de plastique avec une prédominance des bouteilles. Ce type de plastique est rencontré en grande quantité dans les quatre stations. Seybouse 92 % ; Cap Rosa avec 89 % ; Sidi Salem 84 % et 19 % pour la station de Rizi Amor. La station Seybouse se distingue par une pollution globale, notée par une forte proportion d'emballage en plastique. La station Seybouse a les mêmes caractéristiques qu'une décharge publique que soit du point de vue quantitatif ou qualitatif. Cette station est soumise aux apports de l'oued Seybouse et de son bassin versant et des décharges sauvages qui la longent ou qui s'effectuent sur la station même [20]. Il n'est pas facile d'évaluer cette pollution visible du golfe de Annaba, même lorsque les méthodes sont similaires, (littoral, flottants, fonds), les études comparatives sont souvent compromises par manque d'information sur les facteurs (vents, courants locaux, proximité activités anthropiques) expliquant la variabilité des données, d'autant plus à ce jour, aucune donnée bibliographique n'est disponible pour confirmer ces niveaux de contamination sur les macro plastiques.

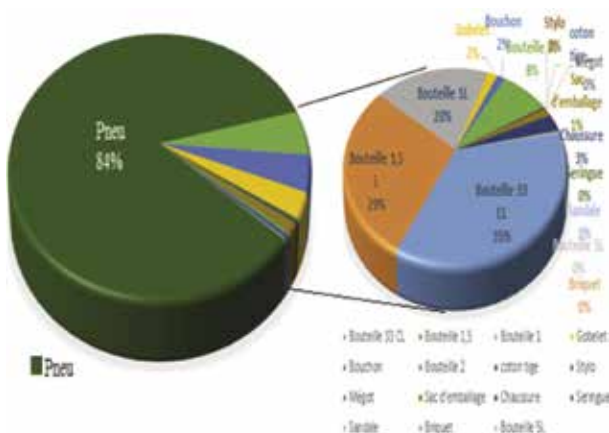


Figure 2 – Taux et distribution des macro déchets de plastique dans le golfe d'Annaba : Cas de la station Seybouse.

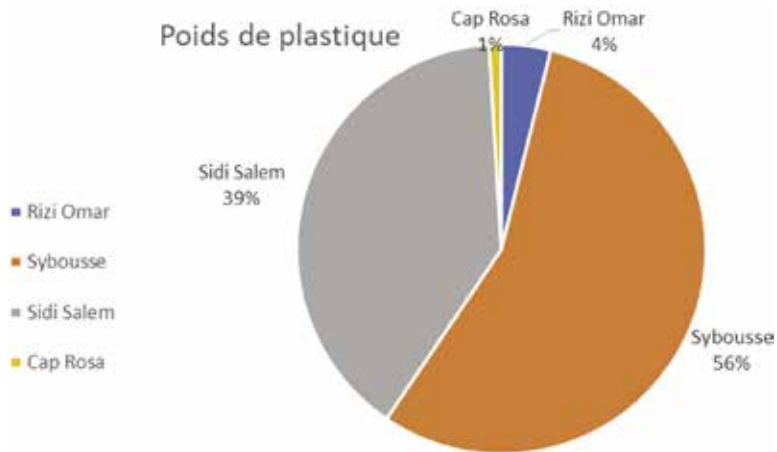


Figure 6 – Disque montrant la distribution des macro déchets de plastique dans le golfe de Annaba en 2017.

Concernant le quantitatif, c'est la station de Seybousse avec 56 %, suivie de la station de Sidi Salem avec 39 %, puis la station de RiziAmor avec 4 % ; et la station de Cap Rosa avec 1 %.

Concernant la contamination par les microplastiques exprimée en nombre de micoplastiques par unité de volume, globalement les teneurs varient d'une station à l'autre. La station Seybousse est la plus contaminée avec 60 P/L, suivi de la station Chapuis - RiziAmor avec 20 P/L. La station de Sidi Salem qui montre les niveaux les plus faibles de 18P/L. Si on se réfère aux différents types de microplastique, à l'exception du type pellets, qui montre des niveaux élevés dans les eaux de surface de la station RiziAmor, tous les autres types de microplastiques montrent des niveaux plus élevés au niveau de la station Seybousse. Une prédominance de fragments pour les trois stations. La distribution des fragments suit une tendance décroissante station Seybousse > station RiziAmor > station Sidi Salem.

Toute fois si on se rapporte à la conversion ou les résultats seront exprimés en nombre de micro plastiques par unité de surface. Les niveaux varient de 7668.711 P /km² à 47546.012 P/km² pour la station Seybousse, de 6928.406 P/km² à 16166.281 P/km² pour la station Chapuis – RiziAmor et de 1858.736 P/km² à 14869.888 P/km² pour la station de Sidi Salem. L'enrichissement en particules des eaux de la station RiziAmor située en zone urbaine, pourrait être lié à certaines activités domestiques. Les machines à laver représentent également, via les rejets de stations d'épuration, un apport important de microplastiques primaires dans l'environnement aquatique. Ces microparticules passent potentiellement en totalité ou en partie au travers des différents traitements des stations d'épuration avant de se retrouver dans l'environnement aquatique ([2], [9], [22], [23], [25]). Ces résultats ont permis aussi de montrer que les niveaux les plus élevés en particules de micro plastique sont relevées à proximité de l'embouchure de l'oued Seybousse et de son bassin versant fortement anthropogène [12]. Par ailleurs, il est difficile d'effectuer une

comparaison entre nos résultats et ceux obtenus en milieu lacustre. En effet, les concentrations rapportées dans la littérature grise sur ces milieux sont exprimées en nombre de micro plastiques par unité de surface (les surfaces diffèrent d'un auteur à un autre) et non par unité de volume (les volumes ne sont identiques chez tous les auteurs) ([5], [16], [10]). Des concentrations de 43 000 particules/km² sont relevées dans les Grands Lacs nord-américains [10], [34]. Une forte homogénéité des données est constatée si on se rapporte aux résultats de notre récente étude et à ceux de [17], [35], [20].

Quant aux basses concentrations en particules de plastique relevées dans la station Cap Rosa, elles s'expliqueraient par l'éloignement de ce site des grandes sources de contamination, mais aussi par l'hydrodynamisme et la courantologie auxquels est soumise cette zone.

Conclusion

Ce travail a porté sur le diagnostic de la contamination des eaux de surface du golfe d'Annaba par les plastiques, un écosystème particulier soumis à de nombreuses activités anthropiques.

Les principaux résultats sont :

- Les résultats des cinq campagnes, utilisant la méthodologie décrite ont permis d'établir sur les stations sélectionnées un état de référence quantitatif quant à la charge de pollution et qualitatif quant à la catégorisation de cette pollution.
- Que la pollution par les macro-déchets de plastique représente un véritable problème pour certaines stations surtout pour la station de Seybouse.

En ce qui concerne la pollution par les microplastiques :

- Les résultats relatifs aux eaux de surface font état d'une contamination par les plastiques généralisée ; importante au niveau de la station Seybouse, suivi de la station RiziAmor et puis la station Sidi Salem.

References bibliographiques

- [1] Belabed, B.E., Meddour, A., Samraoui, B., Chenchouni, H.- *Modeling seasonal and spatial contamination of surface waters and upper sediments with trace metal elements across industrialized urban areas of the Seybouse watershed in North Africa*, Environ. Monit. Assess. (2017).189 (6), 265.
- [2] Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R.N - *Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks* . Environ. Sci. Technol. (2011).45, 9175-9179.
- [3] Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M. and Thompson, R.C. - *Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.)*, Environ. Sci. Technol. (2008), 42 (13), 5026-5031.
- [4] Carpenter, E.J., Smith, K.L. - *Plastics on the Sargasso Sea Surface*, Science. (1972).175 (4027), 1240-1241.

- [5] Collignon, A., Hecq, J.H., Glagani, F., Voisin, P., Collard, F., Goffart, A. - *Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea*. Mar. Pollut. Bull. (2012). 64(4), 861-864.
- [6] Cózar A, Echevarría, Cózar, A., Echevarría, F., Gordillo, J. I. G., Irigoien, X., Úbeda, B., Hernández-León, S., Palma, Á. T., Navarro, S., García-de-Lomas, J., Ruiz, A., Fernández-de-Puelles, M.L., and Duarte, C.M. - *Plastic debris in the open ocean*, P.N.A.S. (2014). 111(28), 10239-10244.
- [7] Crawford, C.B., Quinn, B. - *Microplastic Pollutants*, 1 éd. (2017), Elsevier Science.
- [8] Dris, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C., Tassin, B. - *Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment*. Mar. Pollut. Bull. (2016). 104(1-2), 290-293.
- [9] Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N., Tassin, B. - *Microplastic contamination in an urban area: a case study in Greater Paris*. Env. Che. (2015). 12(5), 592-599.
- [10] Eriksen, M., Maximenko, N., Thiel, M., Cummins, A., Lattin, G., Wilson, S., Hafner, J., Zellers, A., Rifman, S. - *Plastic pollution in the South Pacific subtropical gyre*. Mar. Pollut. Bull. (2013). 68, 71-76.
- [11] Farrell, P., Nelson, K. - *Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.)*. J. Envpol. (2013), 177, 1-3.
- [12] Faure, F., Demars, C., Wieser, O., Kunz, M., De Alencastro, L.F. - *Pollution plastique dans les eaux de surface suisses : nature et concentrations, interaction avec les polluants*. Chi. Env. (2015). 12(5), 582-591.
- [13] Fendall, L.S., Sewell, M.A. - *Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers*. Mar. Pollut. Bull. (2009). 58(8), 1225-1228.
- [14] Graham, E.R., and Thompson, J.T. - *Deposit- and suspension-feeding seacucumbers (*Echinodermata*) ingest plastic fragments*. J. Jembe. (2009). 368, 22-29.
- [15] Goldstein, M.C., and Goodwin, D.S. - *Gooseneck barnacles (*Lepas* spp.) ingest microplastic debris in the North Pacific Subtropical Gyre*. PeerJ. (2013). 1, 184.
- [16] Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C., Thiel, M. - *Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification*. Environ. Sci. Technol. (2012). 46, 3060-3075.
- [17] Imhof, H.K., Ivleva, N.P., Schmid, J., Niessner, R., Laforsch, C. - *Contamination of beach sediments of a subalpine lake with microplastic particles*. Current Biology (2013), 23, 867-868.
- [18] Ivar do Sul, J.A., Costa, M.F. - *The present and future of microplastic pollution in the marine environment*. J. Envpol. (2014), 185, 352-364.
- [19] Kukulka, T., Proskurowski, G., Morét S. Ferguson., Law, L. K. - *The effect of wind mixing on the vertical distribution of buoyant plastic debris*, Geo. Res. Let. (2012), 39 (7), 7601.
- [20] Lechner, A., Keckeis, H., Lumesberger-Loisl, F., Zens, B., Krusch, R., Tritthart, M., Glas, M., Schludermann, E. - *The anube so colourful: A potpourri of plastic litter out-numbers fish larvae in Europe's second largest river*. J. Envpol. (2014). 188, 177-181.
- [21] Lusher, A.L., McHugh, M., and Thompson, R.C. - *Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel*. Mar. Pollut. Bull. (2013) 67, 94-99.

- [22] Mason, S.A., Garneau, D., Sutton, R., Chu, Y., Ehmann, K., Barnes, J., Fink, P., Papazissimos, D., Rogers, D. L. - *Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent*. J.Envpol. (2016).218, 1045-1054.
- [23] Michielssen M.R., Michielssen E.R., Ni, J., Duhaime, M. B - *Fate of microplastics and other small anthropogenic litter (SAL) in wastewater treatment plants depends on unit processes employed*. W. res. tech. (2016), 2, 1064-1073.
- [24] Moore, C.J., Lattin, G.L., Zellers, A.F.- *Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California*. J.Int.Co.Zo.Man.(2011). 11(1), 65-73.
- [25] Murphy, F., Ewins, C., Carbonnier, F., Quinn, B. - *Wastewater Treatment Works (WwTW) as a Source of Microplastics in the Aquatic Environment*. Environ.Sci.Technol. (2016).50(11), 5800-5808.
- [26] Murray F., Cowie P.R. - *Plastic contamination in the decapod crustacean Nephrops norvegicus (Linnaeus, 1758)*. Mar. Pollut. Bull. (2011). 62, 1207-1217
- [27] Norén, F. - *Small plastic particles in Coastal Swedish waters*. Mar.Biogas. (2007). 14-43.
- [28] O'Brine, T., Thompson, R.C.- *Degradation of plastic carrier bags in the marine environment*. Mar.Pollut. Bull. (2010).60 (12), 2279-2283.
- [29] Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V., Lehtiniemi, M.- *Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web*. J. Envpol. (2014).185, 77-83.
- [30] Teuten, E.L., Rowland, S.J., Galloway, T.S., and Thompson, R.C. - *Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants*. Environ.Sci.Technol. (2007). 41, 7759-7764
- [31] Thompson, R.C., Olsen, P., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W., McGonigle, D., Russell, A.E. - *Lost at sea: Where is all the plastic?* .Sci.(2004).304, 5672, 838.
- [32] Van Cauwenberghe, L., Vanreusel, A., Mees, J., Janssen, C.R. - *Microplastic pollution in deep-sea sediments*. J.Envpol. (2013). 182,495–499.
- [33] Vianello, A., Boldrin, A., Guerriero, P., Moschino, V., Rella, R., Sturaro, A., Da Ros, L- *Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: First observations on occurrence, spatial patterns and identification*. Est. Coa.She.Sci. (2013).130, 54–61.
- [34] Virsek, M.K., Palatinus, A., Koren, S., Peterlin, M., Horvat, P., Krzan, A- *Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis*. J.o.v.e. (2016). (118), 55161.
- [35] Zbyszewski, M., Corcoran, P.L- *Distribution and Degradation of Fresh Water Plastic Particles along the Beaches of Lake Huron, Canada*. Wat. A. so. pollut. (2011).220, 365-372.

EFFECTS OF HABITAT STRUCTURE ON FUNCTIONAL DIVERSITY OF EPIPHYTIC LICHEN COMMUNITIES OF COASTAL DUNE WITH *JUNIPERUS SPP.*

Renato Benesperi¹, Elisabetta Bianchi¹, Gherardo Chirici², Luca Di Nuzzo¹,
Francesca Giannetti², Paolo Giordani³

¹ Department of Biology, University of Florence, via la Pira, 4, Florence, Italy,
phone +39 055 2757370, e-mail: renato.benesperi@unifi.it

² GESAAF, Department of Agrarian, Food and Forestry Management, University of Florence, Italy

³ DIFAR, University of Genova, Italy

Abstract – Dunal ecosystems are among the most threatened habitats by human activities, which cause their fragmentation, and loss of species and functional diversity. If the effects on biodiversity loss are well known, the consequences of decreasing functional diversity are still poorly explored, but are expected to drastically affect ecosystem productivity and vulnerability. This latter is particularly evident for sensitive organisms, such as epiphytic lichens, that are symbiotic organisms representing ecologically significant component of *Juniperus* shrublands of coastal dune. In this work, we selected a dunal system with *Juniperus* shrublands, located between Marina di Bibbona and Marina di Castagneto Carducci (Tuscany – Central Italy).

We aimed i) to investigate whether the habitat structure affects the functional diversity and species richness of lichen communities and ii) the presence of a model species of this habitat, the fruticose lichen *Seiropora villosa*.

By means of a Strip Adaptive Cluster Sampling (SACS), we sampled epiphytic lichens in randomly selected plots. We used UAV photogrammetric data to obtain information on the habitat structure and we performed Linear Mixed Models (LMM) to detect the relationship between *S. villosa* occurrence, functional richness and habitat structure.

Both functional richness and species richness significantly depended on the habitat structure. On the contrary, the presence of *S.villosa* was not directly related to the habitat structure, suggesting a major role of dispersal and establishment capability on its current distribution. In a future perspective, the conservation of the structure and continuity of *Juniperus* stand will be crucial for preserving lichen and functional diversity.

Riassunto – Gli ecosistemi dunali sono tra gli habitat più minacciati dalle attività umane, che causano la loro frammentazione, la perdita di specie e di diversità funzionale. Se gli effetti sulla perdita di biodiversità sono ben noti, le conseguenze della riduzione della diversità funzionale sono ancora scarsamente indagati, ma si prevede che influenzeranno drasticamente la produttività e la vulnerabilità degli ecosistemi. Quest'ultimo aspetto è particolarmente evidente per gli organismi sensibili, come i licheni epifiti, organismi simbiotici che rappresentano una componente ecologicamente significativa di ginepreti delle dune costiere. In questo lavoro, abbiamo selezionato un sistema dunale con arbusti di *Juniperus*, situato tra Marina di Bibbona e Marina di Castagneto Carducci (Toscana - Italia centrale).

*Gli obiettivi del lavoro erano indagare se la struttura dell'habitat influenza i) la diversità funzionale e la ricchezza di specie delle comunità licheniche e ii) la presenza di una specie modello di questo habitat, il lichene fruticoso *Seiophora villosa*.*

*Per mezzo di uno Strip Adaptive Cluster Sampling (SACS), abbiamo campionato i licheni epifiti in plot selezionati casualmente. Abbiamo utilizzato i dati fotogrammetrici UAV per ottenere informazioni sulla struttura dell'habitat e abbiamo elaborato modelli misti lineari (LMM) per studiare la relazione tra presenza di *S. villosa*, ricchezza funzionale e struttura dell'habitat.*

*Sia la ricchezza funzionale sia la ricchezza specifica dipendevano in modo significativo dalla struttura dell'habitat. Al contrario, la presenza di *S. villosa* non era direttamente correlata alla struttura dell'habitat, suggerendo un ruolo importante della dispersione e della capacità di insediamento sulla sua attuale distribuzione. In una prospettiva futura, la conservazione della struttura e della continuità dei gineprei sarà fondamentale per preservare la diversità funzionale delle comunità licheniche epifite.*

Introduction

The loss of ecological functions is one of the main threats for ecosystem processes and services as much as the loss of species richness [11], [7]. Even though its formal definition and measurements are still under discussion, functional diversity is commonly assumed to be a better predictor of ecosystem productivity and vulnerability than species diversity [32], [18], [11], [16]. Functional diversity can be defined as “the value and range of those species and organismal traits that influence ecosystem functioning” [33]. In the last few decades, the number of publications based on functional diversity has been progressively increasing. It has been frequently used to assess how species respond to natural and anthropogenic disturbances, such as global change and forestry [16] or as predictor of the effects of human disturbance (e.g. [8] and [20]).

Coastal dune systems are among the most threatened habitats by human activities. Italy hosts the largest surface area of this habitat in Europe, (including the 39 % of the total) [26]. Due to its very discontinuous distribution and hosting high plant and animal biodiversity, it was included into the priority habitat for conservation according to the Natura 2000 policies (habitat code 2250—Coastal dunes with *Juniperus* spp). The most impacting factors are urbanization, forestry, transport, tourism, alien species introduction and coastal erosion [6], causing habitat fragmentation, a dramatic decline of the ecological integrity of dunal ecosystems and loss of biodiversity [1].

While the impact of human pressure on animals and vascular plants is already well documented, information is still scanty for other organisms such as epiphytic lichens. Epiphytic lichens are symbiotic organisms ecologically significant component of *Juniperus* habitats. Mediterranean shrublands host a peculiar lichen species assemblage of predominantly Mediterranean-distributed *taxa* restricted to coastal ranges [24]. *Seiophora villosa* (Ach.) Frödén, is one of the most representative species of this community, known as a red listed species [21] sensitive to habitat disturbance [3]. At large scale, the degradation and loss of the habitat represented the main causes of the clustered distribution of this community, of the loss of epiphytic lichen diversity and of the rarefaction of *S. villosa* [3]. The role of specific environmental factors that lead to this loss of species at local scale are

still unclear and not generalizable [14]. In particular, there is a lack of knowledge about the influence of these factors on the functional diversity of this epiphytic lichen community at habitat level, despite the fact that this information are crucial in a conservation-oriented management [4].

In this work, we selected one of the core areas of *S. villosa* communities in Italy, located between Marina di Bibbona and Marina di Castagneto Carducci (Tuscany – Central Italy). Our aims were: i) to investigate whether and how the habitat structure (described by volume, mean height, maximum and minimum height of the vegetation), differently affects the distribution and the functional diversity and species richness of lichen communities in *Juniperus* shrublands ii) to evaluate the relationship between the habitat structure and the presence of *S. villosa*.

Materials and Methods

Study area

The study area, Marina di Castagneto Carducci (Livorno, Tuscany, Italy 43°9'42" 12 N, 10°36'42"84 E) is included in the Mediterranean climatic region [12]. The locality is characterized by the presence of a continuous dune system with *Juniperus* spp. (Natura 2000 habitat code 2250*), a hotspot for several lichen species of conservation concern. Over the last years, human activities have been threatening this priority habitat, causing a degradation and a partial loss of the *Juniperus* spp. stands.

Seiophora villosa is a fruticose epiphytic lichen with compressed canaliculated laciniae (0.5 mm at margin, up to 5-6 mm at base). Laciniae have a hispid villose and cinereous upper side, and a whitish, naked, lower side. Apothecia (2-5 mm diam.) are usually present and abundant, sub-apical, concave, and with a red disk. *S. villosa* is widespread but not common in Mediterranean basin [5]. In Italy, this lichen showed a western distribution along the peninsula and it establishes in *Juniperus* stands both on and behind the dunes, growing on twigs of shrubs and trees exposed to frequent humid maritime winds and aerosol [5].

Sampling design

After the delimitation of the study area we proceeded to its digitalization [29]. Considering the clustered distribution of the *S. villosa* population, we applied Strip Adaptive Cluster Sampling (SACS), which in the case of non-homogeneous distribution of a target population gives better performance than the usual non-adaptive strategies [27]. We randomly selected 5 primary units (strips), extending from the sea front to the back edge of the *Juniperus* shrubland across the dune. Each strip was divided into secondary units, which were represented by 47, 5 × 5 meters square plots. If *S. villosa* occurred in a secondary unit selected by the initial sample, we inspected every secondary unit in its neighborhood. Similarly, if *S. villosa* was found in a neighboring secondary unit, then every unit in that unit's neighborhood was inspected. This process continued according to the stop rule we set for sampling, after 2 laterally finding of the presence of the target species. In each plot, we

annotated the presence of every overstore species and lichen species and the occurrence of mature thalli of *S. villosa* (i.e., those producing apothecia).

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) photogrammetric data

In the present study, a SenseFly eBee Ag fixed-wing UAVs were used for image acquisition in the study area. UAV images were collected in June 2017 under good conditions with sunny weather and wind speeds of <1 m/s. The flight altitude was set to 104 m. The images were acquired using a SONY camera DSCWX220RGB. The overlap was set to 85 % along the tracks and 75 % between the tracks. The quality of the images acquired was good without any problems related to light, atmospheric conditions, saturation, or blurriness. The UAV images were processed using Agisoft PhotoScan (Agisoft, 2017) to create a 3D point cloud. Elaborating cloud of points we obtained a Digital Surface Model (DSM). After that, we subtract the DSM taken by the drone with the Digital Terrain Model (DTM) downloaded from the site of Tuscany Region, from we extracted a Canopy Height Model (CHM) from which we extracted maximum (h_max) and minimum (h_min) heights, volume of the shrubland (Vol.m3), mean of heights (h_mean) for each plot.

Laboratory analysis

All the specimens we were not able to identify in the field were identified in laboratory under a dissecting microscope using chemical spot test. Anatomical observations of thallus and ascomata were carried out by light microscopy. For identification, the keys of [9], [22], [23], [28] and [35] were used. Nomenclature follows [25].

Data analysis

We use functional richness and species diversity to assess the effects of anthropogenic disturbance on epiphytic lichen communities (and to test their sensitivity).

We performed a Linear Mixed Model (LMM) to detect the relationship between species and functional richness at plot level and habitat structure (mean, maximum, minimum heights and volume of shrubland for each plot). We used the strip as random factor because of the SACS applied. We thus evaluated the significance of the fixed effects and of associated interaction factors using an ANOVA type III table, with Satterthwaite Degrees of Freedom Approximation [15]. The analyses were conducted in R environment (R version 3.4). LMM computations were performed using the lmer function of the lme4 package version 1.1-12 for fitting the models [2]. To test the normality of data we used Shapiro-Wilk test [31].

According with [34] functional diversity (the number of functional group in a community) indices were worked out with the R package 'FD' version 1.0-12 [19]. Thus, we performed an LMM to detect the relationship between functional richness and the Rao's quadratic entropy and the habitat structure, using the strip as random factor afresh.

Finally, we performed a Generalized Linear Mixed Model to detect the relationship of structural variables and the presence/absence of *S. villosa*. In this case, we evaluated the significance using the Log Likelihood Ratio test compared with the distribution of χ^2 .

Results

In this study a total of 91 *taxa* were detected. Among these, *Seiophora villosa*, *Bacidia parathalassica*, *Cerothallia luteoalba*, *Lecanora lividocinerea*, *Parmotrema stuppeum*, *Ramalina pusilla*, *Tornabea scutellifera* [21] are species of conservation concern.

According to LMM models, both Species richness and functional richness significantly depend on the habitat structure. (Table 1 and 2).

Table 1 – Results for the LMMs considering species richness and variables of habitat structure. NumDf: Numerator degrees of freedom; DenDf: Denominator degrees of freedom.

	Sum.Sq	NumDf	Fvalue	DenDf	Pvalue
h max	178,059	1,00	6,50	1,65	0,15152
h_mean	195,939	1,00	6,72	45,00	0,01280 *
h min	3,07682	1,00	0,11	44,98	0,74090
Vol.m3	0,30975	1,00	0,01	41,88	0,91614

Table 2 – Results for the LMMs on Functional richness and variables of habitat structure. NumDf: Numerator degrees of freedom.

	Sum.Sq	NumDf	Fvalue	Pvalue
h max	57,14652	1,00	11,99043	0,00118 **
h_mean	34,51064	1,00	6,54971	0,01392 *
h_min	21,56531	1,00	3,88095	0,05501
Vol.m3	10,28161	1,00	1,77042	0,19003

Backwards, the Rao's quadratic entropy resulted not influenced by analysed variables (Table 3).

Table 3 – Results for the LMMs considering Rao's quadratic entropy and variables of habitat structure. NumDf: Numerator degrees of freedom.

	Sum.Sq	NumDf	Fvalue	Pvalue
h_max	0,0088	1,00	0,9658	0,3310
h_mean	0,0049	1,00	0,5305	0,4702
h_min	0,0079	1,00	0,8716	0,3555
Vol.m3	0,0032	1,00	0,3487	0,5578

Similarly, the presence of *S. villosa* seems not to be directly influenced by the habitat structure (Table 4).

Table 4 – Results for the GLMMs on occurrence of *S. villosa* and variables of habitat structure. NumDf: Numerator degrees of freedom.

	NumDf	Chisq	Pvalue
h_max	1,00	1.16	0.28
h_mean	1,00	0.16	0.69
h_min	1,00	0.27	0.60
Vol.m3	1,00	0.13	0.72

Discussion

Both functional richness and species richness significantly depend on the habitat structure. These results confirmed the correlation reported in [3] between epiphytic lichens richness and habitat width used as proxy of habitat integrity. *Juniperus* stands with higher individuals and cover continuity, probably ensuring a major stability of microclimatic factors, supported richer and functionally more differentiated epiphytic lichen communities. Accordingly, these stands host some lichens of conservation concern (*Bacidia parathalassica*, *Cerothallia luteoalba*, *Lecanora lividocinerea*, *Parmotrema stuppeum*, *Ramalina pusilla*, *Tornabea scutellifera*). On the contrary, disturbed stands with scattered and smaller individuals, host a poorer and trivial lichen flora, less differentiated from a functional point of view. Therefore, in a future conservation strategies perspective the conservation of the structure and continuity of *Juniperus* stand will be crucial for preserving lichen and functional diversity. According to the theory that diversity is not just a byproduct of the abiotic environment, but that the numbers and types of organisms directly regulate ecosystem functioning [10], preserving lichen diversity we will contribute to preserve *Juniperus* habitat health.

On the contrary, the presence of *S.villosa* resulted not directly related to the habitat structure. As reported also in [14] *S. villosa* showed a clustered distribution occupying only a part of its colonizable habitat suggesting a major role of dispersal and establishment capability therefore suggesting a management tailored at the tree-level aimed to the conservation of mature (apotheciate) specimens as observed in [4] for *Lobaria pulmonaria*. However, ongoing research indicate a possible role of microhabitat structure on the abundance of this species.

Bibliography

- [1] Arianoutsou, M., Leone, V., Moya, D., Lovreglio, R., Delipetrou, P., & de las Heras, J. - *Management of threatened, high conservation value, forest hotspots under changing*

- fire regimes*, F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona, J. de las Heras (Eds.), Post-fire Management and Restoration of Southern European Forests, Managing Forest Ecosystems. Manag. For Ecosyst. 24, Springer, Netherlands (2012), pp. 257-291.
- [2] Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S., Christensen, R.H.B., Singmann, H., Dai, B., Eigen, C. - *Fitting linear mixed-effects models using lme4*, J. Stat. Softw. (2017) 67, 1–113.
- [3] Benesperi, R., Lastrucci, L., & Nascimbene, J. - *Human disturbance threatens the red-listed macrolichen *Seiophora villosa* (Ach.) Frödén in coastal *Juniperus* habitats: evidence from western peninsular Italy*, Environmental management (2013), 52(4), 939-945.
- [4] Benesperi, R., Nascimbene, J., Lazzaro, L., Bianchi, E., Tepsich, A., Longinotti, S., & Giordani, P. - *Successful conservation of the endangered forest lichen *Lobaria pulmonaria* requires knowledge of fine-scale population structure*, Fungal Ecol. (2018) 33, 65-71.
- [5] Benesperi, R., & Ravera, S. - *Seiophora villosa* (Ach.) Frödén, Inform Bot Ital. (2011) 43, 69-72.
- [6] Brown, A.C., Nordstorm, K., McLachlan, A., Jackson, N.L., Sherman, D.J. - *Sandy shores of the near future*, In: Polunin, N.V.C. (Ed.), Aquatic Ecosystems; Trends and Global Prospects. Cambridge University Press, New York (2008), pp. 263e280.
- [7] Cadotte, M. W., Carscadden, K., & Mirotchnick, N. - *Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services*, J Appl Ecol. (2011) 48(5), 1079-1087.
- [8] Chapin Iii, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., ... & Mack, M. C. - *Consequences of changing biodiversity*, Nature (2000), 405(6783), 234.
- [9] Clauzade, G., Roux, C., Houmeau, J., Roux, C. - *Likenoj de Okcidenta Eŭropo: ilustrita determinlibro*, Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest., n.s.,nr. spec. (1985) 7, 893 pp.
- [10] Cardinale B.J., Matulich K.L., Hooper D.U., Byrnes J.E., Duffy E., et al. - *The functional role of producer diversity in ecosystems*, Am. J. Bot. (2011) 98: 572–592.
- [11] Díaz, S., Noy-Meir, I., & Cabido, M. - *Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits?*, J. Appl Ecol, (2001) 38(3), 497-508.
- [12] Foggi, B., Cartei, L., Pignotti, L., Signorini, M. A., & Viciani, D. - *Il paesaggio vegetale dell'Isola d'Elba (Arcipelago toscano): studio fitosociologico e cartografico*, Fitosociologia (2006) 43(1), 3-94.
- [13] Frödén P., Lassen P. - *Typification and emendation of *Seiophora* Poelt to include species segregated from *Teloschistes Norman**, The Lichenologist (2004) 36, 289-298.
- [14] Giordani, P., Benesperi, R., Mariotti, M.G., - *Local dispersal dynamics determine the occupied niche of the red-listed lichen *Seiophora villosa* (Ach.) Frödén in a Mediterranean *Juniperus* shrubland*, Fungal Ecol. (2015) 13, 77–82.
- [15] Goodnight, J., *General Linear Models Procedure*. S.A.S. Institute, Inc. (1976) 404, 1–39.
- [16] Heemsbergen, D. A., Berg, M. P., Loreau, M., Van Hal, J. R., Faber, J. H., & Verhoef, H. A. - *Biodiversity effects on soil processes explained by interspecific functional dissimilarity*, Science (2004) 306(5698), 1019-1020.
- [17] Hooper, D. U., Bignell, D. E., Brown, V. K., Brussard, L., Dangerfield, J. M., Wall, D. H., Wardle, D. A., Coleman, D. C., E. Giller, K. E., Lavelle, P., Van Der Putten, W.

- H., De Ruiter, P. C., Rusek, J., Silver W. L., Tiedje J. M. & Wolters, V. - *Interactions between aboveground and belowground biodiversity in terrestrial ecosystems: patterns, mechanisms, and feedbacks*, *BioScience* (2000) 50: 1049–1061.
- [18] Hulot, F. D., Lacroix, G., Lescher-Moutoué, F., & Loreau, M. - *Functional diversity governs ecosystem response to nutrient enrichment*, *Nature* (2000) 405(6784), 340.
- [19] Laliberté, E., Legendre, P., Maintainier, B.S., - *Measuring functional diversity (FD) from multiple traits, and other tools for functional ecology*, (2015)
- [20] Loreau M., Naeem S., Inchausti P. - *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*, (2002), Oxford University Press, Oxford, UK.
- [21] Nascimbene, J., Nimis, P.L., Ravera, S. - *Evaluating the conservation status of epiphytic lichens of Italy: A red list*, *Plant Biosyst.* - An Int. J. Deal. with all Asp. Plant Biol. (2013) 147, 898–904.
- [22] Nimis, P.L. - *Chiavi analitiche del genere Caloplaca Th. Fr.*, *Ital. Not. della Soc. Lichenol. Ital.* (1992)
- [23] Nimis, P.L. - *I macrolicheni d'Italia: chiavi analitiche per la determinazione*, *Gortania* (1987).
- [24] Nimis, P.L., Schiavon, L. - *The epiphytic lichen vegetation of the Tyrrhenian coasts in central Italy*, *Ann. di Bot.* (1986) 44, 39-67.
- [25] Nimis, P.L., Martellos, S. - *ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 5.0.* University of Trieste, Dept. of Biology (2017), (<http://dryades.units.it/italic>).
- [26] Picchi, S. - *Management of Natura 2000 habitats. 2250* Coastal dunes with Juniperus spp.*, European Commission (2008)
- [27] Pontius, J.S. - *Strip adaptive cluster sampling: probability proportional to size selection of primary units*, *Biometrics* (1997) 53, 1092-1096.
- [28] Purvis, O., Coppins, B., Hawksworth, D., James, P., Moore, D. - *The Lichen Flora of Great Britain and Ireland*, Natural History Museum Publications & The British Lichen Society (1992), London.
- [29] QGIS Development Team - *QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation*, (2017).
- [30] R Core Team - *R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing*, (2016) Vienna, Austria.
- [31] Shapiro, S.S., Wilk, M.B. - *An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples)*, *Biometrika* (1965) 52, 591–611.
- [32] Tilman, D., Lehman, D., Thompson K. - *Plant diversity and ecosystem productivity: Theoretical considerations*. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* (1997) 94, 1857 – 1861.
- [33] Tilman, D., Reich, P. B., Knops, J., Wedin, D., Mielke, T., Lehman C. - *Diversity and productivity in a long-term grassland experiment*, *Science* (2001) 294, 843 – 845.
- [34] Villéger, S., Mason, H., Mouillot, D. - *New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology*, *Ecology* 89 (2008), 2290–2301.
- [35] Wirth, V. - *Die Flechten Baden-Württembergs*. Teil 1-2, E. Ulmer. Stuttgart. (1995), 1003 pp.

MONITORAGGIO DI *OSTREOPSIS CF. OVATA*: UNA MICROALGA POTENZIALMENTE TOSSICA NELLE ACQUE COSTIERE ITALIANE

Patrizia Borrello, Emanuela Spada

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale -
Via Vitaliano Brancati 48, 00144 Roma tel. 06 50072442 – 06 50074325,
e-mail: patrizia.borrello@isprambiente.it; emanuela.spada@isprambiente.it

Riassunto – *Ostreopsis ovata* è una microalga bentonica potenzialmente tossica rinvenuta negli ultimi anni in molti paesi del Mediterraneo inclusa l'Italia.

Questo dinoflagellato nelle zone tropicali e sub-tropicali risulta letale per l'uomo mentre nel Mediterraneo è responsabile di una sindrome di natura simil-influenzale ed è causa di sofferenze o mortalità nelle comunità bentoniche marine.

La prima segnalazione di *Ostreopsis cf. ovata* in Italia risale al 1989 (coste laziali) per poi diffondersi dalla fine degli anni '90 nella maggior parte delle regioni costiere durante la stagione estiva - inizio autunno.

Ostreopsis cf. ovata si sviluppa su substrati in aree con scarso idrodinamismo e acque poco profonde formando fioriture e generando patine sui substrati, flocculi e schiume superficiali.

Dal 2007, viene condotta dalle Agenzie regionali (ARPA), una specifica attività di monitoraggio in aree costiere idonee allo sviluppo della microalga utilizzando metodiche operative condivise. I dati di monitoraggio ottenuti vengono annualmente raccolti, elaborati e pubblicati da ISPRA in Rapporti annuali e nell'Annuario dei dati Ambientali. Ad oggi la microalga è stata riscontrata, almeno una volta nelle acque di 13 regioni costiere e mai in Emilia Romagna e Molise con fioriture anche intense e ricorrenti e con impatti sulla salute pubblica e sugli organismi bentonici.

Abstract – *The presence of the potentially toxic dinoflagellate Ostreopsis ovata (Fukuyo 1981) has been observed along the Italian coast since the '90s. From then on, intense and recurrent blooms of this microalgae occurred in several locations of the Tyrrhenian, Ionian and Adriatic Sea. The presence of the microalgae O. ovata was detected in all the Italian coastal regions but Emilia Romagna and Molise.*

The present work provides an overview of the Regional Environmental Protection Agencies (ARPA) activities, within the National Monitoring Programme on potentially toxic benthic microalgae from 2007 to 2017. Monitoring data are collected, elaborated and published by ISPRA in annual reports and in the Environmental Data Yearbook.

Introduzione

Ostreopsis ovata è una microalga bentonica potenzialmente tossica tipica delle aree tropicali e subtropicali rinvenuta negli ultimi anni anche in zone temperate e in molti

paesi del Mediterraneo inclusa l'Italia [2, 5, 8, 14, 19, 30, 31, 32, 34, 37, 38].

Questo dinoflagellato è in grado produrre palitossina (PLTX), una potente tossina naturale, associata, in zone tropicali, a casi letali di intossicazione umana per ingestione di prodotti ittici contaminati. Il ceppo Mediterraneo tuttavia, sembra produrre quasi esclusivamente ovatossine [9], analoghi della palitossina, la cui esposizione (inalazione, contatto con le cellule o le tossine prodotte) a volte può essere responsabile di una *sindrome algale*, non letale per l'uomo, di natura simil-influenzale [12], oppure causa di sofferenze o mortalità nelle comunità bentoniche marine [7, 13]. Sulla base degli studi finora effettuati è stata infatti accertata l'esistenza di un genotipo di *O. cf. ovata* atlantico/mediterraneo [4, 28] differente da quello asiatico.

Nel Mar Mediterraneo oltre ad *O. cf. ovata* è presente un'altra specie molto meno diffusa e abbondante: l'*O. cf. siamensis* [32] che sembra non produrre fioriture tossiche. *O. siamensis* è spesso rinvenuta lungo le coste spagnole in basse concentrazioni assieme ad *O. cf. ovata* [38].

L'origine di *Ostreopsis* in Mar Mediterraneo è tuttora controversa e soggetta a più interpretazioni: la microalga può essere considerata endemica o introdotta da altre aree. Un'ipotesi è che *Ostreopsis*, già presente in Mediterraneo, per ragioni ancora da chiarire, dalla fine degli anni '90 ha cominciato a produrre fioriture intense e invasive che hanno consentito di campionarla facilmente e di identificarla. Studi genetici inoltre, supportano l'ipotesi di un'origine atlantico/mediterranea della specie e del genere in quanto nell'area atlantica/mediterranea *O. cf. ovata* costituisce una popolazione geneticamente ben rappresentata e omogenea [27, 28, 29]. Un'altra ipotesi recente sostiene che *O. cf. ovata* sia stata introdotta dal Giappone poichè alcuni esemplari sono risultati geneticamente identici a quelli del Mar Mediterraneo [31].

Ostreopsis cf. ovata si sviluppa in particolare in aree caratterizzate da scarso idrodinamismo e acque poco profonde (es. baie chiuse) con fondali rocciosi, ciottolosi, ghiaiosi o con presenza di macroalghe, angiosperme che fungono da substrato per la crescita algale [19]. Le cellule aderiscono al substrato attraverso la formazione di filamenti e sostanze mucillaginose [36]; in condizioni ambientali ottimali e con temperature generalmente maggiori di 25 °C il numero delle cellule può aumentare rapidamente fino a raggiungere concentrazioni molto elevate [19] dando origine alle fioriture. Nelle fasi avanzate della fioritura è possibile osservare anche la presenza di patine brunastre mucillaginose sui substrati di crescita, flocculi o schiume in colonna e in superficie dovuti al distacco di aggregati cellulari in caso di moto ondoso o azioni meccaniche [19]. La concentrazione delle cellule nella colonna è dunque direttamente correlata all'abbondanza delle cellule sui substrati bentonici [26] e a fenomeni di idrodinamismo [36].

La prima segnalazione di *Ostreopsis cf. ovata* in Italia risale al 1989 (coste laziali) [25, 35] per poi diffondersi dalla fine degli anni '90 con le sue fioriture nella maggior parte delle regioni costiere durante la stagione estiva o inizio autunno [6, 7, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 38]. Le fioriture, in alcuni casi sono state associate a fenomeni di intossicazione umana i cui sintomi (tosse, irritazione delle prime vie aeree, dolori muscolari/articolari, congiuntivite, rinorrea, febbre) scompaiono spontaneamente nelle 24-72 ore successive [12]. Allo stesso tempo, sono stati osservati effetti nocivi (sofferenza o mortalità) anche su organismi marini bentonici quali mitili, ricci, stelle marine e macroalghe [7, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 38].

Segnalazioni di malesseri nei bagnanti si sono avute a partire dagli anni 2000 in Toscana, Puglia e Sicilia ma l'episodio più eclatante è quello verificatosi nel luglio 2005 a Genova in cui si registrarono 225 casi di una sindrome febbrile-respiratoria in bagnanti o persone che avevano frequentato le spiagge e il litorale [12, 23, 24]. Le indagini ambientali effettuate portarono ad identificare cellule di *Ostreopsis cf. ovata* e ovatossine [10]. Altre fioriture critiche si sono verificate nello stesso anno e nel 2006 in Sicilia, Toscana e nuovamente in Liguria [12, 23, 24].

Dal 2007, è iniziata in Italia una attività di monitoraggio specifico dedicato alla sorveglianza delle alghe tossiche attraverso programmi di monitoraggio nazionali e regionali ad integrazione del monitoraggio marino costiero già esistente (D.Lgs 152/99, D.P.R. 470/82, L. 979/82) e dal 2010 anche nelle acque di balneazione (DM 30 marzo 2010) [11].

I dati di monitoraggio ottenuti in questo decennio sono stati raccolti, elaborati e pubblicati in Rapporti annuali da ISPRA nell'ambito della linea di lavoro ISPRA/ARPA "Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* lungo le coste italiane" (Direttiva Programma Alghe Tossiche del Ministro dell'Ambiente n. GAB/2006/6741/B01).

Materiali e metodi

In questo lavoro sono riportati in forma grafica e tabellare i dati del monitoraggio nazionale di *Ostreopsis ovata* dal 2007 al 2017, al fine di mostrare l'andamento nello spazio e nel tempo delle fioriture microalgali. Tali dati sono stati estrapolati dai Rapporti annuali ISPRA/ARPA, elaborati sulla base dei risultati trasmessi dalle Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente (ARPA) ad ISPRA alla fine dell'attività annuale di monitoraggio.

Le attività di monitoraggio sono condotte dalle ARPA lungo i litorali delle 15 regioni costiere, generalmente da giugno a settembre e in alcuni casi fino a ottobre-novembre, in aree che nel corso degli anni si sono dimostrate idonee allo sviluppo della microalga. Nei punti di campionamento prescelti, vengono prelevati campioni di acqua, macroalghe o altri substrati duri (es. ciottoli, gusci di mitili) utilizzando le metodiche operative condivise nei Protocolli ISPRA (2012). I prelievi generalmente vengono eseguiti con una frequenza mensile o quindicinale e sono intensificati in caso di fioriture, soprattutto durante la stagione estiva [7, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 38]. I dati di concentrazione microalgale sono confrontati con i valori di riferimento indicati nel D.M. 30/3/2010 e nel Rapporto ISTISAN 14/19 [21] (aggiornamento delle linee guida "Gestione del rischio associato alle fioriture di *Ostreopsis ovata* nelle coste italiane" del Ministero della Salute). Il superamento delle soglie (10.000 cell/l) o di intervalli di valori di riferimento determina l'adozione di una serie di misure di gestione a tutela della salute dei bagnanti e dei cittadini che comprende anche il divieto di balneazione [11].

Le stazioni di campionamento in alcuni casi sono coincidenti con i punti per il controllo delle acque di balneazione.

Nel corso degli anni, il numero dei punti monitorati è notevolmente diminuito passando da 384 stazioni nel 2007 a 194 nel 2017 una delle ragioni è che sono state eliminate quelle stazioni in cui *Ostreopsis* è risultata sempre assente [7, 17].

Risultati

La figura e la tabella seguenti (Fig.1 e Tab.1) mostrano l'andamento spaziale e temporale della presenza e delle fioriture di *Ostreopsis cf. ovata*.

A partire dal 2007 e fino al 2017 le aree interessate dalla presenza e dai blooms sono aumentate passando dal 39,06 % al 55,15 % (siti positivi) con qualche inflessione tra il 2012 e il 2015 (Tab.1 e Fig.1) senza un apparente mutamento delle condizioni al contorno. Nella elaborazione, sono stati considerati positivi, i siti in cui la microalga è presente almeno una volta nelle matrici campionate.

Le concentrazioni di *Ostreopsis* sono risultate molto variabili e correlate alle condizioni meteo-marine. In molti casi si è avuto il superamento del valore di riferimento sanitario di 10000 cell/l (D.M. 30/3/2010).

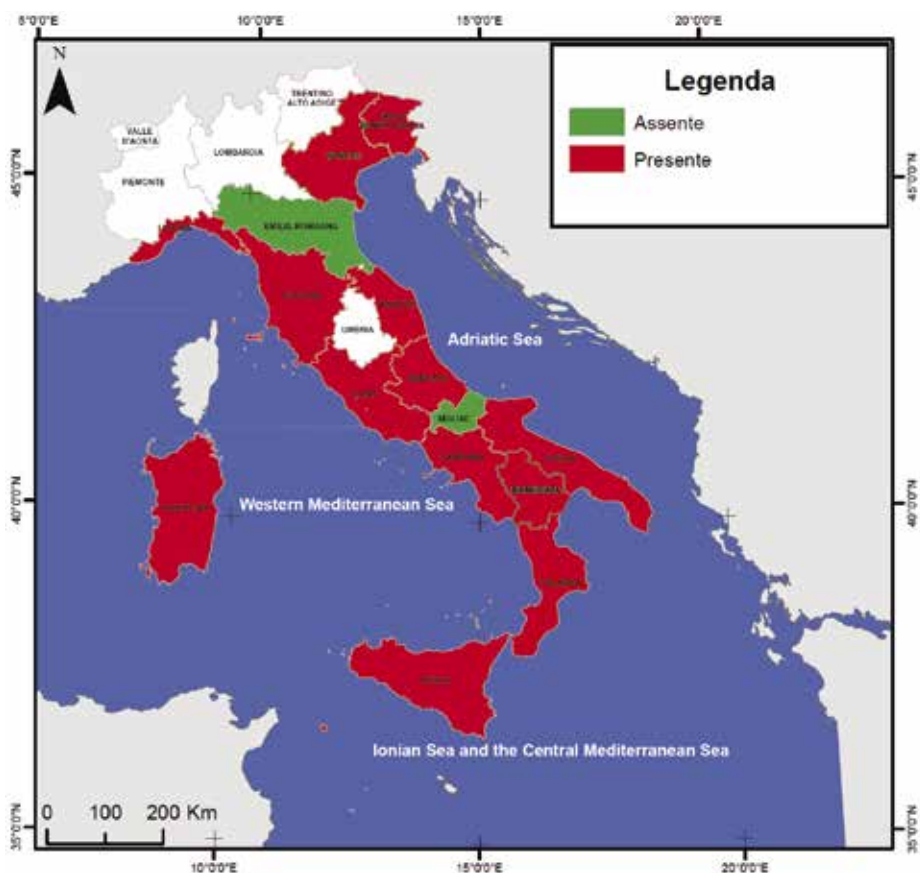


Figura 1 – Regioni interessate dalla presenza di *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane
Fonte: Elaborazione Ipsra su dati forniti dalle ARPA costiere.

Tabella 1 – *Ostreopsis cf. ovata* nelle acque costiere italiane dal 2007 al 2017.

Anno	Regioni monitorate	Siti	Siti positivi		Siti con abbondanze ≥ 10000 cell/l
			n.	%	
2007	12	384	150	39,06	23
2008	12	444	178	39,91	74
2009	15	415	161	40,24	44
2010	14	325	157	48,31	42
2011	14	245	139	56,73	36
2012	14	228	127	55,70	38
2013	14	226	121	53,54	42
2014	14	220	117	53,18	38
2015	13	221	125	56,56	43
2016	12	197	125	64,4	38
2017	13	194	107	55,15	39

Ad oggi la microalga è stata riscontrata nelle acque di 13 regioni costiere su 15 e mai in Emilia Romagna e Molise. In Abruzzo è stata rilevata solo nel 2007 (2 stazioni) e nel 2013 (3 stazioni), in Veneto solo nel 2016, mentre in Basilicata solo sulla costa tirrenica nel 2008 e 2010, dal 2011 in questa Regione il monitoraggio è stato interrotto [7, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 38].

Sono state osservate differenze temporali nel picco della fioritura tra i differenti mari italiani: generalmente verso la fine di luglio nelle aree tirreniche e ioniche con temperatura dell'acqua di 24÷26 °C; in tarda estate nell'Adriatico settentrionale con temperature di 20÷22 °C [7, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 36, 38].

I dati di monitoraggio raccolti in questi anni non mettono in evidenza una relazione dei bloom con lo stato trofico infatti, le concentrazioni dei nutrienti registrate durante le fioriture non risultano differenti dai valori normali [7, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 38].

Ostreopsis cf. ovata è risultata spesso presente insieme ad altre dinofitocofite bentoniche che tuttavia non raggiungono mai abbondanze molto elevate quali *Prorocentrum lima* e *Coolia monotis* [7, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 38].

Nella tabella 2 sono riportati gli impatti delle fioriture sul comparto acqua e sugli organismi bentonici osservati in campo e i casi segnalati di intossicazione umana e delle misure di gestione adottate. Sono stati osservati stati di sofferenza o morte su ricci, stelle marine, patelle, mitili, pesci e macroalghe nelle aree più impattate e durante il picco della fioritura.

Sono stati segnalati casi di intossicazione umana in Abruzzo, Puglia, Marche e Sicilia e interdetta temporaneamente la balneazione e/o l'accesso alle spiagge come misura cautelativa nelle Marche e in Sicilia. Inoltre è stata impedita la raccolta di organismi marini eduli (Campania) anche se ad oggi non sono stati segnalati casi di intossicazione alimentare [7, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 38].

Tabella 2 – Impatti delle fioriture sugli organismi bentonici, casi segnalati di intossicazione umana e misure di gestione.

Anno	Segnalazioni effetti sugli organismi bentonici	Segnalazioni effetti tossici sull'uomo	Divieto raccolta e vendita organismi marini	Misure a tutela della salute umana
2007	Puglia: macroalghe	Puglia	-	Puglia (informazione al cittadino)
2008	Marche: bivalvi; Toscana: ricci, patelle, macroalghe	Marche, Puglia	Marche, Puglia Campania	Marche, Puglia, Toscana, Liguria (informazione al cittadino, divieto di balneazione)
2009	Sardegna: macroalghe; Toscana: macroalghe, ricci, mitili	Marche		Marche, Puglia, Toscana, Liguria (informazione al cittadino, divieto di balneazione)
2010	-	-	Campania	Marche (informazione al cittadino, divieto balneazione e pulizia spiaggia)
2011	Friuli Venezia Giulia: macroalghe, patelle, ricci; Sardegna: macroalghe Toscana: patelle, ricci	Sicilia, Puglia	Campania	Marche (informazione al cittadino, divieto di balneazione)
2012	Friuli Venezia Giulia: macroalghe, patelle, ricci Toscana: patelle, ricci	-	Campania	Marche (informazione al cittadino divieto balneazione)
2013	Friuli Venezia Giulia: gasteropodi, mitili, patelle	Puglia, Abruzzo	-	Marche (informazione al cittadino, divieto balneazione)
2014	Friuli Venezia Giulia: macroalghe gasteropodi, patelle	-	-	Marche (informazione al cittadino, divieto balneazione)
2015	Friuli Venezia Giulia: macroalghe gasteropodi, patelle	Puglia	-	Marche, Puglia (informazione al cittadino, divieto balneazione)
2016	Friuli Venezia Giulia: macroalghe gasteropodi, patelle; Calabria: rarefazione delle macroalghe	Toscana Puglia	-	Toscana (informazioni al cittadino, ASL attive)
2017	Friuli Venezia Giulia: rete mucillaginosa sulle macroalghe	-	-	Toscana (informazioni al cittadino, ASL attive) Marche e Calabria (informazioni al cittadino)

Conclusioni

Ostreopsis cf. ovata è una microalga bentonica potenzialmente tossica presente in vari paesi del Mar Mediterraneo inclusa l'Italia. La prima segnalazione in Italia risale al 1989, lungo le coste laziali. L'origine di *Ostreopsis* in Mar Mediterraneo è tuttora controversa e soggetta a più interpretazioni: la microalga può essere considerata endemica o introdotta da altre aree.

Questo dinoflagellato cresce su macroalghe e substrati duri raggiungendo, in condizioni ambientali ottimali, concentrazioni molto elevate note come fioriture. L'esposizione alla microalga e/o ai suoi composti tossici (ovatossine) a volte può essere responsabile di una sindrome algale, non letale, di natura simil-influenzale (225 casi a Genova nel 2005) e/o causa di sofferenze o mortalità nelle comunità bentoniche marine.

La presenza di *Ostreopsis cf. ovata* è soggetta ad attività di sorveglianza attraverso programmi di monitoraggio nazionali e regionali prevalentemente eseguiti dalle Agenzie regionali (ARPA). Tali attività hanno chiarito la distribuzione e l'andamento delle fioriture.

Ad oggi *O. cf. ovata* si rileva nella maggior parte delle regioni costiere eccetto che in Emilia Romagna e Molise (Fig. 1, Tab. 1). In generale, dal 2007 al 2017 si assiste ad una crescente estensione spaziale e temporale della presenza, con differenti picchi di fioritura tra le aree monitorate: verso la fine di luglio nelle aree tirreniche e ioniche con temperatura dell'acqua di 24÷26 °C; in tarda estate nell'Adriatico settentrionale con temperature di 20÷22 °C.

L'idrodinamismo, insieme alla temperatura, è uno dei principali fattori che influenzano l'andamento delle fioriture; la concentrazione delle cellule in acqua è direttamente correlata all'abbondanza sui substrati bentonici e ai fenomeni di idrodinamismo.

I dati di monitoraggio ottenuti vengono raccolti, elaborati e pubblicati da ISPRA in Rapporti annuali e nell'Annuario dei dati Ambientali per popolare l'indicatore "Concentrazione di *Ostreopsis ovata*" presente nell'Annuario dei dati Ambientali dal 2010.

Ancora molti studi andrebbero condotti per stabilire una soglia ambientale, trovare una relazione antropica allo sviluppo delle fioriture e prevederle per una gestione efficace.

A tal fine, ISPRA ha partecipato al progetto M3-HABs "Risk Monitoring, Modeling and Mitigation of Harmful Algal Blooms along Benthic Mediterranean Coasts" (2014-2015) finanziato dal Programma ENPI—CBCMED e partecipa al GdL GIZC-*Ostreopsis ovata* nell'ambito dell'Accordo RAMOGE (Francia-Italia-Principato di Monaco); queste attività hanno lo scopo di giungere a strategie di monitoraggio e gestione comuni e condivise a livello mediterraneo. A tal proposito nell'ambito di un GdL ISPRA/ARPA in collaborazione con il DISTAV (Università di Genova) e l'Istituto di Biofisica (CNR, Genova), è stato valutato un sistema di identificazione e conteggio automatico delle cellule di *Ostreopsis ovata* nelle attività di monitoraggio 2016.

Ringraziamenti

Tutti i colleghi delle ARPA costiere che collaborano dal 2006 alla linea di attività ISPRA/ARPA "Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* lungo le coste italiane".

Bibliografia

- [1] Abboud-Abi Saab M., M. Fakhri, M.T. Kassab, N. Matar - *Seasonal and Spatial Variations of the Dinoflagellate *Ostreopsis siamensis* in the Lebanese Coastal Waters (Eastern Mediterranean)*. Cryptogamic Algologie (2013); 34(1):57-67.
- [2] Abboud-Abi Saab M. - *Les dinoflagellés des eaux cotieres libanaises - Espèces rares ou nouvelles du phytoplancton marin*. Lebanese Science Bulletin (1989); 5:5-16.
- [3] Abita A., Aiello P., Buscaglia VM., Granata A. - *Le fioriture di *Ostreopsis cf. ovata* sulla fascia costiera della città di Palermo*. In: Qualità dell'ambiente urbano. IX Rapporto. Ed. 2013. Focus su acque e ambiente urbano. Roma: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale; (2013). (ISPRA, Stato dell'Ambiente 46/13). p. 323-5.
- [4] Accoroni S., Romagnoli T., Colombo F., Pennesi C., Di Camillo C.G., Marini M., Battocchi C., Ciminiello P., Dell'Aversano C., Dello Iacovo E., Fattorusso E., Tartaglione L., Penna A., Totti C. - *Ostreopsis cf. ovata bloom in the northern Adriatic Sea during summer 2009: ecology, molecular characterization and toxin profile*. Mar. Poll. Bull., (2011) 62: 2512-2519.
- [5] Aligizaki K., Katikou P., Nikolaidis G., Panou A. - *First episode of shellfish contamination by palytoxin-like compounds from *Ostreopsis* species (Aegean Sea, Greece)*. Toxicon (2008); 51(3):418-27.
- [6] Bertolotto R., Borrello P., Di Girolamo I., Ercolessi M., Magaletti E., Milandri A., Penna A., Pompei M., Scanu G., Spada E., Totti C., Ungaro N., Zingone A. - *Presenza di *Ostreopsis cf. ovata* e altre microalghe bentoniche potenzialmente tossiche nelle acque costiere italiane*. Rapporti ISTISAN 14/19 (2014) p. 13-20.
- [7] Borrello P., De Angelis R., Spada E. - *Fioriture della microalga potenzialmente tossica *Ostreopsis ovata* lungo le coste italiane dall'emergenza del 2005 ad oggi: monitoraggio e gestione*. ISPRA, 6a Edizione Giornate di Studio "Ricerca e applicazione di metodologie ecotossicologiche in ambienti acquatici e matrici contaminate", Livorno 11-13 novembre 2014. P. 27-34. www.isprambiente.gov.it
- [8] Bushati M., Koni E., Miho A., Bregaj M. - *Temporal distribution of potentially toxic algae (dinoflagellates and diatoms) in butrinti lagoon*. Natura Montenegrina (2010); 9(3): 307-19.
- [9] Ciminiello P., Dell'Aversano C., Dello Iacovo E., Fattorusso E., Forino M., Tartaglione L., Battocchi C., Crinelli R., Carloni E., Magnani M., Penna A. - *Unique toxin profile of a mediterranean *Ostreopsis cf. ovata* Strain: HR LC-MSn characterization of Ovatoxin-f, a new palytoxin congener*. Chemical Research in Toxicology (2012); 25:1243-52.
- [10] Ciminiello P., Dell'Aversano C., Fattorusso E., Forino M., Tartaglione L., Grillo C., Melchiorre N. - *Putative palytoxin and its new analogue, ovatoxin-A in *Ostreopsis ovata* collected along the Ligurian coasts during the 2006 toxic outbreak*. J. Am. Soc. Mass. Spectrom. (2008) 19: 111-120;
- [11] Decreto Ministero della Salute 30 marzo 2010. *Definizione dei criteri per determinare il divieto di balneazione, nonché modalità e specifiche tecniche per l'attuazione del decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116, di recepimento della direttiva 2006/7/CE, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione*. Supplemento ordinario alla G.U. n. 119 del 24 maggio 2010.

- [12] Durando P., Ansaldi F., Oreste P., Moscatelli P., Marensi L., Grillo C., Gasparini R., Icardi G. - *Ostreopsis ovata and human health: epidemiological and clinical features of respiratory syndrome outbreaks from a two year syndromic surveillance, 2005-2006, in northwest Italy*. Euro Surveill. (2007) 12: E070607.1
- [13] Faimali M., Giussani V., Piazza V., Garaventa F., Corrà C., Asnaghi V., Privitera D., Gallus L., Cattaneo-Vietti R, Mangialajo L, Chiantore M. - *Toxic effects of harmful benthic dinoflagellate *Ostreopsis ovata* on invertebrate and vertebrate marine organisms*. Mar Environ Res (2012); 76:97-107.
- [14] Ismael A., Halim Y. - *Potentially harmful *Ostreopsis* spp. in the coastal waters of Alexandria – Egypt*. Mediterranean Marine Science (2012); 13:208-12.
- [15] ISPRA, Rapporto n. 275/2017 - *Monitoraggio della microalga potenzialmente tossica *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane – Anno 2016*. www.isprambiente.gov.it.
- [16] ISPRA, Rapporto n. 253/2016 - *Monitoraggio della microalga potenzialmente tossica *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane – Anno 2015*. www.isprambiente.gov.it.
- [17] ISPRA, *Annuario dei dati Ambientali 2014-2015-2016*.
- [18] ISPRA, Rapporto n. 232/2015 - *Monitoraggio della microalga potenzialmente tossica *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane – Anno 2014*. www.isprambiente.gov.it.
- [19] ISPRA, Rapporto n. 211/2014 - *Monitoraggio della microalga potenzialmente tossica *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane – Anno 2013*. www.isprambiente.gov.it.
- [20] ISPRA, Rapporto n. 188/2013 - *Monitoraggio e sorveglianza delle fioriture di *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane – Anno 2012*. www.isprambiente.gov.it.
- [21] ISPRA, Quaderni Ricerca Marina n.5 - *Monitoraggio di *Ostreopsis ovata* e *Ostreopsis* spp.: Protocolli Operativi*. (2012) www.isprambiente.gov.it.
- [22] ISPRA, Rapporto n. 173/2012 - **Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane: monitoraggio 2011*. www.isprambiente.gov.it.
- [23] ISPRA, Rapporto n. 148/2011 - *Monitoraggio di *Ostreopsis ovata* e altre microalghe potenzialmente tossiche lungo le aree marino-costiere italiane. Anno 2010*. www.isprambiente.gov.it.
- [24] ISPRA - *Giornata di studio. Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* lungo le coste italiane*. Atti. Sintesi e contributi. Roma, 23 marzo 2011. Roma: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale; 2011b.
- [25] ISPRA, Rapporto n. 127/2010 - *Monitoraggio di *Ostreopsis ovata* e altre microalghe potenzialmente tossiche lungo le coste italiane nel triennio 2007-2009*. www.isprambiente.gov.it.
- [26] Mangialajo L., Ganzin N., Accoroni S., Asnaghi V., Blanfuné A., Cabrini M., Cattaneo-Vietti R., Chavanon F., Chiantore M., Cohu S., Costa E., Fornasaro D., Gossel H., Marco-Miralles F., Masó M., Reñé A., Rossi AM., Sala MM., Thibaut T., Totti C., Vila M., Lemée R. - *Trends in *Ostreopsis* proliferation along the Northern Mediterranean coasts*. Toxicon (2011); 57:408-20.
- [27] Nascimento SM., França JV., Gonçalves JEA., Ferreira CEL. - **Ostreopsis cf. ovata* (*Dinophyta*) bloom in an equatorial island of the Atlantic*. Ocean. Mar Pollut Bull 2012; 64:1074-8.
- [28] Penna A., Fraga S., Battocchi C., Casabianca S., Riobò P., Giacobbe MG., Vernesi C. - *A phylogeography study of the toxic benthic genus *Ostreopsis* Schmidt*. J Biogeogr (2010); 37:830-41.

- [29] Penna A, Vila M, Fraga S, Giacobbe MG, Andreoni F, Riobó P, Vernesi C. *Characterization of Ostreopsis and Coolia (Dinophyceae) isolates in the western Mediterranean Sea based on morphology, toxicity and internal transcribed spacer 5.8s rDNA sequences*. Journal of Phycology. 2005; 41:212-25.
- [30] Pfannkuchen M., Godrijan J., Marić Pfannkuchen D., Iveša L., Kružić P., Ciminiello P., Dell'Aversano C., Dello Iacovo E., Fattorusso E., Forino M., Tartaglione L., Godrijan M. - *Toxin-producing Ostreopsis cf. ovata are likely to bloom undetected along coastal areas*. Environmental Science & Technology (2012); 46:5574-82.
- [31] Sato S., Nishimura T., Uehara K., Sakanari H., Tawong W., Hariganeya N., Smith K., Rhodes L., Yasumoto T., Yaira Y., Suda S., Yamaguchi H., Adachi M. - *Phylogeography of Ostreopsis along West Pacific Coast, with Special Reference to a Novel Clade from Japan*. PLoS ONE, (2011), 6 (12): e27983.
- [32] Sechet V., Sibat M., Chomérat N., Nézan E., Grossel H., Lehebel-Peron JB., Jauffrais T., Ganzin N., MarcoMiralles F., Lemée R., Amzil Z. - *Ostreopsis cf. ovata in the French Mediterranean coast: molecular characterisation and toxin profile*. Cryptogamie, Algologie (2012);33(2):89-98.
- [33] Shears N.T., Ross P.M. - *Blooms of benthic dinoflagellates of the genus Ostreopsis: an increasing and ecologically important phenomenon on temperate reefs in New Zealand and worldwide*. Harmful Algae (2009) 8, 916–925.
- [34] Simoni F., Di Paolo C., Gori L., Lepri L. - *Further investigation on blooms of Ostreopsis ovata, Coolia monotis, Prorocentrum lima, on the macroalgae of artificial and natural reefs in the Northern Tyrrhenian Sea*. Harmful Algae News (2004); 26:5-7.
- [35] Tognetto L., Bellato S., Moro I., Andreoli C. - *Occurrence of Ostreopsis ovata (Dinophyceae) in the Tyrrhenian Sea during summer 1994*. Botanica Marina (1995) 38, 291–295.
- [36] Totti C., Accoroni S., Cerino F., Cucchiari E., Romagnoli T. - *Ostreopsis ovata bloom along the Conero Riviera (northern Adriatic Sea): Relationships with environmental conditions and substrata*. Harmful Algae (2010), 9, 233-239.
- [37] Turki S., Harzallah A., Sammari C. - *Occurrence of harmful dinoflagellates in two different Tunisian ecosystems: the lake of Bizerte and the gulf of Gabes*. Cahiers de Biologie Marine (2006); 47:253-9.
- [38] Vila M., Arin L., Battocchi C., Bravo I., Fraga S., Penna A., Reñé A., Riobó P., Rodriguez F., Sala MM., Camp J., De Torres M., Franco JM. - *Management of Ostreopsis blooms in recreational waters along the Catalan coast (NW Mediterranean Sea): cooperation between a research project and a monitoring program*. Cryptogamie, Algologie (2012); 33(2):143-52.

CARATTERIZZAZIONE DELLE PINETE LITORANEE DI PINO DOMESTICO DELLA TOSCANA CON DATI TELERILEVATI A SUPPORTO DELLA GESTIONE FORESTALE SOSTENIBILE

Giovanni D'Amico¹, Barbara Del Perugia¹, Gherardo Chirici¹,
Francesca Giannetti¹, Davide Travaglini¹

¹ Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Firenze.
Via San Bonaventura 13, 50145 – Firenze. Tel. 055 2755656, Fax 055319179.

E-mail: barbara.delperugia@unifi.it

Riassunto – In Toscana le pinete di pino domestico caratterizzano il paesaggio culturale costiero da circa cinque secoli. Nel corso del tempo, le pinete litoranee hanno fornito numerose utilità ecosistemiche. La gestione sostenibile di questi sistemi forestali richiede informazioni dettagliate e sufficientemente aggiornate. In questo lavoro si esaminano le pinete litoranee di pino domestico della Toscana con l'obiettivo di mappare la distribuzione delle pinete e stimare la provvigione legnosa unitaria. L'area di studio si estende su una fascia di 2 km di larghezza lungo la linea di costa. La carta della distribuzione delle pinete (scala 1:10 000) è stata prodotta per fotointerpretazione di ortofoto digitali. La stima della provvigione è stata effettuata con metodo regressivo combinando dati LiDAR con dati misurati a terra in aree di saggio. La superficie delle pinete costiere di domestico ammonta a 10 660 ettari. L'accuratezza del modello utilizzato per la stima della provvigione ($R^2=0,79$; $RMSE\%=22\%$) è risultata paragonabile a quella ottenuta da altri autori in studi simili.

Abstract – In Tuscany stone pine forests (*Pinus pinea* L.) have characterized the coastal landscape for about five centuries. Over time coastal stone pine forests have provided many ecosystem services. The sustainable management of these forest systems requires detailed and updated information. The objectives of this study were to map the current distribution of stone pine forests along the Tuscan coast and estimate their standing volume. We examined the strip of land within 2 km of the Tuscan coastline. The map of pine forests (scale 1:10 000) was produced by photointerpretation of digital orthophotos. We used a linear regression model based on LiDAR data and field measurements to estimate the volume. Results show that stone pine forests amounted to 10 660 ha. The accuracy of the model used to estimate the volume ($R^2 = 0.79$; $RMSE\% = 22\%$) was similar to that obtained by other authors.

1. Introduzione

In Italia la superficie delle pinete di pini mediterranei copre 226 101 ettari. Le pinete di pino domestico (*Pinus pinea* L.) si estendono su 46 290 ha, di cui 11 201 ha sono situati in Toscana [9].

Le pinete di domestico caratterizzano il paesaggio costiero della Toscana da oltre 500 anni. Sono soprassuoli di origine artificiale che nel corso del tempo hanno fornito importanti utilità ecosistemiche, contribuendo allo sviluppo socio-economico delle aree costiere.

Le pinete sono state utilizzate per stabilizzare le dune e proteggere i terreni agricoli dai venti marini; per ottenere legna e legname e per la produzione di pinoli e altri prodotti non legnosi come la trementina. Dal secondo dopoguerra, le pinete costiere hanno acquisito una rilevante importanza paesaggistica, storico-culturale, ricreativa e naturalistica, contribuendo a convogliare intense attività turistico-ricreative nelle stazioni balneari [4][2].

La funzionalità delle pinete di pino domestico è oggi minacciata da avversità di varia natura. L'erosione costiera interessa oltre il 40 % del litorale toscano [12] causando la perdita di superfici forestali, l'esposizione delle chiome dei pini ai venti marini, l'infiltrazione di acqua marina nel suolo e la salinizzazione della falda freatica con conseguente stress per le pinete [11]. Il sistema pineta-macchia risulta così più vulnerabile agli attacchi parassitari. Tra le principali fitopatie ricordiamo *Tomiscus destruens* Woll, la cimice dei pini (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann) responsabile del crollo della produzione dei pinoli [14] e *Heterobasidion irregulare* Garbel. & Orosina, agente del marciume radicale [7]. Il rischio incendi lungo il litorale è inoltre elevato, soprattutto nel periodo estivo.

Alle criticità fino ad ora elencate si aggiunge il problema della gestione di questi soprassuoli. Infatti, il sistema di gestione forestale classico, basato sul taglio raso con rinnovazione artificiale posticipata, utilizzato per ottimizzare la produzione di frutti e/o legno, è considerato impattante sull'ambiente e sul paesaggio ed è causa di conflitti, specie nelle aree protette e nelle zone a vincolo paesaggistico. Per questo motivo, da alcuni decenni si assiste alla mancanza di una gestione attiva delle pinete costiere di pino domestico [5].

L'abbandono colturale e il progressivo invecchiamento di queste formazioni hanno innescato dinamiche naturali che stanno gradualmente trasformando la struttura tipica delle pinete e il paesaggio che si era consolidato nel corso dei secoli [6]. È pertanto urgente definire i migliori sistemi di gestione per garantire la conservazione attiva e sostenibile di questi importanti paesaggi culturali e l'insieme delle utilità ecosistemiche che questi possono fornire.

In questo lavoro si esaminano le pinete litoranee di pino domestico della Toscana con l'obiettivo di mappare la distribuzione delle pinete e stimare la loro provvigione legnosa unitaria. Il fine ultimo è quello di fornire conoscenze aggiornate di supporto alla formulazione di opportune ipotesi gestionali in base alle diverse realtà territoriali presenti nel litorale toscano.

2. Materiali e metodi

L'area di studio esaminata copre una superficie complessiva 74 518 ha e comprende una fascia di territorio che si estende per 2 km di larghezza dalla linea di costa della Toscana.

2.1 Dati

Lo studio è stato sviluppato a partire dalle seguenti banche dati geografiche digitali:

- a) ortofoto digitali AGEA dell'anno 2010 (scala 1:10 000) accessibili on line tramite il servizio WMS Geoscopio della Regione Toscana;
- b) carta dell'uso del suolo all'anno 2007 (scala 1:10 000) in formato vettoriale acquisita dal portale del Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale (LaMMA);
- c) carte della vegetazione forestale in formato vettoriale dell'azienda La Versiliana (scala 1:5 000) [3], della Tenuta di San Rossore (scala 1:10 000) [15], della Riserva Naturale Statale Biogenetica dei Tomboli di Cecina (scala 1:10 000) [4], della Pineta Granducale di Alberese (scala 1:10 000) [11];
- d) dati LiDAR acquisiti nel periodo 2006-2010 e accessibili on line tramite il servizio WMS Geoscopio della Regione Toscana: modelli digitali del terreno (DTM) e modelli digitali della superficie (DSM).

Il DTM e il DSM, con risoluzione spaziale di 2 m, sono stati utilizzati per generare il modello digitale delle chiome (CHM) che fornisce una stima dell'altezza del soprassuolo arboreo per ogni *pixel* delle superfici forestali incluse nell'area di studio.

Inoltre, sono stati utilizzati i dati dendrometrici di 49 aree di saggio circolari di 20 m di raggio (1256 m²) disponibili presso il Dipartimento GESAAF dell'Università di Firenze. Le aree di saggio sono state realizzate nel periodo 2003-2010 in soprassuoli di pino domestico ubicati nei seguenti complessi forestali: La Versiliana (LU), San Rossore (PI), Cecina (LI), Alberese (GR). In ciascuna area è stato misurato il diametro a petto d'uomo di tutte le specie arboree ed arbustive con diametro a 1,3 m da terra superiore a 2,5 cm. Di ciascun soggetto è stata misurata l'altezza totale con ipsometro vertex. I dati rilevati sono stati utilizzati per determinare la provvigione legnosa a ettaro in ciascuna area di saggio.

2.2 Carta delle pinete litoranee

La carta delle pinete litoranee di pino domestico, in scala 1:10 000, è stata realizzata per fotointerpretazione delle ortofoto digitali AGEA del 2010 e per consultazione delle carte della vegetazione disponibili nel set di dati. Operativamente si è proceduto all'aggiornamento dei poligoni della carta di uso del suolo all'anno 2007 realizzata dal LaMMA. I poligoni classificati boschi e ambienti semi-naturali nel 2007 sono stati riclassificati per distinguere le classi forestali elencate in Tabella 1. Le classi forestali pure sono state distinte dalle classi miste sulla base del grado di copertura delle chiome utilizzando una soglia del 75 %. I poligoni classificati come "non bosco" nel 2007 sono stati riclassificati nel 2010 al I livello tematico del CLC. Per tutte le classi presenti in legenda (Tabella 1) è stata utilizzata una unità minima cartografabile di 0,5 ha. L'accuratezza della cartografia è stata valutata visitando a terra un campione di 309 punti [6].

2.3 Stima della provvigione delle pinete litoranee di pino domestico

In corrispondenza di ciascuna area di saggio è stato generato un *buffer* circolare di superficie uguale alla superficie rilevata a terra. In seguito, in ciascuna area di saggio sono state estratte dal CHM LiDAR le metriche descritte in Tabella 2.

Tabella 1 – Classi di uso del suolo.

Table 1 – Land use classes.

Classe
1. Superfici artificiali
2. Aree agricole
3. Pinete di pino domestico
4. Pinete miste di pino domestico e altri pini mediterranei
5. Pinete miste di pino domestico e latifoglie
6. Pinete di altri pini mediterranei
7. Altri boschi
8. Macchia
9. Spazi aperti privi o con scarsa vegetazione
10. Aree umide
11. Acque superficiali

Ai fini della stima della provvigione delle pinete di pino domestico sono stati testati modelli regressivi lineari univariati e multivariati e modelli esponenziali [8], utilizzando la provvigione misurata nelle aree di saggio come variabile dipendente e le metriche LiDAR come variabili ausiliarie. La selezione delle metriche è stata effettuata con procedura *stepwise*. A tal fine è stata eseguita un'analisi di correlazione preliminare per individuare le metriche autocorrelate e, in caso di metriche con elevata autocorrelazione ($R > 0,85$), è stata inserita nel modello solo la metrica che presentava una bassa autocorrelazione con le altre metriche considerate. Infine, è stato selezionato il modello di stima più semplice, ovvero il modello con il minor numero di variabili ausiliarie. L'accuratezza dei modelli è stata valutata determinando l'errore quadrato medio relativo (RMSE%):

$$RMSE \% = \frac{RMSE}{\bar{y}} \cdot 100$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$$

dove: \bar{y} è il valore medio della variabile in esame; \hat{y}_i è il valore previsto per l'i-esima area di saggio, y_i è il valore osservato per l'i-esima area di saggio e n è il numero di aree di saggio.

Tabella 2 – Metriche LiDAR estratte dal CHM per ciascuna area di saggio.

Table 2 – LiDAR derived metrics for each field plot.

Metrica	Descrizione
Somma	Somma dei valori dei <i>pixel</i> del CHM inclusi nell'area di saggio
Media	Media dei valori dei <i>pixel</i> del CHM inclusi nell'area di saggio
Mediana	Mediana dei valori dei <i>pixel</i> del CHM inclusi nell'area di saggio
Devst	Deviazione standard dei valori dei <i>pixel</i> del CHM nell'area di saggio
Max	Massimo valore dei <i>pixel</i> del CHM inclusi nell'area di saggio

3. Risultati

3.1 Carta delle pinete litoranee di pino domestico

Nel 2010 le pinete litoranee coprono complessivamente una superficie di 12 347,7 ha (17 % della superficie dell'area di studio). Le pinete pure di pino domestico e le pinete di pino domestico miste ad altre specie ammontano, rispettivamente, a 9 633,3 ha (12,9 % dell'area di studio) e 1 027,0 ha (1,4 % dell'area di studio); le pinete di altri pini mediterranei (*Pinus pinaster* Ait. e *Pinus halepensis* Mill.) coprono una superficie di 1 687,4 ha (2,3 % dell'area di studio). La superficie delle altre classi di uso del suolo è riportata in Tabella 3. L'accuratezza complessiva della carta è risultata dell'87 % [6].

Tabella 3 – Superficie delle classi di uso del suolo.

Table 3 – Area of the land use classes.

Classe	Ettari	%
1. Superfici artificiali	15 845,1	21,3
2. Aree agricole	22 459,7	30,1
3. Pinete di pino domestico	9 633,3	12,9
4. Pinete miste di p. domestico e altri p. mediterranei	485,8	0,7
5. Pinete miste di pino domestico e latifoglie	541,2	0,7
6. Pinete di altri pini mediterranei	1 687,4	2,3
7. Altri boschi	11 726,9	15,7
8. Macchia	5 638,1	7,6
9. Spazi aperti privi o con scarsa vegetazione	1 250,7	1,7
10. Aree umide	1 339,0	1,8
11. Acque superficiali	3 910,5	5,2
Totale	74 517,7	100,0

3.2 Stima della provvigione legnosa unitaria

Le metriche LiDAR selezionate per la costruzione dei modelli di stima sono riportate in Tabella 4. La procedura *stepwise* ha portato alla selezione della Mediana delle altezze del CHM nel caso del modello lineare univariato ($R^2 = 0,791$) e alla selezione della Mediana e della Deviazione standard delle altezze del CHM nel caso del modello lineare multivariato ($R^2 = 0,790$). La Media delle altezze del CHM è risultata la metrica migliore nel caso del modello esponenziale ($R^2 = 0,875$).

L'accuratezza dei modelli di stima, espressa in termini di RMSE% è riportata in Tabella 4. I modelli più accurati sono risultati quelli lineari univariato e multivariato, con valori di RMSE% rispettivamente del 22,6 % e 22,4 %. Il modello esponenziale ha fatto registrare livelli di accuratezza inferiori, con un valore di RMSE% del 31,2 %.

Considerata la maggiore semplicità del modello lineare univariato rispetto a quello multivariato e il fatto che i due modelli presentano livelli di accuratezza pressoché simili, si è deciso di utilizzare il modello più semplice per effettuare la stima della provvigione legnosa delle pinete litoranee di pino domestico (Figura 1).

Tabella 4 – Accuratezza dei modelli.

Table 4 – Model accuracy.

Modello	Metrica	R ²	RMSE	RMSE%
Lineare univariato	Mediana	0,791	68,9	22,6
Lineare multivariato	Mediana, deviazione standard	0,790	68,4	22,4
Esponenziale	Media	0,875	95,1	31,2

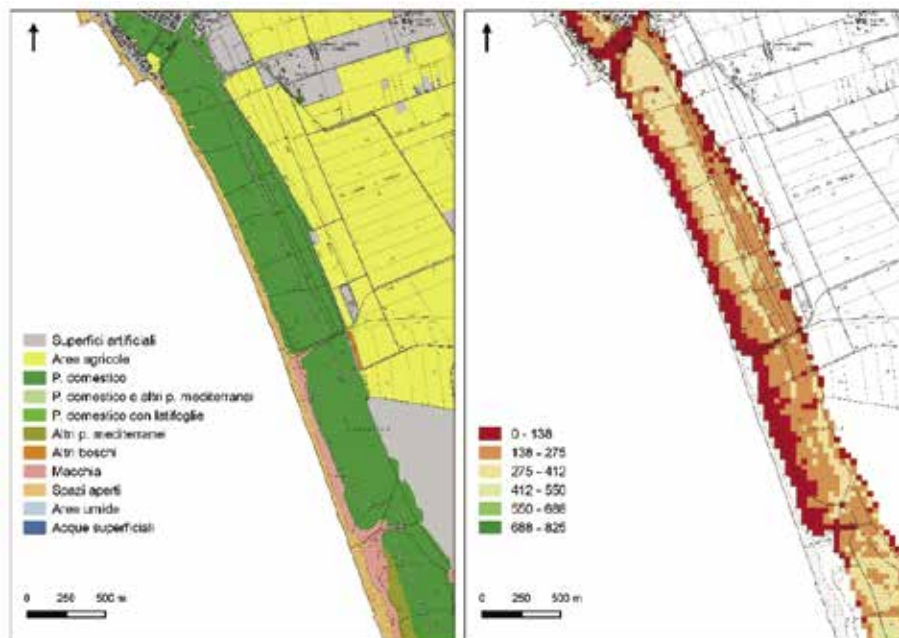


Figura 1 – Estratto della carta delle pinete litoranee di pino domestico (a sinistra) e stima spazializzata della provvigione legnosa unitaria (in m³/ha) delle pinete (a destra).

Figure 1 – Stone pine forests map (on the left side) and spatial estimation of pine standing volume (in m³/ha, on the right side).

4. Discussione

Le pinete litoranee di pino domestico hanno svolto e continuano a svolgere numerose utilità ecosistemiche. Negli anni è cresciuta soprattutto l'importanza attribuita alle pinete per le connessioni che questi soprassuoli hanno con le attività turistico-ricreative, per la loro funzione paesaggistica e per il ruolo che il sistema pineta-macchia svolge nei riguardi della conservazione della diversità biologica.

La disponibilità di informazioni dettagliate, aggiornate ed attendibili è essenziale per impostare una corretta pianificazione e gestione di questi importanti complessi forestali ed è necessaria per monitorare le dinamiche in atto.

In questo lavoro i dati telerilevati sono stati impiegati per approfondire le conoscenze sulle pinete litoranee di pino domestico della Toscana.

La carta delle pinete litoranee, realizzata per fotointerpretazione di ortofoto digitali e di altre informazioni ancillari consente di disporre di uno strumento cartografico di dettaglio (scala 1:10 000, unità minima cartografabile = 0,5 ha) che permette di esaminare con sufficiente accuratezza (accuratezza complessiva = 87 %) la distribuzione regionale delle pinete litoranee, distinguendo peraltro le pinete pure di pino domestico da quelle miste e dagli altri pini mediterranei presenti sulla costa. La superficie delle pinete litoranee di pino domestico, pure e miste, è risultata pari a 10 660 ha, valore di poco inferiore alla superficie complessiva di pino domestico stimata in Toscana dall'inventario forestale nazionale [9] che include le pinete collinari dell'entroterra toscano.

La stima della provvigione legnosa unitaria delle pinete litoranee di pino domestico è stata effettuata con metodo parametrico integrando dati misurati a terra con dati LiDAR accessibili dal servizio WMS Geoscopio della Regione Toscana. I risultati ottenuti hanno evidenziato elevati livelli di correlazione ($R^2 > 0,7$) tra le metriche LiDAR e la provvigione rilevata nel campione di aree di saggio. Le metriche che sono risultate più efficaci sono state: Media, Mediana e Deviazione standard.

I modelli costruiti per stimare la provvigione delle pinete sono modelli relativamente semplici, che prevedono l'impiego di una o al massimo due variabili predittive. I livelli di accuratezza dei modelli valutati sul campione di aree di saggio sono risultati soddisfacenti, con valori di RMSE% che oscillano tra il 22 % e il 31 %. Risultati simili sono stati ottenuti per la pineta dei Tomboli di Cecina da Barbati *et al.* [1], che riportano valori di RMSE% per la stima del volume pari al 24 %. Maselli *et al.* [10], per la stima del volume in soprassuoli di pino domestico della tenuta di San Rossore riportano valori di RMSE compresi tra 50 e 125 m³/ha in relazione alla dimensione delle particelle considerate, cui corrispondono valori di RMSE% compresi tra il 12 % il 28 %. In uno studio condotto in Spagna su soprassuoli a prevalenza di pino radiata, González-Ferreiro *et al.* [8] riportano valori di RMSE% per la stima del volume pari al 25 %.

5. Conclusioni

In questo lavoro sono stati perseguiti due obiettivi principali: mappare la distribuzione delle pinete litoranee di pino domestico in Toscana e realizzare una stima spazialmente esplicita della provvigione legnosa delle pinete di domestico.

I prodotti cartografici, elaborati per la prima volta su tutto il litorale toscano con un dettaglio utile per la pianificazione forestale a scala aziendale, rappresentano una base informativa utile per la gestione di un patrimonio forestale di rilevante interesse storico-culturale e paesaggistico. I risultati ottenuti costituiscono infatti una base conoscitiva di riferimento per i gestori ed i decisori politici utile per promuovere azioni volte a rilanciare la gestione attiva e sostenibile delle pinete litoranee di pino domestico.

Inoltre, le cartografie realizzate in questo studio possono essere utilizzate come strumenti di supporto nei programmi di antincendio boschivo, ad esempio per pianificare le attività di prevenzione, per elaborare modelli di rischio incendio e di comportamento del fuoco [13].

Ringraziamenti

Il lavoro è stato svolto in parte nell'ambito del progetto PRIN 2012 NEUFOR "Modelli innovativi di analisi dei servizi ecosistemici nell'ambito di formazioni boschive urbane e periurbane" e in parte nell'ambito del progetto FRESH LIFE ENV/IT/000414 "Demonstrating Remote Sensing integration in sustainable forest management".

Bibliografia

- [1] Barbati A., Chirici G., Corona P., Montagni A., Travaglini D. - *Area-based assessment of forest standing volume by field measurements and airborne laser scanner data*. International Journal of Remote Sensing, (2009) 30 (19), 5177-5194.
- [2] Biagioni A., Corsi F., Pezzo F., Tassi F. - *Pinete costiere e necessità di conservazione forestale, faunistica e paesaggistica. Il Tombolo di Grosseto*. In: (a cura di: O. Ciancio) Proceedings of the Second International Congress of Silviculture, Designing the future of the forestry sector (Vol. 1). Florence, November 26th - 29th 2014. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze, 2015: 329-336.
- [3] Ciancio O. - *Piano di Gestione dell'Azienda Forestale "La Versiliana" (2005-2014)*. Relazione Tecnica. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze. Firenze, (2004) pp. 150.
- [4] Ciancio O. - *Piano di Gestione della Riserva Naturale Statale Biogenetica dei Tomboli di Cecina 2007-2021*. Relazione Tecnica. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze. Firenze, (2007) pp. 338.
- [5] Ciancio O., Travaglini D., Bianchi L., Mariotti B. - *La gestione delle pinete litoranee di pino domestico: il caso dei «Tomboli di Cecina»*. In: Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), (2009) pp. 156-162.
- [6] Del Perugia B., Travaglini D., Bottalico F., Nocentini S., Rossi P., Salbitano F., Sanesi G. - *Le pinete litoranee di pino domestico (Pinus Pinea L.) sono un paesaggio costiero in via di estinzione? Un caso di studio in Regione Toscana*. L'Italia Forestale e Montana, (2017) 72 (2): 83-101.
- [7] Gonthier P., Faccoli M., Garbelotto M., Capretti P. - *Invasioni biologiche ed effetti sulla biodiversità forestale*. In: (a cura di: Orazio Ciancio) Proceedings of the Second International Congress of Silviculture, Designing the future of the forestry sector (Vol. 1). Florence, November 26th - 29th 2014. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, 2015: 155-160.
- [8] González-Ferreiro E, Diéguez-Aranda U., Miranda D. - *Estimation of stand variables in Pinus radiata D. Don plantations using different LiDAR pulse densities*. Forestry, (2012) 85: 281-292. doi:10.1093/forestry/cps002.
- [9] INFC - *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ispettorato Generale - Corpo Forestale dello Stato. Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura Unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale (CRA-MPF) (2005).
- [10] Maselli F., Chiesi M., Montagni A., Pranzini, E. - *Use of ETM+ images to extend stem volume estimates obtained from LiDAR data*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, (2011) 66 (5), 662-671.

- [11] Nocentini S., Tiberi R., Travaglini D., Cappelli V., Bracalini M. - *Parco Regionale della Maremma. Linee guida per la realizzazione di interventi forestali nella Pineta Granducale di Alberese*. Relazione Tecnica. Dipartimento di Economia, Ingegneria, Scienze e Tecnologie Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Firenze. Firenze, (2010) pp. 49.
- [12] Regione Toscana - *Piano ambientale ed energetico regionale. Primi elementi per un programma pluriennale per la difesa della costa (Allegato 1 alla Scheda B.2)*. Regione Toscana, Firenze, (2013) pp. 11.
- [13] Regione Toscana- *Piano operativo AIB 2014-2016*. Regione Toscana, Firenze, (2014) pp 160.
- [14] Tiberi R. - *Danni alla fruttificazione del pino domestico: indagine sulle cause e sulle perdite di produzione*. ARSIA Toscana (2007).
- [15] Tomei P.E., Bertacchi A., Sani A., Consiglio M.O. - *Carta della vegetazione della Tenuta di San Rossore. Scala 1:10.000*. Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli. S.E.L.C.A., Firenze (2003).

HABITAT E SPECIE MARINE COSTIERE DI INTERESSE COMUNITARIO NELL'AREA MARINA PROTETTA “ISOLA DELL'ASINARA”

Mario De Luca¹, Andrea Cossu¹, Vincenzo Pascucci¹, Vittorio Gazale²
¹DADU Dipartimento di Architettura Urbanistica e Design, Università di Sassari,
Via Piandanna 4, 07100 Sassari, Italia
²Parco Nazionale dell'Asinara, Via Josto 7, Porto Torres, Italia
Tel: 079 503388 gazale@asinara.org

Riassunto – Vengono presentati i risultati di alcune azioni di monitoraggio sui principali habitat e specie marine costiere di rilevante interesse conservazionistico dell'Area Marina Protetta “Isola dell'Asinara”. Tale attività è stata effettuata negli anni 2013/2014 nell'ambito del P.O.R. FESR Sardegna 2007-2013 dell'Unione Europea relativo agli habitat e alle specie delle Direttive Habitat e Uccelli. Le attività di monitoraggio hanno fornito all'Ente gestore importanti indicazioni sullo stato del patrimonio di specie e habitat e l'efficacia delle azioni di tutela poste in atto.

Abstract – *We present the results of the study performed during 2013/2014 on habitats and species of the SIC and ZPS of the Asinara Island Marine Protected Area, as part of the P.O.R. FESR Sardinia 2007-2013 founded project. The study highlights the general status and quality of species and habitat of the area and the efficiency of protecting action performed.*

Materiali e metodi

Per *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie 1900, le osservazioni sono state svolte da due operatori che hanno effettuato i controlli con un gommone di piccole dimensioni; un operatore subacqueo munito di rotella metrica ha misurato i parametri biometrici sulle concrezioni rilevate e eseguito le relative fotografie; per ogni presenza si è annotato il punto GPS, la litologia e l'orientamento.

La prateria a *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile 1813, è stata monitorata nelle quattro aree destinate a campi boa. Le prospezioni Side Scan Sonar son state eseguite in alta definizione a 500 MHz. La densità è stata rilevata mediante un quadrato di 40 cm di lato su dieci repliche. La percentuale di copertura è stata determinata dalla media del rilevamento diretto di due operatori subacquei. La compattezza della *matte* è stata stimata mediante un penetrometro.

Per *Patella ferruginea* (Gmelin, 1791) sono stati misurati i parametri biometrici (lunghezza, larghezza e altezza della conchiglia); sono state rilevate inoltre la litologia, il punto geografico, la morfologia costiera e l'esposizione. Non sono stati considerati gli esemplari con lunghezza inferiore a 4 cm, pertanto lo studio è stato focalizzato agli individui di maggiori dimensioni (generalmente femmine), la cui raccolta risulta particolarmente dannosa per la stabilità della popolazione. La specie è, infatti, proterandrica: fino a 2,5-3 cm di lunghezza non è fertile; da 3 a 4-6 cm è di sesso maschile fertile; oltre 4-6 cm è di sesso femminile [4].

Per *Pinna nobilis* (Linnaeus., 1758) su 15 transetti di 110 m distanti 50 m due subacquei in immersione ARA [3] hanno rilevato la densità ed effettuato le misure biometriche.

Risultati

L'alga calcarea *Lithophyllum byssoides*, specie estremamente sensibile alle alterazioni ecologiche, mostra una rapida regressione in tutto il bacino mediterraneo a causa dell'inquinamento delle acque superficiali. Nell'AMP mostra uno sviluppo che interessa quasi tutto il litorale roccioso con concrezioni di maggiori dimensioni nel tratto tra Punta Salippi e Punta Tumarino, dove anfratti, spaccature e scogli scistososi costituiscono un habitat idoneo allo sviluppo dell'alga.

La prateria a *Posidonia oceanica*, mostra densità che in tutte le profondità esaminate indicano una condizione di prateria disturbata [5]. Le densità (Fig. 1) presentano i valori più elevati a Cala d'Arena, zona A, dove non è presente alcuna forma di frequentazione. I valori registrati risultano comunque modesti a causa dell'esposizione. Tale situazione che, peraltro si manifesta spesso in quasi tutti i posidonieti integri della Sardegna è probabilmente imputabile anche alla particolare situazione di diffusa oligotrofia delle acque marine, che caratterizza tutto il settore centro-occidentale mediterraneo (Corsica, Baleari, ecc.).

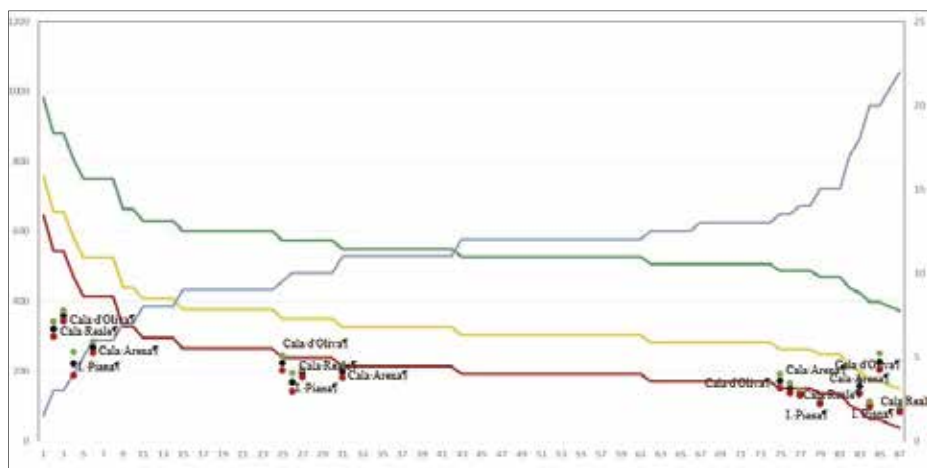


Figura 1 – Grafico delle densità fogliari nelle diverse stazioni nelle diverse profondità confrontato con il modello di classificazione delle praterie di Pergent *et al.*, 1995, modificata. **DA** prateria molto disturbata; **DB** prateria disturbata **DN** prateria in equilibrio **DE** prateria eccezionale

Figure 1 – Graph of leaf densities compared with the classification model of the seagrass of Pergent *et al.*, 1995, (modified). **DA** abnormal density; **DB** disturbed bed **DN** normal density **DE** bed in equilibrium

Patella ferruginea, mollusco gasteropode endemico del Mediterraneo occidentale, è attualmente considerato l'invertebrato più a rischio di estinzione di tutto il bacino; si rimarca come gli oltre 8500 individui censiti [2], pongono la popolazione tra le più importanti del Mediterraneo.

Pinna nobilis, mollusco bivalve endemico, è in diminuzione in tutto il bacino mediterraneo per l'inquinamento delle acque che incide sugli stadi larvali, per il prelievo a scopi ornamentali e per la pesca illegale. La specie nei siti esaminati all'Asinara mostra una densità sotto la media del Mediterraneo [1], soprattutto per fenomeni naturali. La variabilità tra i siti studiata è piuttosto ampia e può dipendere dalla distribuzione aggregata tipica di questa specie. Le analisi sulla classe di taglia hanno evidenziato una distribuzione unimodale, ad indicare un buon reclutamento della popolazione

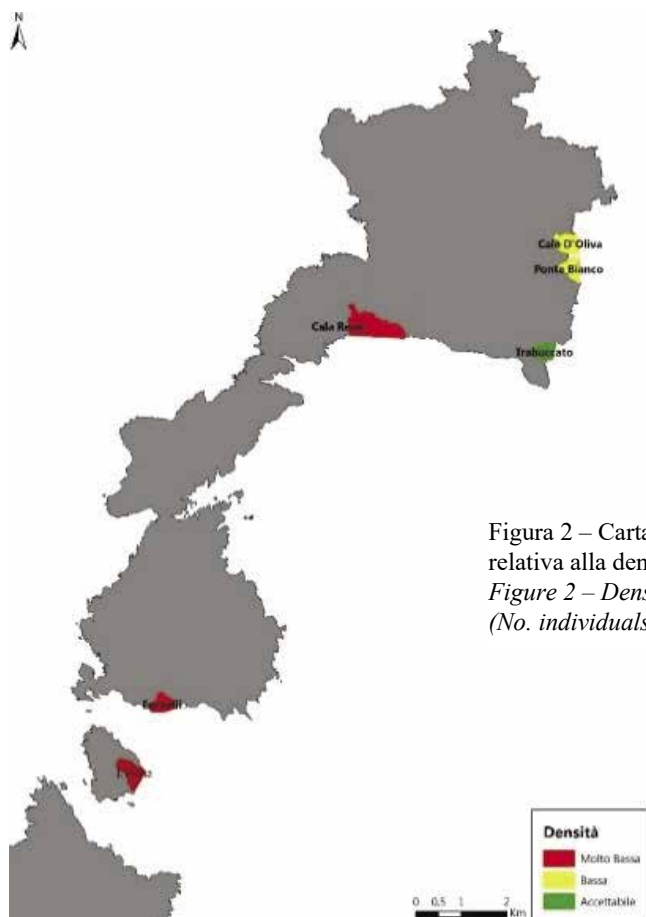


Figura 2 – Carta delle criticità relativa alla densità (n. ind./100 m²).
Figure 2 – Density map (No. individuals/100 m²).

Conclusioni

Le attività di monitoraggio hanno fornito all'Ente gestore importanti indicazioni sia sullo stato del patrimonio di specie e habitat marini di elevato interesse naturalistico sia dell'efficacia delle azioni di tutela fin ora poste in atto. *Lithophyllum byssoides* mostra essere più abbondante nel lato Ovest dove la particolare morfologia e il continuo moto ondoso rappresentato l'ambiente ottimale per la crescita; non sono state rilevate significative differenze tra i popolamenti delle zone A e B.

Le praterie a *Posidonia oceanica* esaminate indicano la presenza di segni dei divergenti dello strascico abusivo praticato principalmente a Cala Reale; sarà necessario aumentare i controlli e l'eventuale posizionamento di dissuasori antistrascico (Fig. 3) sul tipo di quelli già posizionati con successo nell'area di Fiume Santo a protezione del cavo elettrico SAPEI.

Per *Patella ferruginea*, si conferma la corretta destinazione di Cala di Scombro di Dentro ad area di tutela integrale, poiché include oltre il 15 % dell'intera popolazione femminile dell'isola con alta concentrazione degli individui di grandi dimensioni, altamente produttivi.

I popolamenti a *Pinna nobilis* mostrano le minori densità nel sud dell'isola dove si dovrebbe continuare il monitoraggio anche per l'incoraggiante presenza di numerosi giovanili che potrebbero riportare la popolazione su valori di sicurezza demografica.



Figura 3 – Dissuasore antistrascico.

Figure 3 – Anti trawling barrier.

Bibliografia

- [1] Combelles S., Moreteau J-C. Et Vicente N. (1986) - *Contribution à la connaissance de l'écologie de la Pinna nobilis L. (mollusque-Eulamellibranche)*. Scientific Report of Port-Cros National Park, 12: 29-43.
- [2] Cossu A., De Luca M. (2014) - *Distribuzione di Patella Ferruginea Gmelin, 1791 nelle "No Entry-Zone" e nelle Zone di Fruizione Parziale dell'AMP dell'isola dell'Asinara*. Biol. Mar. Mediterranea. 21 (1): 154-158.
- [3] García-March J.R., Kersting D.K. (2006) - *Preliminary data on the distribution and density of Pinna nobilis and Pinna rudis in the Columbretes Islands Marine Reserve (Western Mediterranean, Spain)*. Org. Divers. Evol., 6 (Electronic Suppl. 16). http://www.senckenberg.de/odes/06-16/Garcia-March_and_Kersting_Pinna-Distribution.pdf
- [4] Guerra-Garcia J.M., Corzo J., Espinosa F., Garcia-Gomez J.C. (2004) - *Assessing habitat use of the endangered marine mollusk Patella ferruginea (Gastropoda, Patellidae) in Northern Africa: Preliminary results and implications for conservation*. Biol. Cons., 116 (3): 319-326
- [5] Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., (1995) - *Utilisation de l'herbier à Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: Etat des connaissances*. Mésogée, 54 pp.

INSIGHTS FROM TEMPORAL DYNAMICS OF PLASTIC RESIN PELLETS DEPOSITION ON A BEACH IN CRETE, GREECE: POTENTIAL INTEGRATION INTO SANDY BEACH ECOLOGY AND CITIZEN SCIENCE

Lucia Fanini¹, Fabio Bozzeda²

¹Institute for Marine Biology Biotechnology and Aquaculture, Hellenic Centre for Marine Research (IMBBC-HCMR), Crete, Greece. Email lucia@hcmr.gr; tel. +30 6988119204.

²Centro FONDAP de Investigación en Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL), Universidad Austral de Chile

Abstract – The study addressed the dynamics of plastic resin pellets input on a Mediterranean beach.

Time-related component of the study were related to two levels: 1) weekly sampling along one year, and 2) establishment of pellets' categories such as “old” and “new”, as proxy of the time spent by items in the environment. Pellets' input was modelled with quantile regression analysis, looking for its relationship with standard environmental variables known to be relevant to sandy beach ecology. Best models were selected by Akaike Information Criterion. Data indicate a constant input of pellets ashore, with about 50 % evenly represented by “new” items. Beach width resulted the only variable significant to pellets' density, with increasing densities of pellets related to narrower beach widths. Results hence point to pellets as a pressure impact, rather than a spill-related one. A list of simple and cost-effective measurements of sandy beach features is provided as a guidance to couple basic ecological information with research and citizen science addressing the topic of stranded anthropogenic litter in general.

Introduction

Stranded plastic resin pellets are a common item found on sandy shores [12]. They are easy to recognise, and are defined by different common names: pellets, nurdles, mermaid's tears. Names refer however generically to their size and shape, not to their composition, which is most commonly polyethylene, polypropylene, and nylon [9]. The release of pellets in the environment is accidental, with main spills related to processes of production and transportation, either via sea or via land. Once released, their tracking back to the source as well as the inference of their history (time spent in sea, substrate, and UV exposure) present extreme difficulties ([8]; [10]). Indeed pellets are highly interactive with the environment and were found to accumulate Persistent Organic Pollutants (POPs). Most studies (see [12] for a review) have hence targeted composition, origin and loads of pollutants adsorbed by pellets, focussing on collections from vaste areas and limited collection time per site, including beach areas. Citizens were called in as data providers about resin pellets since the very first stages of research on the topic. In fact, pellets can be found on shores worldwide (see www.pelletwatch.com), making them a good target for both citizen science and awareness-raising actions at global level [22]. Pilot actions and

local campaigns to raise awareness about plastic resin pellets were also successfully proposed [4].

However, the use of key characteristics of the sandy beach ecosystem retrieved in co-occurrence with pellets' data would allow to further unravel the interactions between litter, beach environment and resident biota, so far rather unknown. Fluxes of energy and material were indicated as the primary drivers of sandy beach ecology, shaping beach morphotypes which are in turn main drivers of resident fauna diversity patterns [14]. Beach resident fauna is finely adapted to local conditions, both in terms of population dynamics and behavioural plasticity, including a relevant temporal dimension, tuned to periodical environmental changes (such e.g. seasons and tides) [3]. Sandy beach key metrics are easy and non-expensive to measure, and at the same time highly informative descriptors of the system. Several insights could proceed from combined information, and be successfully integrated into research and citizen science actions. Therefore, we propose a set of variables combining high information and low retrieval cost (Table 1).

Table 1 – Environmental information proposed as integration of studies on beached AL.

<i>Physical</i>	<i>Measurable without specific instruments</i>	<i>Proposed general categories [additional references]</i>
Tidal regimen	Data can be retrieved from tide charts	Microtidal; Macrotidal [local tide charts]
Beach width	Yes	Measurement in meters [1]
Beach exposure	Yes if general categories are considered	Pocket; Bay; Exposed; Sheltered [1]
Beach substrate	Yes if general categories are considered.	Fine sand; Coarse sand; Mixed substrate; Pebbles; Cobbles [1]
<i>Temporal</i>		
Season	Yes -implies replicates on the same beach	Record of the date, then allocation to the season on the base of the climatic zone
Rainfall	Yes -implies replicates on the same beach	Before / After rain
Weather	Yes as winds - Beaufort for strength and quadrants for direction Data can be retrieved from meteorological stations.	Quadrants (N; NE; E; SE; S; SW; W; NW); 0 – 12 Beaufort [https://en.wikipedia.org/wiki/Beaufort_scale]
Age of stranded pellets	Yes if general categories are considered	New / Old [this paper]

In this context, the weathering of pellets is considered an informative variable. The color of plastic resin pellets found ashore greatly varies in dependence of a suite of factors, and resulting colors depends on the history of every single pellet. Nevertheless, a rough repartition into time-related categories such as “new” and “old” pellets referring to their presence in the environment, might provide relevant information. Time-related indicators of pellets density and deposition ashore were investigated in this study, as a test for 1) the use of a set of basic sandy beaches features, easy and cheap to record yet capable of depicting the system; 2) the identification of a suitable time-related information, viable for research and citizen science actions. The overall goal of the study remains to support shared tools across disciplines, for the study of the interactions between pellets’ input and the sandy beach ecosystem.

Materials and methods

The approach of model-site was used [19]. The microtidal, wave-dominated sandy beach of Kokkini Chani (35°19.925' N; 25°15.374' E) was selected as representative of the stretch of coast of NE Crete: it is exposed to NW winds and currents [18], characterised by substrate ranging from fine to medium-coarse sand, and subject to erosion. Groynes were built decades ago and appear now almost destroyed, yet defining beach units. Beach cleaning is there occasionally performed by hand. Samples were taken in the center of the beach unit, where dynamics are expected to be less affected by the presence of groynes [17]. Human frequentation is relatively scarce: due to the presence of slippery stones in the water the site is not preferred by swimmers. Given these characteristics, subduction by beach cleaning and massive trampling was excluded as cause of variation in pellets numbers. Sampling consisted in sieving along the same, fix transect perpendicular to the shoreline with a sieve bag of 25 cm opening and 1 mm mesh size, for 5 cm depth. The length of the transect was determined by the beach width, i.e. from the water mark to the first dune vegetation -hence variable. The area sampled was obtained as the area of the rectangle 0.25 m x beach width (m), and used to estimate the density of the items collected. Sampling was performed weekly from March 9, 2016 to March 4, 2017. Prior sampling, a blank condition was obtained in the sampling area by sieving twice the transect and replacing the sieved sand on site. In occasion of each sampling thereafter, the sieving was performed on site, with the sieved sand re-placed along the transect. The material retained by the sieve was sorted by hand ([15]). Pellets were discriminated between “new” and “old” depending on the their colour with respect to the virgin pellets. A scale for tooth color was used as reference (Figure 1): tooth color scales in fact are based on ageing, using projections of color changes through time. Clear and slightly yellowed pellets were assigned to the category “new” (shades 1-14, Figure 1). Darker shades were assigned to the category “old” (shades 15-36, Figure 1). Blue, green and black pellets were below 4 % and excluded from the analysis.

Along with each sampling event, beach width (m), beach face slope (°), dominant winds (quadrants and strength based on the Beaufort scale) were recorded and used as independent variables in modelling the density of plastic resin pellets .

To obtain a descriptive model of 1) occurrence of total pellets and 2) occurrence of “new” pellets on the supralittoral, data were analysed with quantile regression (R

software version 3.1.2; *quantreg* package [11]). The relationships among the environmental variables recorded and pellets densities were examined at different quantiles, from 0.70 to 0.95 with a 0.01 step width. All independent variables were unit-based normalized; their response was considered using different functions: Constant; Linear; Threshold; Exponential; Logarithmic; Quadratic, and best models were selected on the basis of the Akaike Information Criterion (AIC): for each model it was calculated 1) corrected AIC for small sample size ($AIC_c(\tau)$) for every quantile and 2) Akaike weights (w_i), i.e. the relative model likelihood given a data set and a set of models. Best models were determined by averaging w_i for each model and selecting the best performing one ([5]).

The performance of human eye to discriminate the “new” from “old” pellets was tested against a dentistic spectrophotometer (Spectroshade micro MHT) and the correspondent standard color scale (Vita classical scale A1-D4, in which A1 - A4 is reddish-brownish; B1 - B4 is reddish-yellowish; C1 - C4 is greyish; D2 - D4 is reddish-grey. <https://vitanorthamerica.com/products/shade-management/vita-classical-previously-the-lumin-vacuum-shade-guide/> with repositioning color scale from light to dark.

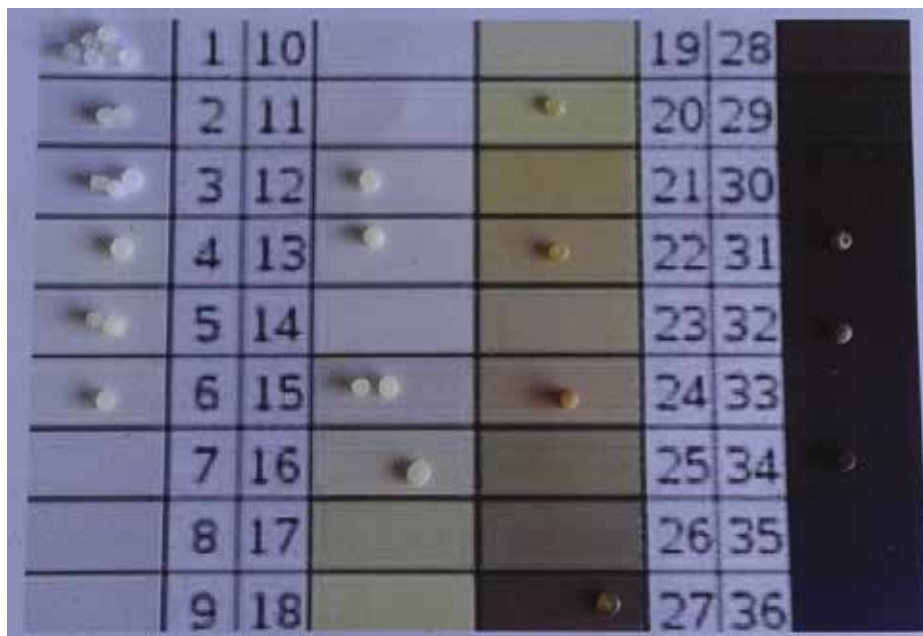


Figure 1 – Color scale utilised for the visual estimate of time-related pellets categories. Available at <http://prodotti-speciali.it/wp-content/uploads/2015/02/gradazioni-300x204.jpg>

A total of 50 pellets were randomly extracted from the samples and used for the test. Pellets resulting of shades A1; A2; B1; B2; C1; C2; D2 were assigned to the category “new”, while other shades were assigned to the category “old”. The same pellet was

independently allocated to “new”/“old” categories after estimation by eye, using the color scale in Figure 1. The two sets of results were compared notating concordance or discordance of the result.

Results

All samples contained pellets, ranging from a minimum density of 12.33 to a maximum of 164.00 per square meter. A total amount of 7 112 items was collected; of which, more than 50 % were “new” pellets; this ratio was found consistent among samples through the year, even though beach conditions were highly variable (beach width ranged from 3 to 14 meters, beach slope from 2.20 to 6.75°). Events of no wind were distributed across summer, autumn and winter, while strong NW winds occurred across all seasons. Strong S winds occurred in spring. Storms in December 2016 and January 2017 resulted in clear deposition line/s of detritus and pellets -as those reported by Moreira et al. [15]. The stranded material was otherwise evenly spread on the littoral.

Beach width resulted the only environmental variable related to pellets density: model fitting resulted best for a logarithmic function (for total pellets: fitting = 0.9273; $w_i = 0.9999$ – second best score was logarithmic function for beach slope, fitting = 0.2312; $w_i = 2.9 \text{ E-}05$. For “new” pellets: fitting = 0.6168; $w_i = 0.9999$ – second best fitting was quadratic function with beach slope, fitting = 0.2512; $w_i = 3.6 \text{ E-}06$), pointing that pellets density increased with decreasing beach width. This supports the continuous input of pellets regularly found ashore: similar amount of beached pellets on a smaller area returns higher densities.

Full consistency between human eye and spectrophotometer was found in pellets allocation to “new” and “old” categories.

Discussion

The consistent finding of pellets throughout the whole sampling period was interpreted as an indication of the high mobility of items ([2]; [8]), and to the fact that plastic resin pellets ashore can be considered a pressure impact rather than a pulse. The higher concentration of pellets found on the reduced supralittoral area is expected to co-occur with higher concentration of resident macrofauna in the same zone [3], with dynamics that are to be explored completely.

On the other hand, the beach -characterized by a continuous turnover of depositional material- cannot be considered the final resting place for stranded items [20]. Pellets, as other debris, may be drifted by main surface currents [7] and pushed ashore. Rainfalls may also have a role in swashing out pellets via a water run-off, given the lower basis weight of resin with respect to substrate [21]. Though rainfalls are not a common feature in Crete, the topic would likely be informative in other cases. Nevertheless, the use of a temporal dimension was found suitable to identify ongoing dynamics, and among them, those related to pellets recently released in the environment.

Conclusions

The beach is the most suitable place to undertake monitoring and data collection actions related to plastic resin pellets: 1) the collection of basic data related to the beach environment is an effective approach to set up interdisciplinary studies and shed light on ongoing interactions. The use of simple time-related categories based on the visual census of stranded pellets, resulted viable to be proposed for monitoring actions by non-specialists. 2) Citizens could be successfully involved into the study of plastic resin pellets, given that adequate background information is provided - training was found to solve most of the issues related to the reliability of data proceeding from citizen science actions [6] -. The topic is furthermore a good candidate for bringing attention on those polluting items that might otherwise escape dynamics related to offensiveness of beached debris (see e.g. [16]).

Acknowledgments

We would like to acknowledge the contributions of Dr. Silvio Bonanni for his suggestions related to optics and for allowing the use of the dentistic spectrophotometer. The BeMed Consortium, through the microproject “Networking against plastic pollution”, is supporting actions towards awareness raising on the topic.

References

- [1] Bascom W. N. *The relationship between sand size and beach-face slope*. Eos, Transactions American Geophysical Union (1951) 32(6), 866-874.
- [2] Bowman D., Manor-Samsonov N., Golik A. *Dynamics of litter pollution on Israeli Mediterranean beaches: a budgetary, litter flux approach*. J. Coastal Res. (1988) 14, 418-432.
- [3] Brown A. C. 1996. *Behavioural plasticity as a key factor in the survival and evolution of the macrofauna on exposed sandy beaches*. Rev. Chil. Hist. Nat.(1996) 69, 469-474.
- [4] Duckett P. E., Repaci V. *Marine plastic pollution: using community science to address a global problem*. Mar. Freshwater Res. (2015) 66, 665-673.
- [5] Fornaroli R., Cabrini R., Zaupa S., Bettinetti R., Ciampittiello M., Boggero A. *Quantile regression analysis as a predictive tool for lake macroinvertebrate biodiversity*. Ecol. Indic. (2016) 61, 728-738.
- [6] Garcia-Soto C., van der Meer G. I. (eds.) . *Advancing Citizen Science for Coastal and Ocean Research, European Marine Board IVZW Position Paper 23* (2017). www.marineboard.eu
- [7] International Pacific Research Center, *Tracking ocean debris*. IPRC Climate 8, 14 (2008) (http://iprc.soest.hawaii.edu/newsletters/iprc_climate_vol8_no2.pdf).
- [8] Karlsson T. M., Arneborg L., Broström G., Almroth B. C., Gipperth L., Hassellöv M. *The unaccountability case of plastic pellet pollution*. Mar. Poll. Bull. (2018) 129(1), 52-60.

- [9] Karapanagioti H. K., Klontza I. *Investigating the properties of plastic resin pellets found in the coastal areas of Lesvos Island*. Global nest. The international journal, (2007) 9, 71-76.
- [10] Kershaw P. J., Leslie H. *GESAMP Working group 40-Sources, Fate & Effects Of Micro-plastics In The Marine Environment—A Global Assessment: Report Of The Inception Meeting, 13–15 th March 2012*. UNESCO-IOC, Paris.
- [11] Koenker R., Bassett G. *Regression quantiles*. Econometrica (1978) 46, 33–50.
- [12] Mato Y., Isobe T., Takada H., Kanehiro H., Ohtake C., Kaminuma T.. *Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment*. Envir. Sci. Tech. (2001) 35, 318-324.
- [13] McCormick A. R., Hoellein T. J. *Anthropogenic litter is abundant, diverse, and mobile in urban rivers: Insights from cross ecosystem analyses using ecosystem and community ecology tools*. Limnology and Oceanography (2016) 61(5), 1718-1734.
- [14] McLachlan A., Defeo O. *The Ecology of Sandy Shores* (Third edition of Brown and McLachlan's 'Sandy Shores'). (2017) Academic Press.
- [15] Moreira F. T., Prantoni A. L., Martini B., de Abreu M. A., Stoiev S. B., Turra A. *Small-scale temporal and spatial variability in the abundance of plastic pellets on sandy beaches: methodological considerations for estimating the input of microplastics*. Mar. Pollut. Bull. (2016) 102, 114-121.
- [16] Nelson C., Botterill D., Williams A. *The beach as leisure resource: measuring user perceptions of beach debris pollution*. World Leisure & Recreation, (1999) 42(1), 38-43.
- [17] Nordstrom K. F. *Beaches and dunes of developed coasts*. (2000) Cambridge University Press.
- [18] Theocharis A., Nittis K., Kontoyiannis H., Papageorgiou E., Balopoulos E.. *Climatic changes in the Aegean Sea influence the Eastern Mediterranean thermohaline circulation (1986–1997)*. Geophys. Res. Lett. (1999) 26, 1617-1620.
- [19] Turner A., Holmes L., 2011. Occurrence, distribution and characteristics of beached plastic production pellets on the island of Malta (central Mediterranean). Mar. Pollut. Bull. (2011) 62, 377-381.
- [20] Turra A., Manzano A. B., Dias R. J. S., Mahiques M. M., Barbosa L., Balthazar-Silva D., Moreira F. T. *Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms*. Scientific reports (2014) 4, 4435.
- [21] Van Duk P. M., Stroosnijder L. *The influence of rainfall on transport of beach sand by wind*. Earth Surf. Proc. Land. (1996) 21, 352.
- [22] Yeo B. G., Takada H., Taylor H., Ito M., Hosoda J., Allinson M., Connell S., Greaves L., McGrath J. *POPs monitoring in Australia and New Zealand using plastic resin pellets, and International Pellet Watch as a tool for education and raising public awareness on plastic debris and POPs*. Mar. Pollut. Bull. (2015) 101, 137-145.

COMPLEX ASSESSMENT OF CHEMICAL POLLUTION OF SMALL RIVERS ON THE EXAMPLE OF THE RIVER SERET

Halyna Humeniuk, Olena Voloshyn, Volodymyr Khomenchuk
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University,
Kryvonosa Str., 2, Ternopil, 46027, (Ukraine),
phone +38035435901, e-mail: gumenjuk@chem-bio.com.ua

Abstract – Contamination of the aquatic environment at the present stage is one of the main factors of the pathology of hydrobionts. Especially this influence is noticeable on small rivers of Ukraine, very closely connected with the surrounding landscape. On small rivers located in the same landscape and having small water outlays, the productive effect of natural and anthropogenic factors manifests itself more quickly and distinctly. Small rivers are particularly sensitive to pollution by sewage from industrial enterprises, agricultural and communal industries. Therefore, each type of impact on the catchment landscapes leads to a change in the ecological state of the rivers.

Taking into account the above, the actual problem of modern hydrochemistry and hydroecology is the estimation of anthropogenic load on small rivers of Ukraine. We used chemical and biological methods (generally accepted methods for sampling water and biological material, centrifugation, titrimetry, spectrophotometry, atomic absorption spectrophotometry) for a comprehensive assessment of the water quality of the Seret River within the Ternopil-city. After all, any change in the chemical composition of the aquatic environment inevitably leads to a change in the functional indices of metabolism in the organism of aquatic animals in general and the mollusks *Unio pictorum L.* in particular.

It is established that the Seret River undergoes significant anthropogenic impact. In the summer season, there was an increase in the amount of organic substances, ammonium cations, nitrite ions, chloride ions, phosphate ions, metals (Mn, Cu and Pb) and a decrease in the oxygen concentration. Positive correlation between the content of metals in the liver of bivalve mollusks *Unio pictorum L.* and their content in water has been noted, which makes it possible to use them as bioindicators of water quality. Mollusks serve as the main objects of biomonitoring, which is due to their prevalence in the bottom biocenoses, the ability to accumulate a number of components from water and resistance to contamination. One of the important indicators of metabolism in mollusks with changing environmental conditions is the level of activity of enzymes involved in adaptive rearrangements. These include transamination enzymes - alanine and aspartate aminotransferase (ALAT and ASAT). As shown by the results of the studies, in spring the activity of the transamination processes in the liver of freshwater mollusks is higher in comparison with the summer season. High activity of aminotransferases hydrobionts in the spring, perhaps, is an adaptation of the enzyme apparatus of cells of this organ to unfavorable conditions of existence, because in the winter and spring period the organism uses protein reserves as a source of energy. The increase in the activity of transaminases in the liver of mollusks, associated with the action of anthropogenic and abiotic factors, can be used to assess the quality of water in general.

As a result of the study, data were obtained on a comprehensive assessment of the water quality of the Seret River within the city of Ternopil. The prospects of using

biochemical indicators (bioaccumulation of metals, activity of transaminases) of bivalve mollusks *Unio pictorum* L for the evaluation of water quality are shown.

Introduction

Contamination of the aquatic environment at the modern period is one of the main factors of the pathology of hydrobionts. This influence is especially noticeable on the small rivers of Ukraine, which are very closely connected with the surrounding landscape. Effective action of natural and anthropogenic factors manifests itself more quickly and distinctly on small rivers that are located in the same landscape and have a small water flow. Small rivers are particularly sensitive to pollution by sewage from industrial enterprises, agricultural and communal industries. Therefore, each type of impact on the catchment landscapes leads to a change in the ecological state of the rivers. Water quality is a limiting factor of water use against the backdrop of a sharp increase in demand for fresh water in general. Scientists believe that heavy metals are the most dangerous for biota due to toxicity and the ability to accumulate in hydrobionts [6]. They belong to the class of conservative pollutants, they are not used and do not decompose during migration through trophic chains, have a mutagenic and toxic effect, significantly reduce the intensity of biochemical processes in aquatic organisms [1, 4]. Some of the metals are toxic even at very low concentrations, and such important trace elements as Fe, Cu and Zn, at high concentrations, can also be biologically hazardous [4].

Taking into account the above, the actual problem of modern hydrochemistry and hydroecology is the estimation of anthropogenic load on small rivers of Ukraine.

As a result of the study, data were obtained on a comprehensive assessment of the water quality in Seret-river within Ternopil-city. The use of biochemical indicators (bioaccumulation of metals, activity of transaminases) of bivalve mollusks *Unio pictorum* L. has proved promising for assessing of the quality of aquatic environment.

Materials and methods

Samples of water for the study were selected in spring (in April) and summer (in July) 2015 from the Seret-river at two points: higher and lower than Ternopil, which makes it possible to assess the level of anthropogenic pressure and chemical pollution of the river. Samples of water after the selection were fixed and transported to the laboratory for research. Determination of hydrochemical indicators was carried out according to the generally accepted methods [9]. To determine the content of manganese, zinc, copper, lead and cadmium, water samples were evaporated and burned in nitric acid. Determination of content of manganese, zinc, cuprum, lead and cadmium was carried out by atomic absorption spectrophotometry at appropriate wavelengths, which correspond to the maximum absorption of each of the metals studied according to standard methods [13]. The content of metals was measured in mg / dm³ of water.

Collection of bivalve mollusks *Unio pictorum* L. was carried out in the same places in the spring and summer seasons. Bivalve mollusks, as bioindicator organisms, were chosen by us for research because of their prevalence and low migration activity. The selected mollusks were at the age of 6 years (average length 95 ± 5 mm and weight 82 ± 3 g). All selected for experiment mollusks were healthy, without visible mechanical damage and parasites.

To study the metal content and enzyme activity, the liver was taken from the bivalve mollusk. After preparation, the tissue samples were immediately frozen, transported to the laboratory, ground and used to prepare homogenates. Determination of transaminase activity in the liver of mollusks was determined according to Paskhina T.S. [14].

The protein content in the liver homogenates of the investigated mollusks was determined by the method of Lowry et al. [3].

To determine the content of manganese, zinc, copper, lead and cadmium ions in tissues, the samples were burned in distilled nitric acid in a ratio of 1:5 (mass:volume). The content of manganese, zinc and copper was determined on an atomic-adsorption spectrophotometer C-115 at an appropriate wavelength for a certain metal ion and expressed in grams per kilogram of wet weight in tissues. Statistical processing of the data was carried out using the "Microsoft Excel 2003" package.

Results

The total content of metals in the Seret-river. Complex forms of metals are less toxic than free metals, so to understand the factors regulating the concentration of heavy metals, their bioavailability and toxicity, it is important to know the proportion of free and bound forms of metals [11]. However, the definition of metal forms in natural waters is associated with difficulties due to the small absolute concentration and diversity of complex forms. We conducted a determination of the total concentrations of manganese, zinc, copper, lead and cadmium in the Seret-river before and after Ternopil-city.

Analysis of the studies results showed that the level of zinc in water varies within fairly narrow limits from 0.025 to 0.030 mg / dm³ of water (Table 1). At the same time there is an excess of maximum permissible concentrations for zinc, which may pose a risk of metal accumulation by hydrobionts and their chronic poisoning. Its toxicity is due to antagonism with other heavy metals.

The concentration of manganese in the water of the Seret-river varied from 0.019 to 0.045 mg / dm³. A sharp increasing of Mn content in the summer below Ternopil was observed. The high manganese content can be caused by the relatively low oxygen content during this period, which causes the metal to flow from the bottom sediments as a result of the reduction (in the conditions of oxygen deficiency), the high solubility in water of its compounds, their low ability to complex formation and high migration ability [11].

Table 1 – Total content of metals in the water of the Seret-river, mg / dm³ (M±m, n=5).

Metal	Fish-economic max.permmissible concentration of metal, mg/l	Spring		Summer	
		Above of the Ternopil-city	Below of the Ternopil-city	Above of the Ternopil-city	Below of the Ternopil-city
Zn	0,01	0,015±0,006	0,019±0,004	0,020±0,005	0,018±0,002
Mn	0,01	0,019±0,003	0,025±0,003	0,023±0,003	0,045±0,003
Cu	0,001	0,0008±0,0002	0,0009± 0,0002	0,0006±0,002	0,0015±0,001
Pb	0,01	0,009±0,002	0,011±0,003	0,009±0,002	0,015±0,002
Cd	0,005	0,003±0,001	0,007±0,002	0,007±0,001	0,009±0,002

Manganese can pose a significant danger to hydrobionts due to the high mobility of the metal and the relatively high level of "free" ions that have the greatest toxicity.

Analysis of the results showed an increase in the concentration of copper in the Seret-river section below Ternopil in the summer season. At the same time the maximum permissible concentrations of copper was exceeded 1.5 times. In other period, the copper content did not exceed the maximum allowable concentration for a given metal.

The lead content in the river water was in the range of $0.009 \div 0.015 \text{ mg / dm}^3$. The maximum concentration of metal was observed in the summer season below the city, where there was a 1.5-fold increase in the background level.

The factors that contribute to the pollution of water bodies by cadmium compounds include intensive farming (the use of mineral fertilizers and pesticides, the use of sewage for irrigation works) and the accumulation of household waste [12].

The concentration of cadmium in the Seret River varied from 0.003 to 0.009 mg / dm^3 . The minimum concentration of metal was noted in the spring season above Ternopil, and the maximum - in the summer in the river below the city.

Features of the accumulation of metals by mollusks. The penetration of heavy metal ions into the body of aquatic animals and their accumulation depend on many external and internal factors. The molecular mechanisms of this process have not been sufficiently studied. It is known only that in general the penetration of heavy metal ions into the body of hydrobionts includes the following stages: binding to the mucous epithelium; transporting through the apical membrane; the penetration of metal through the basolateral membrane, at the level of which the intake regulates; transportation of metals by the current of blood to all parts of the body [15].

It should be noted that there are no seasonal features of zinc accumulation in the liver of mollusks (Fig. 1).

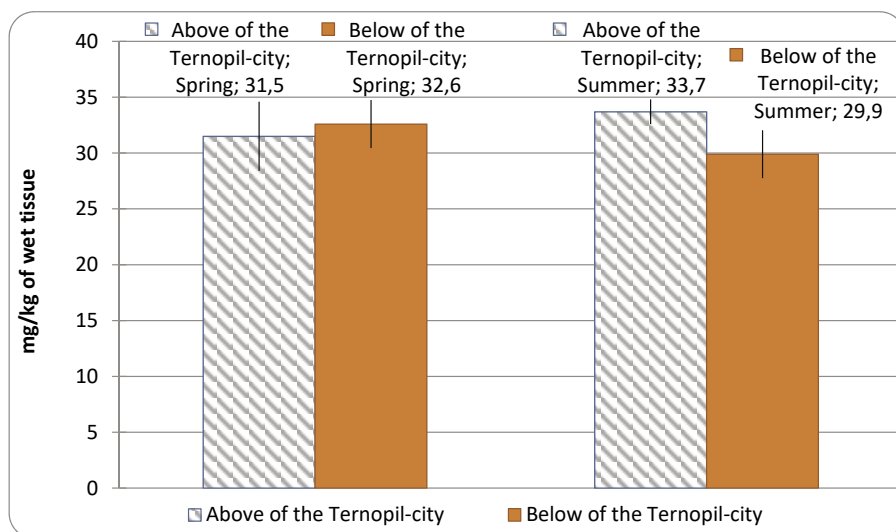


Figure 1 – The content of zinc in the liver of the bivalve mollusks *Unio pictorum* L. (mg/kg of wet tissue, $M \pm m$, $n=5$).

When analyzing the content of manganese in the liver of mollusks, we note a somewhat smaller amount of accumulated metal compared to zinc (Fig. 2). It should also be noted a positive correlation between the concentration of metal in water and tissues of *Unio pictorum* L. The maximum concentrations of Mn in both water and liver of mollusks were noted in samples collected in the Seret River below Ternopil. The amount of accumulated metal bivalve mollusks and bioaccumulation factors can be used to assess the contamination of the aquatic environment by manganese ions.

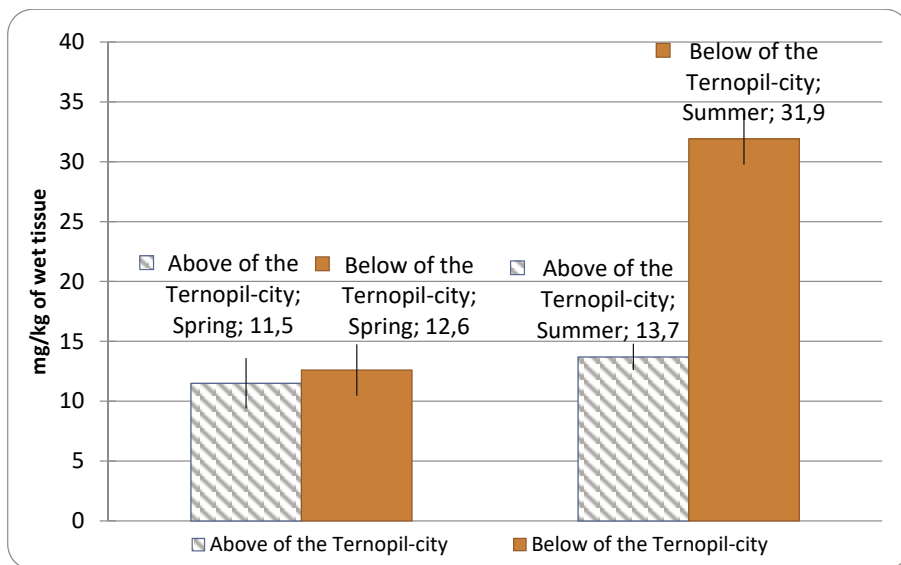


Figure 2 – The content of manganese in the liver of the bivalve mollusks *Unio pictorum* L. (mg/kg of wet tissue, $M \pm m$, $n=5$).

Copper is primarily accumulated in the liver - organ-depot for a given metal [15]. The data obtained as a result of experimental studies indicate that an increase in the concentration of copper ions in water leads to an increase in its content in the liver of bivalve mollusks (Fig. 3). Thus, the maximum amount of metal was accumulated by mollusks caught in the Seret-river in summer under Ternopil-city. By the nature of interaction with ligands, lead is classified as an intermediate acceptor between hard and soft acids. Anthropogenic incomes of lead significantly exceed natural, which is due to its wide application.

In the course of the studies, a relatively small amount of accumulated plumbum was found in the liver of mollusks (Figure 4). The metal content ranges from 0.5 to 1.4 mg / kg wet tissue. Analysis of the obtained results showed that the amount of cadmium in the liver of *Unio pictorum* L. has the tends to insignificant growth in mollusks caught below Ternopil (Figure 5). The content of metal in the liver of hydrobionics ranged from 0.55÷0.80 mg / kg.

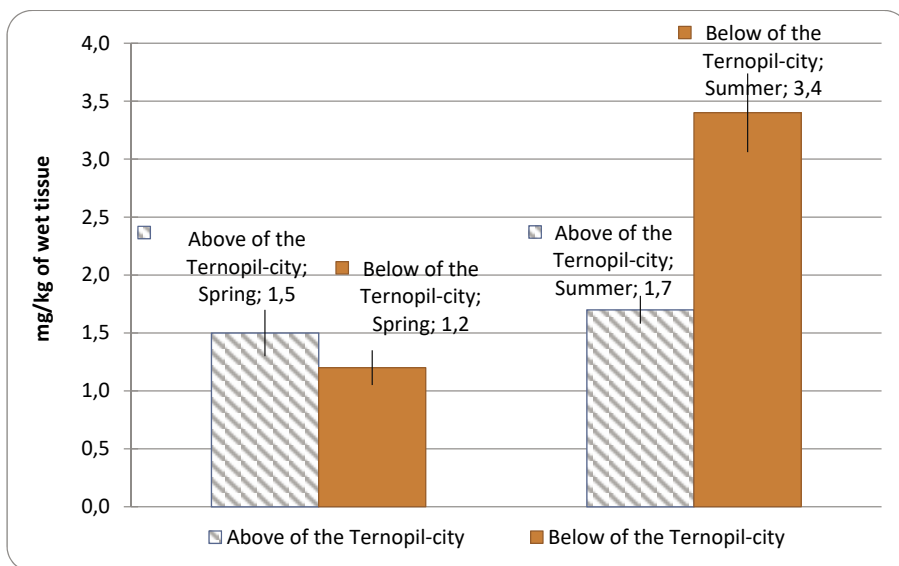


Figure 3 – The content of copper in the liver of the bivalve mollusks *Unio pictorum* L. (mg/kg of wet tissue, $M \pm m$, $n=5$).

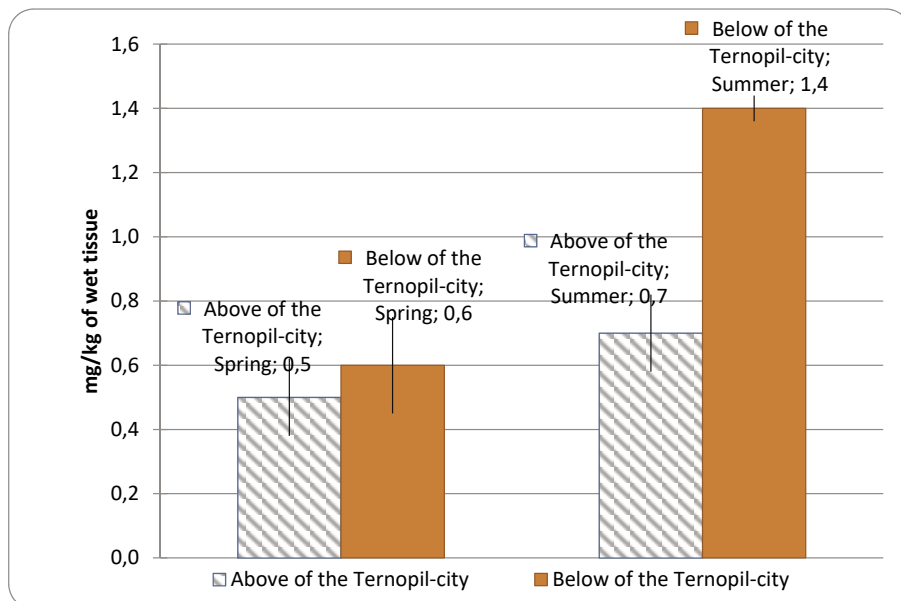


Figure 4 – The content of plumbum in the liver of the bivalve mollusks *Unio pictorum* L. (mg/kg of wet tissue, $M \pm m$, $n=5$).

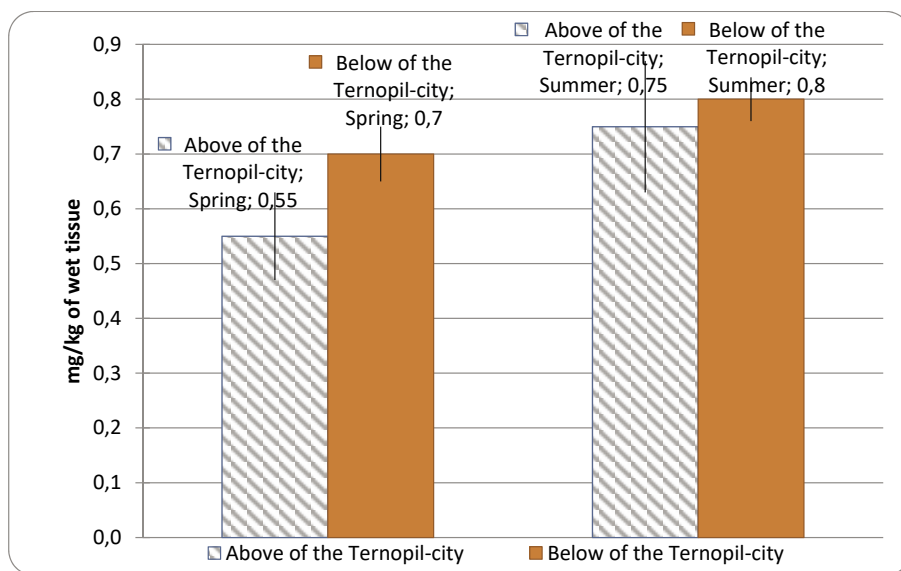


Figure 5 – The content of cadmium in the liver of the bivalve mollusks *Unio pictorum* L. (mg/kg of wet tissue, $M \pm m$, $n=5$).

Mollusks serve as the main objects of biomonitoring, which is due to their prevalence in the bottom biocenoses, the ability to accumulate a number of components from water and resistance to contamination. One of the important indicators of metabolism in mollusks with changing environmental conditions is the level of activity of enzymes involved in adaptive rearrangements. These include transamination enzymes – alanine- and aspartate aminotransferase (ALT and AST) [7].

One of the ways to adapt to the effects of a number of abiotic and biotic factors of the environment in mollusks is the high dynamics of exchange and renewal of nitrogen compounds, especially proteins [16]. Therefore, the parameters of protein metabolism are often used for the purpose of bioindication of the effect of various toxic compounds. The metabolism of most amino acids begins with the elimination of the amino group, mainly in the transamination reactions [10]. Transamination is carried out by transaminases [11]. Well-studied and most active transaminases in humans and animals, including hydrobionts, are aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT) [2].

In this regard, we used indicators of the activity of transamination enzymes in mollusks to assess the water quality of the Seret-river.

As shown by the results of research, in spring the activity of the processes of transamination in the liver of freshwater mollusks is higher in comparison with the summer season (Fig. 6). The high activity of aminotransferases of hydrobionts in the spring may be an adaptation of the enzyme apparatus of the cells of this organ to unfavorable conditions of existence, because in the winter and spring the organism uses protein reserves as a source of energy [8].

The activity of alanine aminotransferase in the liver of mollusks caught below Ternopil was higher than that of caught before the city. So, in the spring season, the activity

of the enzyme in the liver of mollusks caught in Seret-river below Ternopil, was in 1.3, and in summer in 1.4 times higher compared to *Unio pictorum* L. caught above the city (Fig. 6).

It is known that when heavy metals are poisoned, protein catabolism increases, which is accompanied by the breakdown of tissue proteins and an increase in the concentration of free amino acids, ammonia and other products of nitrogen metabolism in the body [7].

Activity of aspartate aminotransferase in the liver of *Unio pictorum* L. caught below Ternopil was in 1.5 times higher than in animals that were selected above the city, only in the spring (Fig. 7).

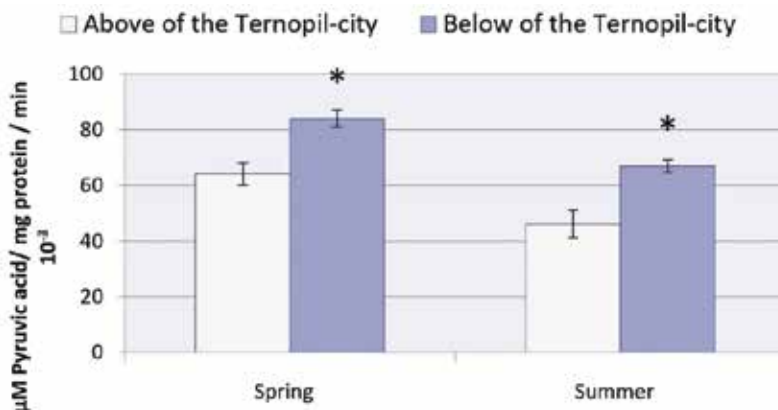


Figure 6 – The activity of alanine aminotransferase in the liver of the mollusk *Unio pictorum* L. (μM Pyruvic acid/ mg protein / min 10^{-3} , $M \pm m$, $n = 5$) (*changes in comparison with the control are reliable ($p < 0.05$)).

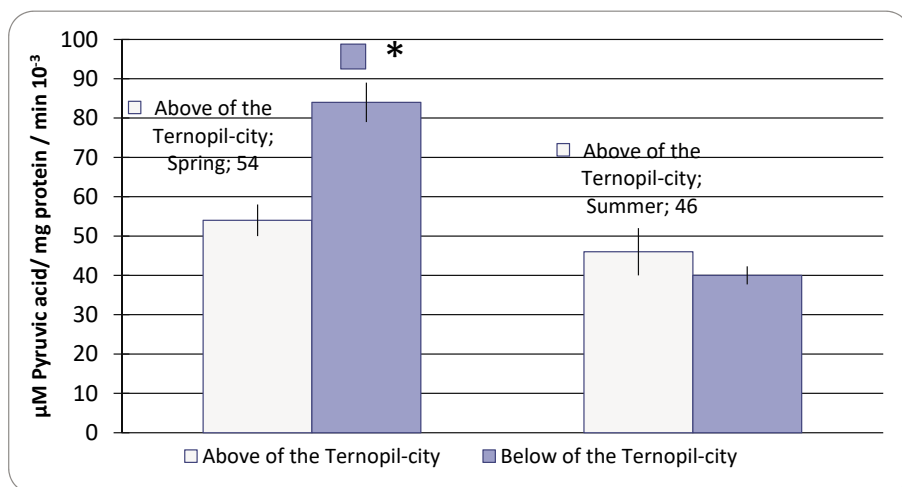


Figure 7 – The activity of aspartate aminotransferase in the liver of the mollusk *Unio pictorum* L. (μM Pyruvic acid/ mg protein / min 10^{-3} , $M \pm m$, $n = 5$).

In the summer period, the enzymatic activity of mollusks collected in the Seret-river above and below of the city, practically did not differ.

Such changes in enzyme activity testify about the important role of the liver in providing homeostasis of investigated animals under the influence of unfavorable environmental factors.

Discussion

The distribution of metals in the water of the Seret-river is as follows: Mn → Zn → Pb → Cd → Cu. For the complex solution of the problems of the sanitary protection of surface water bodies from pollution by sewage and waste from the main industries, it is necessary to develop and introduce into practice the technological, sanitary and engineering measures that would reduce the ingress of heavy metals into the rivers.

There is a positive correlation between the content of metals in the liver of bivalve mollusks and their content in water. The organisms-filtrators are unable to counteract the excessive accumulation of metals (especially Mn, Cu and Pb), which allows them to be used as bioindicators of water quality.

The obtained data about the transamination processes in the mollusks *Unio pictorum* L. indicate that the modification of the activity of the transamination enzymes in the liver of the studied hydrobionts is related to the action of anthropogenic and abiotic factors, is able to informally reflect the state of the populations, which can be used to assess the quality of water as a whole. In this case, the transaminase system carries out both deamination of amino acids for the purpose of using their carbon skeletons in energy processes, and redistribution of the nitrogen reserves of the organism.

Conclusions

An increase in the concentration of metals (Mn, Cu and Pb) in the summer period below the Ternopil-city may be due to the discharge of insufficiently treated sewage. For zinc and manganese there is a slight excess of the maximum permissible concentrations. A number of metal concentrations in the water of the Seret-river are as follows: Mn → Zn → Pb → Cd → Cu. A positive correlation between the content of metals in the liver of bivalve molluscs and their content in water has been studied. The inability to counteract the excessive accumulation of metals (especially Mn, Cu and Pb) by organisms-filtrators makes it possible to use them as bioindicators of the quality of the aquatic environment. In the spring season, the activity of the transamination processes in the liver of freshwater mollusks is higher than in the summer season. The increase in the activity of transaminases in the liver of mollusks, associated with the effect of anthropogenic and abiotic factors (below Ternopil), which can be used to assess the quality of water in general. It is necessary to develop and put into practice technological, sanitary-technical and auxiliary measures that would reduce the chemical pollution of the Seret-river.

References

- [1] Abubakar A., Saleh Y. & Shehu K. - *Heavy metals pollution on surface water sources in Kaduna metropolis*, Nigeria. Science World Journal. (2015) 10(2), 1-5.
- [2] Hilmy A.M., Domiaty N.A., Daabees A.Y. & Abder Latife H.A. - *Some physiological and biochemical in dicesofzink toxicity in two fresh water fishes Clarias lazeraand Tilapiazilli*. Comp. Biochem. And Physiol. (1987) 87(2), 297-301.
- [3] Lowry O.H., Rosebrough N.I., Tarr A.L. & Randall D.C. - *Protein measurement with the Folin phenol reagent*. J. Biol. Chem. (1951) 193(1), 265-275.
- [4] Malik D., Singh S., Thakur J., Singh R., Kaur A. & Nijhawan S. - *Heavy Metal Pollution of the Yamuna River: An Introspection*. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. (2014) 3(10), 856-863.
- [5] Manoj K., Padhy P. & Chaundhury S. - *Study of Heavy Metal Contamination of the River Water through Index Analysis Approach and Environmetrics*. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences. (2012) Volume 1(10), 7-15.
- [6] Nasrabadi T. - *An index approach to metallic pollution in riverwaters*. Int. J. Environ. Res. (2015) 9(1), 385-394.
- [7] Balaban R.B. - *Adaptyvna rol' transaminaz i hlutamatedehidrogenaz v orhanizmi prisnovodnykh ryb ta molyuskiv za diyi vazhkykh metaliv [Adaptive role of transaminases and glutamate dehydrogenase in the body of freshwater fish and mollusks for the action of heavy metals]*. Candidate's thesis. (2010), Ternopil: I. Horbachevsky TSMU (2015) [in Ukrainian].
- [8] Lukyanenko V. I. - *Immunologiya ryb [Immunology of fishes]*. (1989), Agropromizd. [in Russian].
- [9] Arsan O.M., Davydov O.A., D'yachenko T.M. & Romanenko V.D. - *Metody hidroekologichnykh doslidzhen' poverkhnevyykh vod [Methods of hydroecological surveys of surface waters]*. (2006), NAS of Ukraine: Institute of Hydrobiology NAN Ukrainy. In-t hidrobiolohiyi [in Ukrainian].
- [10] Metsler D. - *Biokhimiya [Biochemistry]*. (1980), M.: Mir [in Russian].
- [11] Mur D. V. & Ramamurti S. - *Tyazhelye metally v prirodnykh vodakh [Heavy metals in natural waters]*. (1987), M.: Mir [in Russian].
- [12] Neyko Ye.M., Hubs'kyi Yu.I. & Erstenyuk H.M. - *Intoksykatsiya kadmiyem: toksykokinetyka i mekhanizm biotsydneykh efektiv [Cadmium intoxication: toxicokinetics and the mechanism of biocidal effects]*. Zhurnal AMN Ukrainy – Journal of AMS of Ukraine (2003) V.9, 2, 262 277 [in Ukrainian].
- [13] Novikov Yu.V., Lastochkina K.O. & Boldina Z.N. - *Metody issledovaniya kachestva vody vodoyemov [Methods for studying water quality in reservoirs]*. (1990), M.: Meditsina [in Russian].
- [14] Pashkina T.S. - *Instruktsiya po opredeleniyu glutamino-asparaginovoy i glutamino-alaninovoy transaminaz (aminoferaz) v syvorotke krovi cheloveka [Instructions for the determination of glutamino-aspartic and glutamic-alanine transaminases (aminopherases) in human blood serum]*. (1974), Moscow [in Russian].
- [15] Khomenchuk V.O. - *Biokhimichni osoblyvosti pronykennya i rozpodilu deyakykh vazhkykh metaliv v orhanizmi koropa luskatoho [Biochemical features of penetration and distribution of some heavy metals in the body of carp scaly]*. Candidate's thesis. (2003), Institute of Animal Biology of the UAAS [in Ukrainian].
- [16] Khochachka P. & Somero D. - *Biokhimicheskaya adaptatsiya [Biochemical adaptation]*. (2002), M.: Mir [in Russian].

FIRST DOCUMENTED NESTINGS OF *CARETTA CARETTA* IN TUSCANY AREA (NORTH WESTERN MEDITERRANEAN SEA), THE NORTHERN SITE IN ITALY

Cecilia Mancusi¹, Matteo Baini², Chiara Caruso⁵, Fabio Cianchi⁷, Nunzio D'Apolito⁸, Thomas Magliocco³, Letizia Marsili², Luana Papetti⁴, Chiara Mancino⁴, Matteo Senese⁹, Matteo Sommer³, Giuliana Terracciano⁹, Sergio Ventrella⁶, Lucia Venturi⁵

¹ ARPAT, Settore Mare, Via Marradi 114-57126 Livorno
tel. 055.3206921 e-mail c.mancusi@arpat.toscana.it

² Università di Siena, Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente

³ Acquario di Livorno, Costa Edutainment S.p.A,

⁴ TartAmare Centro per la Conservazione delle tartarughe marine e Centro comunale di didattica ambientale

⁵ Ente Parco Regionale della Maremma-Centro Recupero Tartarughe Marine di Talamone

⁶ OTB Regione Toscana, Settore Tutela della Natura e del Mare, Firenze

⁷ WWF Oasi -Coordinamento Oasi della Maremma

⁸ Centro Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile "Il Girasole" Circolo Festambiente

⁹ Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana

Abstract – A probable hatching was registered in Tuscany on 3 October 2013 when 22 hatchlings were seen on the beach in Scarlino (Grosseto). In this case no nest was found. Another loggerhead turtle nest was discovered accidentally on a beach of Giannella (Grosseto), the 6th of September 2015, 50 km south from the nest of 2013. About 30 hatchlings were seen on the beach crawling seaward in the early morning. Later also the hole of the nest was discovered. It was monitored for some days and it was inspected the 10th of September. In total there were 63 hatched eggs, 3 hatchlings live in nest and 9 unhatched eggs. Considering the total number of eggs in the clutch this nest had a hatching success of 87,5 %. In 2017 a loggerhead nest was discovered at Marina di Campo (Elba Island, LI) when a female was seen on the beach during the night on 20 June. The total number of eggs was 118 and the hatching success was 87,3 %.

These are so far the northernmost loggerhead nests in Italy. Further observations of beaches are recommended to establish other nesting occurrences of loggerhead turtles in this region.

Keywords: *loggerhead sea turtle, nesting, clutch size, north western Mediterranean*

Introduction

Available information regarding two breeding populations of marine turtles, the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) and the green turtle (*Chelonia mydas*) nesting in the Mediterranean has improved greatly during the past two decades [4] [1], but there are still major knowledge gaps that limit our capacity to accurately assess the conservation status of

both species and predict the consequences of anthropogenic stressors, particularly fisheries bycatch and climate change.

In the Mediterranean, loggerhead turtle (*C. caretta*) nesting sites are concentrated in the Eastern and Central basins, whereas the waters of the western basin host large number of turtles for feeding activities in oceanic and coastal habitats [4] [5]. The possibility of historic nesting of the loggerhead turtle in Tuscany area it's hard to be investigated. According to anecdotal information and from oral testimony, it is thought that some marine turtle nesting may have occurred on the sandy coasts of this region in the last century. Despite a view of literature and field oral inquiries, no substantiating evidence could be unearthed.

The Sea Turtle Stranding Network in Tuscany Region (Italy, north-western Mediterranean) has been operating since 1980. More recently it was implemented thanks to the ex Tuscany Observatory for Cetacean from 2007, now Tuscany Observatory for Biodiversity (OTB) *sensu* art. 11 L.R. 30/2015. This experience of Tuscany Region represents a real contribution to the international effort for the conservation of sea and its resources. In this Italian region has been created a coordinated and synergic system between Region, its technical instruments represented by ARPAT (Regional Agency for Environmental Protection), the Universities, the research centres, environmental associations and fishermen.

Materials e Methods

From the moment a nest is detected the Sea Turtle Stranding Network is activated. If the exact moment of the deposition is known, we consider a period for hatching between a minimum of six weeks (42 days) and a maximum of thirteen weeks (91 days) as reported in literature. Hatching is expected to be during night time when an opposite temperature gradient occurs: temperature under the sand is a little bit higher than on external sand. So, from the 42th day the nest will be surrounded and a passage to the sea will be realised with darkening sheet (Fig. 1).



Figure 1 – Enclosure with passage to the sea realised for the nest at Marina di Campo, Elba Island in 2017.

Figura 1 – Il recinto con il corridoio fino al mare realizzato per il nido di Marina di Campo, Isola d'Elba nel 2017.

From this moment, the nest will be watched and monitored by volunteers h24. When a little subsidence will be evident on the surface of the sand, it means that the hatchlings are coming out from the eggs. Within maximum 24 hours, the little turtles will be on the beach crawling seaward. They perhaps will continue coming out from the sand, during night, for the following days. Each night, time and number of hatchling will be recorded. No hatchlings must be touched or disturbed during their crawling seaward. No white light must be used. The total length of the new born will be estimated when they will pass near some centimetre stretched along the passage.

After three-four days from the last emergence of the last hatchling from the sand the nest will be inspected digging into the sand to find out the hatched eggs. All the content of the nest will be catalogued and the number of hatched eggs, unhatched eggs, pipped eggs with dead hatchling, eggs with partially developed embryo and egg with no discernible embryo will be registered (Fig. 2). With a calibre, the diameter of unhatched eggs could be measured. Also, the carapace curved length and total weight of the still living hatchlings found in nest will be registered.

In all the nesting event (2013, 2015 and 2017) samples from the dead hatchlings were taken for genetics analysis. All the operations were conducted within the Sea Turtle Stranding Network coordinated by Tuscany Observatory for Biodiversity (OTB, art. 11 L.R. 30/2015).

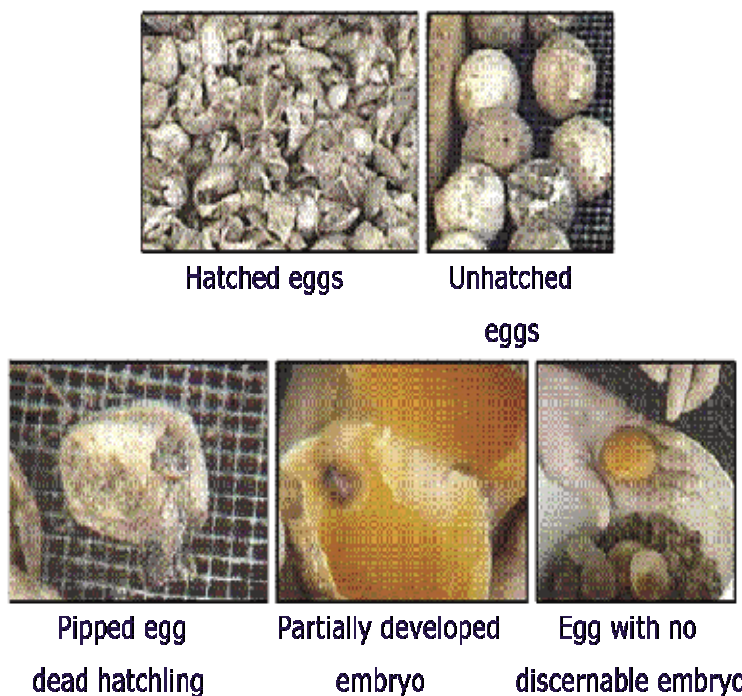


Figure 2 – Different categories of eggs listed in the nest inventory during its inspection.
 Figura 2 – Diverse tipologie di uova che si ritrovano all'interno del nido durante l'ispezione.

Results

A probable hatching was registered in Tuscany on 3 October 2013 when 22 hatchlings were seen on the beach in Scarlino (Grosseto). In this case no nest was found. All the hatchlings reached the sea but three appeared to be in great difficulty, so they were rapidly moved to the Livorno Aquarium to be recovered. After a few days they died.

A loggerhead turtle nest was discovered accidentally on a beach of Giannella (Grosseto), the 6th of September 2015, 50 km south from the nest of 2013. About 30 hatchlings were seen on the beach crawling seaward in the early morning. Later also the hole of the nest was discovered. It was monitored for some days and it was inspected the 10th of September. The clutch was deposited at about 8,5 m from the shoreline in a sand soil. In total there were 72 eggs: 63 hatched eggs and 9 unhatched eggs (8 with no discernible embryo and 1 with fully developed embryo). There were also 3 hatchlings live in nest. Considering the total number of eggs in the clutch this nest had a hatching success of 87,5 %.

In 2017 a loggerhead nest was discovered at Marina di Campo (Elba Island, LI) when a female was seen on the beach during the night on 20 June. On 12 of August the first 50 hatchlings emerged from the sand and for five days they continued to get out of the nest. The nest was inspected on the 19th of August. The clutch was laid at about 13 m from the shoreline. The chamber was 51 cm depth and large about 35 cm. The total number of eggs was 118 (103 eggshells, 13 unhatched eggs, 1 with fully developed embryo) and 4 hatchlings were found still alive in nest. The hatching success was 87,3 %.

All the data recorded are summarised in table 1.

Table 1 – Data of the Tuscany nests.
Tabella 1 – I dati dei nidi toscani.

	2013	2015	2017
Number of hatchlings	22	63	103
Number of eggs	?	72	118
Reproductive success (%)	?	87,5	87,3
Hatchlings carapace curve length (cm)	?	3,6	4,6
Hatchlings weight (g)	?	15,3	15,6
Eggs diameter (cm)	?	3,6	3,4
Eggs weight (g)	?	25,4	22,1

Conclusion and discussion

These are the first documented evidence of a loggerhead turtle nesting for Tuscany region. It supports the speculation that this region may have once hosted a nesting

population of loggerhead turtles. These Italian records are some of the very rare nesting occurrence in the Western Mediterranean [3] [7] and the northernmost recorded nesting locality in the Mediterranean [2] [6].

Further observations of beaches are recommended to establish other nesting occurrences of loggerhead turtles in this region. Reports on occasional nests in the western Mediterranean appear to become more frequent recently and although the available data are still too few, a possible connection to global warming should not be excluded: a rise in temperature of the western basin can modify sea turtle behaviour.

Acknowledgements

We would like to acknowledge all the people present on the beach in the early morning for having transmitted information about the presence of little turtles on the beach and for their pictures of the events; but also all the volunteers that helped with their assistance during the nest monitoring, night and day, and the nest examinations.

References

- [1] Casale, P. and Margaritoulis, D. (Eds.) 2010. *Sea turtles in the Mediterranean: Distribution, threats and conservation priorities*. 2010. Gland, Switzerland: IUCN. 294 pp.
- [2] Delaguerre M. and Cesarini C., 2004. *Confirmed Nesting of the Loggerhead Turtle in Corsica*. Marine Turtle Newsletter No. 104, Page 12.
- [3] Llorente et al. 1993;
- [4] Margaritoulis, Dimitris & Argano, R & Baran, I & Bentivegna, Flegra & Bradai, Mohamed & Camiñas, Juan & Casale, Paolo & De Metrio, G & Demetropoulos, Andreas & Gerosa, G. (2003). *Loggerhead turtles in the Mediterranean Sea: present knowledge and conservation perspectives*. Loggerhead Sea Turtles (editors: AB Bolten, BE Witherington). Smithsonian Institution Press, Washington DC.
- [5] Marquez M. R., 1990. *FAO species catalogue. Vol. 11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date*. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 11. Rome, FAO. 81 p.
- [6] Sénégas JB, Hochscheid S., Groul JM., Lagarrigue B. and Bentivegna F., 2008. *Discovery of the northernmost loggerhead sea turtle (Caretta caretta) nest*. *JMBA2 Biodiversity Records* Published on-line, 4pp.
- [7] Tomàs et al. 2002

L'OSSERVATORIO TOSCANO BIODIVERSITÀ: 2007-2016, DIECI ANNI DI ATTIVITÀ DI RECUPERO CETACEI, TARTARUGHE E GRANDI PESCI CARTILAGINEI

Cecilia Mancusi¹, Letizia Marsili²,
Giuliana Terracciano³, Sergio Ventrella⁴

¹ ARPAT, Settore Mare, Via Marradi 114-57126 Livorno
tel. 055.3206921 e-mail c.mancusi@arpat.toscana.it

² Università di Siena, Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Siena

³ Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana, Pisa

⁴ OTB Regione Toscana, Settore Tutela della Natura e del Mare, Firenze

Riassunto – La rete regionale per il recupero di cetacei, tartarughe e grandi pesci cartilaginei catturati in maniera accidentale o spiaggiati lungo le coste toscane, ed il conseguente intervento sugli esemplari in difficoltà o ormai morti, costituitosi nel 2007 e consolidata anche grazie alle attività del progetto transfrontaliero Gionha (2009-2011), è oggi in via di definizione soprattutto grazie alle attività di coordinamento della Regione Toscana e al suo Osservatorio Toscano per la Biodiversità di cui alla L.R. 30/2015 (ex Osservatorio dei cetacei). Per quanto riguarda i tre gruppi di vertebrati marini la Toscana detiene attualmente una lunga serie storica di dati. Dal 1986 al 2017 per la Toscana si sono registrati i recuperi di 570 esemplari, con una media annua pari a circa 17,8 animali l'anno. Il 47,5 % (271 cetacei recuperati) di questi dati è stato raccolto nell'ultimo decennio (2008-2017). In questo periodo, infatti, si è registrato un aumento annuo dei recuperi la cui media è salita a 25,3 animali per anno. Nel periodo 1990-2016 sono stati recuperati anche 718 esemplari di tartarughe marine (media annua di 27,4 individui), quasi tutti (n=752, 98 %) appartenenti alla specie più comune *Caretta caretta*. Solo negli ultimi dieci anni si sono registrati 488 recuperi di tartarughe marine (il 65 % del totale). Solo recentemente i pesci cartilaginei di grandi dimensioni sono rientrati nelle attività di monitoraggio dell'OTB. La raccolta dati sulle catture accidentali di questi vertebrati marini nella nostra regione è inserita, fin dal 1985, nell'ambito del progetto MEDLEM (*Mediterranean Large Elasmobranchs Monitoring*). Dal 2007 al 2017 si sono registrati 145 esemplari in Toscana.

Keywords: cetacei, tartarughe marine, pesci cartilaginei, spiaggiamenti, catture accidentali.

Introduzione

Gli ultimi decenni hanno visto un crescente interesse verso i cetacei, rilevabile sia attraverso l'incremento del *whale watching e nature cruises*, sia per il proliferare di articoli e news sulla stampa e sul web. Purtroppo, le conoscenze scientifiche e forme di registrazione strutturata delle informazioni sono ancora carenti e, anche nei mari della Toscana, un parametro fondamentale quale l'abbondanza delle popolazioni di balene, delfini, tartarughe o grandi squali sono tuttora molto approssimative.

Per quanto riguarda i cetacei il monitoraggio degli spiaggiamenti è iniziato fin dal 1986 grazie all'impegno del Centro Studi Cetacei e dei volontari ad esso aderenti [1] [2] [3] [4] [5] [6]. Con la Legge Regionale 19 marzo 2015 n°30 “Norme per la conservazione e valorizzazione del patrimonio naturalistico-ambientale regionale”, la Regione Toscana istituisce, tra le altre misure, l'Osservatorio Toscano per la Biodiversità con funzioni di coordinamento e monitoraggio dello stato di conservazione di queste specie nell'ambito del Santuario Pelagos (L. 11 ottobre 2001 n°391). In questo contesto, attraverso il Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER), si è costituita una rete tra varie Istituzioni Pubbliche finalizzata alla raccolta e allo scambio di informazioni e di dati che coinvolge oltre ad ARPAT e Regione Toscana le Capitanerie di Porto, i Comuni costieri, l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale Lazio e Toscana, l'Università di Siena, vari Parchi regionali e nazionali.

Nell'ambito della convenzione tra Ministero dell'Ambiente e le ARPA costiere, in ottemperanza alla Direttiva Quadro sulla Strategia Marina (2008/56/CE) e alla Direttiva Habitat (1992/43/CE), sono stati attivati ulteriori monitoraggi, in particolare sul tursiopo, nelle tre sottoregioni rilevanti per l'Italia (Mediterraneo occidentale, Adriatico e Ionio) al fine di fornire alla Commissione Europea elementi sulla dinamica di popolazione, sull'areale naturale e sullo stato di conservazione di queste specie. Oltre alle attività specificatamente indirizzate all'osservazione e al monitoraggio in mare, tramite *survey* realizzati con vari tipi di natanti o droni aerei, utili indicazioni sulla distribuzione generale delle specie e sul loro stato possono essere ricavate anche dai dati raccolti nel caso di spiaggiamenti, catture accidentali o avvistamenti occasionali (*citizen science*).

In quest'ottica i dati di cetacei, tartarughe e grandi squali raccolti da ARPAT sono, non solo forniti alla Regione Toscana e resi disponibili sul sito <http://www.regione.toscana.it/-/osservatoriotoscano-per-la-biodiversita>, ma anche condivisi con istituzioni esterne alla regione quali l'Università di Pavia che ospita la banca dati (<http://mammiferimarini.unipv.it/>).

Un'attenta e capillare attività di monitoraggio degli spiaggiamenti consente inoltre di raccogliere importanti campioni di organi, tessuti o il contenuto stomacale degli esemplari più integri che consentono di supportare ipotesi sulle cause di mortalità, su annualità con mortalità eccezionali [7] [8], ma anche di identificare le pressioni ritenute più pericolose: siano esse catture accidentali della pesca, collisioni con natanti, contaminazione chimica, inquinamento acustico, presenza di micro e macroplastiche, ecc. Con l'attivazione dell'Osservatorio Toscano per la Biodiversità e l'adozione delle “Buone pratiche della rete toscana” si è finalmente raggiunta una rilevazione completa e capillare di tutti gli individui spiaggiati, non solo quelli di grandi dimensioni quali balenottera, capodoglio o squalo elefante, ma anche di delfini, stenelle e tartarughe, cui si sono aggiunti negli ultimi anni anche alcuni inattesi casi di nidificazione della tartaruga marina, che non si erano mai osservati in precedenza lungo le coste della Toscana.

La rete regionale per il recupero di cetacei, tartarughe e grandi pesci cartilaginei catturati in maniera accidentale o spiaggiati lungo le coste toscane, ed il conseguente intervento sugli esemplari i difficoltà o ormai morti, costituitosi nel 2007 e consolidata anche grazie alle attività del progetto transfrontaliero Gionha (2009-2011), è oggi in via di consolidamento soprattutto grazie alle attività di coordinamento della Regione Toscana e al suo Osservatorio Toscano per la Biodiversità di cui alla L.R. 30/2015 (ex Osservatorio dei cetacei).

L'Osservatorio Toscano rappresenta il contributo della Regione alle iniziative internazionali in tema di tutela del mare, delle sue risorse e delle sue peculiarità. Con la costituzione dell'Osservatorio, la Regione Toscana ha inteso creare un sistema integrato e coordinato con l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPAT), quale strumento tecnico scientifico della Regione Toscana e le sue Università, i Centri di ricerca, le Associazioni di categoria delle attività produttive e quelle coinvolte nello studio e nell'osservazione dei mammiferi marini, delle tartarughe marine, nonché di tutti i settori interessati alle problematiche della conservazione e dello studio dell'ambiente marino operanti in toscana. L'Osservatorio può essere pertanto considerato il coronamento naturale di anni di lavoro e di studio di molte realtà presenti sul territorio, che hanno messo a disposizione il loro patrimonio scientifico e le esperienze svolte per condividere un sistema integrato di approccio allo studio dei cetacei e delle tartarughe, al loro ruolo di indicatori di qualità delle acque marine.

Materiali e Metodi

La procedura di intervento in caso di ritrovamento di un esemplare di cetaceo o tartaruga spiaggiato (vivo o morto) lungo le nostre coste prevede alcuni passi fondamentali quali: non toccare l'animale per nessun motivo; contattare immediatamente il numero blu gratuito 1530 messo a disposizione h24 dalla Capitaneria di Porto; eseguire almeno un paio di fotografie dell'animale intero e di eventuali particolari (ferite, rete, lenza, bocca con denti e regione ventrale per i cetacei); se l'esemplare è vivo o appena morto contattare subito i numeri di riferimento, primo tra tutti ARPAT, che coordinerà la rete ed attiverà tutte le procedure del caso; se l'esemplare è in avanzato stato di decomposizione oltre ad ARPAT contattare anche il Comune e la ASL, servizio veterinario, competente per zona per avviare le procedure di smaltimento della carcassa; comunicare sempre data e luogo di ritrovamento e, se possibile, stato di conservazione della carcassa (fresca, avanzato stato di decomposizione, ecc.). Per ogni esemplare si registrano inoltre, per i cetacei sesso e lunghezza totale, per le tartarughe lunghezza totale, lunghezza e larghezza del carapace. Una volta attivata la rete di recupero il flusso di intervento procede come illustrato nella figura 1 (semplificata).

Se le carcasse di cetacei o tartarughe presentano buone condizioni di conservazione, viene eseguito un esame anatomico-patologico completo da parte dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale Lazio e Toscana (IZSLT-sede di Pisa). Contaminanti specifici quali PPCB, Hg e pesticidi vengono invece ricercati dall'Università di Siena. Viene inoltre eseguita una analisi del contenuto stomacale per lo studio delle abitudini alimentari, allo scopo di ricostruire la rete trofica marina ed individuare la presenza di detriti marini (soprattutto plastiche).

Per analizzare l'andamento dei dati nel tempo si è ritenuto opportuno suddividere i cetacei in due grandi gruppi: i "delfini", con dimensioni massime fino a 5 m di lunghezza totale degli adulti, che comprendono le specie stenella, tursiope, delfino comune, grampo e cogia; al Gruppo delle "balene", con dimensioni massime maggiori di 5 m, appartengono invece le balenottere, il capodoglio, lo zifio, il globicefalo e il mesoplodonte.

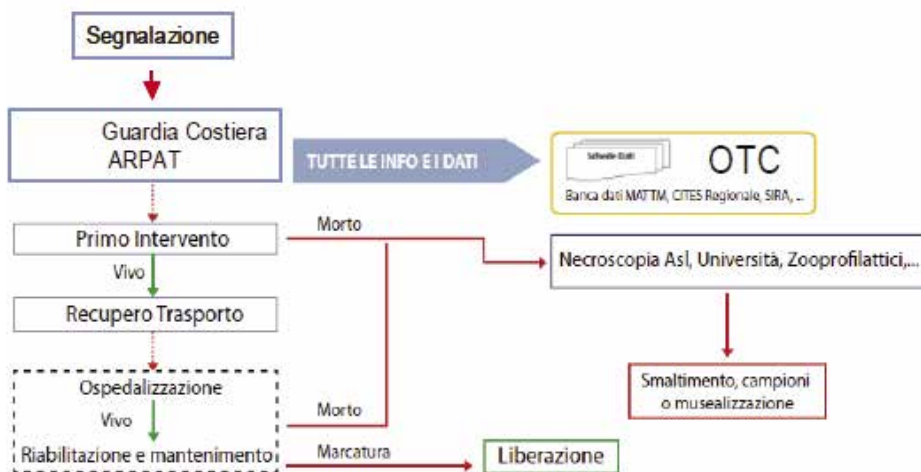


Figura 1 – Schema del flusso di intervento per la rete di recupero Toscana che afferisce all’OTB (ex OTC).

Figure 1 – Intervention flow of the Tuscany network for recovery of stranded cetacean and sea turtles within Tuscany Biodiversity Observatory (OTB).

Risultati

Per quanto riguarda i tre gruppi di vertebrati marini la Toscana detiene attualmente una lunga serie storica di dati, raccolti nel corso del tempo anche grazie all’attività di monitoraggio sul territorio condotta da ARPAT e da diversi enti di ricerca pubblici e privati.

Nel caso dei cetacei i dati in nostro possesso coprono un periodo compreso tra il 1986 e il 2017. In questi 32 anni di raccolta dati si sono registrate 11 specie diverse di cetacei per un totale di 570 esemplari, anche se a circa l’11% di questi (61 animali) non è stato possibile attribuire una specie certa (delfinidi di piccolo e medie dimensioni) e sono rimasti indeterminate a causa delle pessime conservazioni della carcassa che non ne hanno permesso una esatta determinazione tassonomica. Tra le 8 specie di cetacei regolarmente presenti nel Mediterraneo, e quindi anche nelle acque Italiane, la stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) è quella maggiormente frequente negli spiaggiamenti sul litorale toscano (n=295, 52 %), seguita dal tursiopo (*Tursiops truncatus*; n=147, 26 %) (Fig. 2).

Le altre 6 specie, rappresentate dal delfino comune (*Delphinus delphis*), il globicefalo (*Globicephala melas*), il grampo (*Grampus griseus*), lo zifio (*Ziphius cavirostris*), la balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) e il capodoglio (*Physeter macrocephalus*), sono meno comuni e nel complesso si sono registrati 63 animali che rappresentano circa l’11 % del totale. Solo lo 0,7 % (4 esemplari in tutto) è rappresentato invece da cetacei considerati solo occasionali per i nostri mari: il *Kogia sima* (n=1, prima segnalazione per i mari italiani), il *Mesoplodonte europaeus* (n=1) e la *Balaenoptera acutorostrata* (n=2).

Per quanto riguarda le tartarughe marine recuperate in Toscana, la serie storica parte dal 1990 e, fino al 2017 compreso, in totale sono stati registrati 768 esemplari. La quasi totalità degli esemplari (98 %) è rappresentata dalla specie più comune *Caretta caretta* (n=752). Solo il 2 % è rappresentato dalle altre due specie: la tartaruga liuto (*Dermochelis coriacea*; n=10), considerata solo occasionale per il bacino Mediterraneo, e la tartaruga verde (*Chelonia mydas*; n=6), nidificante e piuttosto comune nel bacino levantino del Mediterraneo ma solo accidentalmente presente nella porzione nord occidentale (Fig. 2).

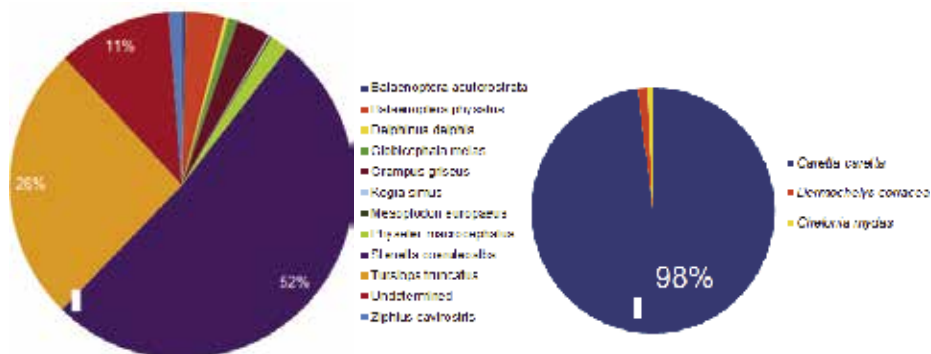


Figura 2 – Le diverse specie di cetacei e tartarughe marine registrate in Toscana.
 Figure 2 – Cetaceans and sea turtles specie recovered in Tuscany area.

Per quanto riguarda i pesci cartilaginei il discorso è un po' diverso essendo molte specie di interesse commerciale e quindi, anche se non direttamente oggetto dei diversi tipi di pesca, di fatto diverse specie di squali e razze vengono pescati e commercializzati, destinate al consumo umano. Il progetto MEDLEM (*MEDiterranea Large Elasmobranch Monitoring*) registra catture accidentali, avvistamenti e spiaggiamenti dei grandi pesci cartilaginei lungo le coste di tutto il Mediterraneo. Con il termine "grandi" il progetto si riferisce a squali con lunghezza totale (esemplari adulti) maggiore di 1 metro oppure a razze e mante con una larghezza del disco maggiore di 1 metro.

Solo recentemente i pesci cartilaginei sono rientrati nelle attività di monitoraggio dell'OTB. La raccolta dati sulle catture accidentali di questi vertebrati marini nella nostra regione è inserita, fin dal 1985, nell'ambito di un più ampio progetto di *respire* Mediterraneo, nel progetto MEDLEM (*MEDiterranean Large Elasmobranchs Monitoring*). Dal 2007 al 2017 si sono registrati in Toscana eventi di *by-catch*, avvistamenti e, più raramente, di spiaggiamenti di 145 esemplari appartenenti a diverse specie (Fig. 3).

Più frequentemente si registrano catture e/o avvistamenti di verdesca (42 %), manta (22 %), capopiatto (12 %), squalo volpe (10 %) e mako (7 %) (Fig. 5).

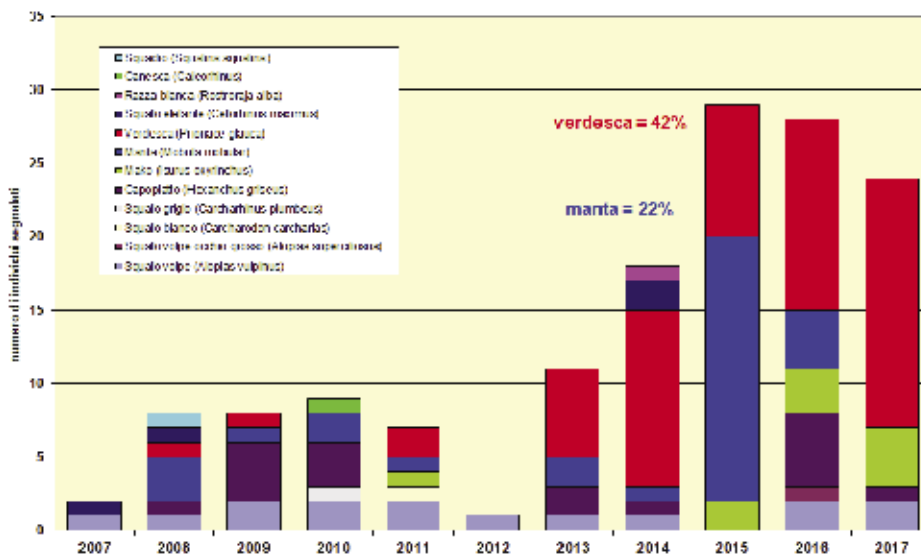


Figura 3 – Andamento dei ritrovamenti di grandi pesci cartilaginei in Toscana nel periodo 2007-2017.

Figure 3 – Trend of recovered big cartilaginous fishes in Tuscany area (2007-2017).

Conclusioni e discussione

I trend storici dei dati dei recuperi toscani, sia per i cetacei (1986-2017) che per le tartarughe (1990-2017), mostrano un incremento negli ultimi anni. Questo fatto non è da attribuire probabilmente ad un reale aumento della mortalità di questi animali, ma piuttosto ad una maggiore efficienza della rete regionale di recupero, che ha avuto un incremento della sua attività ed un migliore coordinamento, soprattutto nel flusso dell'informazione, a partire dal 2007, grazie all'impegno di Regione Toscana e alla realizzazione dell'Osservatorio Toscano Biodiversità.

Per quanto riguarda i cetacei dal 1986 al 2017 si sono registrati i recuperi di 570 animali, con una media annua pari a circa 17,8 animali l'anno. Come mostrato dalla figura 4 il trend per le "balene" rimane costante per tutto il periodo, con una media di individui per anno di 1,3 (deviazione standard, ds, 1,2) per il periodo 1986-2007 e di 1,8 (ds 1,25) per il successivo periodo 2008-2017, post istituzione della rete di recupero Toscana. Per quanto riguarda i "delfini" invece la situazione è piuttosto differente. Mentre per il periodo 1986-2007 si registra una media costante di circa 12,3 (ds 4,8) individui per anno (ind/anno), negli ultimi dieci anni, corrispondenti all'attività della rete dell'OTB, questa media sale a 25,3 ind/anno (ds 11,3), con un incremento di ben due individui ogni anno (Fig. 4).

Per quanto riguarda le tartarughe marine, considerando la sola *C. caretta*, si registra un evidente trend in aumento fin dai primi anni di raccolta dati (1990), con un incremento di 2,1 individui ogni anno (Fig. 5).

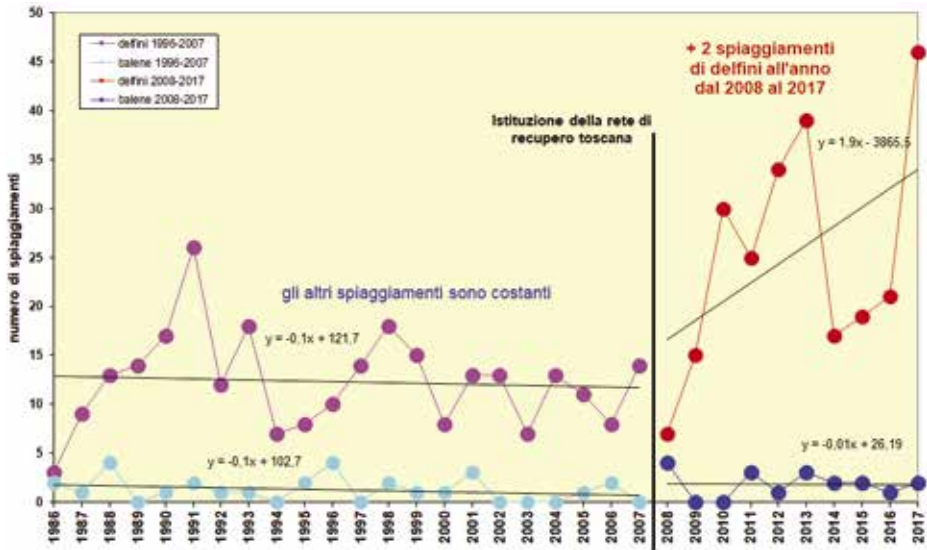


Figura 4 – Trend storico dei ritrovamenti di cetacei in Toscana.
 Figure 4 – Trend of recovered cetaceans in Tuscany area.

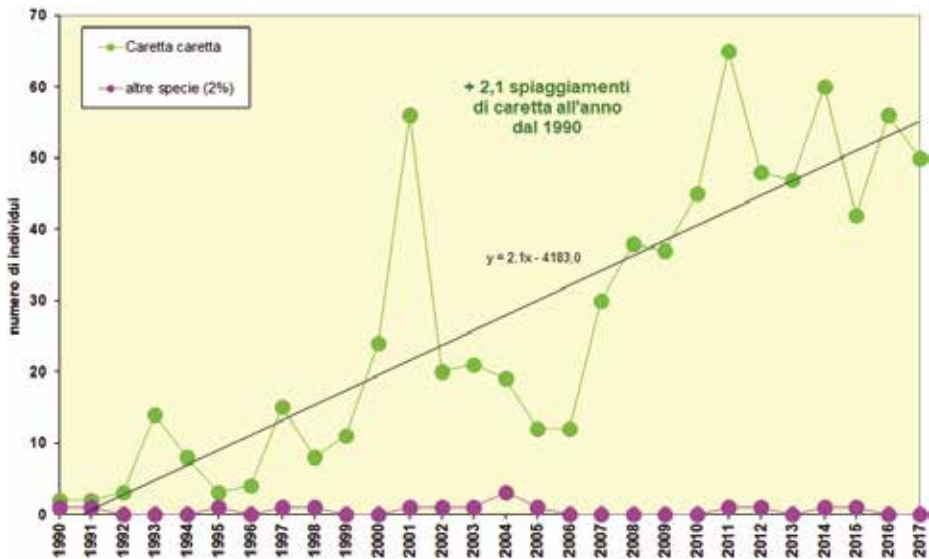


Figura 5 – Trend storico dei ritrovamenti di tartarughe marine in Toscana.
 Figure 5 – Trend of recovered sea turtles in Tuscany area.

È importante sottolineare anche che la Toscana è la regione con il più alto tasso di spiaggiamenti in Italia, così come evidenziato dal report sui dati acquisiti dalla Banca Dati Spiaggiamenti (BDS) nazionale nel 2017. Il numero di spiaggiamenti per regione in senso assoluto non è di per sé molto significativo, in quanto la lunghezza delle coste è molto variabile; l'analisi diventa più interessante se si analizza il numero di spiaggiamenti rapportato ad ogni 100 km di costa: in questo caso si standardizza un valore che diventa 15 individui in Abruzzo (75 km), ad esempio, e 18 in Toscana (250 km), valori tutto sommato non molto diversi tra loro (Fig. 6).

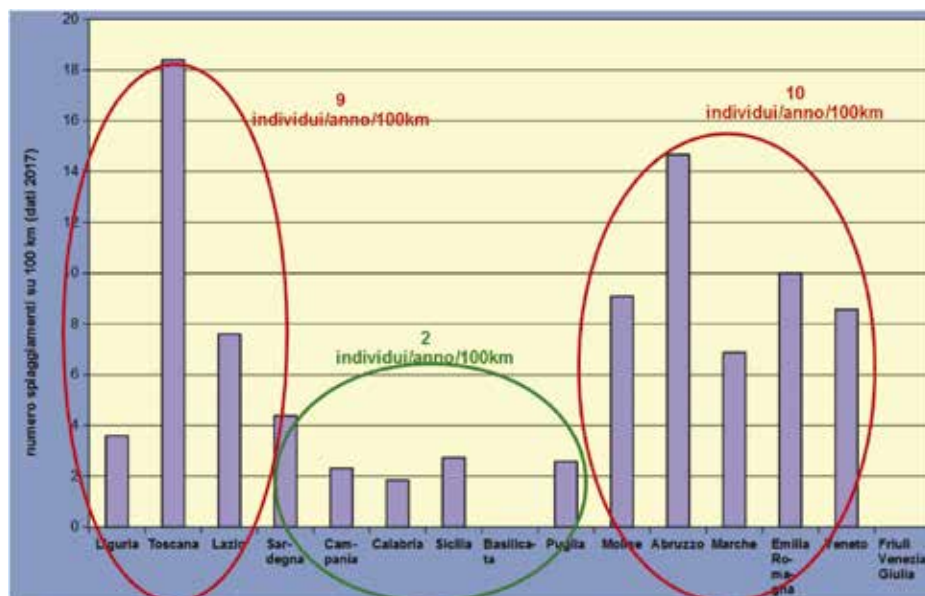


Figura 6 – Spiaggiamenti in Italia nel 2017 (fonte Banca Dati Spiaggiamenti (BDS) nazionale, modificati).

Figure 6 – Italian stranded in 2017 (from national data base, revised).

Questa semplice analisi sembra mostrare l'esistenza di tre diverse zone italiane: Mar Ligure e alto Tirreno con alta densità di spiaggiamenti (9 individui/anno/100 km); alto Adriatico con alta densità di spiaggiamenti (10 individui/anno/100 km); sud Italia con bassa densità di spiaggiamenti (2 individui/anno/100 km). Resta quindi da capire se le due aree, alto Tirreno e alto Adriatico, corrispondano effettivamente ad una reale maggiore concentrazione di cetacei. Relativamente ai pesci cartilaginei si sono registrati in Toscana numerosi avvistamenti, soprattutto a carico di esemplari di grandi dimensioni come lo squalo elefante, la manta o la verdesca. Gli attrezzi da pesca responsabili della cattura di questi pesci sono invece le reti da posta e a strascico, ma anche la canna nelle battute di pesca sportiva d'altura o il palangaro, con cui vengono principalmente catturate specie

pelagiche come la verdesca e lo squalo volpe. Molto spesso comunque non si riesce a conoscere quale sia l'attrezzo da pesca responsabile della cattura di questi pesci.

Da notare, per il 2016 e 2017, un alto numero di catture di verdesche di piccole dimensioni (60÷80 cm) catturate alle Secche della Meloria e alle Secche di Vada; le dimensioni alla nascita per questa specie sono comprese tra 35 e 45 cm. L'apparente trend in crescita di segnalazioni di pesci cartilaginei di grandi dimensioni nella nostra regione non corrisponde ad un reale aumento numerico di queste specie, ma bensì ad una sempre crescente attenzione e sensibilità verso le problematiche legate allo sfruttamento e conservazione di questo gruppo di pesci cartilaginei.

Da quanto esposto emerge come la nostra regione si confermi un'area di alto interesse dal punto di vista della biodiversità marina, dove è necessario continuare auna attività di monitoraggio con impegno sempre crescente.

Bibliografia

- [1] ARPAT. 2013-2018. *L'attività di ARPAT nel monitoraggio dei cetacei, delle tartarughe e dei grandi pesci cartilaginei – anni 2012-2017*. Report ARPAT.
- [2] Centro Studi Cetacei. 1987-2004. *Cetacei spiaggiati lungo le coste italiane. I-XVII. Rendiconti dal 1986 al 2002*. Atti Soc. Ital. Sci. nat. Museo civ. Stor. Nat. Milano.
- [3] Centro Studi Cetacei Onlus e Museo Civico di Storia Naturale di Milano. 2004. *Cetacei spiaggiati lungo le coste italiane. XVIII. Rendiconto 2003*. Atti Soc. Ital. Sci. nat. Museo civ. Stor. Nat. Milano 145/2004(II):425-437.
- [4] Centro Studi Cetacei e Museo di Storia Naturale di Milano. 2006. *Cetacei spiaggiati lungo le coste Italiane. XIX. Rendiconto 2004*. Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civ. Stor. Nat. Milano 147/2006 (I): 145-157.
- [5] Centro Studi Cetacei e Museo di Storia Naturale di Milano. 2006. *Cetacei spiaggiati lungo le coste Italiane. XX. Rendiconto 2005*. Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civ. Stor. Nat. Milano 147/2006 (II): 325-335.
- [6] Centro Studi Cetacei, 2012. *Cetacei spiaggiati lungo le coste italiane. XXI. Rendiconto 2006 – 2010*: 1-23.
- [7] Casalone C., Mazzariol S., Pautasso A., Di Guardo G., Di Nocera F., Lucifora G., Ligios C., Franco A., Fichi G., Cocumelli C., Cersini A., Guercio A., Puleio R., Goria M., Podestà M., Marsili L., Pavan G., Pintore A., De Carlo E., Eleni C., Caracappa S., 2014. *Cetacean strandings in Italy: an unusual mortality event along the Tyrrhenian Sea coast in 2013*. Dis Aquat Org 109: 81-86.
- [8] IZS, 2013. *Spiaggiamento anomalo di cetacei lungo le coste tirreniche-anno 2013*. IZS Piemonte.

IL CORALLIGENO TOSCANO: DISTRIBUZIONE, STRUTTURA DEI POPOLAMENTI E MONITORAGGIO MEDIANTE UTILIZZO DI DIFFERENTI INDICI DI QUALITÀ ECOLOGICA

Luigi Piazzi¹, Carlo Nike Bianchi², Enrico Cecchi³, Paola Gennaro⁴,
Giacomo Marino³, Monica Montefalcone², Carla Morri², Fabrizio Serena⁵

¹Dipartimento Chimica e Farmacia, Università di Sassari, Via Piandanna 4, 07100 Sassari, Italy -
e-mail: lpiazzi@uniss.it, tel: +39 079 228643, fax: +39 079 233600

²Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università di Genova,
Corso Europa 26, 16132 Genova, Italy

³Agenzia Regionale Toscana per la Protezione dell'Ambiente (ARPAT),
Via Marradi 114, 57126 Livorno, Italy

⁴Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA ex ICRAM),
Via di Castel Romano, 100, Roma, Italy

⁵CNR - IAMC, Mazara del Vallo (TP), Italy

Riassunto – Il coralligeno rappresenta uno degli habitat più importanti del Mediterraneo, in termini di estensione, biodiversità, produzione e ruolo nel ciclo del carbonio ed è inserito tra gli indicatori ambientali nell'ambito della *Marine Strategy Framework Directive* rendendo necessario definirne la distribuzione e la qualità ecologica allo scopo di mantenere un buono stato ambientale del sistema marino costiero. Il presente studio vuole riportare la distribuzione dell'habitat a coralligeno nei mari toscani, descriverne la struttura e definirne la qualità ecologica attraverso l'applicazione di differenti indici. Nei mari toscani il coralligeno è risultato ben strutturato e ampiamente distribuito su parete rocciosa tra i 25-30 m e i 50-60 m di profondità. La qualità ecologica è risultata sempre sufficiente, con i valori delle isole più alti rispetto a quelli delle coste continentali.

Abstract – *Coralligenous reefs are one of the main habitat of the Mediterranean Sea for distribution, biodiversity and role in the carbon cycle. Distribution and ecological quality of coralligenous reefs must be assessed under the Marine Strategy Framework Directive. The present work aimed at assess the distribution of coralligenous reefs in Tuscany waters, describing their structure and evaluating their ecological quality through different ecological quality indices. In Tuscany waters, coralligenous reefs are distributed on rocky cliffs between 25-30 m and 50-60 m of depth. The ecological quality resulted always sufficient with values of the indices higher on the islands than on the continental coasts.*

Introduzione

Il coralligeno rappresenta uno degli habitat più importanti del Mediterraneo, in termini di estensione, biodiversità, produzione e ruolo nel ciclo del carbonio (Ballesteros, 2006); nonostante ciò, la legislazione europea per la protezione ambientale si è occupata dei "reefs" a coralligeno solo di recente. Nel 1995 la Convenzione di Barcellona ha inserito il

coralligeno tra gli habitat mediterranei che necessitano di una rigorosa protezione, ma è solo nel 2008 che l'UNEP-RAC/SPA ha elaborato un piano di azione concreto per la sua conservazione e monitoraggio. Nello stesso anno, la *Marine Strategy Framework Directive* ha incluso le concrezioni biogeniche calcaree (habitat coralligeno e letti a rodoliti) tra gli indicatori di integrità dei fondali marini proponendosi di definirne la distribuzione e la qualità ecologica, allo scopo di mantenere un buono stato ambientale del sistema marino costiero.

Nei mari toscani lo studio del coralligeno ha avuto inizio negli anni '80 ma è stato effettuato in modo sistematico a partire dal 2000 da parte di istituti universitari e dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPAT), attraverso programmi di mappatura, campagne di campionamento e studi sperimentali che hanno valutato la risposta dei popolamenti a stress quali l'incremento di sedimentazione e di nutrienti e l'invasione di specie algali alloctone (Piazzi et al., 2004, 2007, 2011, 2016; Balata et al., 2005, 2007a, 2007b; Gennaro e Piazzi, 2011, 2014; Piazzi e Balata, 2011).

Il presente studio vuole riportare la distribuzione dell'habitat a coralligeno nei mari toscani, descriverne la struttura e definirne la qualità ecologica attraverso l'applicazione di differenti indici.

Materiali e metodi

Lo studio ha interessato le isole dell'Arcipelago Toscano (Capraia, Elba, Pianosa, Montecristo, Giglio e Giannutri), alcuni tratti di costa continentale (Livorno, Piombino, Argentario) e le secche del largo di Meloria e Vada.

Le indagini sulla distribuzione sono state effettuate mediante multibeam, sonar a scansione laterale (SSS) e telecamere filoguidate (ROV).

Il campionamento è stato effettuato mediante tecniche visive e fotografiche. In ogni sito di studio sono state campionate 3 aree di circa 2 m² su substrato verticale alla profondità di circa 35 m. In ciascuna area, è stato effettuato un campionamento visivo e sono state acquisite 10 foto su superfici di 0,2 m² ciascuna.

Sono stati applicati tre diversi indici di qualità: ESCA (*Ecological Status of Coralligenous Assemblages*, Cecchi et al., 2014, Piazzi et al., 2017), COARSE (*COralligenous Assessment by ReefScape Estimate*, Gatti et al., 2012, 2015) e ISLA (*Integrated Sensitivity Level of coralligenous Assemblages*, Montefalcone et al., 2017).

Durante il campionamento visivo sono state raccolte informazioni per i tre distinti strati caratterizzanti i popolamenti coralligeni: basale (costituito da organismi incrostanti o con crescita verticale limitata), intermedio (composto da organismi con altezza compresa tra 1 e 10 cm) e eretto (con organismi superiori ai 10 cm in altezza). Per il calcolo dell'indice COARSE, tre descrittori sono stati utilizzati per ciascun strato (Gatti et al., 2012, 2015). Per lo strato basale sono stati considerati: la copertura dei principali popolamenti (feltro algale, alghe incrostanti calcaree e non, animali incrostanti) e del sedimento, l'abbondanza di organismi perforatori e la consistenza della matrice calcarea ottenuta mediante 6 misure di penetrazione. Per lo strato intermedio sono stati considerati: il numero di specie presenti, il numero di organismi calcificati e la presenza di specie di briozoi sensibili. Per lo strato eretto sono stati stimati: la copertura di ciascuna specie, la percentuale di necrosi-epibiosi, la massima altezza degli organismi presenti.

A ciascuno di questi 9 descrittori è stato assegnato un valore tra 1 (minima qualità) e 3 (massima qualità). Per ciascuno strato la qualità ecologica (Q_L) è stata calcolata mediante la formula:

$$Q_L = (X_L \times Y_L \times Z_L) \times k^{(1-n)}$$

dove X_L , Y_L and Z_L sono i valori assegnati ai tre descrittori, k è il massimo valore teorico (3 in questo caso) e n è il numero di descrittori considerati.

La qualità ecologica per ciascun sito (Q) è stata calcolata come valore medio dei tre strati.

Sono state considerate tre classi di qualità ecologica (Gatti et al., 2015): i) cattiva, con $Q \leq 1$; ii) moderata, con $1 < Q \leq 2$; e iii) buona, con $2 < Q \leq 3$.

Attraverso l'uso del software ImageJ, i campioni fotografici sono stati analizzati secondo il metodo del mosaico a *patches* (Cecchi et al., 2014, Piazzini et al., 2017). Il calcolo dell'indice ESCA è stato effettuato mediando i tre valori di EQR (*Ecological Quality Ratio*) ottenuti attraverso la definizione della qualità dei taxa presenti (*sensitivity level*), diversità alpha (numero di taxa o gruppi), diversità beta (eterogeneità dei popolamenti, ottenuta attraverso il calcolo PERMDISP utilizzando il programma PRIMER 6 + PERMANOVA, Anderson et al., 2006). Il valore di *sensitivity level* è calcolato associando ad ogni gruppo o taxon un valore da 1 a 10 sulla base sia della presenza sia dell'abbondanza di ciascun taxon/gruppo. Il valore di *sensitivity level* di un sito è ottenuto come somma algebrica dei valori di *sensitivity level* assegnati a ciascun taxon/gruppo ottenuti per quel sito. Il valore di *sensitivity level* di ciascun taxon/gruppo è riferito alla copertura media del taxon/gruppo calcolata tra tutti i campioni di quel sito.

L'EQR' (*Environmental Quality Ratio*) per ciascun descrittore è calcolato come rapporto tra il valore di EQV (*Environmental Quality Values*) ottenuto nel sito per ciascun descrittore (EQV_{SL} , EQV_{α} , EQV_{β}) e il valore di EQV di riferimento calcolato per ciascun descrittore nei siti di riferimento. L'EQR di ciascun sito di interesse è calcolato come la media tra gli EQR' ottenuti per ciascun descrittore ($EQR_{SL} + EQR_{\alpha} + EQR_{\beta}$)/3. L'EQR di ciascun sito di interesse è stato calcolato come la media tra gli EQR' ottenuti per ciascun descrittore. Ogni sito è stato poi classificato in base alle seguenti cinque classi di qualità ecologica: 0÷0,2 pessima, 0,21÷0,4 cattiva, 0,41÷0,6 moderata, 0,61÷0,8 buona, 0,81÷1 elevata (Piazzini et al., 2017).

L'indice ISLA è stato quantificato come rapporto tra i valori dell'indice calcolati in ciascun sito e quelli del sito di riferimento. Il valore di ciascun sito è stato ottenuto dalla media di *sensitivity level* di ciascun campione, a sua volta calcolato con le stesse metodiche utilizzate per ESCA. Il valore di *sensitivity level* è stato ottenuto mediando la sensibilità al disturbo e allo stress di ciascun taxon/gruppo (Montefalcone et al., 2017).

Risultati

Nella maggior parte dei casi il coralligeno toscano è distribuito su parete rocciosa tra i 25-30 m e i 50-60 m di profondità. Sono state censite scogliere coralligene lungo le

coste rocciose continentali a sud di Livorno, lungo i promontori di Piombino e Monte Argentario, attorno a tutte le isole dell'Arcipelago Toscano e lungo i margini delle secche di Meloria e Vada (Figura 1). I popolamenti sono risultati sempre ben strutturati; nell'isola di Capraia manca ovunque lo strato di gorgonacei.

I valori di ESCA variano da 1 a Montecristo (sito di riferimento per la zona geografica considerata) a 0,65 a Livorno, con i valori più elevati riscontrati sulle isole (Figura 2).

L'applicazione di differenti indici è stata effettuata in 6 località: tutti gli indici hanno mostrato simili pattern evidenziando una maggiore qualità ecologica nei siti dell'Arcipelago (Figura 3).



Figura 1 – Mappa dei siti studiati: ME: secche della Meloria, LI: Livorno, CA: Isola di Capraia, VA: secche di Vada, EL: Isola d'Elba, PI: Isola di Pianosa, GI: Isola del Giglio, MO: Isola di Montecristo, AR: Monte Argentario, GN: Isola di Giannutri, PB: Piombino.

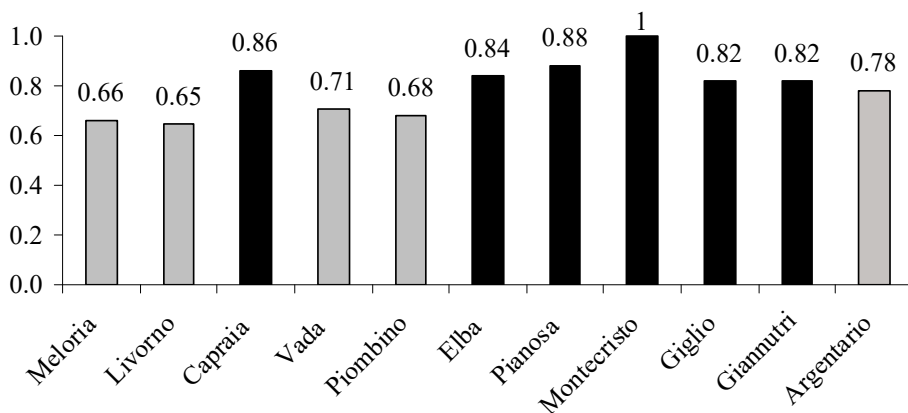


Figura 2 – Valori di ESCA. Grigio= qualità buona; nero=qualità elevata.

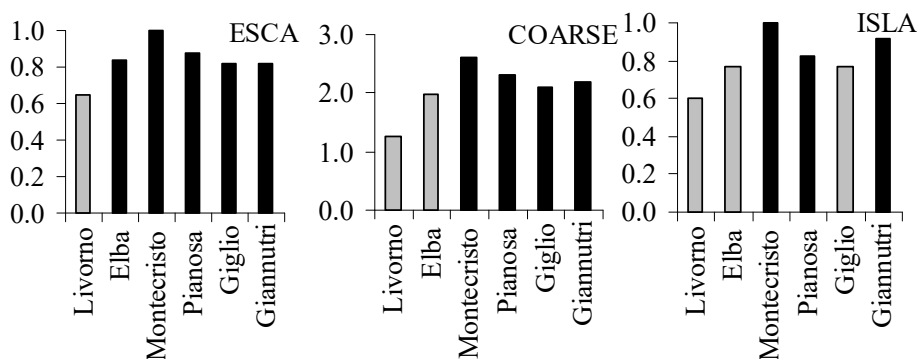


Figura 3 – Confronto tra differenti indici di qualità. Grigio= qualità buona; nero=qualità elevata.

Conclusioni

Nei mari toscani il coralligeno è risultato ampiamente distribuito e ben strutturato. La qualità ecologica è risultata sempre sufficiente, con i valori delle isole più alti rispetto a quelli delle coste continentali. L'utilizzo di differenti indici, testato in modo sperimentale nel presente studio, rappresenta una metodica importante da considerare nei programmi di monitoraggio in quanto gli indici si basano su approcci diversi (ESCA e ISLA sono costruiti a partire da un approccio biocenotico, COARSE da un approccio paesaggistico). I vari indici possono quindi evidenziare effetti di stress di differente origine e il loro utilizzo contemporaneo può permettere di ottenere la qualità ecologica del coralligeno in relazione a differenti pressioni antropiche così come richiesto dalle direttive europee.

Bibliografia

- [1] Anderson M.J. 2006. *Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions*. Biometrics, 62: 245-253.
- [2] Balata D., Piazzì L., Cecchi E., Cinelli F. 2005. *Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in sediment deposits*. Marine Environment Researches, 60: 402-421.
- [3] Balata D., Piazzì L., Bulleri F. 2007a. *Increase of sedimentation in a subtidal system: effects on the structure and diversity of macroalgal assemblages*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 351: 73-82.
- [4] Balata D., Piazzì L., Benedetti-Cecchi L. 2007b. *Sediment disturbance and loss of Beta Diversity on subtidal rocky reefs*. Ecology, 88: 2455-2461.
- [5] Ballesteros E. 2006. *Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge*. Oceanography and Marine Biology – An Annual Review, 44: 123-195.
- [6] Cecchi E., Gennaro P., Piazzì L., Ricevuto E., Serena F. 2014. *Development of a new biotic index for ecological status assessment of Italian coastal waters based on coralligenous macroalgal assemblages*. European Journal of Phycology, 16: 1709-1717
- [7] Gatti G., Montefalcone M., Rovere A., Parravicini V., Morri C., Albertelli G., Bianchi C.N. 2012. *Seafloor integrity down the harbor waterfront: the coralligenous shoals off Vado Ligure (NW Mediterranean)*. Advances in Oceanography and Limnology, 3(1): 51-67.
- [8] Gatti G., Bianchi C.N., Morri C., Montefalcone M., Sartoretto S. 2015. *Coralligenous reefs state along anthropized coasts: Application and validation of the COARSE index, based on a rapid visual assessment (RVA) approach*. Ecological Indicators, 52: 567-576.
- [9] Montefalcone M., Morri C., Bianchi C.N., Bavestrello G., Piazzì L. 2017. *The two facets of species sensitivity: stress and disturbance on coralligenous assemblages in space and time*. Marine Pollution Bulletin, 117: 229-238.
- [10] Piazzì L., Balata D. 2011. *Coralligenous habitat: patterns of vertical distribution of macroalgal assemblages*. Scientia Marina, 75: 399-406.
- [11] Piazzì L., Balata D., Pertusati M., Cinelli F. 2004. *Spatial and temporal variability of Mediterranean macroalgal coralligenous assemblages in relation to habitat and substrate inclination*. Botanica Marina, 47: 105-115.
- [12] Piazzì L., Gennaro P., Balata D. 2011. *Effects of nutrient enrichment on macroalgal coralligenous assemblages*. Marine Pollution Bulletin, 62: 1830-1835.
- [13] Piazzì L., La Manna G., Cecchi E., Serena F., Ceccherelli G. 2016. *Protection changes the relevancy of scales of variability in coralligenous assemblages*. Estuarine Coastal and Shelf Sciences, 175: 62-69
- [14] Piazzì L., Gennaro P., Cecchi E., Serena F., Bianchi C.N., Morri C., Montefalcone M. 2017a. *Integration of ESCA index through the use of sessile invertebrates*. Scientia Marina, 81: 283-290.
- [15] Piazzì L., Bianchi C.N., Cecchi E., Gatti G., Guala I., Morri C., Sartoretto S., Serena F., Montefalcone M. 2017b. *What's in an index? Comparing the ecological information provided by two indices to assess the status of coralligenous reefs in the NW Mediterranean Sea*. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 27: 1019-1100.

PLANT COVER DYNAMICS AFTER MORPHOLOGICAL AND ECOLOGICAL REDEVELOPMENT OF THE DUNE SYSTEM OF THE STERPAIA BEACH (PIOMBINO, LI)

Elena Tondini¹, Leonardo Lombardi², Michele Giunti², Gianni Bedini³

¹Scuola Superiore Sant'Anna – Istituto Scienze della Vita, Via Rinaldo Piaggio, 34
56025 Pontedera (PI) Tel: 050 883421 mail: elena.tondini@santannapisa.it

²Nemo s.r.l.

³Dipartimento di Biologia, Università di Pisa

Abstract – In 2012, the degraded dunal system of Sterpaia Coastal Park (Piombino, Li), affected by intense coastal erosion and heavy summer tourism, underwent a 3-year long restoration project. The aim was to restore the morphological and ecological aspects of the dunal system and it was implemented by innovative bioengineering techniques and native plants restocking. 70 plots were planted with seedlings of four herbaceous species (*Pancreatium maritimum*, *Ammophila arenaria*, *Elytrigia juncea* and *Eryngium maritimum*). The aim of the present study is to monitor the effectiveness of the restoration project. Results show an increase of total cover and a decrease of biodiversity due to the disappearance of ruderal and synanthropic species; the communities inside the plots have evolved from an indefinite mosaic of ruderal, cosmopolitan, retrodunal, and pioneer species towards a more definite composition resembling the embryonic shifting dunes described in the Habitat Directive (92/43/CEE), showing the effectiveness of the restoration project.

Riassunto – Il Sistema dunale di Sterpaia (Piombino, Li) risultava fortemente degradato a causa della forte erosione costiera e del turismo estivo. Nel 2012 è stato realizzato un progetto di ripristino morfologico ed ecologico tramite l'uso combinato di tecniche innovative di ingegneria naturalistica e di ripopolamento di specie autoctone. Il ripopolamento è stato effettuato impiantando 14500 individui di varie specie in 520 celle. 25 individui di *Pancreatium maritimum*, *Ammophila arenaria*, *Elytrigia juncea* ed *Eryngium maritimum* sono stati impiantati in 70 celle posizionate sul fronte della duna embrionale. Lo scopo del presente studio è stato quello di valutare l'efficacia del progetto di ripristino. I risultati mostrano un incremento della copertura totale nei tre anni successivi alla fine del progetto, unito a una diminuzione della ricchezza specifica e del numero di specie dovuta alla scomparsa di specie ruderali e sinantropiche. Le comunità all'interno delle celle si sono evolute da un mosaico indefinito di specie ruderali, sinantropiche, retrodunali e pioniere verso una composizione più simile a quella descritta per le dune mobili embrionali nella Direttiva Habitat (92/43/CEE), mostrando l'efficacia del progetto di ripristino.

Introduction

In the last century, 70 % of Mediterranean sandy dunes has been lost mainly due to urbanization, development of tourism and erosion [1], moreover the few survived dunal

systems are in a bad or inadequate conservation status [11].

Coastal sandy dunes are listed under the Annex I of the Habitat Directive as Habitats of Community interest, three of which are defined Priority Habitats [2]. In addition to their biodiversity importance, sandy dunes have high socio- economical value since they provide several important ecosystemic services such as natural hazard regulation and water storage [10]. The coastal ecosystems services are estimated to be worth 10.6 trillion US\$ annually out of a total 33 trillion US\$ provided by all ecosystems [8].

Since habitat loss and degradation could affect ecosystemic services provisioning, effective tools to conserve and restore dunal system are urgently required [15].

During the last century, this issue has been mainly addressed by coastal defence structures such as groins, breakwaters and artificial reefs. These structures act as “hard” defences and may have several impacts on dunal environment, causing erosion in adjacent areas [16].

In recent years “soft” management actions have been implemented, aiming at providing protection and improving sand accumulation. In particular the use of natural materials degrading over time helps lowering the impact [12].

Most of these soft management action consists in wooden fences and sand trappers for improving sand accumulation, installation of elevated wooden walkway and revegetation, mainly with *Ammophila arenaria*.

The restoration project “Ripristino morfologico del sistema dunale e retrodunale del Golfo di Follonica nel tratto compreso fra Torre del Sale e Torre Mozza”, was performed in 2012 in the South of Livorno province on the dunal system of Sterpaia, that appeared highly damaged.

The area is subjected to high anthropic pressure since the Sterpaia beach is a well-known touristic area. The presence of beach facilities and the mechanical beach cleaning system are the main cause of the organic debris and pioneer species removal. Tourists walking from the parking lots to the beach caused the formation of pathways where psammophytes could not grow. These problems, together with marine erosion, led to a strong degradation of the dunal system: first parts of the zonation were absent, and the front of the embryotic dunes was not protected. *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth and *Elytrigia juncea* (L.) Nevski subsp. *juncea* were the most abundant species, while *A. arenaria* was scarcely represented, furthermore, the alien species *Carpobrotus acinaciformis* (L.) L. Bolus was dominant in some areas [5].

The restoration project performed on the Sterpaia dunal system was implemented based on soft management approach and according to environmental and economical sustainability principles.

The design of these interventions took into account both the morphology of the damaged dunes and the cause of degradation of each part of the dunal system, so that 11 different innovative techniques were applied on 10 km of dunes.

After *Carpobrotus acinaciformis* eradication, 14500 individuals of local species have been implanted in order to stabilize the dunes [21]. 3500 individuals of *Pancreaticum maritimum* L., *Eryngium maritimum* L., *Ammophila arenaria* (L.) Link subsp. *arundinacea* H.Lindb. and *Elytrigia juncea* (L.) Nevski subsp. *juncea* have been implanted inside 70 plots on embryonic shifting dunes. Plots consisted in a fenced quadrat of 4 m². Fences had a protecting role, preventing trampling and increasing sand accumulation, while shielding the young plants from salty winds.

The aim of the present study is to monitor the effectiveness of the restoration project by analysing: 1) temporal changes in floristic composition inside the plots; 2) the relative contribution of *P. maritimum*, *E. maritimum*, *A. arenaria* and *E. juncea* to current floristic composition.

Material and methods

Data collection

In order to evaluate the plant cover and composition dynamic after the restoration project, the dunal system of Sterpaia has been monitored for three years.

Data refer to the periods of 2014, 2015 and 2016 (May – June). In each plot, we evaluate, the number of survived individuals and the coverage of *Pancreatium maritimum*, *Eryngium maritimum*, *Ammophila arenaria* and *Elytrigia juncea*. Furthermore, we compile a floristic list of all the species that spontaneously colonized the plots. The presence dominance of each species is estimated independently for each plot using the Braun-Blanquet scale [3].

Life form and chorological type is assessed for all the species. Data were extracted from Pignatti [18], with modifications [6]. The chorological and biological spectra are calculated for each year.

We compare the inside of the plots with the outside in order to assess if the reintroduction of *E. maritimum*, *P. maritimum*, *E. juncea* and *A. arenaria* influenced the current floristic composition of the plots. In June 2016, we performed a survey on 12 plots and adjacent areas in the eastern part of the study area. The cover of each species is evaluated by using a quadrat with a grid of 100 cm². Data are collected both inside the plot and in an area of the same size adjacent to the plot itself.

Data analysis

Total cover, species richness and the Shannon Index is calculated for each plot. We compare the plots total cover and species richness of each of the three years by performing a Friedman test, since the data did not meet the assumptions needed to apply parametric tests. Repeated Measure ANOVA is performed on Shannon index data. We calculate the biological and chorological spectra for each year and we evaluate how the cover of each species changed over time throughout a sign test between the 2014 and 2016 data.

The survival rate of the four implanted species is determined for each of the reintroduced species using the formula (1)

$$\text{survival rate} = \left[\frac{\text{n}^\circ \text{ of survived individuals}}{\text{n}^\circ \text{ of implanted individuals}} \right] * 100 \quad (1)$$

A similar analytic method is applied to compare the inside and the outside of the plots: species richness, total cover and Shannon index are calculated for each pair (inside the plot – adjacent area) and then compared with a Friedman test. Chorological and biological spectra for both the inner and the outer part of the plots are calculated and compared.

Results

Total cover changes significantly over time ($p < 0,001$), the post-hoc test revealed a significant difference between 2014-2015 and 2014-2016. The median increases from 5,75 in 2014, to 37,02 in 2016. Significant decrease is detected over time for species richness ($p < 0,01$) and Shannon Index ($p < 0,001$). We recorded 67 species across the three years sampling period, 56 species were recorded in 2014, 53 in 2015 and 46 in 2016.

Cover of *Anthemis maritima* L. subsp. *maritima*, *Catapodium balearicum* (Willk.) H. Scholz., *Centaurea sphaerocephala* L. subsp. *sphaerocephala*, *E. juncea*, *P. maritimus*, *Silene colorata* Poir. and *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth significantly increase over time, while *Euphorbia peplus* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Kali turgida* (Durmort.) Gutermann, *Lysimachia arvensis* L. U.Manns & Anderb. and *Cynodon dactylon* (L.) Pers. significantly decrease over time ($p < 0,001$).

E. maritimum, *E. juncea* and *P. maritimum* show an increase in cover over three years ($p < 0,001$) and a good survival rate (Figure 1). On the other hand, *A.arenaria* survival rate is markedly lower than the other planted species and does not display significant cover increase over time.

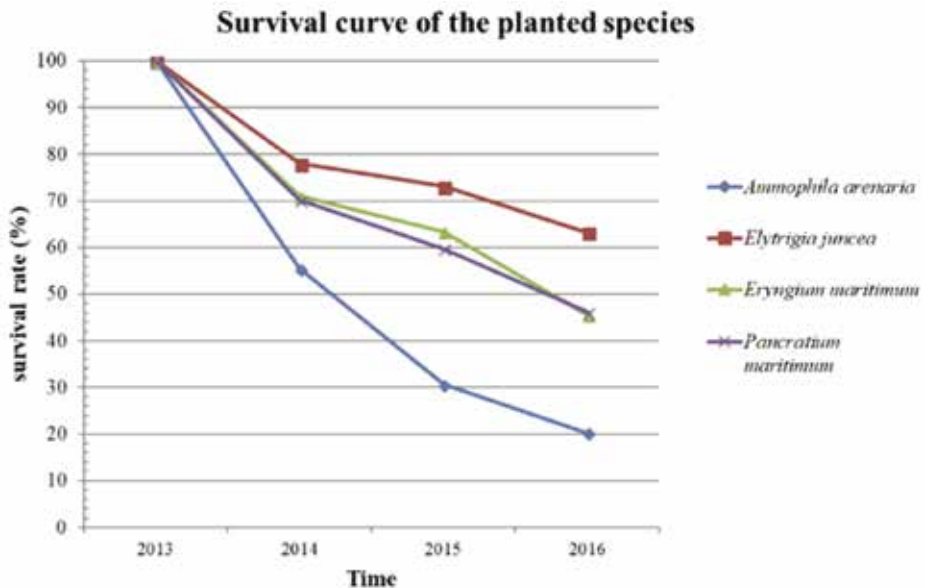


Figure 1 – Survival curve of *Ammophila arenaria*, *Elytrigia juncea*, *Eryngium maritimum* and *Pancratium maritimum* over four years.

The analysis of the corological spectra shows an increase of euri-mediterranean and steno-mediterranean species and a decrease of broadly distributed species. The

biological spectrum shows that the percentage of therophyte decreases over time, while the percentages of hemicryptphyte and geophyte increase (Figure 2).

The comparison between the inner and the outer part of the plots reveals no significant differences in the cover, while both species richness and Shannon index ($p < 0,001$) changes significantly. *E. maritimum*, *A. arenaria* and *P. maritimum* show higher cover inside the plot while *E. juncea* cover does not show significant differences. Floristic composition and cover of other spontaneous species does not differ inside and outside the plots. These results are confirmed by the chorological and biological spectra, that appear similar.

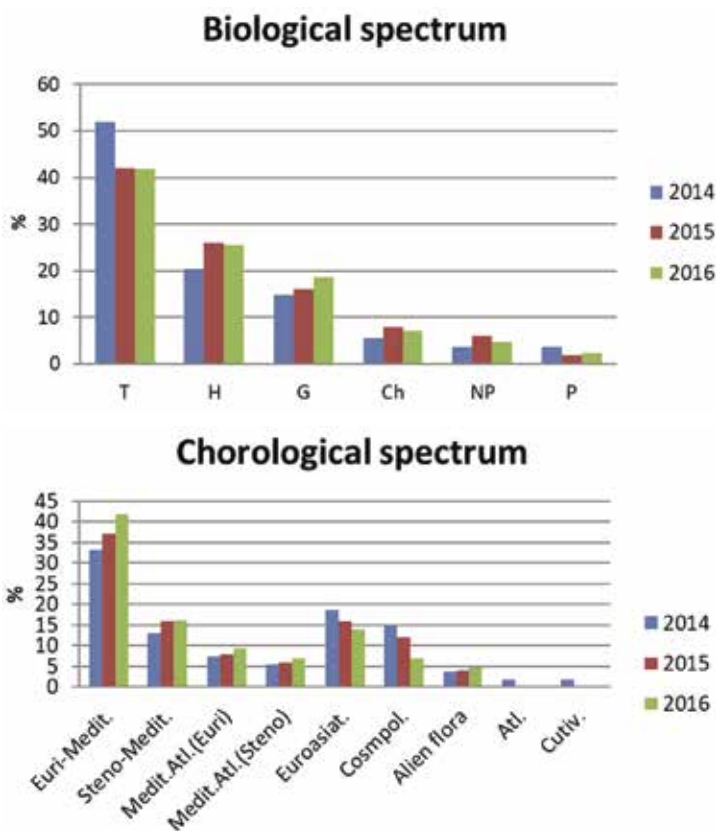


Figure 2 – Chorological and biological spectra of 2014, 2015 and 2016.

Discussion

Results showing an increase in total coverage and a decrease in species diversity and Shannon Index are consistent with vegetation recovery after a restoration project [14].

The species richness decrease is mainly caused by the disappearance of ruderal and synanthropic species.

The analysis of the variations in the floristic composition, together with the changes in the chorological spectra, reveals that the relative abundance of dunal species increased over time, while cosmopolitan and eurasian species decreased. In addition the number of exotic species seems lower than expected for similar habitats [13]. These results show that after the restoration project, dunal species are becoming more competitive, and therefore suitable conditions for their growth are re-established.

Analysis of the biological spectra show that therophyte abundance has decreased while perennial species abundance has increased: *Kali turgida*, *Cakile maritima*, *Euphorbia peplis* and *Raphanus raphanistrum*, that are commonly found along the drift line, declined. On the other hand, *Anthemis maritima*, *Pancratium maritimum*, *Sporobolus virginicus*, *Elytrigia juncea* and *Eryngium maritimum* increased. These perennial species are commonly found on embryonic shifting dunes and white dunes [19].

In 2014, plot supported ruderal and synanthropic species as well as species that are commonly found along the drift line and on both embryotic and white dunes. Indeed, the area showed a mosaic of different communities instead of the typical dunal zonation. Results revealed that in 2016 vegetation reached a partial resemblance with the reference habitat (2110 embryotic shifting dunes of the Habitat Directive [2]). Indeed *E. juncea*, *E. maritimum*, *S. virginicus*, *A. maritima* and *M. marina*, that are diagnostic species for the 2110 Habitat, were the most abundant species inside the plots. On the other hand, few species like *Catapodium balaricum*, *Centaurea sphaerocephala*, *Silene colorata* and *Vulpia fasciculata* that are frequent on the backdune [2] were registered on the embryotic dunes in 2016. The presence of this species within this habitat may show that the process, leading to a well-defined zonation, is still ongoing.

The repopulation showed good results both in terms of survival rate and an increase in cover already after three years from the restoration project, in accordance with similar studies conducted in Spain [9]. However, *Ammophila arenaria* showed low survival rate (20,19 % of survived individuals in 2016). Similar data were reported by Zuccarini [22] but are in contrast with other studies, where the registered survival rate was 66 % [7]. It is likely that the local conformation of the dunes does not allow the establishment of *A. arenaria*, since the dunal system is very narrow in some areas of Sterpaia. The sites where *A. arenaria* was planted may not be sufficiently far from the sea or do not enable adequate sand accumulation for this species survival [4].

The comparison between the inner and the outer part of the plots reveals the high efficacy of the repopulation. *E. maritimum*, *A. arenaria* and *P. maritimum*. *E. juncea* cover was comparable inside and outside of the plots, probably due to the high presence of this species even before the restoration project [5]. In addition, these species may have propagated quickly from the implanted individuals thanks to their high germination ability [7] and the fast growth of their rhizomes [17].

The cover of most of the species that occurred spontaneously in the plots, is similar between the inside and the outside of the plots. While the higher species richness and Shannon Index value registered inside the plots can be explained by the presence of the four planted species inside the plots.

Conclusions

Anthropogenic factors, coastal erosion and sea level rise are threatening Mediterranean coastal dunes, indeed conservation and restoration tools are required [15].

This work reveals that the restoration project implemented on the dunal system of Sterpaia (Piombino, Li) achieved good results on vegetation recovery, both quantitatively and qualitatively. These results show the effectiveness of the combination of bioengineering techniques and revegetation with autochthonous species against dune degradation. *A. arenaria* is widely used in restoration projects, mainly due to its rhizome system that is involved in sand stabilization and dune formation [22]. This case study shows that *E. maritimum*, *P. maritimum* and *E. juncea* performed better than *A. arenaria*, demonstrating that the species used for revegetation must be chosen based on local conditions. Nevertheless, survived *A. arenaria* individuals increased their cover, creating propagation sources from which this species may expand when suitable conditions will be restored.

References

- [1] Aminti P. and Pranzini E. (eds) - *La difesa dei litorali in Italia*, (1993), Edizioni delle autonomie, Roma
- [2] Biondi E. and Blasi C. - *Manuale italiano di interpretazione degli Habitat della direttiva 92/43/CEE*. (2009) Available: <http://vnr.unipg.it/habitat/>. Accessed Dec 2016
- [3] Braun – Blanquet J.- *Plant sociology* (1932), McGraw-Hill Book Co., New York
- [4] Caniglia G., Casetta D., Nascimbeni P. and Pizzinato C. - *Aspetti del dinamismo della vegetazione nell'edificazione di un sistema dunoso artificiale (Venezia – Cavallino)*. Atti conv. International Ass. for Environmental Design, La progettazione ambientale nei sistemi costieri, 1998
- [5] Carta A. - *L'ambiente dunale della Sterpaia (Piombino- Follonica): aspetti botanici ed ecologici*. Thesis (2005), Department of Biology, University of Pisa
- [6] Croce A., Nazzaro R. E Strumia S. - *La flora dei laghi di Corree e di Vairano (Caserta, Italia)*. Inform Bot Ital (2011) 43 (2), 173-184
- [7] De Lillis M., Costanzo L., Bianco P.M. and Tinelli A. - *Sustainability of sand dune restoration along the coast of the Tyrrhenian sea*. J Coast Conserv (2004) 10, 93-100
- [8] Doody J.P. - *Sand dune conservation, management and restoration*, (2013) Springer
- [9] Escaray F.J., Rosique F.J.C., Scambato A.A., Bilenca D., Carrasco P., Matarredona A.V., Ruiz O.A. and Mene'ndez A.B. - *Evaluation of a technical revegetation action performed on foredunes at Devesa de la Albufera, Valencia, Spain*. Land Degrad Dev (2010) 21 (3), 239–247
- [10] Everard M., Jones L., Watts B. - *Have we neglected the societal importance of sand dunes? An ecosystem services perspective*. Aquat Conserv: (2010) 20, 476-487
- [11] Genovesi P., Angelini P., Bianchi E., Dupré E., Ercole S., Giacanelli V., Ronchi F., Stoch F.(eds) - *Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend.*, (2014) ISPRA, Serie Rapporti, 194/2014
- [12] Gómez-Pina G., Muñoz-Pérez J.J., Ramírez J.L. and Ley C. - *Sand dune management problems and techniques, Spain*. J Coast Res (2002) 36 (1), 325-322

- [13] Izzi C.F., Acosta A., Carranza M.L., Ciaschetti G., Conti F., Di Martino L., D’Orazio G., Frattaroli A., Pirone G. e Stanisci A - *Il censimento della flora vascolare degli ambienti dunali costieri dell’Italia centrale*. Fitosociologia (2007) 44 (1): 129-137
- [14] Landi M., Ricceri C. e Angiolini C. - *Evaluation of dune rehabilitation after 95 years by comparison of vegetation in disturbed and natural sites*. J Coast Res (2012) 28 (5), 1130–1141
- [15] Martínez, M.L., Hesp, P., Gallego-Fernández, J.B. - *Coastal dunes: human impact and need for restoration*. In: Martínez, M.L., Gallego-Fernández, J.B., Hesp, P.A. (Eds.), *Restoration of Coastal Dunes* (2010), Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- [16] Paganelli D., La Valle P., Ercole S., Teofili C. and Nicoletti L. - *Assessing the impacts of coastal defense structures on habitat types and species of European interest (92/43/EC): a methodological approach*. J Coast Res (2013) (S.I) 65:1009-1014.
- [17] Pignatti S.– *La funzione ecologica delle dune*. Atti del convegno: Sos dune, stato problemi, interventi e gestione, Roma, Ottobre 2009, 15-29
- [18] Pignatti S. - *Flora d’Italia*, (1984) Edagricole, Bologna
- [19] Prisco I., Acosta A.T.R. and Ercole S. - *An overview of the Italian coastal dune EU Habitats*. Annali di Botanica (2012) 2, 39-4
- [20] Van der Laan, D., Van Tongeren, O.F.R., Van der Putten, W.H. and Veenbaas, G. - *Vegetation development in coastal foredunes in relation to methods of establishing marram grass (*Ammophila arenaria*)*, J Cost Conserv (1997), 3: 179-190.
- [21] Wolfe S., Nickling W.G. - *The protective role of sparse vegetation in wind erosion*. Progr Phys Geo (1993) 17(1), 50-68
- [22] Zuccarini P., Aguilera A. and Bedini G. - *Spatial and temporal variation of community composition and species cover following dune restoration in the Devesa de Albufera (Valencia, Spain)*. Plant Biosyst (2016) 150 (4), 809-820.

A NEW LIFE FOR THE DREDGED SEDIMENT OF LEGHORN HARBOR: FROM WASTE TO FOOD PRODUCTION

Francesca Tozzi^{1*}, Simona Pecchioli¹, Valter Nencetti¹, Enzo Picardi¹,
William Antonio Petrucci¹, Giancarlo Renella¹, Anna Lenzi¹, Cristina Macci²,
Serena Doni², Grazia Masciandaro², Edgardo Giordani¹

¹ DISPAA- Department of Agri-Food Production and Environmental Science (Firenze)

² ISE-CNR – National Research Council, Institute of Ecosystem Study (Pisa)

*DISPAA- Department of Agri-Food Production and Environmental Science - Viale delle Idee, 30 -
50019 Sesto Fiorentino (FI) – Italy, 0554574064, e-mail: Francesca.tozzi@unifi.it

Abstract – The aim of the LIFE Hortised project was to evaluate the suitability of remediated dredged sediment as substrate for the production of safe food crops. Sediment dredged from Livorno port was phyto-remediated and subjected to landfarming. Landfarmed sediments were used alone or mixed with peat-based substrate to obtain the following growing media: TS100 (sediments only), TS50 (50 % sediment, 50 % peat-based substrate v/v) and TS0 (peat-based substrate only), taken as control treatment. For the trials three plants species have been chosen (lettuce, strawberry and pomegranate). During landfarming and trials, chemical-physical parameters, the presence of heavy metal and organic pollutants within the substrates were periodically measured. Plant growth and productivity was monitored, while, at the end of the plant cycle, inorganic and organic pollutants were analysed across the plant tissue. Moreover, on the edible part of the plant, nutraceutical and qualitative analysis was performed. Landfarming process were able to improve the biochemical-functional proprieties. A very low concentration of organic pollutants was detected only in TS100 substrate. Thus, lettuce, strawberry and pomegranate grew and the edible product had comparable characteristics to those gathered with the traditional peat substrate: in terms of quantity, quality and food safety.

Riassunto – Il progetto LIFE Hortised ha lo scopo di dimostrare l'idoneità di sedimenti portuali ad essere utilizzati come substrato di crescita per colture a scopo alimentare. I sedimenti, sono stati dragati dal porto di Livorno, fitorimmediati e sottoposti a landfarming. Successivamente i sedimenti sono stati riutilizzati come substrato di crescita, da soli o miscelati con terriccio a base di torba in modo da ottenere tre trattamenti: TS100 (solo sedimento), TS50 (50 % sedimento, 50 % terriccio a base di torba v/v) e TS0 (solo terriccio a base di torba) come trattamento di controllo. Parametri chimico-fisici, contaminanti organici e inorganici sono stati monitorati durante il processo di landfarming e durante le prove dimostrative. Lattuga, fragola e melograno sono state scelte per la dimostrazione: in particolare è stato valutato la crescita, la produttività ed in particolare la qualità e sicurezza alimentare dei frutti. I risultati dimostrano che il landfarming ha migliorato le proprietà biochimiche del sedimento e ridotto la carica contaminante. Infatti, soltanto il sedimento puro (TS100) presentava una leggera contaminazione di tipo organica. Non sono stati riscontrati effetti fitotossici e le piante hanno fornito prodotti non contaminati e con caratteristiche qualitative simili al trattamento di controllo.

Headings: Dredge sediment, heavy metal, organic pollutant, food crop, circular economy.

Introduction

Sediments are dredged annually from ports, harbors and waterways to guarantee free navigation and docking, prevent floodings. Dredged sediments, with pollutants concentration beyond the permissible threshold (e.g. D.lgs 152/2006) have to be decontaminated to be re-use. Otherwise, dredged sediments, being classified as “waste”, undergo to a non-appropriate intervention, stored in landfills. The technologies available for sediment decontamination meet practical barriers since the chemical and physical sediment characteristics such as the high salinity, the bulk density, the elevated level of pollutants, impede their use on a large scale.

In this context, phytoremediation has a high chance of acceptance by the public, since it can be cost-effective, socially acceptable, and feasible to provide a natural management option. Accordingly, in previous study [1] polluted sediments have been decontaminated using plants and associated microorganism and turned into a product with characteristics suitable for environmental and agronomical re-use.

In Europe, the nursery production, relying on the use of peat-based growing media, is considered no more sustainable due the peatland overexploitation and the high cost of extraction and transport. Moreover, the use of peat is becoming limiting because the implementation of the environmental protection policy established by the major peat producing countries of Northern Europe [3].

Hence, from one side, massive amounts of polluted sediments are left untreated, stored in landfills, or handled in a non-cost-effective way, while soils are overexploited to allow the matching of the demand for soil in nursery activity, causing loss of agricultural soil. In Europe, the use of dredged sediments as plant substrate is currently not practiced since the main concerns are related to the presence of pollutant within the sludge or sediment, that may accumulate in the edible plant parts, posing several food safety concerns.

The HORTISED project (LIFE14 ENV/IT/000113) aim was to demonstrate the suitability of dredged remediated sediments to be used as constituents of peat-free growing media in horticulture. We used sediment dredged from Leghorn port, which is recognized as one of the most polluted Italian ports, being officially classified as SIN (National Priority Interest Polluted Site). Although sediments were phyto-remediated adopting the AGRIPORT technique, they still contained a level of contamination slightly above the admissible threshold indicated by the Italian law. The object of this work was to verify the performance of dredge sediment, partially remediated as still retained pollutants, when re-used as a “techno” substrate for growing a food crop species. Dredged sediment was tested alone and partially mixed with peat-based commercial substrate as growing media to growth lettuce, strawberry and pomegranate plant.

Materials and methods

Polluted marine sediments, dredged from Leghorn port in the period of 2008-2009, were phyto-remediated in a confined facility using plants and associated

microorganisms, as described by Masciandaro et al., [1]. Then, remediated sediment was subjected to three months of landfarming, a bioremediation technology, consisting in the periodical sediment aeration and irrigation. The landfarmed sediment was used alone or mixed with peat-based commercial substrate (PBCS) to obtain the subsequent plant substrates: TS100 (100 % sediment only), TS50 (50 % sediment and 50 % PBCS v/v) and TS0 (100 % PBCS only), taken as control treatment. On sediment and substrates, electrical conductivity (EC) and pH were measured in 1:10 (w:v) aqueous solution. Total organic carbon (TOC) and nitrogen (TN) were determined by dry combustion with a RC-412 multiphase carbon and FB-528 protein/nitrogen determinator (LECO corporation). Hydrolytic enzyme activities were measured according to Marx et al., [4]. The BioTox assays were determined according to Mattei et al., [5]. For total elements determination, sediments were measured after acid digestion with hydrogen peroxide-nitric acid (v/v 1:3) in microwave while plant tissues were digested with nitric acid. Then the element determination was performed with ICP (Liberty AX, Sequential ICP-OES; Varian).

Demonstration plots were established at the Department of Agri-Food Production and Environmental Sciences (DISPAA) (Florence) where lettuce, strawberry and pomegranate were chosen for the demonstration and allowed to grow in pots containing the three treated substrates. For each plant species, growth, productivity and phenology was monitored to evaluate the general physiological status and detect eventual stresses. At growth ended, plants were harvested and analysed for heavy metal and organic pollutants content according to EPA methods to evaluate absorption and translocation across the plant tissues. The toxicological impact and the human exposure that would result from the consumption of food products obtained on remediated dredged sediment were assessed through the calculation of the estimated dietary intake (EDI) and health risk index (HRI) according to Khan et al., [6] and Jan et al., [7]. The estimated dietary intake index (EDI and HRI) were based according to the metal concentration on a fresh basis found for leaf of plant grown on each substrate and the mean of food intake for adults [8]. The EDI were compared to the tolerable upper intake level (UL) [9]. When UL was missing, the EDI were compared to the reference oral dose (RfD) [10].

Results

Characterization of the sediment during landfarming. Table 1 reports the chemical, physical and ecotoxicological parameters before and at the end of landfarming process. The bulk density and electrical conductivity were significantly reduced, while no variations were observed for pH. The total content of C, N and P were significantly decreased, whereas the enzymatic activities had values statistically higher than those observed before the landfarming. Taking into account organic pollutants, a decreasing of about 28 % were found regarding heavy hydrocarbons (C>12), while a little but not significant reduction was observed for the more recalcitrant organic pollutants such as polycyclic aromatic hydrocarbon (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs). The BioTox assay displayed a total absence of toxicity of the dredged sediments along landfarming process, with averages values below 20 % of the threshold standard values.

Table 1 – Physical and chemical characterization of dredged sediment before and after landfarming. Different subscripts indicate significance differences ($p < 0.05$) among mean values.
Tabella 1 – Caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti dragati prima e dopo il landfarming. Lettere differenti indicano differenze statistiche ($p < 0.05$) tra le medie.

Parameters	Before landfarming	Landfarmed sediment
Bulk density (g cm^{-3})	1.29 ± 0.12^a	1.08 ± 0.12^b
pH	8.16 ± 0.06^a	8.01 ± 0.09^a
EC (dS m^{-1})	0.45 ± 0.09^a	0.29 ± 0.04^b
Total N (%)	0.18 ± 0.01^a	0.13 ± 0.01^b
Total P (mg kg^{-1})	577 ± 33^a	450 ± 45^b
Total C (%)	2.3 ± 0.07^a	1.9 ± 0.02^b
Dioxygenase ($\text{mg p-NP kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	3.3 ± 0.8^b	10.6 ± 0.9^a
Arylesterase ($\text{mg p-NP kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	129 ± 30.3^b	259 ± 43.2^a
Hydrocarbons > 12 (mg kg^{-1})	286 ± 26^a	207 ± 3.8^b
PAHs (mg kg^{-1})	53.8 ± 11^a	49.2 ± 5.3^a
PCB (mg kg^{-1})	0.04 ± 0.00^a	0.03 ± 0.00^a
BioTox Inhibition (%)	18.6 ± 1.1^a	13.5 ± 2.1^b

Characterization of plant substrates. Table 2 reports the main chemical characteristics of the investigated substrates where TS50 and TS100 substrate showed a sub-alkaline pH and higher values of EC than TS0 substrate. When compared to the control substrate, TS50 and TS100 showed a low organic and nitrogen content. Taking into account element concentration, TS100 substrate contains the highest values of heavy metal and nutrients, while the dilution with peat-based of the sediment into TS50 substrate showed a significantly decrease of heavy metals and nutrient.

Plant productivity. Table 3 reports the productivity of lettuce, strawberry and pomegranate plants. Starting from lettuce, the yield per plants was represented by the average of the leaf fresh weight, where no statistical differences were found between plants grown on the three substrates. Focusing on strawberry and pomegranate yield, a similar situation was observed: plants grown on TS50 and TS0 had similar and greatest productivity, conversely, a lower productivity was achieved when plants were cultivated on pure sediment (TS100).

Table 2 – Characterization of the three substrates (TS0, TS50 and TS100). Different subscripts indicate significance differences ($p < 0.05$) among mean values.

Tabella 2 – Caratterizzazione dei tre substrati (TS0, TS50 and TS100). Lettere differenti indicano differenze statistiche ($p < 0.05$) tra le medie.

	TS0	TS50	TS100
pH	4.6 ± 0.47 ^b	7.7 ± 0.02 ^a	7.7 ± 0.01 ^a
EC (dS m ⁻¹)	0.14 ± 0.01 ^c	0.24 ± 0.001 ^a	0.19 ± 0.005 ^b
TOC %	20 ± 1.8 ^a	2.51 ± 0.1 ^b	1.28 ± 0.0 ^c
TN %	0.4 ± 0.013 ^a	0.1 ± 0.004 ^b	0.1 ± 0.014 ^b
NO ₃ (mg l ⁻¹)	53.5 ± 2.5 ^b	59.2 ± 2.4 ^a	16.6 ± 2.9 ^c
NH ₃ (mg l ⁻¹)	1.5 ± 0.5 ^a	0.2 ± 0.03 ^b	0.1 ± 0.01 ^b
Cr (mg kg ⁻¹)	12.7 ± 0.7 ^c	33.7 ± 2.3 ^b	42.9 ± 3.5 ^a
Pb (mg kg ⁻¹)	6.6 ± 1.2 ^b	33.2 ± 7.3 ^a	37.3 ± 3.1 ^a
Ni (mg kg ⁻¹)	2.75 ± 0.4 ^c	30.5 ± 5.7 ^b	37.5 ± 0.6 ^a
Zn (mg kg ⁻¹)	8.2 ± 1.1 ^c	170 ± 28.2 ^b	211 ± 13.9 ^a
Mn (mg kg ⁻¹)	85.7 ± 8.1 ^c	202 ± 23.9 ^b	281 ± 9.9 ^a
Cu (mg kg ⁻¹)	6.8 ± 0.8 ^c	36.9 ± 5.7 ^b	46.3 ± 5.1 ^a
Mg (g kg ⁻¹)	2.2 ± 0.2 ^c	8.1 ± 0.7 ^b	10.4 ± 1.1 ^a
Ca (g kg ⁻¹)	4.7 ± 0.5 ^c	26.2 ± 1.4 ^b	38.7 ± 4.0 ^a
Fe (g kg ⁻¹)	3.9 ± 0.2 ^c	12.4 ± 0.2 ^b	14.5 ± 1.6 ^a

Table 3 – Productivity of lettuce, strawberry and pomegranate. Different subscripts indicate significance differences ($p < 0.05$) among mean values.

Tabella 3 – Produttività di piante di lattuga, fragola e melograno. Lettere differenti indicano differenze statistiche ($p < 0.05$) tra le medie.

	Lettuce	Strawberry	Pomegranate
Treatment	Yield plant ⁻¹ (g)	Yield plant ⁻¹ (g)	Yield tree ⁻¹ (kg)
TS0	99.6 ± 19 ^a	60.1 ± 32 ^a	6.63 ± 0.35 ^a
TS50	123.5 ± 76 ^a	59.6 ± 35 ^a	6.29 ± 0.28 ^a
TS100	87.5 ± 69 ^a	35.8 ± 16 ^b	4.30 ± 0.37 ^b

Inorganic and organic contaminants. For all the plants investigated, toxic heavy metal such as Cd, Pb, Co, Hg, Tl, were not detected in any plant part (root, stem, leaf and fruit). Regarding the remaining element such Zn, Ni, Cu, and Fe, the trend of the metal concentration was governed by the following relation: root > stem/trunk > leaf > fruit, evidencing a filtering plant effects as the element tend to accumulate element across the

root system. The calculated EDI for all the heavy metals resulted below the tolerable upper intake level (UL) and reference oral dose (R/D). Furthermore, all the estimated THI were below 1.0, which is considered the health protection standard of life time risk (data not shown). Taking into account organic pollutants, only dioxin-like PCBs (DL-PCBs) resulted present in all the samples analysed.

Discussion

Landfarming process was effective in improvement the physical sediment structure due to a decrease in compaction and an increase in aeration. However, the bulk density was still higher than the maximum limit of Italian regulation for agronomic substrates (0.95; D.lgs. 75/2010). A significant decrease in total forms of C, N and P was detected, indicating the instauration of organic matter mineralization, as expected in a landfarming process where the biological component was activated. Indeed, there was an appreciable biochemical-functional improvement of the environmental matrix as it is indicated by the increasing of dioxygenase and arylesterase activities. These enzymes, being responsible for the aromatic ring opening and organic molecules decomposition, have led to the fast degradation of the organic pollutants such in the case of heavy hydrocarbon. Moreover, at the end of landfarming, the ecotoxicity level was more reduced, confirming the positive effect of sediment remediation, as it was previously demonstrated by Besalatpour et al. [11].

The three investigated substrates showed significant differences related to their chemical parameters. The pH was higher in TS50 and TS100 than in TS0, highlighting the alkali condition, likely due to the greatest amount of Ca concentration found in sediment-based substrates which were five and eight-fold those of the control substrate (TS0). The EC was found similar between treatments, whit slightly higher values for TS50 and TS100. However, these values did not indicate any excess of salinity and all the plant species did not show any salt stress symptoms, even the lettuce plants, well-known as a salt-sensitive plant. Regarding TOC and TN, sediment-based substrates were characterized by a low content of organic carbon and total nitrogen when compared to the peat based commercial substrate (TS0). Although these values are comparable to the average of agricultural soil in Mediterranean area [12], an improvement of TOC and TN could be induced by adding organic matter or composting sediment with green wastes [13]. Focusing on heavy metal, the concentrations found were below the National admitted threshold for the use of soil in urban and industrial area (D.Lgs 152/2006) except Zinc, which however complied the limits for the agronomic substrate (D.Lgs 75/2010).

Strawberry, pomegranate and lettuce plants grew well and produce fruit on sediment-based substrates, nevertheless some observations need to be done. The development and productivity were observed to be limited when plants grew on TS100 sediment-based substrate. This trend was mainly due to the physical sediment characteristic: the high compactness may have inhibited the root growth, reducing the nutrient and water absorption, therefore limiting the overall plant development. Plants (root, stem, leaf and fruit) did not absorb any toxic heavy metal, even when grown on TS100 substrate. Moreover, the dietary intake estimation confirmed there was not health risks of heavy metal exposure through the consumption of lettuce cultivated on the sediment-based growing media. Although EDI values were higher when based on the consumption of

vegetables grown on TS100 substrate, all the values were far below both the UL and RfD. Moreover, the hazard target index (HRI) estimated for heavy metal were less than 1.0 which is the health protection standard of life time risk for HRI. Therefore, the health risks of heavy metal exposure through the consumption of lettuce cultivated on the techno-substrate originated from remediated marine sediment was negligible. The content of dioxin-like PCBs (ND-PCBs) in all the plant investigated were very low since the concentration found for Σ DL-PCBs were way below than permissible values (0.1 pg TEQ g⁻¹ fresh weight) fixed by EU Commission Recommendation 2014/663/UE.

Conclusion

Sediment-based growing media showed suitable technical characteristics for horticulture. In order to re-use dredged remediated sediment as substrates, there are two legal steps to take into account. The first is related to the concrete possibility to re-use sediment on land once they are dredged. In Italy, the re-utilization of dredge spoils is allowed when contamination is below the national thresholds (D.lgs 152/2006) which are established following the 2000/60/EC on Water Framework Directive and 2008/105/EC Environmental Quality Standard. In case all the chemical, ecotoxicological analysis and contaminants level complied the national legislation, dredge sediment can be re-use on land for some certain purposes (i.e. for nourishment, land improvements, restoration, road embankments, industrial production processes as quarry materials). The re-utilization of sediment is limited by the fact that sediment showed a slightly concentration of PAHs and heavy petroleum hydrocarbon higher than the legal thresholds. A longer period of landfarming (i.e. six months) could be able to further decrease the organic contamination within legal thresholds.

In the specific case in which dredge sediments are re-used as growing media, the Law on Agronomic Substrate (D.lgs 75/2010) has to be taken into account. According to this Law, the word “sediment” or “dredged sediment” does not appear within the text, suggesting that dredge sediment cannot be officially considered as plant substrate. Unfortunately, due to the bulk density, found excessively high and the low organic carbon, the dredged sediment used for Hortised demonstration cannot be legally recognised as agronomic substrate. Nevertheless, these two parameters could be implemented by mixing with source of organic matter rich in carbon or increasing the peat content in order to reach carbon content and bulk density required by the Italian legislation.

The project represented an example of circular economy, through actions involving the recycle of dredged sediment and contributing to a sustainable waste management. Therefore, the reuse of dredged sediment as plant substrate resulted a valid alternative to the traditional growing media (i.e peat-based substrate), however its application, considering the legal issue, remains an open challenge.

Acknowledgements

The research was funded by LIFE Hortised (14/ENV/IT/000113). The authors thank Luisa Andrenelli, Irene Rosellini, Manuele Scatena e Fernando Di Giovanni for the valuable assistance with lab and analysis.

References

- [1] Masciandaro G., Di Biase A., Macci C., Peruzzi E., Iannelli R., Doni S. - *Phytoremediation of dredged marine sediment: monitoring of chemical and biochemical processes contributing to sediment reclamation*, J. Env. Manag. (2014) 134, 166 - 174.
- [2] Altmann M. - *Socio/economic Impact of the Peat and Growing Media Industry on Horticulture in the EU*. Report for European Peat and Growing Media Association *EPAGMA by Co Concept, Luxemburg (2008).
- [3] Lazzerini G, Lucchetti S, Nicese F.P. - *Greenhouse Gas (GHG) Emission from the ornamental plant nursery industry in central Italy*, J. Clean. Prod. (2016) 112, 4022 – 4030.
- [4] Marx M.C., Wood M., Jarvis S.C. - *A microplate fluorimetric assay for the study of enzyme diversity in soil*, Soil Biol. Biochem. (2001) 33, 1633 – 1640.
- [5] Mattei P., Pastorelli R., Rami G., Mocali S., Giagnoni L., Gonnelli C., Renella G. - *Evaluation of dredged sediment co-composted with green waste as plant growing media assessed by eco-toxicological tests, plant growth and microbial community structure*, J. Hazard. Mater. (2017) 333, 144 – 153.
- [6] Khan S., Aijun L., Zhang S., Hu Q., Zhu Y.G., - *Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals in lettuce grown in the soils contaminated with long-term wastewater irrigation*, J Hazardous Materials (2008) 152, 506 – 515.
- [7] Jan F.A., Ishaq M., Khan S., Ihsanullah I., Ahmad I., Shakirullah M. - *A comparative study of human health risks via consumption of food crops grown on wastewater irrigated soil (Peshawar) and relatively clean water irrigated soil (lower Dir)*, J. Hazard. Mater. (2010) 179, 612 – 621.
- [8] World Health Organization (WHO) - *GEMS/Food regional diets: regional per capita consumption of raw and semi-processed agricultural commodities*, World Health Organization, (2003) Geneva.
- [9] European Food Safety Authority (EFSA) - *Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals*, Scientific Committee on Food Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. (2006).
- [10] United States Environmental Protection Agency (USEPA) Integrated risk information system (IRIS) - *Reference dose (RfD): Description and use in health risk assessments*, Washington, (2013).
- [11] Besalatpour A., Hajabbasi M.A., Khoshgoftarmanesh A.H., Dorostkar V. - *Landfarming process effects on biochemical properties of petroleum-contaminated soils*, Soil Sediment Contam. (2011) 20(2), 234 - 240.
- [12] Marzaioli R., Ascoli R., De Pascale R.A., Rutigliano F.A. - *Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types*, Agric. Ecosyst. Environ. Appl. Soil. Ecol. (2010) 44(3), 205 – 212.
- [13] Mattei P., Cincinelli A., Martellini T., Natalini R., Pascale E., Renella G. - *Reclamation of river dredged sediments polluted by PAHs by co-composting with green waste*, Sci. Total. Environ. (2016) 566–567, 567–574.

STUDIO C 1.9 “PIANO DELLE MISURE DI COMPENSAZIONE, CONSERVAZIONE E RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DEI SIC E DELLA ZPS DELLA LAGUNA DI VENEZIA - MIGLIORAMENTO, RIPRISTINO E RECUPERO DEI SIC IT 3250003 E IT3250023” - UN NUOVO APPROCCIO ALLA RIATTIVAZIONE DELLA DINAMICA DUNALE PER LA RICOSTITUZIONE DEGLI HABITAT DI INTERESSE COMUNITARIO. ESPERIENZE VENETE PRESSO IL LITORALE DEL LIDO E CAVALLINO

Valerio Volpe¹, Claudia Cerasuolo², Francesca Turco³, Roberta Rocco⁴,
Francesca Pavanello⁴, Alessandro Vendramini⁴, Gianluca Salogni⁵, Mattia Vendrame⁵

¹Provveditorato interregionale per le OO.PP. del Triveneto

²Consorzio Venezia Nuova,

³Thetis S.p.A.,

⁴AGRI.TE.CO. Sc, via Mezzacapo 15 30175 Marghera (VE), agriteco_info@agriteco.com

Tel. 041.920484 Fax 041.930106,

⁵Regione del Veneto - Commissioni (VAS VINCA NUVV)

Riassunto – Lo Studio C 1.9, le cui attività avviate nel 2010 sono ancora in corso per una II Fase di attuazione, prevede interventi a carattere sperimentale di riqualificazione degli habitat del litorale veneziano previsti dal “Piano delle misure di compensazione, conservazione e riqualificazione ambientale dei SIC IT3250003, IT3250023, IT3250031, IT3250030 e della ZPS IT3250046” delle “Opere mobili alle bocche di porto della Laguna di Venezia” (“MoSE”) del Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale OO.PP. del Triveneto).

Obiettivo dello Studio è innescare un importante processo di riqualificazione ambientale del litorale nelle zone di pregio naturalistico e paesaggistico a rischio per la pressione turistica.

Nelle aree di intervento si è assistito ad un’evidente ricostituzione della fascia dunale e predunale, con una progressiva elevazione del piano sabbioso e la successiva colonizzazione da parte della vegetazione pioniera.

Abstract – *The Studio C 1.9, whose activities started in 2010 and are still underway for a second implementation phase, includes experimental interventions for the restoration of the Venetian coast habitats envisaged by the "Piano delle misure di compensazione, conservazione e riqualificazione ambientale dei SIC IT3250003, IT3250023, IT3250031, IT3250030 e della ZPS IT3250046" of the "Opere mobili alle bocche di porto della Laguna di Venezia" ("MoSE ") of the Magistrato alle Acque di Venezia (now Provveditorato Interregionale OO.PP. del Triveneto).*

The objective of the Study is to trigger an important process of environmental rehabilitation of the coast in areas of naturalistic and landscape value at risk for tourist pressure. In the intervention areas there was an evident reconstitution of the dune and

Materiali e metodi

Le attività previste nello Studio e realizzate nel periodo 2010-2017 sono state:

- contrasto dell'erosione costiera mediante l'installazione di frangivento, che, intercettando il trasporto eolico di sabbia, favoriscono la neoformazione ed il ripristino del cordone dunale;
- intervento di trapianto di *Ammophila littoralis* per la stabilizzazione delle dune di neoformazione;
- ripristino della successione ecologica degli ambienti dunali tipici del litorale nord adriatico (transetto mare-entroterra), mediante la messa a dimora di specie arboree ed arbustive autoctone;
- promozione di una fruizione turistica consapevole e sostenibile dell'area, mediante la delimitazione delle vie preferenziali di accesso e degli ambiti di duna e l'installazione di cartellonistica informativa;
- monitoraggio delle aree di intervento relativamente alla morfologia dunale, alla vegetazione ed alle componenti faunistiche [3] [4] [8].

Gli interventi sono stati definiti sulla base di analoghe esperienze svolte nell'ambito del progetto "LIFE 03 NAT/IT000141 Azioni concertate per la salvaguardia del litorale veneto – Gestione di habitat dunali nei siti Natura 2000" [7].

SITO NATURA 2000	COMUNE	LOCALITÀ	TIPO DI INTERVENTO
SIC/ZPS IT3250003 "Penisola di Cavallino Treporti: biotopi litoranei"	Cavallino Treporti	Punta Sabbioni	Realizzazione frangivento Trapianto ammofila Installazione cartellonistica Installazione di staccionate
SIC/ZPS IT3250003 "Penisola di Cavallino Treporti: biotopi litoranei"	Cavallino Treporti	Ca' Savio	Realizzazione frangivento Trapianto ammofila Installazione cartellonistica Installazione di staccionate Realizzazione transetto mare entroterra
SIC/ZPS IT3250003 "Penisola di Cavallino Treporti: biotopi litoranei"	Cavallino Treporti	Ca' Ballarin	Realizzazione frangivento Trapianto ammofila Installazione cartellonistica
SIC/ZPS IT3250023 "Lido di Venezia: biotopi litoranei"	Venezia	Alberoni	Realizzazione frangivento Trapianto ammofila Installazione cartellonistica Installazione di staccionate Realizzazione transetto mare entroterra

Figura 4 – Tipologie di intervento nelle diverse aree.

Figure 3 – Types of intervention in the different areas.

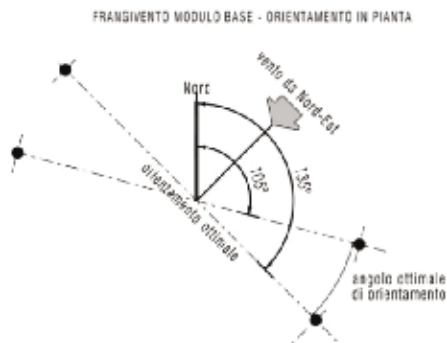


Figura 7 – Frangivento e nuovi impianti di *Ammophila littoralis*.

Figure 6 – Windbreak and new plants of *Ammophila littoralis*.

REALIZZAZIONE TRANSETTO MARE-ENTROTERRA	
SPECIE	
<i>Betula rotundifolia</i>	Orsogna
<i>Cornus sanguinea</i>	Sarpinella
<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospina
<i>Fragaria vesca</i>	Orsello
<i>Jasminum canadense</i>	Glicone
<i>Ligustrum vulgare</i>	Ligustro comune
<i>Pulsatilla anemoneifolia</i>	Pulsilla
<i>Quercus ilex</i>	Leccio
<i>Quercus pubescens</i>	Rovella
<i>Rhamnus cotinifolia</i>	Spicciarina
<i>Viburnum lantana</i>	Lantana
<i>Viburnum opulus</i>	Pallini di mazzo

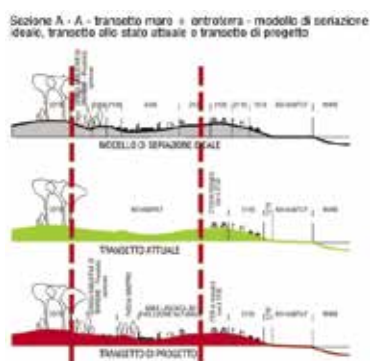


Figura 8 – Specie arboree ed arbustive per il ripristino del transetto mare-entroterra.

Figure 7 – Arboreal and shrubby species for the restoration of the sea-inland transept.



Figura 9 – Staccionate in legno per la delimitazione delle vie di accesso all’arenile (a sinistra) e cartelli informativi (a destra).

Figure 8 – Wooden fences for the delimitation of the access routes to the beach (on the left) and information boards (on the right).

Nelle aree di intervento si è assistito ad un'evidente ricostituzione della fascia dunale e predunale, con una progressiva elevazione del piano sabbioso e la successiva colonizzazione da parte della vegetazione pioniera; ciò rappresenta un importante risultato conseguito mediante le modalità di intervento adottate.

Date le caratteristiche peculiari dello Studio, a carattere sperimentale e mirato ad individuare buone pratiche di gestione attiva finalizzata ad innescare habitat litoranei strutturanti sfruttando le energie naturali del vento e delle maree intervenendo nelle aree di valore e maggiormente sensibili e a rischio per la pressione turistica, si sono testate diverse modalità di impianto di ammofila. In un primo momento sono state poste a dimora piante di ammofila provenienti da vivaio ed allevate in alveolo; le piantine, però, sono state scalzate a causa del vento, risultando così esposte a disseccamento dell'apparato radicale.

Successivamente è stato eseguito il reimpianto con gli stessi esemplari provvedendo ad interrare il pane di terra, ma il grande accumulo di sabbia ha ricoperto le piante con un complessivo scarso attecchimento (inferiore al 20 % degli esemplari trapiantati).

Si è quindi sperimentato l'utilizzo di zolle di ammofila prelevata da sito donatore, ossia un sito, limitrofo alle aree di intervento, con presenza di habitat 2120 "Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* (dune bianche)" in buono stato di conservazione.

Questa azione è stata individuata sulla base dei risultati di esperienze condotte nei progetti di riqualificazione del tratto costiero da vari Enti (in particolare dal Servizio Forestale Regionale del Veneto) nei quali si sono evidenziate migliori performances con l'utilizzo di materiale in zolle prelevate da sito donatore.



Figura 10 – Ammofila nel sito donatore di Punta Sabbioni.

Figure 9 – Marram grass in Punta Sabbioni donor site.

Gli elementi che determinano il maggior successo d'impianto con questa modalità operativa sono i seguenti:

- inserimento di piante già affermate ed in buone condizioni vegetative;
- riduzione al minimo degli stress da trapianto rendendo consequenziale il lievo ed il trapianto delle zolle;
- le piante hanno già buone attitudini edificatrici e possono sopportare gli accumuli di sabbia derivati dall'azione dei frangivento.

Le zolle di *A. littoralis* sono state defalcate dai cespi presenti sulle dune bianche di Punta Sabbioni (sito donatore localizzato nel comune di Cavallino Treporti), prelevando non più del 30 % circa del cespo nella parte sottovento e operando su circa il 10 % del popolamento di piante presenti. Il prelievo è stato realizzato esclusivamente con attrezzi manuali, garantendo la stabilità fisica dei corpi sabbiosi ed operando la ricopertura manuale della buca con la stessa sabbia asportata con lo scavo.



Figura 11 – Fasi di prelievo di ammofila da sito donatore.

Figure 10 – Stages of collecting marram grass from donor site.

L'azione di controllo ed eliminazione della vegetazione alloctona ed invasiva si è esplicata in azioni mirate per i diversi habitat costieri. Innanzitutto gli interventi sono stati preceduti da una fase ricognitiva e di rilievo che ha permesso la mappatura della vegetazione alloctona esistente nelle aree di intervento.

Nelle aree boscate retrodunali si è quindi proceduto all'eliminazione delle specie alloctone arbustive ed arboree mediante taglio a mano e con l'ausilio di mezzi meccanici con 3 interventi all'anno.

In tali aree sono inoltre state condotte attività sperimentali di controllo ed eliminazione su alcune specie particolarmente problematiche (*Amorpha fruticosa* e *Populus nigra* var. *italica*) utilizzando tecniche chimiche, secondo le linee guida e le buone pratiche individuate nel progetto "LIFE 03 NAT/IT000141 Azioni concertate per la salvaguardia del litorale veneto – Gestione di habitat dunali nei siti Natura 2000".



Figura 12 – Eliminazione delle specie alloctone arbustive ed arboree nelle aree boscate retrodunali mediante taglio (a sinistra) e mediante tecniche chimiche sperimentali (a destra).
Figure 11 – Elimination of shrubby and arboreal alien species in retro-dunal wooded areas with cutting (on the left) and experimental chemical techniques (on the right).

I monitoraggi eseguiti nelle aree di intervento hanno rilevato come, già a conclusione della I Fase, gli interventi di ripristino del cordone dunale abbiano favorito l'ampliamento degli ambienti idonei per i coleotteri terrestri e per l'avifauna, in particolare per il fratino (*Charadrius alexandrinus*), per il quale questi ambienti sono potenzialmente ottimali per la nidificazione.



Figura 13 – Nido di fratino (*Charadrius alexandrinus*) protetto da una rete in prossimità delle aree di intervento.
*Figure 12 – Kentish plover (*Charadrius alexandrinus*) nest protected by a net near the intervention areas.*

Conclusioni

Gli interventi previsti nella II Fase dello Studio, avviati ad inizio 2017 e tuttora in corso, integrano e completano quelli già realizzati nella I fase ed iniziati nel 2010, al fine di indirizzare l'evoluzione degli ambiti dunali verso il transetto ottimale di distribuzione degli habitat costieri. Gli esiti positivi degli interventi sperimentali condotti nella prima fase dello Studio hanno consentito di:

- estendere la medesima tipologia di intervento anche su altri ambiti dei siti Natura 2000 interessati o su aree contermini morfologicamente connesse (complessi dunali unitari)
- riqualificare gli ambiti dunali artificiali presenti sul litorale di Cavallino Treporti (VE) realizzati in passato come strutture di difesa del suolo
- implementare con tipologie di intervento già sperimentate le attività di formazione e ricarica delle dune esistenti (connessione di cordoni dunali)
- sviluppare nuovi percorsi per la fruizione sostenibile e ripristinarne alcuni esistenti degradati
- controllare ed eliminare la vegetazione alloctona ed invasiva con azioni mirate per i diversi habitat costieri
- potenziare le attività di comunicazione ambientale anche con il coinvolgimento delle associazioni ambientali locali e delle imprese turistiche del luogo
- integrare le attività di seconda fase con altri studi/interventi inseriti all'interno del "Piano delle misure di compensazione, conservazione e riqualificazione ambientale dei SIC IT 3250003 e IT3250023, IT 3250031, IT 3250030 e della ZPS IT 3250046".

La Regione Veneto ha assunto le modalità realizzative adottate nello Studio quale modello cui conformare gli interventi di ripristino ambientale (installazione di frangivento e trapianto di specie edificatrici di duna) intrapresi lungo il Litorale veneto.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche del Veneto – Trentino Alto Adige – Friuli Venezia Giulia – tramite il Concessionario Consorzio Venezia Nuova, la Regione Veneto - Struttura di Progetto Strategia Regionale della Biodiversità e dei Parchi e Regione Veneto – Area tutela e Sviluppo del Territorio – Direzione Operativa Unità Organizzativa Forestale Est, il Comune di Venezia – Osservatorio della Laguna e del Territorio, il Comune di Cavallino-Treporti, il Comitato Oasi WWF Dune degli Alberoni, l'Assocamping.

Bibliografia

- [1] AA.VV. - *Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle Aree protette*, ISPRA, Serie Rapporti, 100/2009.
- [2] Acosta A.T.R. & Ercole S. (Eds) - *Gli habitat delle coste sabbiose italiane: ecologia e problematiche di conservazione*, ISPRA, Serie Rapporti, 215/2015.

- [3] Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.) - *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat*, ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 142/2016.
- [4] Ercole S., Giacanelli V., Bacchetta G., Fenu G., Genovesi P. (ed.) - *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie vegetali*, ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 140/2016.
- [5] Pignatti S. - *Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale con particolare riferimento alla vegetazione litoranea*, Arch. Bot. (Forlì) (1952-1953) 28: 265-329; 29: 1-174.
- [6] Regione Veneto Direzione Progetto Venezia– Servizio Gestione Accordo per la Chimica, Regione Veneto - UP Coordinamento Commissioni VAS-VINCA-NUVV, Regione Veneto - UP Foreste e parchi, Comune di Cavallino Treporti, Agriteco S.c. - *SHAPE- Shaping an Holistic Approach to Protect the Adriatic Environment: between coast and sea - WP3 – Gestione integrata delle zone costiere - Progetto pilota di gestione delle aree SIC ZPS costiere del comune di Cavallino Treporti*, (2013) Regione del Veneto.
- [7] Regione del Veneto, Veneto Agricoltura - *Progetto Life Natura “Azioni concertate per la salvaguardia del litorale veneto” - Gestione di habitat dunali nei siti Natura 2000*, (2007) Lineagrafica, Castelfranco Veneto.
- [8] Stoch F., Genovesi P. (ed.) - *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali*, ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 141/2016.

SESSION

**COASTLINE GEOGRAPHY:
TERRITORIAL DYNAMICS AND
INTEGRATED PROTECTION**

Chairman: Donatella Carboni
Dipartimento di Scienze Umanistiche e Sociali
Università degli Studi di Sassari

GEOGRAFIA DELLA FASCIA COSTIERA: DINAMICHE DEL TERRITORIO E TUTELA INTEGRATA

L'esigenza di dedicare una sessione alla *Geografia della fascia costiera*, alle dinamiche del territorio e alla tutela integrata nasce dalla ormai condivisa consapevolezza che la fascia costiera, soprattutto nel contesto mediterraneo, è tra gli ambienti più fortemente alterati essendo esposto a pressioni antropiche di elevata intensità che generano spesso condizioni di estrema vulnerabilità. Gli studi di settore stimano che dagli attuali 450 milioni di abitanti concentrati lungo le coste del Mediterraneo, si salirà a 520-570 milioni nel 2030 per poi raggiungere circa i 600 milioni nell'anno 2050.

Le aree costiere, in quanto zone di transizione tra le aree interne e le aree marine, si connotano anche per i delicati equilibri ambientali spesso ulteriormente aggravati da gravi problemi biologici, fisici e chimici quali erosione costiera diffusa, distruzione di habitat, perdita di biodiversità, contaminazione del suolo, scarsità e contaminazione di risorse idriche. A questi possono seguire pesanti difficoltà socio-economiche e culturali, quali la disoccupazione e l'instabilità sociale, la competizione per l'utilizzo delle risorse, la disgregazione del tessuto sociale e la distruzione del patrimonio culturale, la perdita di patrimonio e di occasioni di sviluppo al progredire dell'erosione costiera, la perdita di posti di lavoro con il degrado delle risorse, la marginalizzazione e l'emigrazione. Inoltre lo sfruttamento eccessivo e sempre crescente delle risorse delle zone costiere porta inevitabilmente a conflitti, sempre più frequenti, tra i vari usi.

Le istituzioni pubbliche e gli enti di ricerca hanno il compito di guidare e realizzare una corretta transizione verso uno stato di conoscenze integrate (scientifiche, ecologiche, economiche, etiche e politiche) che potranno consentire un efficace governo delle questioni ambientali e socio-economiche. La Gestione Integrata delle Zone Costiere è lo strumento, riconosciuto dalla legislazione ambientale europea per la gestione e l'uso sostenibile di queste zone, che tiene conto della fragilità degli ecosistemi e dei paesaggi costieri, della diversità delle attività e degli utilizzi, delle loro interazioni, della vocazione marittima di alcuni di essi e del loro impatto sulle componenti marine e terrestri. Inoltre la Gestione Integrata ha come presupposto fondamentale il coinvolgimento di tutti i responsabili delle politiche locali, regionali, nazionali ed europee e più in generale di tutti i soggetti che con le proprie attività influenzano le regioni costiere.

Il Simposio nella sua interezza di tematiche, e la Sessione *Geografia della fascia costiera* in particolare, si pone quale piattaforma di condivisione e messa a sistema delle conoscenze dell'ambiente costiero, vuole stimolare una discussione sul recupero del territorio per la natura, sulle aree naturali e protette, sui parchi, sul turismo, sui conflitti tra usi, sui conflitti ambientali e sullo sviluppo sostenibile, sugli strumenti giuridici ed economici, sulla pianificazione, sui sistemi di controllo, sulla gestione olistica, partecipativa e aperta. Argomenti che si connotano per l'elevata complessità tematica e per gli approcci pluridisciplinari, per le scale territoriali interessate e per le strategie di *governance* sempre molto complessi e variegati.

Muovendo dalle indicazioni delle parole chiave della Sessione, i contributi selezionati (per l'orale e per la sessione poster) offrono un notevole apporto alla conoscenza sulle dinamiche in atto a livello locale, o in contesto nazionale ed internazionale, in

relazione alla descrizione di buone pratiche di *governance*, di pianificazione e hanno prospettato possibili sinergie tra diversi momenti gestionali per la conservazione della natura e del paesaggio della fascia marino-costiera.

Un corollario di proposte e visioni che, spesso anche attraverso un approccio multidisciplinare, possono essere d'aiuto sia a tecnici e amministratori, sia ad interpretare fenomeni e inoltre possono fornire strumenti idonei all'azione, per una efficace tutela e gestione di un contesto geografico tanto vulnerabile quanto fondamentale per le società umane e per l'ecosistema globale.

Donatella Carboni
Dipartimento di Scienze Umanistiche e Sociali
Università degli Studi di Sassari

LA PIANIFICAZIONE NELLE AREE PROTETTE MARINO-COSTIERE. UNA PROPOSTA METODOLOGICA PER LA CREAZIONE DI UN QUADRO ANALITICO-CONOSCITIVO AMBIENTALE

Ignazio Cannas, Daniela Ruggeri

Università di Cagliari, Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura,

via Marengo 2 – 09123 Cagliari

ignazio.cannas@unica.it, daniela.ruggeri@unica.it

Riassunto – La tutela delle aree protette marino-costiere è argomento di continuo dibattito e, nel corso degli anni, le politiche di tutela delle coste e del mare hanno avuto crescenti impulsi. In adempimento alla legge n. 979 del 1982 “Disposizioni per la difesa del mare”, vengono istituite le aree marine protette (AMP) come strumenti per la tutela degli ecosistemi marini. La loro gestione è affidata ad un regolamento che, secondo finalità istitutive, mira alla conservazione della biodiversità dell’ecosistema marino, promuovendo la fruizione delle risorse naturali, attraverso esperienze concrete di sviluppo sostenibile. La regolamentazione delle AMP si sovrappone spesso ad ulteriori livelli di tutela provenienti da altri strumenti di pianificazione e gestione istituiti da differenti livelli normativi. Un sistema integrato di pianificazione dell’ambiente e del territorio è necessario per contribuire alla definizione di politiche di sviluppo sostenibile concernenti l’interazione tra uomo e natura.

Abstract – *The protection of marine protected areas is a main issue into debates concerning protection policies of coasts and sea, and it is having a rising involvement. In compliance with the Italian Law no. 979 of 1982 “Provisions for the defence of the sea”, Marine Protected Areas (MPAs) are established with the purpose of the protection of marine ecosystems. They are managed through a regulation system aiming at preserving the biodiversity of the marine ecosystem and promoting the use of natural resources, through tangible experiences of sustainable development. The regulation of MPAs often overlaps with additional levels of protection coming from other planning and management tools established by different regulatory levels. A system, integrating environmental and territorial planning, is required in order to harmonise policies concerning the interaction between human activities and nature, and contribute to define policies for sustainable development.*

Introduzioneⁱ

I processi tendenti alla degradazione del capitale naturale, come l’urbanizzazione costiera, l’artificializzazione delle aree umide, l’inquinamento delle acque marine litoranee, l’abbandono delle aree rurali dell’entroterra e il consumo di suolo agricolo, erano noti già dagli anni Sessanta [11] e la tutela delle aree marino-costiere è diventata una questione pervasiva di diverse ricerche scientifiche [3, 4, 5, 9], nonché delle politiche di tutela delle

coste e del mare. Spesso i contesti ad alto valore paesaggistico, come quelli marino-costieri, sono interessati da una elevata pressione antropica [2]. Ne consegue la necessità di azioni di riequilibrio tra conservazione e sviluppo, capaci di porre in atto approcci sistemici volti allo sviluppo di politiche territoriali che mirino ad una convivenza pacifica tra uomo e natura. Un sostegno efficace può provenire dalla concretizzazione di una strategia specifica per la preservazione degli ecosistemi marini, che riconosca l'ambiente marino come patrimonio esclusivo capace di fornire servizi ecosistemici marini.

La Direttiva quadro sulla strategia marina¹ indirizza verso un approccio inclusivo tra aree protette e attività umane, fornendo agli Stati membri una cornice di riferimento per lo sviluppo di misure e strategie volte al raggiungimento o al mantenimento di un buono stato ambientale entro il 2020. La Direttiva raccomanda l'applicazione di approcci ecosistemici che assicurino il contenimento delle attività umane entro un livello compatibile con un buono stato dell'ambiente e l'uso sostenibile di beni e servizi marini, in modo tale che non sia compromessa la capacità degli ecosistemi marini di rispondere ai cambiamenti provocati dalle attività umane.

Nel 2010, attraverso la Strategia nazionale sulla biodiversità, presentata a Roma in occasione della Conferenza nazionale sulla biodiversità, gli impegni assunti nel 1992 alla Conferenza di Nairobi, con la Convenzione per la diversità biologica, trovano attuazione attraverso il riconoscimento dell'esigenza di rafforzare la conservazione e l'uso sostenibile delle risorse naturali, considerandone il valore intrinseco come elementi essenziali per il benessere dell'uomo. La Convenzione suggerisce un approccio ecosistemico, volto alla gestione degli impatti delle attività umane sugli ecosistemi marini, attraverso una strategia per l'integrazione della gestione del contesto territoriale marino-costiero.

I contesti marino-costieri sono spesso interessati da diversi livelli di tutela provenienti da differenti strumenti di governo del territorio, che richiedono ulteriori passi verso una integrazione di tutti gli strumenti nel processo pianificatorio.

In questo contributo si propone la definizione di un quadro analitico-conoscitivo ambientale come fondamento dei processi di pianificazione nei contesti marino-costieri, attraverso una metodologia basata sulla costruzione di una valutazione ambientale e indirizzata alla formulazione di obiettivi di sostenibilità ambientale che contemplino la tutela e la conservazione del patrimonio naturale, nonché lo sviluppo culturale, scientifico e sociale. Questo schema concettuale consentirebbe di indirizzare efficacemente verso un processo pianificatorio caratterizzato da paradigmi operativi orientati all'uso responsabile delle risorse.

La tutela integrata nelle aree protette marino-costiere

Con la legge n. 979 del 1982, concernente "Disposizioni per la difesa del mare", vengono istituite le aree marine protette (AMP) al fine di tutelare gli ecosistemi marini. Le AMP devono essere gestite, attraverso un regolamento, con finalità volte alla conservazione della biodiversità dell'ecosistema marino, garantendo la promozione delle risorse naturali con esperienze concrete di sviluppo sostenibile.

¹ Direttiva 2008/56/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 17/06/2008, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino.

La regolamentazione di un'AMP può sovrapporsi ad aggiuntivi strumenti di gestione e pianificazione, istituiti da diverse normative (come nel caso dei siti della Rete Natura 2000 o dei parchi regionali o nazionali) che prevedono obiettivi differenti. Ne consegue la necessità di un sistema in grado di integrare gli strumenti di pianificazione, costruito su un impalcato conoscitivo inclusivo del contesto marino e del contesto costiero, e dei margini di transizione. Questa forma di integrazione è capace di andare oltre le singole logiche di conservazione e tutela e di assumere una struttura complessa, che può spesso richiedere aggiustamenti nella definizione e attuazione delle strategie [1].

Il d.lgs. 152/2006, recante “Norme in materia ambientale”, recepisce la Direttiva 42/2001/CE, che concerne la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente e definisce la valutazione ambientale strategica, ponendo la garanzia di elevati livelli di protezione dell'ambiente come requisito fondamentale negli atti pianificatori, al fine di contribuire all'integrazione delle considerazioni ambientali come condizioni per uno sviluppo sostenibile.

I canoni della valutazione ambientale strategica promuovono l'analisi ambientale del contesto pianificatorio come strumento di verifica della compatibilità e della fattibilità di attività antropiche alla luce di obiettivi orientati allo sviluppo sostenibile, nel rispetto della biodiversità e degli ecosistemi e del miglioramento delle condizioni socio-economiche. La conservazione della capacità di riproduzione degli ecosistemi e il mantenimento delle specie, la protezione della salute umana e migliori condizioni ambientali rappresentano delle invarianti che la pianificazione deve sempre garantire. Devono essere individuati, in particolare, gli impatti significativi, diretti e indiretti, che la pianificazione può generare su: popolazione e salute umana; biodiversità, con particolare attenzione alle specie e agli habitat protetti in virtù della direttiva 92/43/CEE e della direttiva 2009/147/CE; territorio, suolo, acqua, aria e clima; beni materiali, patrimonio culturale, paesaggio; interazione tra i fattori sopra elencati.

Il processo pianificatorio del contesto di un'AMP, associata alla presenza di siti Natura 2000 e/o parchi, deve iniziare da una analisi ambientale strutturata sulla base di componenti ambientali adattate alle peculiarità specifiche del contesto marino-costiero.

La proposta metodologica per la definizione di un quadro conoscitivo ambientale

Una forma di *governance* capace di tener conto di sovrapposti livelli di tutela è importante per la definizione di uno strumento che integri tutto il quadro normativo preesistente. A tal fine si rivela necessaria la costruzione di un quadro conoscitivo dello stato ambientale in grado di declinare la sostenibilità sia in termini di tutela e conservazione del patrimonio naturale ambientale, sia in termini di sviluppo culturale, scientifico, educativo e sociale.

La metodologia proposta in questo contributo riguarda la costruzione di un quadro conoscitivo dello stato dell'ambiente, caratterizzato da una analisi ambientale valutativa dettagliata e consistente nell'esaminare qualitativamente e/o quantitativamente il contesto attraverso una serie di componenti ambientali. Nell'ambito dell'analisi ambientale vengono analizzate numerose informazioni relative allo stato dell'ambiente, al fine di rilevarne le criticità e di evidenziare le peculiarità del contesto.

L'analisi ambientale segue la struttura gerarchica indicata in Figura 1, in cui si definiscono le componenti ambientali che vengono descritte attraverso tematismi, a loro

volta ulteriormente distinti da aspetti che vengono, infine, descritti da indicatori.

I tematismi esplicitano la componente verso l'analisi da condurre, mentre gli aspetti descrivono più specificatamente delle caratteristiche dei tematismi attraverso indicatori quantitativi e qualitativi che, in forma sintetica, forniscono informazioni su fenomeni complessi e di ampio spettro. L'analisi ambientale rappresenta così uno strumento che consente la lettura di fenomeni non immediatamente percepibili e viene sintetizzata attraverso schede di analisi specifiche per le componenti considerate.

Le schede costituiscono un quadro dello stato dell'ambiente per la definizione di una analisi SWOT (*Strenghts* – Punti di forza, *Weaknesses* – Punti di debolezza, *Opportunities* – Opportunità, *Threats* – Minacce) utile ad indirizzare la definizione degli obiettivi di sostenibilità ambientale, attraverso la contestualizzazione dei criteri di sostenibilità ambientale², come indicato in Figura 2.



Figura 1 – Struttura gerarchica dell'analisi ambientale.

Le componenti ambientali

Le componenti ambientali sono definite, in linea con quanto indirizzato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale [6, 7], tenendo conto dello schema concettuale dello sviluppo sostenibile declinato dai tre “pilastri fondamentali” (ambiente, economia e società) [8] e calato sul contesto spaziale marino-costiero, in cui le attività antropiche interagiscono con gli ecosistemi e con il territorio.

Le componenti ambientali, così definite, racchiudono le principali caratteristiche di un contesto di AMP sintetizzate nel quadro analitico riportato in Tabella 1.

² Ad esempio: i dieci criteri proposti dalla Commissione Europea nel “Manuale per la valutazione ambientale dei Piani di Sviluppo Regionale e dei Programmi dei Fondi strutturali dell'Unione Europea”, agosto 1998.

Tabella 1 – Le componenti ambientali di un contesto marino-costiero, articolate in tematismi, aspetti ed indicatori.

Componente ambientale	Tematismo	Aspetto	Indicatore	
Aria	Qualità dell'aria	Fonti di inquinamento	Livelli di inquinante	
		Temperature	Andamento temperature medie	
	Temperatura dell'aria			
	Irraggiamento solare			
	Condizioni meteorologiche	Piovosità	Indice standardizzato di precipitazione	
			Isoiete	
		Ventosità	Umidità relativa	
			Pressione atmosferica	
	Acqua	Acque marine	Condizioni igienico-sanitarie e di balneabilità	Direzioni principali
				Intensità
Campionamenti sulla qualità di balneabilità				
Trasparenza				
Temperatura				
Salinità				
Livelli di contaminanti disciolti				
Direzione principale delle onde				
Altezza media delle onde				
Acque superficiali e sotterranee		Sorgenti naturali	Stato del mare	
	Batteri colifecali			
	Condizioni fisico-chimiche e igienico-sanitarie	Numero di sorgenti		
		Parametri di qualità		
Rete idrica	Condizioni fisico-chimiche delle acque potabili	Clorofilla e fitoplancton		
		Livelli di contaminanti disciolti		
Rifiuti	Produzione	Rifiuti prodotti	Batteri colifecali	
			Rifiuti abbandonati	
	Raccolta	Sistema e gestione contesto marino	Numero di sorgenti	
			Sistema e gestione contesto terrestre	
		Trattamenti delle acque reflue	Parametri di qualità	
			Numero e caratteristiche generali degli impianti di depurazione	
Suolo e geomorfologia a marina	Inquadramento geologico e geomorfologico	Rifiuti prodotti	Produzione totale di rifiuti indifferenziati	
		Geologia e geomorfologia terrestre	Totale rifiuti urbani	
		Geologia e geomorfologia marina	Classificazione e campionamento	
		Fenomeni di erosione costiera e di dissesto idrogeologico in atto e potenziali	Impianti di raccolta e servizi offerti	
	Usi del suolo	Inventario degli usi e delle coperture dei suoli	Numero e presenza di ecocentri	Servizi alla nautica
			Batimetria	Numero e presenza di ecocentri
Flora, fauna e biodiversità	Habitat di interesse comunitario	Habitat di ambienti marini, di transizione e grotte sommerse	Tipologia del servizio	
			Numero di habitat di ambienti marini, di transizione e grotte sommerse	
			Superficie totale degli habitat di ambienti marini, di transizione e grotte sommerse	
			Superficie totale degli habitat di ambienti marini, di transizione e grotte sommerse rispetto alla superficie del sito	

Componente ambientale	Tematismo	Aspetto	Indicatore
Flora, fauna e biodiversità			Numero di habitat di ambienti marini, di transizione e grotte sommerse di tipo prioritario
			Superficie totale degli habitat di ambienti marini, di transizione e grotte sommerse di tipo prioritario
			Superficie totale degli habitat di ambienti marini, di transizione e grotte sommerse di tipo prioritario rispetto alla superficie totale degli habitat di acque marine e ambienti di marea presenti nel sito
			Superficie totale degli habitat di ambienti marini, di transizione e grotte sommerse di tipo prioritario rispetto alla superficie del sito
			Numero di habitat di ambienti marini, di transizione e grotte sommerse di tipo prioritario con grado di conservazione pari a A
			Numero di habitat di ambienti marini, di transizione e grotte sommerse di tipo prioritario con grado di conservazione pari a B
			Distribuzione degli habitat marini
			Distribuzione delle biocenosi bentonico-marine
			Numero di habitat terrestri
			Superficie totale degli habitat terrestri
			Superficie totale degli habitat terrestri rispetto alla superficie del sito
			Numero di habitat terrestri di tipo prioritario
			Superficie totale degli habitat terrestri di tipo prioritario
			Superficie totale degli habitat terrestri di tipo prioritario rispetto alla superficie totale degli habitat terrestri presenti nel sito
	Superficie totale degli habitat terrestri di tipo prioritario rispetto alla superficie del sito		
	Numero di habitat terrestri di tipo prioritario con grado di conservazione pari a A		
	Numero di habitat terrestri di tipo prioritario con grado di conservazione pari a B		
	Distribuzione degli habitat terrestri		
	Specie di interesse comunitario e di interesse conservazionistico	Flora di interesse comunitario	Numero di specie
			Numero di specie prioritarie
Altre specie floristiche		Numero di altre specie floristiche	
		Numero di altre specie floristiche endemiche	
Fauna di interesse comunitario		Numero di specie	
		Numero di specie prioritarie	
Altre specie faunistiche	Numero di altre specie faunistiche		
	Numero di altre specie faunistiche endemiche		
Paesaggio	Caratterizzazione dei beni identitari e paesaggistici	Beni identitari	Distribuzione e numero di beni
		Beni paesaggistici	Distribuzione e numero di beni paesaggistici
	Caratterizzazione paesaggistica terrestre con valenza ambientale	Aree naturali e sub-naturali	Distribuzione e superfici
		Aree seminaturali	Distribuzione e superfici
		Aree ad utilizzazione agroforestale	Distribuzione e superfici
		Beni paesaggistici ambientali	Distribuzione e superfici e/o numero elementi puntuali
	Paesaggio sottomarino	Elementi naturali	Distribuzione e numero
		Elementi storico-culturali	Distribuzione e numero

Componente ambientale	Tematismo	Aspetto	Indicatore	
Assetto insediativo	Caratterizzazione urbanistico-amministrativa territoriale	Edificato e caratterizzazione amministrativa	Distribuzione dell'edificato	
		Zonizzazione AMP	Mappatura zone	
		Zonizzazione Parco	Mappatura zone	
		Previsioni PUL	Distribuzione e organizzazione delle utilizzazioni lungo i litorali	
	Caratterizzazione socio-economica	Demografia	Regimi di proprietà e concessioni	Distribuzioni e superfici delle concessioni
			Densità demografica	
			Popolazione residente	
			Andamento della popolazione	
		Economia	Reddito pro-capite	
			Tasso di attività	
			Tasso di occupazione	
			Tasso di disoccupazione	
		Tasso di disoccupazione giovanile		
Attività turistiche, ricreative e divulgative	Ricettività	Esercizi ricettivi	Numero, tipologia e capacità degli esercizi ricettivi	
		Flussi turistici	Andamento dei flussi delle visite	
	Attrattività	Fornitura di servizi	Numero di servizi al turista	
			Posti bagnante in aree in concessione nelle spiagge	
			Numero servizi igienici nelle spiagge	
		Aree attrezzate alla fruizione con animali domestici		
	Organizzazione di eventi culturali, sportivi e divulgativi	Numero InfoPoint		
			Numero, tipo e durata degli eventi	
Pesca e altre attività produttive	Attività legate alla pesca	Pesca artigianale	Tipologia di fauna ittica pescata	
			Consistenza parco nautico dedicato	
			Indotto	
			Distribuzione del pescato nella filiera	
			Distribuzione e tipologia delle pressioni da attività di pesca	
	Pesca sportiva e ricreativa	Numero eventi sportivi e/o ricreativi		
		Tipologia degli eventi sportivi e/o ricreativi		
		Tipologia e numero delle autorizzazioni		
	Altre attività economico-produttive	Agricoltura e zootecnia	Distribuzione e tipologia delle pressioni da attività di pesca	
			Caratterizzazione per utilizzazione dei terreni delle unità agricole	
Mobilità e accessibilità marina e terrestre	Mobilità e accessibilità terrestre	Caratterizzazione delle unità agricole per tipo di allevamento		
		Altri settori	Caratterizzazione per settori delle unità locali e addetti nelle unità locali	
		Parco veicolare	Consistenza e tipologia	
	Mobilità e accessibilità marina	Percorsi	Distribuzione, tipologia e caratteristiche della sentieristica e delle vie carrabili	
		Servizi di accessibilità	Distribuzione, tipologia e caratteristiche	
		Parco nautico	Consistenza e tipologia	
		Rotte di navigazione	Distribuzione, tipologia e caratteristiche delle rotte consentite	
		Servizi alla nautica e di accessibilità	Distribuzione, tipologia e caratteristiche	
	Trasporto passeggeri	Numero accessi		
Energia e rumore	Energia	Approvvigionamento energetico e consumi	Produzione	
		Consumi		
	Rumore	Sorgenti sonore	Localizzazione e intensità delle emissioni	

Le schede per l'analisi ambientale

Le componenti ambientali individuate vengono analizzate attraverso una scheda articolata in sezioni. Nella prima parte, si introduce la componente ambientale in maniera qualitativa, indicando i tematismi che verranno analizzati. Nelle parti successive, i tematismi vengono analizzati attraverso specifici aspetti che qualificano e quantificano l'analisi attraverso indicatori. La scheda sintetizza le informazioni provenienti dal contesto ed è il riferimento per l'analisi SWOT, da cui, attraverso la contestualizzazione dei criteri di sostenibilità ambientale, possono essere elaborati gli obiettivi di sostenibilità ambientale.

Tabella 2 – La struttura della scheda di analisi delle componenti ambientali.

Componente ambientale	
[Sezione introduttiva generale che descrive la componente ambientale in maniera qualitativa, con riferimento al contesto pianificatorio. Vengono dichiarati i tematismi della componente e gli aspetti relativi a ciascun tematismo.]	
Tematismo	
[Sezione descrittiva del tematismo]	
Aspetto	
[Sezione descrittiva dell'aspetto riferito al tematismo]	
Indicatore	
[Sezione di descrizione qualitativa e/o quantitativa riferita all'aspetto, corredata da fonte e periodo di riferimento]	
Analisi SWOT	
Punti di forza	Punti di debolezza
Opportunità	Rischi
Obiettivi di sostenibilità ambientale	Criteri di sostenibilità ambientale
[Formulazione dell'obiettivo]	[Contestualizzazione dei criteri]

La definizione degli obiettivi di sostenibilità ambientale

Come sostenuto da Karrer e Fianza [8], attraverso la declinazione della sostenibilità secondo i suoi tre “pilastri fondamentali”, ovvero ambiente, economia e società, è possibile integrare efficacemente le questioni ambientali nei processi pianificatori. Il percorso per raggiungere questa integrazione può essere tracciato attraverso la definizione di obiettivi di sostenibilità ambientale. Per ogni componente ambientale, la definizione degli obiettivi segue la traccia indicata in Figura 2. Inizialmente, si costruisce il quadro dell'analisi ambientale, attraverso la compilazione delle sezioni della scheda. Successivamente, si caratterizza il contesto attraverso l'analisi SWOT, quindi definendo criticità e peculiarità sia endogene che esogene, dalla quale scaturisce una strategia preliminare alla mitigazione dei rischi e alla soluzione delle debolezze attraverso punti di forza e opportunità. Infine, attraverso la contestualizzazione dei criteri di sostenibilità, si definiscono gli obiettivi di sostenibilità ambientale che indirizzano il processo decisionale verso una pianificazione sostenibile.

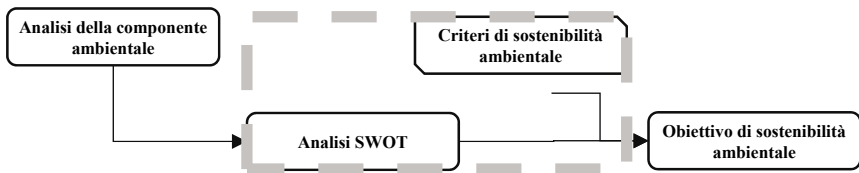


Figura 2 – Diagramma di flusso per la definizione degli obiettivi di sostenibilità ambientale.

Conclusioni

Nei contesti marino-costieri caratterizzati da sovrapposti strumenti di governo del territorio e livelli di tutela, il processo pianificatorio deve essere indirizzato verso obiettivi di sostenibilità ambientale, attraverso l'integrazione di una gestione responsabile delle risorse. La presenza di aree protette marino-costiere conferisce al territorio dei benefici sotto diversi punti di vista, incluso quello socio-economico [10]. Nonostante ciò, la biodiversità dei sistemi marino costieri mostra un declino inesorabile in tutto il mondo, in seguito a diffuse e insostenibili attività umane [3].

Al fine di garantire che le attività antropiche siano compatibili con i presupposti per lo sviluppo sostenibile, lo schema valutativo proposto in questo contributo si configura come modello per definire il rispetto della salvaguardia della biodiversità e la contemporanea prospettiva di crescita socio-economica.

Le relazioni tra le dimensioni fisico-ambientale, culturale ed economica che costituiscono il contesto di un'AMP consentono di perseguire obiettivi di sostenibilità promuovono lo sviluppo socio-economico e trasformazioni territoriali nel rispetto delle risorse ambientali. Viene così evidenziata l'importanza cruciale della costruzione di un quadro della conoscenza che comprenda gli aspetti ecologici, fisico-chimici, culturali e di sviluppo socio-economico, riconoscendone la strategicità per la formulazione di obiettivi di sostenibilità ambientale come elemento cardine del processo pianificatorio.

Attribuzioni

Il contributo è frutto della ricerca comune degli autori, che hanno congiuntamente contribuito alla concezione e alla sua stesura.

Riferimenti bibliografici

- [1] Addis D., Blasi F., Nasti A. – *La Gestione Integrata delle Zone Costiere: strumento di governance per le aree marine protette*, in Marino D., a cura di, *Le aree marine protette italiane. Stato, politiche, governance* (2011), FrancoAngeli, Milano, ISBN 978-88-568-3680-6
- [2] Benoit G., Comeau A., eds. – *A sustainable Future for the Mediterranean: the Blue Plan's Environment and Development Outlook* (2005), Earthscan, London, ISBN 1844072592.

- [3] Douvère F., Ehler C.N. – *New perspectives on sea use management: Initial findings from European experience with marine spatial planning*, Journal of Environmental Management (2010), 90:77-88.
- [4] Garmendia M., Sauzade D., Beaumont N., Boteler B., Pascual M., Boudine T., Breil M., Furlan E., Kontogianni A., Kruger I., Le Tellier J., Gileva E., March D., Roeleveld G., Ronco P., Shivarov A., Skourtos M., Markandya A. – *The Adaptive Marine Policy (AMP) toolbox: Supporting policy-makers developing adaptive policies in the Mediterranean and Black Sea*, Marine Policy (2017) 84:99-109.
- [5] Hogg O.T., Huvenne V.A.I., Griffiths H.J., Linse K. – *On the ecological relevance of landscape mapping and its application in the spatial planning of very large marine protected areas*, Science of the Total Environment (2018), 626:384-398.
- [6] ISPRA – *Verso un core set comune di indicatori del Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale*, Manuali e Linee Guida (2017), 147/2017.
- [7] ISPRA – *Linee guida per l'analisi e la caratterizzazione delle componenti ambientali a supporto della valutazione e redazione dei documenti della VAS*, Manuali e Linee Guida (2017), 148/2017.
- [8] Karrer F., Fidanza A. – *La valutazione ambientale strategica. Tecniche e procedure*, Urbanistica & Territorio (2010), Le Penseur, ISBN 978-88-95315-03-4
- [9] Paltriguera L., Ferrini S., Luisetti T., Turner R.K. – *An analysis and valuation of post-designation management aimed at maximising recreational benefits in coastal Marine Protected Areas*, Ecological Economics (2018), 148:121-130.
- [10] Rosales R.M.P. – *SEAT: Measuring socio-economic benefits of marine protected areas*, Marine Policy (2018), 92:120-130.
- [11] Salizzoni E. – *Sviluppo sostenibile lungo le aree costiere euro-mediterranee: una questione di paesaggio?*, Planum (2012), 25:2, ISSN 1723-0993.

¹ Questo studio è proposto nel contesto del Progetto di ricerca di cui alla Convenzione tra il DICAAR e la Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, finalizzato al raggiungimento degli obiettivi del progetto "GIREPAM Gestione Integrata delle Reti Ecologiche attraverso i Parchi e le Aree Marine" finanziato nell'ambito del Programma INTERREG Marittimo Italia-Francia Maritime 2014-2020, Asse II, Responsabile scientifico: Corrado Zoppi.

STRATEGIE E SCENARI D'ADATTAMENTO PER LA PREVENZIONE DEI RISCHI INDOTTI NEI CONTESTI URBANI COSTIERI

Alessandra Casu¹, Guglielmo Ricciardi²

¹Università degli Studi di Sassari - Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica
casual@uniss.it, tel: 079.9720.407.

²Istituto Italiano Ricerca e Sviluppo – Organismo di Ricerca S.r.l.,
Società Meteorologica Italiana Onlus
guglielmoricciardi@gmail.com, tel: +393453307518

Riassunto – Lo sviluppo di scenari climatici e di rischio legati alla presenza delle acque nel territorio abitato, oltre a produrre iniziative tese a limitare i rischi, potrebbe sottendere progetti urbani orientati in senso “strategico”, tesi cioè ad individuare scenari evolutivi che rimettano al centro il rapporto tra struttura ambientale e progetto della città, individuando alternative progettuali e sequenze di azioni.

Il saggio propone un processo di progettazione urbana per l’adattamento agli effetti del cambiamento climatico in aree di *waterfront* a Lisbona, attraverso l’utilizzo di strategie, scenari di progetto e modelli di valutazione economica.

Abstract – In the last years the effects of the climate change have led reduction of safety and liveability, especially in coastal towns, consequently subject to the dynamics of the latter. In this context, the development of climatic and risk scenarios in urban built areas can produce initiatives to limit risks, as well as it could include urban strategic projects, in order to identify evolutionary scenarios that focus the relationship between environmental structure and urban project, identifying design alternatives and sequences that can develop a new forma Urbis, adaptive and more resilient, able to limit risks, keeping the economic activities, integrating in the landscape and in search of an order.

The essay proposes an adaptation process to the effects of climate change in waterfronts areas (Lisbon), through strategies, scenarios, urban projects, economic assessment models.

Introduzione

La gestione urbana e ambientale, le politiche urbanistiche e territoriali degli ultimi decenni non hanno contribuito a migliorare il rapporto fra clima e città: come gli eventi più recenti dimostrano, i cambiamenti climatici possono introdurre nuovi temi problematici come le ondate di calore o le alluvioni, che tenderanno a manifestarsi con maggiore frequenza. Gli impatti potrebbero essere estremi: le abitazioni, le attività economiche, le infrastrutture e i servizi potrebbero subire danni gravi, mentre le ondate di calore possono compromettere il benessere collettivo.

Le città rappresentano non solo il problema ma anche la soluzione: in tal senso, la pianificazione e la progettazione urbana possono essere discipline in grado di gestire le trasformazioni territoriali in atto, in modo da prevenire gli effetti dei cambiamenti climatici e adattare le aree urbane ai loro effetti [5]. Secondo uno studio pubblicato recentemente da Reckien et al. [16], che ha analizzato i piani locali per il clima di 885 città europee (EU-28), circa il 66 % si è dotata di un piano di mitigazione per il clima, il 26 % ha predisposto un piano d'adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici, mentre il 17 % ha redatto uno strumento di pianificazione per il clima combinando le strategie di mitigazione con le strategie di adattamento.

I documenti in materia di “lotta” ai cambiamenti climatici definiscono i limiti e le strategie da osservare per ciascun accordo, agendo ad un livello spesso distante dalla scala della città: infatti – sebbene sia maturata la consapevolezza – politiche, azioni di sviluppo, riqualificazione del territorio e rigenerazione urbana non sono ancora riuscite a generare una realtà diffusa e gli effetti e gli impatti del *Climate Change* in ambito urbano non sono affrontati in modo esaustivo [14].

L'importanza di un'azione alla scala locale viene affrontata all'interno della *Charter of European Planning* [8], nel capitolo *The Challenges to Effective Planning*, dove viene sottolineata la rilevanza della risposta alle future aspettative dei governi nazionali in materia di cambiamenti climatici, ma soprattutto emerge la figura del pianificatore urbano e territoriale come *manager* del cambiamento dei modelli d'intervento insostenibili anche alla scala locale, tramite l'imperativo *Local action plan must drive change* (Ivi).

Le città, per rispondere alle necessità di un'azione locale, dovranno adottare e sviluppare maggiormente un approccio di tipo *bottom-up*, partendo dai contributi di organizzazioni internazionali quali la *United Nation Framework Convention on Climate Change* e l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) e dalle strategie nazionali di adattamento ai cambiamenti climatici [7]. Questa risposta potrebbe avere una duplice funzione: da una parte l'azione concreta alla scala locale attraverso il progetto urbano, per limitare e risolvere gli effetti dei principali fenomeni che determinano gli impatti nelle aree urbane e, dall'altra, una risposta ai limiti e alle strategie imposte dai programmi di governo nazionali e sovranazionali in materia di cambiamenti climatici. L'interesse verso un approccio *bottom-up* risiede nelle capacità di concentrarsi sulla riduzione della vulnerabilità, migliorando la resilienza di un determinato sistema locale esposto ai rischi del cambiamento climatico [9; 18].

L'adattamento ai cambiamenti climatici presuppone infine una visione capace di tenere insieme, in un processo di analisi e sviluppo di scenari, le diverse scelte di governo da introdurre nella pianificazione per riformulare gli usi dello spazio nelle città [2; 3; 14].

Materiali e Metodi

Il processo d'adattamento implica un'ampia indagine degli aspetti che lo compongono, secondo una valutazione degli scenari futuri sui cambiamenti climatici e le soluzioni progettuali e programmatiche all'interno della gestione del rischio, ritenuto come strumento d'analisi fondamentale per una corretta programmazione in ambiti urbani [17].

Le strategie di adattamento prendono dunque le mosse dalle analisi degli impatti e dai futuri scenari degli effetti indotti dai cambiamenti climatici. L'adattamento potrebbe contribuire ad incrementare a sua volta il livello di resilienza di un'area urbana.

Inizialmente il concetto di resilienza veniva utilizzato nel campo dell'ingegneria dei materiali; col tempo è stato assorbito anche da altre discipline, tra cui la psicologia, l'economia e non ultima l'ecologia, all'interno della quale viene descritta come la capacità che un sistema ha di resistere ad un impatto o a un danno e di ritornare allo stato di funzione iniziale [10; 19]. All'interno del processo di gestione del rischio, utilizzato per la redazione dei piani per l'adattamento ai cambiamenti climatici, il concetto di resilienza viene interpretato in un'ottica proattiva, come la capacità di un determinato sistema di anticipare, prepararsi e rispondere alle minacce con il minimo danno sotto il profilo sociale, economico ed ambientale [12]. Data la forte influenza negli ultimi decenni dell'approccio ecologico alla pianificazione, all'urbanistica e al progetto del paesaggio (*Ecological Planning, Landscape Ecology*), la resilienza è diventata uno degli obiettivi preminenti nelle operazioni di trasformazione delle aree – urbane e no – che hanno subito eventi catastrofici e di forte intensità.

Il modello di adattamento proposto all'interno del presente articolo prende in considerazione l'approccio del *research by design*, così come descritto da Nijhuis et al., [13], risultato del pluriennale lavoro di ricerca della scuola politecnica di Delft nell'ambito della progettazione urbana. Il *research by design* consente di interpretare il paesaggio urbano come oggetto di ricerca interdisciplinare e multiscale, permette di acquisire conoscenze teoriche, utili ad implementare il *framework* di lavoro, è un approccio flessibile adeguato per lavorare in situazioni d'imprevedibilità; infine, facilita il progetto a scale di rappresentazione cartografica e di pensiero differenti. Lavorare con l'incertezza delle previsioni future legate agli effetti del cambiamento climatico e delle trasformazioni della città in ambito costiero, avere un approccio ecologico che prende in considerazione le diverse dinamiche ambientali con una visione olistica, costruire e valutare scenari futuri di adattamento fanno del *research by design* uno strumento di lavoro adeguato rispetto ai temi che il cambiamento climatico impone di affrontare nella pianificazione urbana.

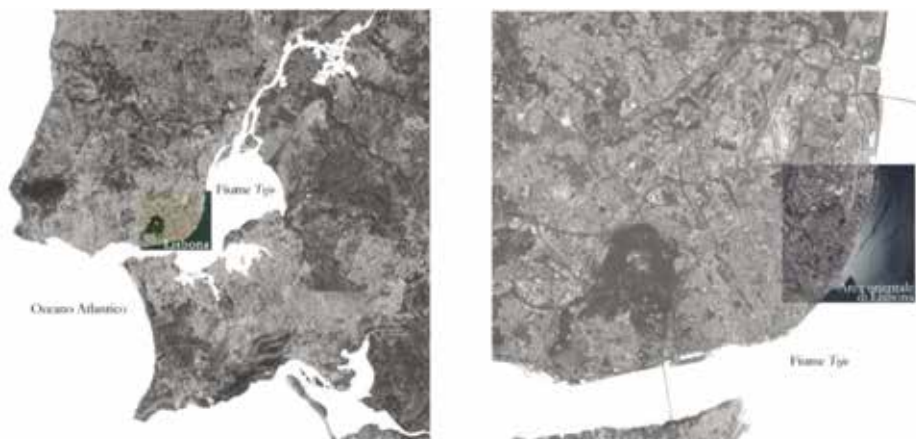


Figura 1 – A sinistra l'estuario del fiume Tejo, a destra viene evidenziata l'area di studio. Fonte: Ortofotomappa Area Metropolitana di Lisbona, anno di rilievo 2012.

Risultati e Discussione

Il territorio sul quale è insediata la città di Lisbona si interpone fra due grandi masse d'acqua, l'Oceano Atlantico a ovest e l'estuario del fiume Tejo a sud e ad est (Figura 1). A causa di queste due grandi masse d'acqua e all'incombenza degli effetti dei cambiamenti climatici diviene necessario sviluppare un modello di adattamento al mutamento della relazione fra la città e le acque che la circondano.

Il primo passo per l'adattamento ai cambiamenti climatici consiste nel definire la base conoscitiva e lo stato dell'arte per quest'ambito di ricerca. Uno degli studi più recenti è il V Report sul Cambiamento Climatico dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (AR5) [11]. Partendo dalle osservazioni e dalle previsioni effettuate a livello globale dall'IPCC, per ciascuna estensione territoriale vengono descritte le osservazioni, le proiezioni e gli effetti. Gli studi sviluppati dal CCIAM (*Centre on Climate Change, Impacts, Adaptation and Mitigation* di Lisbona) con il *downscaling* delle previsioni eseguite dall'IPCC nel V report sul cambiamento climatico, indicano che nel corso del XXI secolo i suoi effetti produrranno una variazione significativa del livello medio del mare che si ripercuoterà non solo sulle aree costiere marittime, ma anche negli ambienti di transizione come gli estuari, tra cui quello del fiume Tejo, caratterizzato dall'influenza delle dinamiche oceaniche e fluviali. La trasposizione degli effetti sulle singole componenti che influenzano il livello dell'acqua nell'estuario ha determinato due scenari principali, che definiscono un *range* di possibile oscillazione fra +3,65 m s.l.m. e +4,65 m s.l.m. per il 2100 (tenendo presente che l'altezza attuale del *waterfront* lisboeta è di 2,50 m s.l.m.). Per consentire l'adozione di strategie e politiche urbane sono stati sviluppati scenari intermedi per il 2025, 2050 e il 2075 (Figura 2).

Le previsioni prodotte sono alla base del processo d'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano e sono in grado di cogliere non solo gli impatti, ma anche i valori e le criticità nell'area oggetto di studio.

La fascia fluviale dell'area orientale di Lisbona (ad oggi caratterizzata dalla presenza di tre terminal commerciali del porto e da numerose aree industriali dismesse, prodotto del processo di de-industrializzazione che ha interessato la città negli anni '90) sarà soggetta agli impatti dei livelli futuri dell'estuario sulla fascia fluviale. L'area immediatamente retrostante, a causa della morfologia del terreno (valli urbane profonde) e dell'elevata impermeabilizzazione dei suoli (risultato della costruzione dei quartieri di edilizia popolare fra gli anni '70 ed '80 del secolo scorso nell'area di Chelas e Marvila), sarà interessata da fenomeni di alluvione urbana dovuti anche a precipitazioni intense.

Il possibile innalzamento del livello dell'estuario e le criticità dell'area hanno caratterizzato l'analisi dei casi e degli ambiti prioritari introdotti nel processo di analisi del rischio. Quest'ultimo, così come inteso da Beck [1], è considerato tra la realtà virtuale e il futuro non esistente, come insieme di situazioni in grado di sollecitare, cioè di sottoporre a sforzo la struttura dell'urbano, forzandola ad assimilare alcuni cambiamenti epistemologici e pragmatici. Questo tipo di approccio consente di indagare tramite il rischio quali siano le possibilità per le trasformazioni future.

L'analisi dei casi è strutturata tramite una matrice in grado di valutare ciascun sub-bacino dell'area oggetto di studio secondo 6 indicatori (livello di permeabilità, capacità aree di depressione naturale, rapporto fra aree a rischio ed aree soggette a pericolo, attività

economiche a rischio, bacino d'impatto economico delle attività a rischio e aree di trasformazione previste dal *Plano Diretor Municipal*).

Tale analisi ha condotto alla definizione degli ambiti prioritari d'intervento, che coincidono con le aree in cui sono localizzati i terminal del porto, le aree industriali dismesse e le aree caratterizzate da funzioni urbane attive con importanza strategica a livello metropolitano.

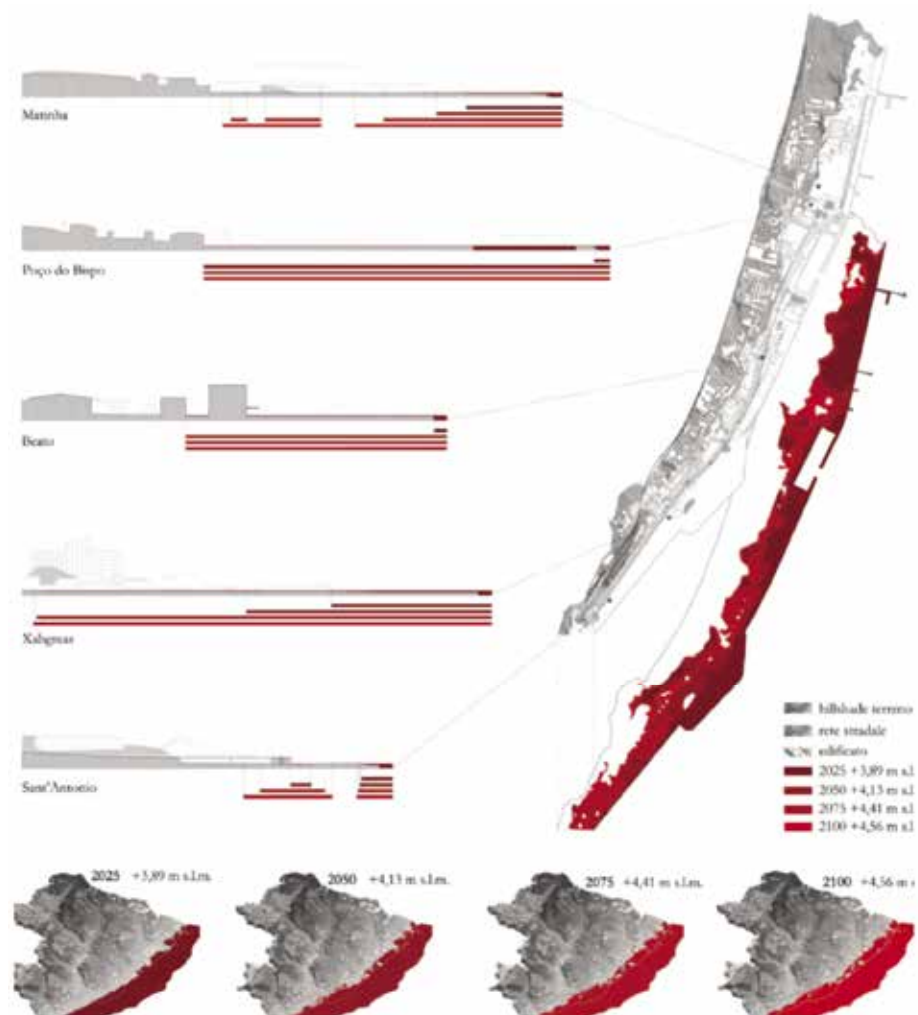


Figura 2 – Possibile innalzamento del livello d'acqua all'interno dell'estuario del fiume *Tejo*, scenario peggiore. Fonte: elaborazione propria su base dati V report dell'IPCC e *downscaling* dei futuri scenari climatici a livello locale del CCIAM.



Figura 3 – Analisi delle aree urbane prioritarie per l'intervento d'adattamento ai cambiamenti climatici.

Fonte: elaborazione propria su base dati *Camara Municipal de Lisboa* (PDM, 2012), Carta dell'uso del suolo area “Grande Lisboa” (2009), *downscaling* futuri scenari climatici a livello locale del CCIAM.

In seguito alla definizione degli ambiti prioritari (Figura 3), il processo di pianificazione proposto cerca di innovare le consuete pratiche adottate per la mitigazione del rischio, ritenendo indispensabile partire da una strategia alla scala del bacino idrografico per trattare il problema con un approccio integrato, sì da non tralasciare criticità alcuna, soprattutto per gli effetti legati alla variazione del regime delle precipitazioni.

La strategia territoriale si pone l'obiettivo di agire nell'ambiente urbano costruito, cercando di ripristinare il naturale deflusso delle acque come strumento per la mitigazione del rischio di esondazione nei bacini idrografici afferenti all'area del *waterfront* orientale.

Alla scala locale, oltre al recepimento delle linee guida, degli indirizzi e delle politiche della strategia territoriale, sono stati sviluppati gli scenari di progetto per il *waterfront*, considerato come l'area maggiormente prioritaria.

Gli scenari sono strumenti di ausilio alla progettazione nell'incertezza insita nelle previsioni future sui cambiamenti climatici. Ciascuno scenario di progetto rappresenta il “che cosa succederebbe se?”, imponendo la riflessione sulle politiche di adattamento, sull'eventuale ri-naturalizzazione dell'area oppure su un nuovo disegno urbano (Figura 4).

Il primo scenario è definito come opzione di non intervento per fronteggiare gli effetti del cambiamento. L'assenza di politiche urbane aumenta il livello di rischio cui le aree sono sottoposte e, allo stesso tempo, rende maggiormente vulnerabili le popolazioni che frequentano e abitano gli spazi soggetti a rischio, le attività economiche e le infrastrutture.

Lo scenario di ri-naturalizzazione propone un graduale processo di ripristino della naturalità della fascia fluviale, presente nel periodo antecedente allo sviluppo industriale. L'obiettivo viene perseguito nell'arco temporale del XXI secolo, con uno spostamento di funzioni grazie a principi perequativi urbani e territoriali, nel caso in cui le attività economiche o i diritti edificatori vengano ri-localizzati in aree esterne.

I tre scenari successivi sono caratterizzati dall'adozione di politiche ed azioni per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Ciascuno scenario si completa con i successivi, aggiungendo azioni in grado di aumentare il livello di sicurezza del *waterfront*. In prima istanza, vengono intraprese scelte conformi agli indirizzi della strategia territoriale per il ripristino del naturale deflusso delle acque e per la difesa dal possibile innalzamento del livello dell'estuario. Mentre la prima azione è applicabile con l'ausilio di strumenti perequativi e un successivo ridisegno delle aree perequate per il rallentamento delle acque piovane, la seconda consiste nella ridefinizione del profilo della piattaforma portuale, elevandola ad una quota tale da innalzare e difendere dapprima le attività portuali e, in seguito, tutte le aree retrostanti del *waterfront*.

All'interno della fase di sviluppo degli scenari è stata effettuata parallelamente la valutazione economica secondo un'analisi costi-benefici, che ha permesso di rimodulare alcune proposte presenti negli scenari in modo da ottimizzarne i costi.

Il modello valutativo ha confermato quanto affermato nella maggior parte delle valutazioni economiche del cambiamento climatico, ovvero che intervenire con politiche urbane di adattamento e ridisegno del tessuto urbano come negli ultimi tre scenari presentati (2, 3 e 4) risulta maggiormente vantaggioso rispetto alla mancata adozione di politiche di adattamento (opzione di non intervento).

Lo scenario 3 parte dalle azioni adottate nello scenario precedente, aggiungendovi la possibilità di far defluire le portate d'acqua piovana in eccesso attraverso la piattaforma costruita a difesa. L'ultimo scenario, oltre ad essere costituito dagli elementi dello scenario precedente, simula le trasformazioni previste dal *Plano Diretor Municipal* della città di Lisbona, per far emergere come gli indici di edificabilità definiscano le aree permeabili.

Conclusioni

I risultati del processo di valutazione sono come supporto alle decisioni nella programmazione per l'adattamento urbano agli effetti del cambiamento climatico. L'orizzonte temporale nel quale si è concentrato il piano di adattamento arriva fino al 2100, data nella quale si dovrebbero manifestare i peggiori effetti. Questo tipo di orizzonti temporali è molto dilatato per gli strumenti di pianificazione urbana, per cui la valutazione degli effetti e dei possibili interventi in scenari a medio termine – come quelli per le soglie 2025, 2050 e 2075 – potrebbe servire per verificare l'andamento delle previsioni sul cambiamento climatico ed eventualmente definire sia eventuali rimodulazioni delle previsioni, sia stati di avanzamento a medio e lungo periodo.

Gli scenari si sono rivelati uno strumento efficace sia per la trasposizione dei possibili eventi futuri nella situazione attuale, sia come dispositivo in grado di fornire indicazioni non solo sui risultati ma sull'intero processo di costruzione del piano di adattamento, incluso il fatto che questo possa produrre maggior conoscenza e consapevolezza rispetto al problema del cambiamento climatico in ambito urbano [4].

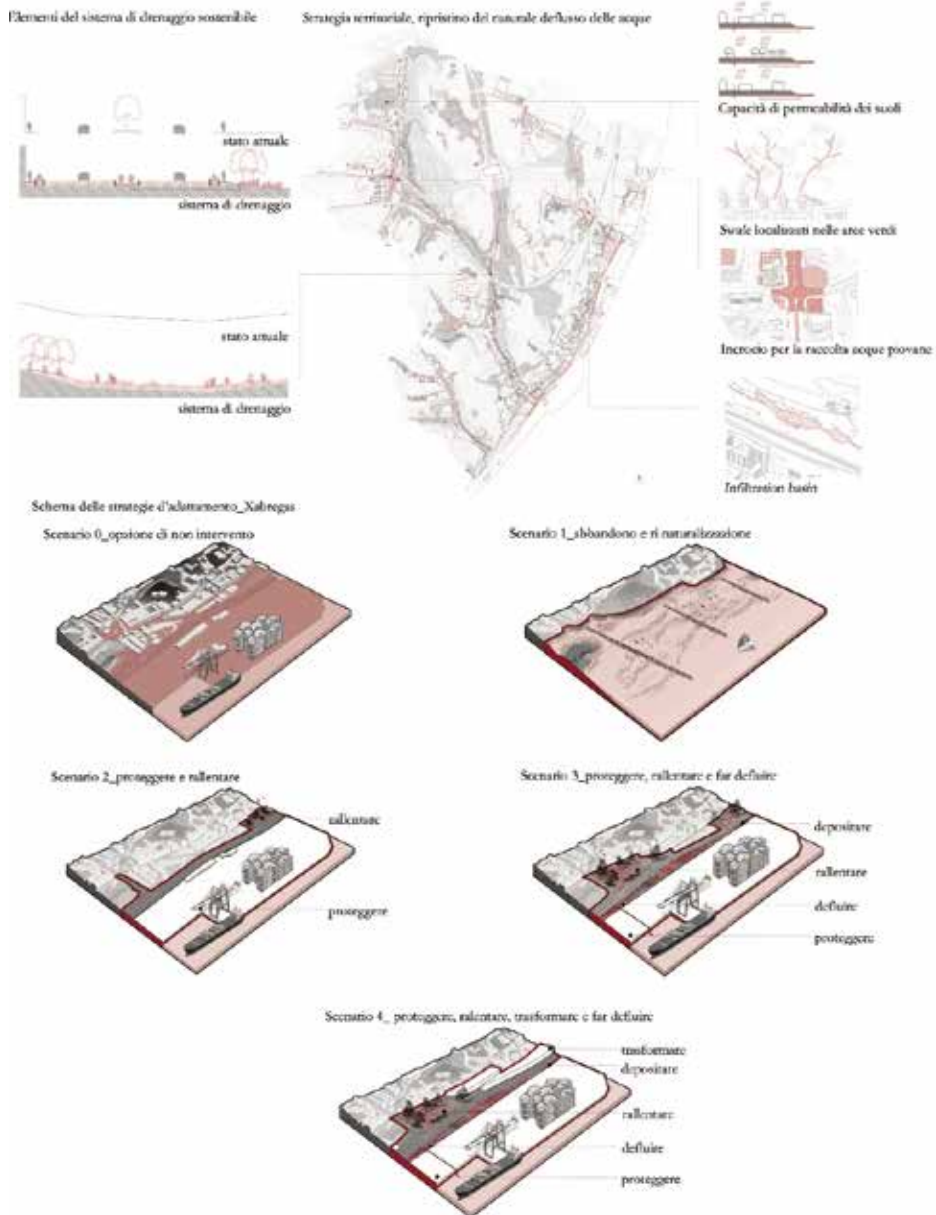


Figura 4 – Strategie e scenari di progetto futuri per l'adattamento ai cambiamenti climatici nel *waterfront* di orientale di Lisbona. Fonte: elaborazione propria su basi cartografiche della città di Lisbona e *downscaling* dei futuri scenari climatici a livello locale del CCIAM.

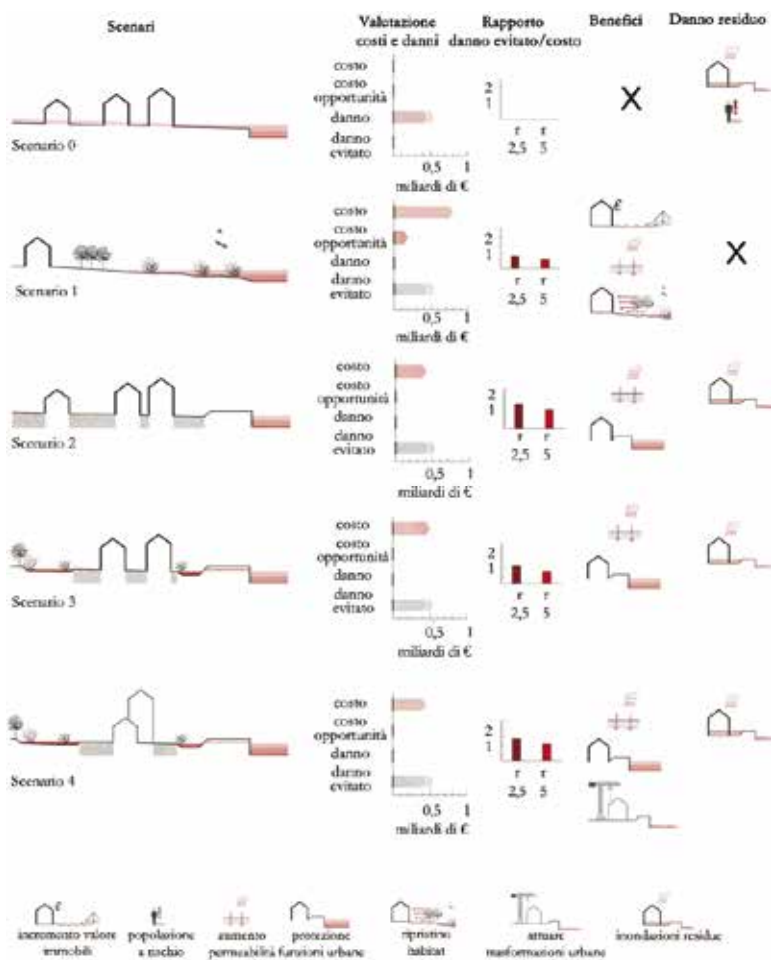


Figura 5 – Strategie e scenari di progetto futuri per l'adattamento ai cambiamenti climatici nella *waterfront* orientale di Lisbona. Fonte: elaborazione propria su basi cartografiche della città di Lisbona e *downscaling* dei futuri scenari climatici a livello locale del CCIAM.

Bibliografia

- [1] Beck U. (2000), *La società del rischio. Verso una seconda modernità*, Roma: Carocci.
- [2] Betsill M.M., Bulkeley H., (2003), *Cities and Climate Change: Urban Sustainability and Global Environmental Governance*, New York: Routledge.
- [3] Biesbroek G.R., Swart R.J., Van der Knaap W.G.M. (2009), *The mitigation-adaptation dichotomy and the role of spatial planning*, Habitat International, n. 33, pp. 230-237.

- [4] Blečić I. (2012), *La costruzione degli scenari per la pianificazione*, Milano: Angeli.
- [5] Bussadori V. (2013), *La Pianificazione come strumento di adattamento ai cambiamenti climatici*, in Musco F., Zanchini E. (a cura), *Il Clima cambia le Città*. Atti della conferenza, Venezia: Corila, pp. 20-22.
- [6] Commission of the European Communities (2009), *White paper, Adapting to climate change: Towards a European framework for action*, Bruxelles: Commission of the European Communities, Report No.: COM 147 final.
- [7] Costa J.P., Santos Nouri A, Fernandes A. (2013), *An overall perspective on the climate change adaptation agenda*, in Costa J.P., Figueria de Sousa J. (eds.), *Climate Change Adaptation in Urbanised Estuarine. Contributes to the Lisbon Case*. Lisbon: FCSH/UNL – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa.
- [8] ECTP-CEU (2013), *Charter of European Planning*
- [9] Kravčík M., Pokorný J., Juraj K., Kováč I.M., Tóth E. (2007), *Water for the Recovery of the Climate. A New Water Paradigm*, Žilina: Krupa Print.
- [10] Holling C. (1973), “Resilience and stability of ecological system”, *Annual Review of Ecology and Systematics*, n. 4, pp. 1-23.
- [11] IPCC (2014), “Summary for policymakers”, in Id., *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*, Cambridge University Press, pp. 1-32.
- [12] National Research Council (2010), “Managing the climate challenge: a strategy for adaptation”, in Id., *Adapting to the impacts of climate change*, Washington DC: The National Academies Press.
- [13] Nijhuis S., Stolk E., Hoekstra M., (2017), *Teaching Urbanism: the Delft approach*, in *Urban Design and Planning*, n. 170, issue DP3, pp. 96–106.
- [14] Owens S.E., Cope D.R. (1992), *Land Use Planning Policy and Climate Change*, London: Her Majesty’s Stationery Office.
- [15] Polesello A.V. (2013), *Città e cambiamento climatico: come tradurre il significato di «What needs to be done» in «How to do it»*, in Musco F., Zanchini E. (a cura), *Il Clima cambia le Città*, Atti della conferenza, Venezia: Corila, pp. 10-14.
- [16] Reckien D., Salvia M., Heidrich O., et al. (2018), *How are cities planning to respond to climate change? Assessment of local climate plans from 885 cities in the EU-28*, *Journal of Cleaner Production*, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.03.220.
- [17] Rehak D., Senovsky M., Balog K., Dvorak J., (2011), *Analytical tool for risk assessment of landscape and urban planning: Spatial development impact assessment*, *Central European Journal of Engineering*, n.1, pp. 202-209.
- [18] Veelen V.P.C. (2013), *Adaptive strategies for the Rotterdam unembanked area. Synthesis report*, Rotterdam Press.
- [19] Walker B.H., Salt D. (2006), *Resilience thinking: Sustaining ecosystems and people in a changing world*, Washington DC: Island Press.

USI E CONFLITTI NEL PARCO NAZIONALE DELL'ASINARA (ITALIA)

Corinne Corbau¹, Ilaria Rodella², Pierpaolo Congiatu³,
Umberto Simeoni¹, Donatella Carboni^{4*}

¹ Dipartimento di Scienze della Terra Università degli Studi di Ferrara

² Dipartimento di Ingegneria Università degli Studi di Ferrara

³ Parco Nazionale dell'Asinara

⁴ Dipartimento di Scienze Umanistiche e Sociali Università degli Studi di Sassari, Via Roma 151,
07100 Sassari, tel. 079229634, email carbonid@uniss.it

*Autore di riferimento

Riassunto – In Italia, due atti regolano la conservazione dell'ambiente naturale: Legge n. 979/1982 sulla difesa del mare e Legge n. 394/1991 sulle aree protette. I parchi nazionali (PN) e le aree marine protette (AMP) sono considerati uno degli strumenti più efficaci per promuovere la conservazione dell'ambiente e lo sviluppo sostenibile, in quanto possono fornire benefici sociali ed economici alle comunità locali. Tuttavia, senza una gestione efficace è improbabile che le aree protette raggiungano le alte aspettative di conservazione e sviluppo. Esse, infatti, sono state spesso criticate per aver portato impatti sociali, economici, culturali e politici negativi alle comunità locali. Ciò rappresenta un problema perché il successo di un'area protetta dipende dalla percezione locale dei risultati socio-economici ed ecologici e dall'efficacia e qualità delle politiche, delle istituzioni e dei processi di gestione e *governance*. La designazione di un parco nazionale, inoltre, può generare conflitti tra comunità locali e gestori. Poiché i parchi nazionali e le comunità circostanti sono fortemente dipendenti l'uno dall'altro, il compito di gestire gli interessi degli stakeholder e i potenziali conflitti d'uso dovrebbe essere di alta priorità per i gestori dei parchi.

Lo studio, ancora in una fase preliminare, si propone di identificare e analizzare i conflitti esistenti o potenziali tra la gestione del Parco Nazionale dell'Asinara, l'uso, la popolazione locale e le attività che si svolgono sull'isola. I risultati dell'analisi saranno, nel proseguo della ricerca, utilizzati per: identificare le zone in cui nell'isola si verificano conflitti, se e dove esistano aree di sovrapposizione d'uso delle risorse, infine farà seguito la trasposizione di queste informazioni in mappe spazialmente esplicite tramite GIS.

Le mappe realizzate potranno fornire un prezioso strumento per i gestori del Parco Nazionale dell'Asinara e per la comunicazione tra decisori e le parti interessate.

Abstract – *In Italy, two acts regulate the conservation of natural environment: Act no. 979/1982 on the sea defense and Act no. 394/1991 on protected areas. Marine Protected Areas (MPAs) and National Parks (NP) are considered one of the most effective tools in promoting the preservation and conservation of the environment as well as sustainable development, providing social and economic benefits to local communities. However, without effective management, protected areas are unlikely to achieve the high expectations of conservation and development and have been often criticized for leading to negative social, economic, cultural and political impacts to local communities. This represents a problematic*

issue because the success of a protected area depends on the local perceptions of socio-economic and ecological outcomes and on the perceptions of the effectiveness and quality of management and governance policies, institutions, and processes. Furthermore, the designation of national park also leads to conflicts between local communities and managers. As national parks and surrounding communities are highly dependent on each other, the task of managing stakeholder interests and potential use conflicts should be of high priority for park managers.

The study aims to identify and analyze existing or potential conflicts between the management of the National Park of Asinara, the local population, the uses and activities. The results will be successively used to identify and map zones with major conflicts, eventual zones with an overlap of the use of the resources. The maps within GIS represent a useful tool for the managing authorities of the National Park of Asinara and also for communication practices between authorities and stakeholders.

Introduzione

Le Aree Protette sono considerate a livello mondiale lo strumento più importante per la conservazione della biodiversità e dei paesaggi [1; 2; 3]. Dal 1872 anno in cui fu istituita la prima area destinata alla protezione della natura il Parco Nazionale di Yellowstone - Stati Uniti, il concetto di area protetta è molto cambiato [4]. Sebbene le aree protette siano sempre state accettate in tutto il mondo come uno dei principali strumenti per la protezione della natura, il loro ruolo nella conservazione della biodiversità è diventato esplicito solo negli anni '90, quando l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) ha definito un'area protetta come "*an area of land and/or sea especially dedicated to the protection and maintenance of biological diversity, and of natural and associated cultural resources, and managed through legal or other effective means*"[5]. Successivamente, il concetto è stato ampliato; ciò ha portato l'IUCN a ridefinire un'area protetta come "*a clearly defined geographical space, recognised, dedicated and managed, through legal or other effective means, to achieve the long term conservation of nature with associated ecosystem services and cultural values*"[6, p. 8; 7, p.4]. Questa nuova definizione riflette di più la visione antropocentrica delle aree protette, poiché sottolinea il loro ruolo nel sostenere la vita dell'uomo ed il suo benessere, oltre che nel preservare il buon funzionamento dell'ecosistema [3; 8].

La conservazione degli ecosistemi, intesa nella sua completa accezione, dunque, è caratterizzata da una pluralità di interessi, di motivazioni, di linguaggi e di attori; questi ultimi sono dotati di un potere di decisione, non sempre ben definito, ma che spesso si intreccia o si sovrappone generando potenziali conflitti¹ soprattutto di tipo socio-ambientale [9; 10; 11; 12].

¹ È possibile definire un «conflitto» in base all'ambito in cui si sviluppa e alla sua portata dal punto di vista degli esiti sociali. L'ambito di un conflitto ambientale è quello legato all'uso dell'ambiente e delle risorse e che ha ripercussioni sul benessere degli individui o della natura. In realtà i conflitti ambientali sono riconducibili ai conflitti relativi alla distribuzione, all'accesso e al controllo delle risorse. Quindi, sono certamente ambientali tutti i conflitti riferibili alle risorse rinnovabili e non rinnovabili che abbiano impatti sulla qualità dell'ambiente o sul benessere, ma anche sulla loro esauribilità; nonché riferibili a risorse culturali (tradizioni, cultura materiale, modi di vita) o a risorse legate all'amenità dei luoghi e al paesaggio [11]. In letteratura sono stati proposti numerosi criteri per la classificazione dei conflitti ambientali: sulla base delle cause che originano i conflitti; sulla base dei metodi di risoluzione; sulla base della scala: locale, internazionale o globale [18]. Un'altra modalità di esaminare i conflitti territoriali/ambientali è proposta da Amy [19], che identifica tre modelli precisi:

La capacità delle comunità, dei gestori delle risorse e dei responsabili politici di affrontare conflitti espliciti o latenti per l'uso delle risorse può essere migliorata sviluppando e implementando approcci, metodi e strumenti efficaci per la loro gestione e risoluzione.

Gestire i conflitti all'interno delle aree protette con un approccio partecipativo e inclusivo coinvolgendo tutte le parti interessate è sicuramente un modo efficace capace per trasformare i conflitti per la gestione /sviluppo in opportunità [13; 14].

Inoltre come evidenziato da St. Martin e Hall-Arber [15] spesso vi è un "cartografico silenzio" nell'attuare la mappatura della dimensione umana degli ambienti naturali. In particolar modo questo è ancor più evidente nelle aree protette. Essi evidenziano anche i grandi sforzi per la raccolta dati, e la difficoltà a catturare la complessità delle comunità umane o delle loro relazioni verso i luoghi e le risorse naturali. Questa difficoltà persiste nonostante la consapevolezza che gli ecosistemi terrestri e marini includono valori umani, conoscenza, bisogni, processi e impatti.

Tutto questo è ancor di più amplificato nelle piccole isole, come l'isola dell'Asinara, dove conflitti potenziali si possono manifestare o conflitti esistenti possono intensificare a causa di un aumento della concorrenza per spazio e risorse limitati.

Pertanto, questo contributo presenta un nuovo approccio per comprendere i conflitti locali o le aree dove un conflitto è manifesto al fine di delineare i dati qualitativi in informazioni spazialmente esplicite. In particolare l'articolo mira a: (i) fornire un sistema basato sul metodo GIS per comprendere meglio la distribuzione spazio-temporale delle attività umane nel Parco Nazionale dell'Asinara; (ii) identificare potenziali conflitti tra queste attività; (iii) sviluppare un approccio per condividere i dati, informazione e conoscenza tra le parti interessate; e (iv) testare il metodo di questo approccio per migliori scambi tra le parti interessate verso azioni e scenari collettivi.

Area di studio

Il Parco Nazionale dell'Asinara è un'area protetta che è stata ufficialmente istituita dalla legge n. 344 nel 1997. Il Parco comprende l'intera isola dell'Asinara, le piccole isole entro 1 km dalla costa, ad eccezione dell'Isola Piana [16;17].

L'Isola occupa una superficie di 51230 km² e si estende per una lunghezza di circa 18 km, misurata da Punta Salippi, a Sud, a Punta Scorno, a Nord. La sua larghezza varia dai 7 km nel tratto più ampio, individuato tra Punta Crabara e Punta Sabina, a 290 metri nel tratto più stretto, rappresentato da Cala di Scombro. Infine, il perimetro costiero è di circa 110 km [21]. L'Isola, dunque, ha una forma stretta e sinuosa, con asse principale orientato approssimativamente in direzione da Nord-Est a Sud-Ovest, e un andamento della linea di costa molto frastagliato, a rias [22].

Il paesaggio costiero (Fig. 1 e Fig. 2) si presenta molto diversificato: se il versante occidentale è costituito da falesie alte e rocciose di origine metamorfica, che cadono a picco sul mare e sono esposte ai forti venti dei quadranti occidentali, il litorale orientale, al contrario, si presenta basso con ampie insenature che si alternano a piccole cale sabbiose, in cui si mescolano la macchia mediterranea e le rocce di granito.

(a) conflitti da assenza o distorsione delle informazioni, (b) conflitti da interessi contrastanti, (c) conflitti originati da diversità nei valori e nei principi fondamentali [20].



Figura 1 – Cala dei Ponzesi.

Figura 2 – Bus lungo la costa dell'Asinara.

La contrapposizione dei due tipi di costa costituisce senz'altro uno dei motivi paesaggistici più peculiari dell'Isola [23].

Nonostante la sua recente istituzione, il Parco Nazionale dell'Asinara (Fig. 3), negli ultimi anni, ha registrato un trend in crescita nella domanda turistica e nel numero di visitatori. Ci sono molte attrazioni che richiamano i turisti: oltre alla natura "incontaminata", alle acque cristalline del mare, alle incantevoli insenature, ai paesaggi e ai panorami mozzafiato, l'isola offre ai visitatori un'esperienza che porta anche alla scoperta della sua storia e della sua biodiversità. Ogni edificio, ogni rudere è testimonianza di un passato fatto di tanti tasselli che racchiudono le diverse vicende che hanno segnato la sua "biografia", dall'epoca preistorica ad oggi: i transiti commerciali dei romani, l'insediamento dei monaci Camaldolesi, le scorrerie dei pirati, l'insediamento dei pastori sardi e dei pescatori liguri e campani, i tentativi di colonizzazione dell'Isola, l'installazione del Lazzaretto del Regno d'Italia e della colonia penale agricola, gli anni del supercarcere.

Le strutture che hanno un'importanza culturale, storica e architettonica sono numerose: le Domus de Janas (Neolitico), il Castellaccio (XI secolo) presso il massiccio granitico di Fornelli e probabilmente attribuibile ai Malaspina (anno 1000), il rudere del monastero dei Camaldolesi (1118), le torri costiere dei primi del '600, i *cules* dei pastori, i ruderi del borgo di "La Reale" e il borgo marinaro di "Cala d'Oliva" ('700) la cui fondazione è dovuta all'opera di pescatori di origine ligure, che durante la stagione estiva si recavano nell'Isola per la pesca, il Faro di Punta Scomò (1854), la chiesetta del borgo marinaro (1860), le undici diramazioni carcerarie (dal 1885 ai primi del '900) nate in funzione della colonia penale agricola, le strutture del Lazzaretto di fine Ottocento, il Palazzo Reale (primi del '900), i vari cimiteri dell'Isola tra cui quello monumentale denominato il Cimitero degli Italiani del 1916, i resti dei campi di prigionia di Fornelli, Tumarino, Stretti, Campo Perdu (1915-1916), la Cappella Austro-Ungarica (1916), l'Ossario Austro-ungarico (1936), la Chiesa di Cala Reale.

Sono presenti alcune torri costiere di difesa, rispettivamente a Cala Arena, Cala d'Oliva e Trabucato, la cui costruzione nel XVII secolo all'Asinara, come in tutto il litorale sardo, era dovuta al pericolo derivante dalle incursioni dei barbareschi che minacciavano la navigazione nel Golfo; i pirati turchi, comandati dal celebre ammiraglio Barbarossa, utilizzarono l'Asinara come base per le loro scorrerie nel Mediterraneo e posero i loro quartieri nella parte meridionale dell'Isola [24].

familiari, in quanto i loro avi vi abitarono prima dell'istituzione della colonia penale agricola (es. le famiglie dei pastori e dei pescatori mandate via nel 1885).

Le attività antropiche sull'Isola sono esclusivamente legate ai servizi turistici e alla ricerca scientifica. Anche se l'Ente Parco mira a ricostituire un centro abitato e a ripristinare attività esercitate in passato, come l'agricoltura, la viticoltura e l'allevamento, attualmente non esiste una comunità insediata.

Quando l'Asinara venne aperta al pubblico nel 1999, era possibile effettuare la visita esclusivamente in giornata con gli accompagnatori turistici del Parco (ancora non erano state formate le guide esclusive), per cui non si poteva parlare di turismo vero e proprio, ma di escursionismo. Inoltre era prevista l'opportunità di effettuare escursioni della durata di mezza giornata: si approdava a Fornelli con l'imbarcazione, si faceva una passeggiata a piedi fino a Cala Sant'Andrea, con la guida, e poi si tornava indietro, nella stagione estiva era prevista la sosta per effettuare il bagno a Cala Spalmatore. Non vi era un numero chiuso di visitatori giornalieri, solo successivamente, con la redazione del Piano del Parco si è indicato un numero massimo di visitatori al giorno, stimato in circa 900 unità.

Oggi l'Isola può essere visitata con modalità differenti, a seconda delle diverse esigenze e del tempo a disposizione del visitatore, inoltre, sono aumentati gli operatori turistici che offrono una gamma di servizi diversificati.

È opportuno sottolineare, però, che i visitatori non si distribuiscono nell'Isola in modo omogeneo, ma si concentrano in alcune aree specifiche, ovvero quelle che presentano le attrattive fruibili e i servizi, e che sono facilmente accessibili via mare: Fornelli, Cala Reale, Cala d'Oliva.

Metodologia

Capire le relazioni tra molteplici pressioni umane e lo stato degli ecosistemi è fondamentale per sviluppare piani spaziali il cui obiettivo principale è mappare i livelli i tipi di conflitto esistenti o potenziali al fine di visualizzare diverse e possibili alternative di gestione [25].

Infatti, se dal confronto tra mappe che mostrano importanti aree biologiche con mappe che raffigurano importanti aree per le attività umane non emergono evidenti sovrapposizioni (conflitti o incompatibilità), potrebbe non essere necessario un piano di gestione dello spazio. Questa situazione, tuttavia, è molto rara. Di solito, specialmente nelle aree intensamente utilizzate o dove è prevista una limitazione dell'uso, anche un'analisi superficiale indicherà potenziali sovrapposizioni spaziali tra le attività umane e le aree naturali.

Le sovrapposizioni d'uso di solito identificano aree conflittuali che tuttavia possono aiutarci a individuare reali o potenziali compatibilità. Per esempio zone designate a parco eolico *offshore* sono incompatibili con le rotte di trasporto marittimo, ma, le aree designate per a parco eolico *offshore* potrebbero benissimo essere compatibili con alcuni tipi di acquacoltura per l'allevamento di molluschi. Inoltre, anche il tempo è un fattore da considerare, infatti un potenziale conflitto spaziale potrebbe non sorgere se due usi umani si verificassero in diversi periodi di tempo. Ad esempio, durante i mesi estivi un'importante area per l'osservazione delle balene potrebbe essere adoperata in un altro periodo per altri fini, quando le balene non sono presenti.

Autori come Van Assche et al. [26] ci ricordano, inoltre, che il successo di una buona *governance* nell'uso di una risorsa si basa su una comunicazione efficace, su una

diffusione e su una accettazione pubblica di concetti, strategie e modalità.

Come tale, lo scopo principale di questo lavoro è sviluppare e applicare una metodologia spaziale, esportabile in altre aree protette, utile per l'analisi dei conflitti esistenti o potenziali (cioè ancora non chiaramente manifesti) tra i gestori del Parco Nazionale dell'Asinara, gli usi delle risorse, la popolazione locale e le attività economiche in esso presenti, verificando la possibilità di favorire approcci partecipativi.

Alcuni studi hanno sviluppato approcci geospaziali per modellare le complesse relazioni tra molteplici usi umani, pressioni e stato dell'ambiente. Partendo da tali studi [8; 20; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35] l'approccio di modellizzazione geospaziale che è stato sviluppato è stato testato sul caso studio nel Parco Nazionale dell'isola dell'Asinara, il quale come tutti i parchi nazionali richiede la pianificazione dello spazio marino e interno.

Un parco nazionale com'è noto è, infatti, un Ente pubblico non economico che gestisce insieme ad altri soggetti istituzionali ed economici una determinata porzione di territorio in cui vivono, operano ed interagiscono diverse categorie di soggetti che sono portatori di un qualche interesse o aspettativa nei confronti del parco stesso e viceversa. Ogni singola azione, scelta o politica intrapresa da un parco nazionale genera ricadute, positive o negative, su tali categorie di soggetti, che sono dunque gli interlocutori principali ai quali ogni parco deve necessariamente rendere conto in merito al proprio operato ed ai risultati conseguiti o che deve conseguire. Con tali soggetti un parco nazionale deve costruire e portare avanti un dialogo ed un confronto continuo nell'ottica di una gestione partecipata dell'uso del territorio. È senza dubbio vero, però, che non esiste una lista generica di *stakeholders*² che vada bene per ogni area protetta, la lista dei soggetti che influenzano e che possono essere influenzati dipende da una serie di fattori che di volta in volta possono variare.

Le tipologie dalle quali partire e le variabili da considerare per individuare al meglio la rete degli *stakeholders* che agiscono in un parco sono inerenti a coloro che sono coinvolti per: responsabilità, influenza, prossimità/vicinanza, dipendenza, rappresentanza.

Il metodo individuato e proposto si basa su criteri d'indagine sia quantitativi che qualitativi. Le indagini quantitative, non ancora completate e in fase di realizzazione, saranno principalmente impiegate nelle analisi spaziali e diacroniche delle dinamiche *land use* quali indicatori dei processi territoriali.

Si ritiene opportuno dare particolare rilevanza alle attività di campo, considerando la possibilità di raccogliere informazioni e dati cartografici e bibliografici all'interno degli ambienti stessi di conflitto.

Le indagini qualitative sono state sviluppate e, allo stato attuale della ricerca, sono state applicate per esplorare i conflitti manifesti o latenti generati da un uso non sempre

² Il termine *stakeholder* significa portatore di interesse; sono tutti quei soggetti (persone, associazioni o gruppi) che ritengono di detenere un interesse ed entrano in relazione in qualche modo con la gestione, le loro opinioni o decisioni i loro atteggiamenti possono favorire ma anche ostacolare il raggiungimento di uno specifico obiettivo.

I Parchi sono realtà fortemente legate al contesto e perciò la mappa degli attori va costruita in base a: 1) la rappresentanza degli interessi, intesa nel senso più ampio di interessi pubblici e privati, istituzionali e informali, materiali e simbolici, attuali e potenziali, economici, politici, culturali, ambientali; 2) alla cognizione topica, intesa come capacità di comprendere il territorio non solo nei suoi aspetti tecnico-scientifici, naturalistici e geografico-fisici, ma nel profondo delle sue eredità storiche, dei suoi tracciati culturali, delle sue risonanze emotive[10; 36].

condiviso dell'ambiente, e per inquadrare spazialmente e temporalmente le principali componenti del conflitto ambientale o come indica Maggioli [12] più appropriatamente territoriale: attori, relazioni, poste in gioco, territorio.

I metodi d'indagine utilizzati saranno complementari e non esclusivi.

I dati qualitativi sono stati ricavati attraverso l'ideazione e la realizzazione di un questionario *ad hoc* (Fig. 4) che ha utilizzato una combinazione di domande aperte e chiuse, per eseguire un'analisi multivariata.

Il questionario utile strumento di supporto alle decisioni per i gestori del Parco, elaborato in collaborazione tra l'Università di Sassari, l'Università di Ferrara e l'Ente Parco è composto da 25 domande di cui diciannove chiuse e sei aperte.

Il questionario è diviso in tre parti: Informazioni personali, Questioni generali e Usi e conflitti.

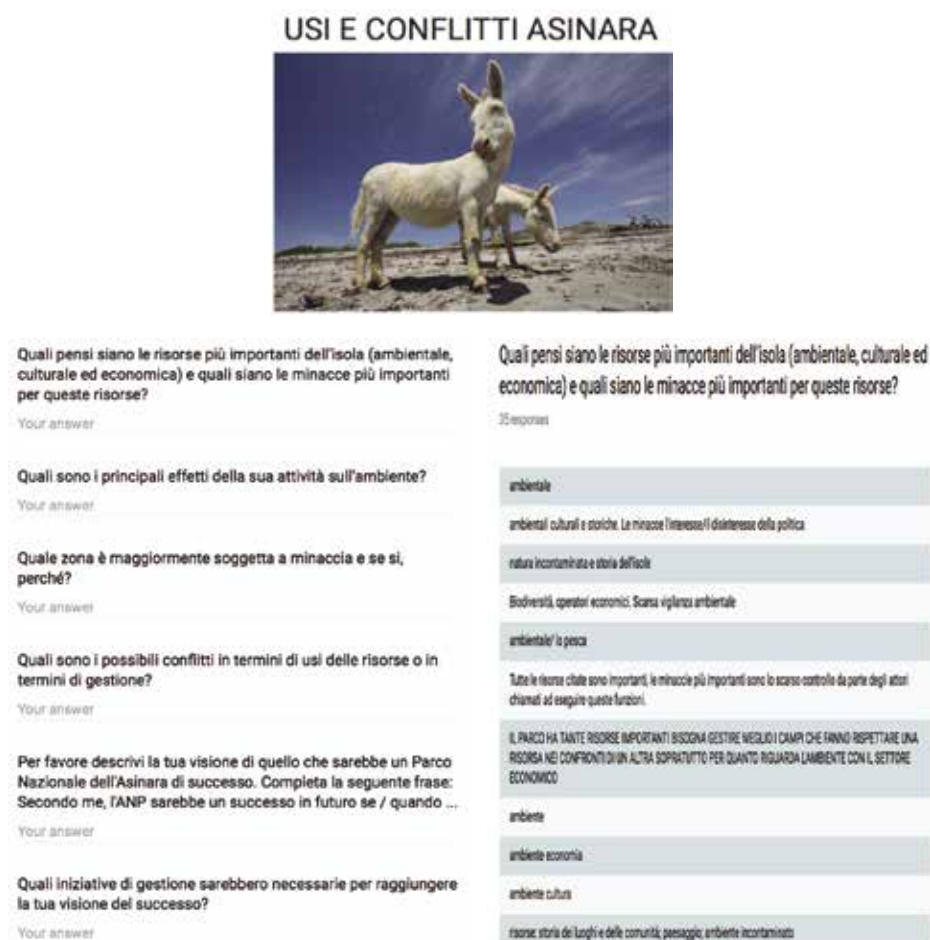


Figura 4 – Il questionario.

Per favore descrivi la tua visione di quello che sarebbe un Parco Nazionale dell'Asinara di successo. Completa la seguente frase: Secondo me, l'ANP sarebbe un successo in futuro se / quando ...

più promozione e possibilità di maggiore ricettività

Aprire il parco a residenti e ripristinare le vecchie economie pastorali, agricole etc. senza eccedere nello sfruttamento.

ND

Se tutti gli enti che sovrintendono alla gestione si sedessero ad un tavolo e ognuno si prendesse le proprie responsabilità

si saranno controlli h24 x12 mesi soprattutto in AMP / quando si accorgeranno sarà troppo tardi.... Il successo ci sarà quando ci sarà una presa di coscienza e di responsabilità a tutela del territorio, abolizione della pesca.

Figura 5 – Il questionario: la visione personale del portatore di interesse per un parco di successo.

La prima parte è dedicata alle informazioni personali dello stakeholder: sesso, età, attività svolta e anni di esperienza.

La seconda parte è inerente alle conoscenze relative alle normative ed ai regolamenti; in particolare si sofferma sui regolamenti e sulle normative al fine di comprendere se sono appropriate per regolare le attività e gli usi delle risorse, se le comunità locali e i residenti hanno un input sulla gestione del Parco Nazionale dell'Asinara, se l'area protetta fornisce vantaggi economici alle comunità locali, se le attività di gestione sono monitorate, se le strutture per i visitatori sono adeguate, e se gli *stakeholders* contribuiscono alla gestione del Parco Nazionale dell'Asinara.

La terza parte è dedicata agli usi e ai conflitti: individuazione delle risorse più importanti e delle eventuali minacce ad esse collegate, effetti sull'ambiente, individuazione delle zone compromesse o minacciate, possibili conflitti in termini di uso delle risorse o in termini di gestione.

Il questionario, infine, chiede all'intervistato, quale sia la visione personale per "un Parco di successo" (Fig. 5) e quali siano le iniziative necessarie per realizzarlo.

L'indagine è stata svolta durante i mesi di gennaio, febbraio, marzo 2018; i questionari, somministrati e successivamente analizzati hanno permesso di raccogliere i primi contributi ed i primi pareri delle differenti categorie coinvolte a vario titolo nella gestione del Parco Nazionale dell'Asinara.

I fattori di ponderazione di ciascuna attività umana sono stati garantiti consultando esperti individuati tra le singole categorie di *stakeholders* (governo ed enti regolatori,

istituzioni nazionali e sovranazionali, mondo accademico e comitati scientifici, comunità locali, associazioni ambientaliste, operatori turistici, associazioni di categoria o singoli, operatori di servizi, dipendenti, visitatori, ecc.).

La seconda fase del lavoro, ancora in itinere, procederà con la somministrazione di ulteriori questionari al fine di avere un campione maggiormente esaustivo.

I dati e le informazioni ottenute, saranno utilizzati per produrre mappe in sistemi di informazione geografica (G.I.S.) al fine di modellare le complesse interazioni e le molteplici pressioni riferite alle diverse zone di uso del Parco Nazionale dell'Asinara e per elaborare potenziali scenari futuri [33].

Nello specifico sovrapponendo più valori associati a una serie di parti interessate nello spazio, cercheremo di identificare gli hotspot di potenziali conflitti e le aree di opportunità per massimizzare i guadagni congiunti.

La raccolta dati e l'elaborazione nei sistemi G.I.S. inoltre saranno sviluppati ed integrati tramite esperienze partecipative ed interattive all'interno delle attività di campo (*Participatory G.I.S.*), offrendo opportunità agli attori territoriali di contribuire ed accedere al database per condividere analisi e rappresentazioni del territorio [8; 37; 38].

Questo nuovo sistema giocherà un ruolo chiave non solo nel proteggere la natura ma nel contribuire ad una efficace gestione sostenibile del Parco Nazionale dell'Asinara, facilitando l'integrazione di diversi strumenti di pianificazione, anticipando i conflitti esistenti o potenziali di conservazione-sviluppo e sostenendo un processo decisionale più partecipativo [38].

Risultati e discussione

Ogni singola azione, scelta o politica intrapresa da un parco nazionale genera ricadute, positive o negative, su categorie di soggetti, che sono dunque gli interlocutori principali ai quali ogni parco deve necessariamente rendere conto in merito al proprio operato ed ai risultati conseguiti o che deve conseguire. Con tali soggetti un parco nazionale deve costruire e portare avanti un dialogo ed un confronto continuo nell'ottica di una gestione partecipata dell'uso del territorio.

Usi, regole, leggi e politiche che trattano questioni di accesso, l'uso e la gestione delle risorse naturali hanno tutte lo scopo di portare ordine e prevedibilità a situazioni in cui la concorrenza e gli interessi conflittuali a volte possono essere presenti. Tali pratiche possono essere definite "Risposte" che cercano di gestire le potenziali tensioni e i conflitti manifesti.

Comprendere queste tensioni può senza dubbio facilitare il dialogo per la mediazione dei conflitti e lo sviluppo locale, nel processo di sviluppo di un parco nazionale.

Dunque partendo da questi presupposti e al fine di far emergere preoccupazioni, opinioni, conflitti di interesse e aspettative in relazione al proprio presente ma anche al loro futuro, le parti interessate alla gestione delle risorse del Parco Nazionale dell'Asinara sono state organizzate in categorie e tra di esse sono stati individuati i portatori di interesse relativi ad ogni categoria, ai quali è stato somministrato il questionario realizzato ad hoc per il Parco Nazionale dell'Asinara.

Le interviste condotte hanno interessato 44 *stakeholders* (di cui 40 % maschi e 60 % femmine). Dall'analisi del questionario è emerso che la maggior parte di loro (> 90 %) sono informati sugli aspetti legali del parco e dell'area protetta. Riconoscono che il parco consente di proteggere le specie, l'habitat e i processi ecologici importanti per la conservazione.

Il 72 % delle parti interessate riconosce che il parco offre vantaggi economici alle comunità locali e il 67 % indica che gli *stakeholders* contribuiscono alla gestione del parco.

Tuttavia solo il 50 % indica che le infrastrutture del visitatore sono adeguate.

La risorsa più importante è considerata l'ambiente. Gli *stakeholders* considerano per lo più che le loro attività hanno un basso impatto o medio impatto sull'ambiente e indicano la spiaggia e i fondali marini come le zone più minacciate (Fig. 6).

I conflitti sembrano essere di basso livello ma nel Parco Nazionale dell'Asinara esistono comunque alcuni conflitti di cui i principali riguardano temi quali: gestione, interessi economici, ambiente e conservazione.

Diverse visioni di parco e soluzioni di successo sono state proposte dagli *stakeholders*, essi hanno indicato chiaramente che esiste un certo disaccordo tra loro in particolare tra i principi di conservazione che sono fondamentali in un'area protetta e la crescita del turismo e delle attività.

Infine più del 70 % degli intervistati si dichiara disponibile ad essere ricontattato per un maggior coinvolgimento.

Nonostante la non esaustiva quantità di soggetti ai quali è stato somministrato il questionario, i primi risultati lo rendono strumento fondamentale per la realizzazione di un percorso che esplora conflitti esistenti o latenti all'interno del Parco Nazionale dell'Asinara.

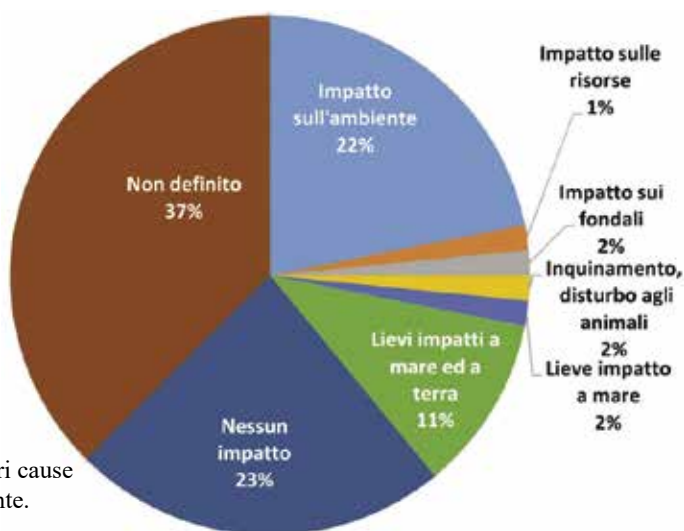


Figura 6 – Le maggiori cause di impatto sull'ambiente.

Conclusioni

Un elemento chiave per la gestione sostenibile dell'Asinara è l'equa partecipazione delle parti interessate e degli attori locali mediante l'implementazione di metodi e strumenti efficaci. Un questionario strutturato ad hoc riguardante l'identificazione degli usi e dei conflitti per l'uso delle risorse naturali nel Parco Nazionale dell'Asinara è stato

somministrato alle varie categorie di soggetti interessati, individuati al fine di includere tutte le categorie potenzialmente coinvolte e interessate alla gestione dell'Isola dell'Asinara. Prima della somministrazione del questionario ai portatori di interesse, un evento pubblico ha illustrato l'importanza della loro collaborazione per costruire una nuova visione della gestione attraverso la realizzazione di mappe (in G.I.S.) di conflitti e usi sovrapposti.

I primi risultati, il lavoro è infatti ancora solo in una fase preliminare, evidenziano già il difficile sviluppo della collaborazione locale, in particolare dalle interviste è emerso che vi è una: “burocrazia inutile e complicata”; “sovrapposizione nell’uso delle risorse”; “i conflitti sono determinati dalla gestione politica del parco. Un parco deve essere gestito in maniera manageriale potendo autofinanziarsi tramite tutte le attività di valorizzazione delle risorse naturali, penso ad esempio a delle aziende agricole, all'allevamento, ad una fattoria didattica e ad un coinvolgimento maggiore dell'area vasta del parco a livello istituzionale. Una risorsa da sviluppare sarebbe quella del recupero urbanistico di tanti immobili da destinare a piccola ricettività (affittacamere), mettere in pratica quello che è il piano del parco”; “ci vorrebbe un controllo più capillare a mare per contrastare la totale inosservanza delle regole da parte dei diportisti”; “avere un referente unico che coordini eviterebbe conflitti per l'uso”; “eliminare la gestione di più ministeri”; “passaggio di tutti gli immobili sotto uno stesso gestore ed iniziare a ristrutturare tutto ciò è fatiscente”; “risolvere l’annoso problema dell’ acqua potabile; ristrutturazione e gestione degli edifici abbandonati dalla regione per scopi turistici”; “le zone A dovrebbero ruotare di zone ogni 2/3 anni”; “controllo sui servizi resi dagli operatori; implementazione dei servizi con quelli mancanti; assicurare continuità territoriale effettiva; assicurare acqua fognatura servizio raccolta rifiuti adeguati; assicurare servizio sanitario adeguato; assicurare un servizio di guide del parco adeguato; accoglienza con strutture ricettive moderne e con servizi in camera”.

Dall’analisi dei primi risultati emerge chiaramente che nel Parco Nazionale dell’Asinara è già manifesta una situazione conflittuale nell’uso delle risorse e che i conflitti (ancora prevalentemente in una fase potenziale) possano essere destinati, nel tempo, a divenire manifesti e aumentare. Per garantire una maggiore oggettività nell’analisi sarà necessario aumentare il numero di interviste poiché i risultati saranno di notevole aiuto per l'autorità di gestione del Parco Nazionale dell'Asinara e le istituzioni locali, essi infatti consentiranno di adottare un processo partecipativo e condiviso di sviluppo locale compatibile con le funzioni di un Parco Nazionale.

I risultati dell'analisi qualitativa saranno, nel proseguo della ricerca, utilizzati per: (i) identificare le zone più contrastanti dell'isola (zone in cui si verificano conflitti), (ii) per individuare come le loro diverse attività si distribuiscono nell'isola e se e dove esistano aree di sovrapposizione d'uso delle risorse, infine (iii) farà seguito la trasposizione di queste informazioni in mappe spazialmente esplicite tramite G.I.S. [8; 33].

Le mappe possono rappresentare un importante strumento di comunicazione e possono essere utilizzate per una mappatura partecipativa, infatti potranno e dovranno essere integrate, revisionate, condivise o, se necessario, profondamente modificate dai portatori di interesse [40], che in questo modo potranno se necessario mutare o appianare i diversi livelli di conflitto esistenti o latenti.

Le mappe potranno fornire così uno strumento prezioso per i responsabili delle decisioni e per la comunicazione tra decisori e le parti interessate.

Bibliografia

- [1] Lockwood M., Worboys G. & Kothari A. (Eds.), *Managing protected areas: A global guide*, (2006), London, Earthscan.
- [2] Jepson P., Whittaker R. J. & Lourie S. A., *The shaping of the global protected area estate*, in *Conservation biogeography*, R.J. Ladle & R.J. Whittaker (Eds.), (2011), Oxford, Wiley-Blackwell, 93-135.
- [3] Watson J., Dudley N., Segan D. & Hockings M., (2014), *The performance and potential of protected areas*, *Nature* 515(7525), 67-73.
- [4] Ervin J., Sekhran N., Dinu A., Gidda S., Vergeichik M. & Mee J., *Protected Areas for the 21st Century: Lessons from UNDP/GEF's Portfolio*, (2010), New York, United Nations Development Programme and Montreal QC: Convention on Biological Diversity.
- [5] IUCN, *Guidelines for protected area management categories*, (1994), World Commission on Protected Areas, World Conservation Monitoring Centre.
- [6] Dudley N. (Ed.), *Guidelines for applying protected area management categories*, (2008), Gland, Switzerland, IUCN.
- [7] Protected Planet Report 2014, *Tracking progress towards global targets for protected areas*, (2014), United Nations Environment Programme.
- [8] Bragagnolo C., Pereira M., K. Ng & Calado H., (2016), *Understanding and mapping local conflicts related to protected areas in small islands: a case study of the Azores archipelago*, *Island Studies Journal*, 11(1), 57-90.
- [9] Bobbio L., (2011), *Conflitti territoriali: sei interpretazioni*, TeMA- Trimestrale del laboratorio Territorio Mobilità Ambiente, 4(4), 79-88.
- [10] Faggi P. & Turco A. (a cura di), *Conflitti ambientali. Genesi, sviluppo, gestione*, (1999), Unicopli, Milano.
- [11] De Vincenzo D., *Conflittualità nell'uso delle risorse ambientali e naturali: dalla tragedia dei beni tubeni comuni agli strumenti di governance, Oltre la globalizzazione*. *Conflitti/Conflicts*, Giornata di studio della Società di Studi Geografici, Capineri C., Celata F., De Vincenzo D., Dini F., Lazzeroni M. & Randelli F. (a cura di), (2015), Firenze, 9 dicembre 2014, Società di Studi Geografici, 25-34.
- [12] Maggioli M., (2016), *Politiche configurative e conflitti interconfigurativi*, *Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia Roma – XXVII (1)*, 123-140.
- [13] Borrini-Feyerabend G., (1996), *Collaborative Management of Protected Areas: Tailoring the creation of national parks in Indonesia: positive lessons learned from the Togean islands National Park*, *Journal of Environmental Planning and Management*, 57(8), 1183-1199.
- [14] Indrawan M., Lowe C., Sundjaya Hutabarat C. & Black A., *Co-management and the approach to the Context*, (2013), Gland - Switzerland, IUCN.
- [15] St. Martin K. & Hall-Arber M., (2008), *The missing layer: Geo-technologies, communities, and implications for marine spatial planning*, *Mar. Policy*, 32, 779–786.
- [16] Decreto del Presidente della Repubblica 3 ottobre 2002.
- [17] Gazale V., Congiatu P., *Guida pratica al Parco Nazionale dell'Asinara*, (2005), Editrice Archivio Fotografico Sardo, Nuoro.

- [18] Emami S., Eastman R.J., Jang H. & Johnson A., *Environmental Conflict Resolution. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis (Clark Labs)*, (1997), Clark University – Worcester, Massachusetts - USA.
- [19] Amy D., *The policies of environmental mediation*, (1987), Columbia University Press, New York.
- [20] Fagarazzi C., Franciosi C., Fratini R. & Riccioli F., (2006), *Modelli di analisi territoriale dei conflitti socio economici fra sviluppo e conservazione ambientale (I)*, L'Italia Forestale e Montana, 5, 381-421.
- [21] Carboni D., Congiati P. & De Vincenzi M., (2015), *Asinara National park. An example of growth and sustainability in tourism*, Journal of Environmental and Tourism Analyses, 3(1), 44 – 60.
- [22] Brandis P., Carboni D. & Panizza V., (2001), *Il Parco Nazionale dell'Asinara (Sardegna): storia, caratteristiche ambientali e prospettive future*, Geotema, n. 15, 159-169.
- [23] Ginesu S., Pirino M., Pusceddu A., Sias S. & Trebini L., *L'indagine geomorfologica del territorio dell'Asinara, L'isola dell'Asinara. L'ambiente, la storia, il parco*, M. Gutierrez, A. Mattone, F. Valsecchi (a cura di), (1998), Poliedro, Nuoro, 133-138.
- [24] Ente Parco Nazionale dell'Asinara, *Piano del Parco - Relazione Generale*, (2008).
- [25] Douvere F., (2008), *The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management*, Mar. Policy, 32, 762-771.
- [26] Van Assche K., Beunen R. & Duineveld M., (2012), *Performing success and failure in governance: Dutch planning experiences*, Public Administration, 90, 567-581.
- [27] Lewis C., *Managing. Conflicts in Protected Areas*, (1996), Gland - Switzerland, IUCN.
- [28] Peter Castro A. & Erik Nielsen, *Natural resource conflict management case studies: an analysis of power, participation and protected areas*, (2003), Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, 3-11.
- [29] Rockloff S. F. & Lockie. S., (2004), *Participatory tools for coastal zone management: Use of stakeholder analysis and social mapping in Australia*, Journal of Coastal Conservation, 10, 81-92.
- [30] Eadens L.M., Jacobson S.K., Stein T.V., Confer J.J., Gape L. & Sweeting M., (2009), *Stakeholder mapping for recreation planning of a Bahamian national park*, Society and Natural Resources, 22, 111-127.
- [31] Parravicini V., Rovere A., Vassallo P., Micheli F., Montefalcone M., Morri C., Paoli C., Albertelli G., Fabiano M. & Bianchi C.N., (2012), *Understanding relationships between conflicting human uses and coastal ecosystems status: A geospatial modeling approach*, Ecological Indicators, 19, 253–263.
- [32] Brown G. & Raymond C.M., (2014), *Methods for identify in land use conflict potential using participatory mapping*, Landscape and Urban Planning, 122, 196-208.
- [33] Gourmelon F., Le Guyader D. & Fontenelle G., (2014), *A Dynamic GIS as an Efficient Tool for Integrated Coastal Zone Management*, ISPRS Int. J. Geo-Inf., 3, 391-407, doi:10.3390/ijgi3020391
- [34] Mani-Peres C., Xavier L. Y., Santos C. R. & Turra A., (2016), *Stakeholders perceptions of local environmental changes as a tool for impact assessment in coastal zones*, Ocean & Coastal Management, 119, 135-145.

- [35] Moore S. A., Brown G., Kobryn H. & Strickland-Munro J., (2017), *Identifying conflict potential in a coastal and marine environment using participatory mapping*, Journal of Environmental Management, 197, 706-718.
- [36] Turco A., *Grandi carnivori tra consenso e conflitto nei parchi appenninici*, Human dimensions-Stakeholders analysis Report, (2010), in www.sibillini.net/attivita/progetti/2009_lifeGrandiCarnivori/rapporto.pdf
- [37] Chambers R., (2006), *Participatory Mapping and Geographic Information Systems: WhoseMap? WhoisEmpowered and WhoDisempowered? WhoGains and WhoLoses?*, Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries, 1-11.
- [38] Pappalardo S. E., *Conservazione della biodiversità e conflitti ambientali nell'Amazzonia ecuadoriana: il caso della Riserva della Biosfera Yasuni*, (2009), in https://www.researchgate.net/publication/256575632_QD_4_pappalardo,
- [39] Calado H., Lopes C., Porteiro J., Paramio L. & Monteiro P., (2009), *Legal and technical framework of Azorean protected areas*, Journal of Coastal Research, 56, 1179-1183.
- [40] Stratigea A. & Katsoni V., (2015), *A strategic policy scenario analysis framework for the sustainable tourist development of peripheral small island areas—the case of Lefkada - Greece Island*, European Journal of Futures Research, 3(1), 1-17.

Lavoro eseguito con il contributo PRIN 2015- Codice 20155TYKCM dal titolo “*Ecofrizioni dell’antropocene. Antropologia della sostenibilità e patrimonializzazione nei processi di riconversione industriale*”. Coordinatore scientifico dell’unità dell’Università di Sassari, Prof. Franco Marcello Lai.

STRUMENTI E STRATEGIE PER LA TUTELA INTEGRATA DELLA FASCIA COSTIERA

Maddalena Floris¹, Federica Isola²

¹Università degli Studi di Cagliari, DICAAR – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura, via Marengo 2 – 09123 Cagliari, tel. 070 6755213, fax 070 6755215, e-mail: maddalena.floris@unica.it

²Università degli Studi di Cagliari, DICAAR, Cagliari

Riassunto – La fascia costiera è da sempre teatro di numerose dinamiche che hanno determinato, nel tempo, molteplici criticità ad una parte di territorio caratterizzato da una forte valenza strategica riferita agli aspetti ambientali, economici e sociali. In considerazione dei vari obblighi normativi e gestionali, resi necessari per contrastare le pressioni e le trasformazioni in tali aree, si è creata una sovrapposizione e frammentazione di strumenti e norme che hanno comportato una difficile attuazione degli stessi.

La riflessione che qui si propone tenta di discutere, attraverso il caso di studio della Regione Sardegna, il ruolo e la complessità della pianificazione e della gestione integrata in aree costiere caratterizzate dalla sovrapposizione di differenti strumenti normativi. In particolare, si propone un modello di pianificazione e gestione integrata e partecipata, per le aree protette costiere, capace di garantire una visione d'insieme del contesto, mare-terra, e di superare la settorializzazione pianificatoria e gestionale vigente attraverso la definizione di un unico strumento che riunisce in sé azioni e obiettivi deducibili dalla complessa cornice normativo-vincolistica presente. La proposta si configura come un'attività innovativa e sperimentale in grado di definire lo sviluppo di un processo di piano inclusivo e incrementale, esportabile per la redazione di piani e programmi riguardanti differenti ambiti spaziali.

Abstract – *The coastal strip, characterized by environmental, economic and social values, has been subjected to several transformations over time due to natural and human pressures. In order to deal with these pressures and transformations, several regulatory requirements have been established, entailing problems of overlapping and fragmentation between planning tools and rules that make their implementation difficult to achieve.*

This study analyzes and discusses the role and the complexity of planning and integrated management of coastal areas characterized by the overlap of different regulatory instruments in relation to the case study of the Sardinia Region. In particular, we propose a methodological approach to define an integrated planning and management model, where marine and terrestrial components are conceived as a single entity. The aim is to overcome the planning and management sectorialization through the definition of a unique instrument that takes into account actions and objectives derived from the present complex regulatory framework.

The proposed methodology is conceived as an innovative and experimental activity to define the development of an inclusive and incremental planning process, exportable to other different contexts.

Introduzione¹

La fascia costiera rappresenta un sistema complesso di risorse, la cui organizzazione, intesa come integrazione delle complesse relazioni tra uomo e ambiente naturale, richiede l'apporto di differenti discipline. Questa complessità di relazioni ha comportato, nel tempo, molteplici criticità ad una parte di territorio caratterizzata da una doppia valenza strategica: ambientale e socio-economica.

In Italia, il quadro pianificatorio delle aree costiere è caratterizzato da obblighi normativi e gestionali che hanno portato ad una sovrapposizione e frammentazione delle strutture di competenza, rappresentando uno dei principali ostacoli all'attuazione, di strumenti e norme. L'assenza di una specifica normativa nazionale per la fascia costiera ha comportato l'adozione di molteplici leggi regionali per la gestione integrata e per la difesa della fascia costiera [2]. Una riflessione sulle aree costiere, volta ad avviare un processo di pianificazione e gestione integrata, di sistematizzazione delle conoscenze per garantire una visione d'insieme del contesto mare-terra e di ri-equilibrarne e migliorarne la fruizione, si configura, quindi, come necessaria per superare l'attuale settorializzazione regolativa e gestionale.

Lo studio proposto nel presente contributo si inserisce all'interno del progetto strategico "Gestione Integrata delle Reti Ecologiche attraverso i Parchi e le Aree Marine" (GIREPAM) che unisce 16 partner di 5 Regioni: la Sardegna, la Corsica, la Provenza-Alpi-Costa Azzurra (PACA), la Liguria e la Toscana. Il progetto coinvolge un gruppo di Amministrazioni regionali, Aree marine protette e Parchi con lo scopo di definire azioni finalizzate alla tutela e allo sviluppo sostenibile di aree protette. «L'obiettivo è migliorare e innovare la *governance* e la gestione delle aree marine costiere in una visione d'insieme dei territori, per contribuire ad arrestare la perdita di biodiversità e il degrado dei servizi ecosistemici e aderire ad una prospettiva europea di sviluppo economico "green & blue". Il progetto si propone di: realizzare piani di azione per habitat e specie d'interesse comune e modelli di pianificazione integrata e regolamentazione di aree protette e siti Natura 2000 (Piani di gestione integrati); mappare e valutare i servizi ecosistemici; attuare sistemi di contabilità ambientale, individuare *green & blue jobs* e migliorare la fruizione sostenibile»².

Questa riflessione, che sintetizza il percorso metodologico e culturale di GIREPAM, tenta di discutere, attraverso il caso di studio della Regione Sardegna, il ruolo e la complessità della pianificazione e della gestione integrata in aree costiere caratterizzate dalla sovrapposizione di differenti strumenti normativo-vincolistici. La necessità di assicurare una maggiore efficienza ed efficacia dell'azione pubblica nella gestione del complesso sistema di risorse, quale è l'ambiente costiero, di assicurare ai fruitori una facile reperibilità e la corretta comprensione del complesso sistema normativo-vincolistico e di eliminare la frammentazione

¹ Questo studio è sviluppato nell'ambito del Progetto di ricerca di cui alla Convenzione tra il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR) dell'Università di Cagliari e la Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, finalizzata al raggiungimento degli obiettivi del Progetto "GIREPAM - Gestione Integrata delle Reti Ecologiche attraverso i Parchi e le Aree Marine" finanziato nell'ambito del Programma INTERREG Marittimo Italia-Francia Marittime 2014-2020, Asse II; Responsabile scientifico: Prof. Corrado Zoppi.

² Dal sito di Sardegna Ambiente, Regione Autonoma della Sardegna. Disponibile all'indirizzo internet: <https://portal.sardegnaasira.it/girepam> [Ultimo accesso: 12 giugno 2018].

delle informazioni, ha comportato l'esigenza di dotarsi di uno strumento aggiornato e interdisciplinare, che integri le complesse relazioni che si sviluppano tra uomo e territorio costiero.

In particolare, si propone un modello di pianificazione e tutela in cui convergono gli aspetti normativo, giuridico e tecnico. Uno strumento di gestione integrata del contesto mare-terra la cui efficacia, in termini di obiettivi e azioni, deriva tanto dal costruito normativo preesistente, quanto dal supporto informativo relativo alla conoscenza del territorio, delle sue risorse e problematiche e dalla partecipazione consapevole da parte di tutti i soggetti coinvolti. Un approccio concettuale e metodologico che permette di facilitare e garantire la formulazione di un unico insieme di obiettivi e azioni come sistema di scelte d'intervento, di trasformazione e di gestione delle risorse coerenti, complessivamente, con il quadro normativo e gestionale vigente nel territorio oggetto di studio.

La proposta si configura come contributo innovativo e sperimentale, nel panorama culturale italiano relativo alla pianificazione delle aree costiere, in quanto è finalizzata allo sviluppo di un processo di piano inclusivo e incrementale, privilegiando un approccio integrato e multisettoriale. Un modello la cui forza è l'esportabilità e l'utilizzo nella redazione di piani e programmi relativi, anche, a differenti ambiti spaziali.

Materiali: il contesto dell'Area marina protetta "Tavolara - Punta Coda Cavallo"

Le Aree marine protette (AMP) e i siti appartenenti alla rete Natura 2000 rappresentano un innovativo, efficace ed efficiente modello di *governance* per la conservazione del capitale naturale e per la fornitura di servizi ecosistemici. Nelle aree costiere insistono diversi livelli di tutela; un primo livello è rappresentato dalle AMP, funzionalmente alle esigenze di protezione e salvaguardia del patrimonio naturale marino in territori a forte valenza socio-economica. Le AMP sono istituite ai sensi delle Leggi n. 979 del 1982 e n. 394 del 1991, con Decreto ministeriale che contiene: la denominazione e la delimitazione dell'area, gli obiettivi e la disciplina di tutela a cui è finalizzata la protezione. Esse costituiscono un sistema di zone marino-costiere, geograficamente delimitate e giuridicamente sottoposte a diversi gradi di tutela: le zone A di riserva integrale, le zone B di riserva generale e le zone C di riserva parziale, in relazione alle proprie valenze ambientali [4].

Un secondo livello di tutela è rappresentato dalla rete Natura 2000, composta dai Siti di Importanza Comunitaria (SIC), attualmente proposti e destinati a divenire Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS). La Rete, rappresenta un sistema complesso di aree per il mantenimento della biodiversità attraverso la salvaguardia e la conservazione degli habitat naturali, seminaturali, della flora e della fauna selvatiche, così come stabilito dalle Direttive 92/43/CEE "Direttiva Habitat" e 79/409/CEE "Direttiva Uccelli".

In Italia, i siti Natura 2000 occupano complessivamente circa il 19 % del territorio terrestre e quasi il 4 % di quello marino, sovrapponendosi, quindi, in taluni casi, al territorio delle AMP.

La tutela delle aree naturali è assicurata dal Regolamento di esecuzione e organizzazione, nel caso delle AMP e dal Piano di Gestione nel caso dei SIC e delle ZPS.

La sovrapposizione di tali strumenti di gestione del capitale naturale e di organizzazione del territorio e la suddivisione delle diverse strutture di competenza, rappresenta, in taluni casi, uno dei principali ostacoli alla loro effettiva attuazione. In particolare, il Regolamento delle AMP, risulta essere uno strumento poco efficace se non inserito all'interno di un quadro normativo e gestionale più ampio; da qui la necessità di un rafforzamento della gestione integrata delle AMP. L'esigenza di avere uno strumento normativo gestionale più efficace, rispetto all'attuale Regolamento, ha condotto ad avviare un processo innovativo di pianificazione e gestione integrata volto a ri-equilibrare e migliorare la fruizione del territorio. L'integrazione degli strumenti normativo-gestionali rappresenta una questione fondamentale all'interno del dibattito sui nuovi scenari della pianificazione territoriale, soprattutto nei contesti caratterizzati da una forte valenza ambientale.

La riflessione che qui si propone, presenta i risultati della ricerca, similamente condotta, nell'ambito del progetto GIREPAM, in due aree pilota della Sardegna per l'AMP "Tavolara - Punta Coda Cavallo" e l'AMP "Isola dell'Asinara" per trarne un modello di buone pratiche da replicare in contesti naturali caratterizzati da sovrapposti livelli di tutela. Le due aree analizzate si caratterizzano per una sovrapposizione di differenti livelli di tutela, questa condizione comporta una difficile attuazione degli strumenti normativi e una eccessiva frammentazione delle informazioni sia dal punto di vista vincolistico che tecnico.

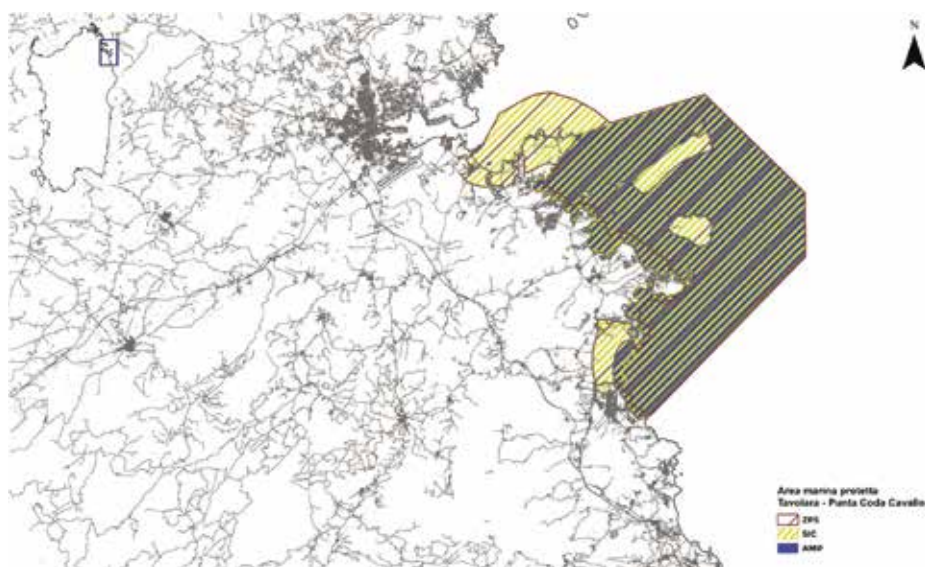


Figura 1 – Il contesto territoriale dell'AMP "Tavolara - Punta Coda Cavallo" e l'individuazione dei limiti delle aree interessate dai Piani di gestione dei SIC "ITB010010 Isola di Tavolara, Molaro e Molarotto" e "ITB010011 Stagno di San Teodoro" e della ZPS "ITB013019 Isole del Nord-Est tra Capo Ceraso e Stagno di San Teodoro".

Fonte: elaborazione delle autrici.

La stesura di un Regolamento integrato dell'Area marina protetta "Tavolara - Punta Coda Cavallo" integrante i Piani di gestione del SIC "ITB010010 Isola di Tavolara, Molarà e Molarotto", della ZPS "ITB013019 Isole del Nord-Est tra Capo Ceraso e Stagno di San Teodoro", le disposizioni del Protocollo sulla gestione integrata delle zone costiere (GIZC) e del Progetto sugli Interventi standardizzati di gestione efficace (ISEA) in Area marina protetta nasce, pertanto, dall'esigenza di integrare, in un unico dispositivo, le discipline vigenti in una cornice di riferimento caratterizzata dalla sovrapposizione di diversi regimi di tutela che comportano la presenza di più strumenti normativo-vincolistici come mostrato in Figura 1. Tale stratificazione comporta che, per adempiere ai vari obblighi normativi, il contesto territoriale oggetto di pianificazione sia dotato di più strumenti gestionali, generando una notevole frammentazione delle informazioni e una complessa attuazione degli strumenti stessi. In questo senso, il Regolamento integrato si pone come obiettivo una migliore efficacia ed efficienza dell'azione pubblica nella gestione dei beni ambientali.

Metodi: il processo di definizione degli obiettivi del Regolamento integrato

La proposta metodologica prevede la creazione di un Protocollo sperimentale (PS) concepito come un modello concettuale di *governance* per la definizione di un nuovo Regolamento e finalizzato al superamento della settorializzazione degli strumenti di pianificazione presenti nel territorio dell'AMP. Il PS definisce un sistema di obiettivi e indirizzi strategici volti alla definizione di un quadro strategico nel quale la componente partecipativa rappresenta un presupposto essenziale. La questione relativa all'integrazione è riferita, in particolare, alle politiche nei differenti settori coinvolti, nonché l'integrazione delle parti marino-terrestri coinvolte.

Il PS è articolato in un insieme di macrofasi:

- una fase propedeutica, nella quale sono definiti gli scopi e l'organizzazione generale del Regolamento;
- una fase relativa alla cornice normativa di riferimento e i regimi di tutela territoriale riferiti all'AMP;
- una fase conoscitiva strutturata rispetto ad un set di componenti ambientali caratterizzanti l'area di studio;
- una fase di analisi del quadro programmatico e pianificatorio del contesto territoriale dell'area di intervento;
- una fase di definizione degli obiettivi e azioni finalizzata alla definizione del dispositivo normativo e gestionale.

Il contributo si concentra, in particolare, sull'ultima fase del PS attraverso due sotto-fasi come mostrato in Figura 2.

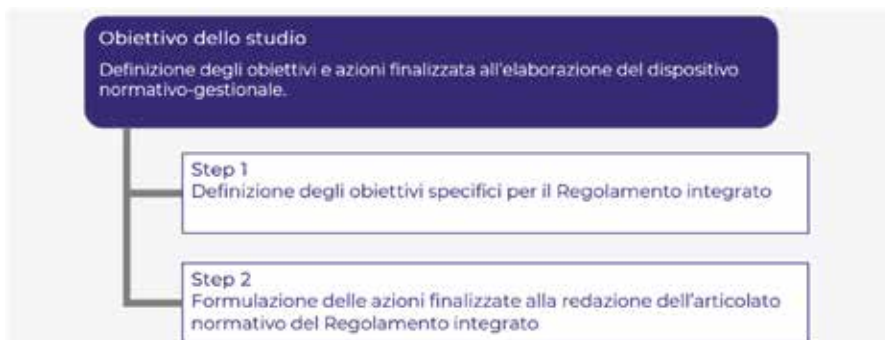


Figura 2 – Le fasi per la definizione degli obiettivi e delle azioni del Regolamento integrato. Fonte: elaborazione delle autrici.

La prima fase di definizione degli obiettivi specifici del Regolamento integrato è stata condotta analizzando i diversi regimi normativo-vincolistici degli strumenti presenti nell'area di studio, ossia:

- il vigente Regolamento di esecuzione e organizzazione dell'AMP "Tavolara – Punta Coda Cavallo"³;
- il Piano di gestione del SIC "ITB010010 Isola di Tavolara, Molarà e Molarotto"⁴;
- il Piano di gestione del SIC "ITB010011 Stagno di San Teodoro"⁵;
- la ZPS "ITB013019 Isole del Nord-Est tra Capo Ceraso e Stagno di San Teodoro"⁶;
- il Protocollo GIZC;
- il Progetto sugli Interventi standardizzati di gestione efficace (ISEA).

Rispetto a ciascuno degli strumenti esaminati è stato definito un insieme di obiettivi; l'analisi degli obiettivi individuati ha permesso l'identificazione di macrotematiche maggiormente ricorrenti e di particolare importanza per il contesto di studio. Gli aspetti ambientali, economici e sociali sono stati sviluppati in coerenza con i concetti di governance e di sviluppo sostenibile. Il processo, così delineato, ha permesso la definizione dell'insieme degli obiettivi del nuovo Regolamento integrato, di cui si riporta nella Tabella 1, a titolo di esempio, un estratto.

³ Il Regolamento vigente è stato approvato con Decreto del 03/12/2014 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) e stabilisce la disciplina di organizzazione dell'AMP, nonché la normativa di dettaglio e le condizioni di esercizio delle attività consentite al suo interno in funzione del grado di protezione per la tutela degli ecosistemi di pregio.

⁴ Il Piano di gestione è stato approvato con Decreto dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente della Regione Sardegna 8756/DecA/3 del 04/05/2016.

⁵ Il Piano di gestione è stato approvato con Decreto dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente della Regione Sardegna n. 12 del 13/02/2009.

⁶ La ZPS non è attualmente dotata di Piano di gestione. Per essa sono vigenti i criteri minimi di cui al D.M. del 17/10/2007, recante "Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e a Zone di Protezione Speciale (ZPS)", che si intende integrare nel Regolamento, facendo riferimento sia ai criteri minimi uniformi per la definizione delle misure di conservazione per tutte le ZPS (art. 5), sia ai criteri minimi uniformi per la definizione delle misure di conservazione per la tipologia ambientale "colonie di uccelli marini" (art. 6, punto 7).

Tabella 1 – Gli obiettivi del Regolamento integrato. Fonte: elaborazione delle autrici.

Codice	Obiettivo
Ob_Reg_1	Tutelare e conservare gli habitat marini e terrestri.
Ob_Reg_2	Garantire la conservazione delle specie faunistiche degli ambienti marini e terrestri.
Ob_Reg_3	Garantire l'utilizzo sostenibile delle risorse naturali.
Ob_Reg_4	Salvaguardare il sistema costiero e dunale dai fenomeni erosivi.
Ob_Reg_5	Salvaguardare le caratteristiche biochimiche delle acque.

Risultati: dagli obiettivi alle azioni del Regolamento integrato

Le tematiche individuate nel paragrafo precedente hanno permesso di formulare l'insieme di obiettivi del Regolamento integrato. È evidente come le questioni relative alla sostenibilità e alla tutela dell'ambiente marino-costiero risultino concetti fondamentali per la costruzione un processo integrato volto a superare il *gap* prodotto dalla coesistenza dei molteplici strumenti di gestione e pianificazione presenti.

Con lo stesso criterio seguito per l'individuazione degli obiettivi del Regolamento integrato, anche per la definizione delle azioni si è proceduto con un'analisi condotta sui diversi strumenti di tutela vigenti e sui risultati desunti dalla “fase conoscitiva” del PS, strutturata rispetto ad un set di componenti ambientali caratterizzanti l'area di studio.

Le azioni, riconducibili agli obiettivi definiti per il Regolamento, rappresentano l'operatività della dimensione strutturale del PS, in quanto trattano questioni legate all'ambito territoriale con indicazioni di dettaglio sull'organizzazione e gestione dell'AMP. In particolare, sintetizzano le valenze e l'identità del territorio miste alla peculiare vocazione turistica dell'area. L'insieme delle azioni individuate è stato suddiviso per categorie riconducibili all'articolazione del Regolamento di esecuzione e organizzazione vigente, ossia:

- disposizioni e regolamentazioni;
- monitoraggio;
- promozione/sensibilizzazione/informazione/programmi educativi;
- sorveglianza;
- coordinamento interistituzionale.

Tra le azioni che il PS si prefigura di raggiungere, particolare importanza è stata data alle questioni relative alle “Disposizioni e regolamentazioni” direttamente riconducibili a garantire l'utilizzo sostenibile delle risorse naturali e la tutela degli habitat e specie marino-costieri.

Così come evidenziato nella fase di analisi e di studio del territorio dell'AMP, le azioni sintetizzano le valenze e l'identità del territorio miste alla peculiare vocazione turistica di quest'area. I dati relativi alle presenze in continuo aumento, negli ultimi anni, evidenziano la necessità di dotarsi di riferimenti normativi e disponibilità di servizi tali da modulare la pressione antropica in questo contesto.

Gli obiettivi sopra definiti si consolidano e si concretizzano attraverso una regolamentazione “flessibile”, che permette, in funzione delle specifiche necessità ambientali che si presentano annualmente, il mantenimento delle condizioni naturali esistenti, pur salvaguardando lo sviluppo turistico.

Nel PS, relativamente alla costruzione della gerarchia che lega gli obiettivi alle azioni, si è proceduto con l’individuazione di un sistema di azioni finalizzate alla diretta attuazione degli obiettivi del Regolamento integrato. In Figura 3 si riportano, a titolo di esempio, le azioni riconducibili all’obiettivo “Garantire l’utilizzo sostenibile delle risorse naturali”. In generale, per l’attuazione dei singoli obiettivi specifici, si è scelto di individuare un insieme di azioni riconducibili a tutte le categorie di azioni individuate precedentemente, in maniera tale da garantire il “bilanciamento” degli aspetti caratterizzanti il dispositivo di gestione e organizzazione dell’AMP.

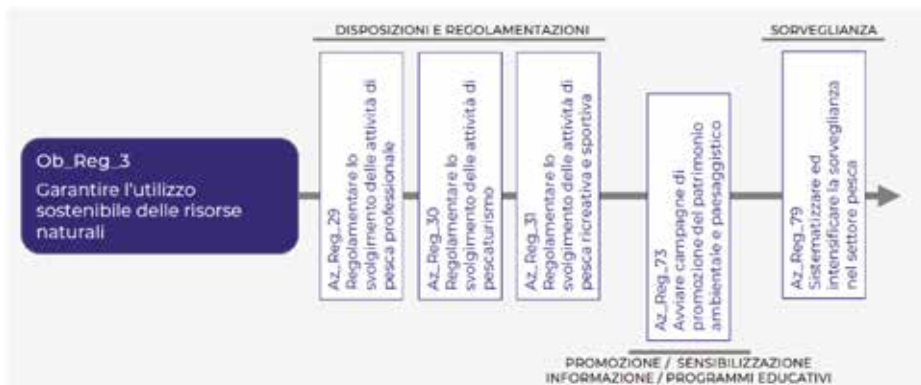


Figura 3 – Individuazione delle azioni in attuazione degli obiettivi del Regolamento integrato. Fonte: elaborazione delle autrici.

Discussione e conclusioni

Lo studio proposto si colloca all’interno del filone di ricerca sulla tutela e gestione integrata del patrimonio naturale quale strumento in grado di superare la frammentazione e settorializzazione normativo-vincolistica data dalla sovrapposizione di più livelli di tutela.

La gestione delle aree costiere attraversa un momento d’incertezza a causa della difficile identificazione e interpretazione degli strumenti normativo-gestionali per l’organizzazione del territorio come sistema complesso e integrato di risorse.

Una valutazione sul territorio, volta a sistematizzare e organizzare complesso sistema normativo, risulta, quindi, necessaria per superare l’incertezza delle pratiche pianificatorie vigenti. In questo senso, le esperienze intraprese dall’AMP “Tavolara – Punta Coda Cavallo” e dall’AMP “Isola dell’Asinara” rappresentano un approccio tecnicamente corretto alla pianificazione integrata delle aree protette come contributo innovativo alla gestione delle aree costiere. La gestione integrata, quindi, non è da intendersi

esclusivamente come politica ambientale ma essa si configura nel contesto più ampio di promozione del benessere economico e sociale delle zone costiere [1].

Se, diversamente, si prosegue sulla linea della settorializzazione degli strumenti di pianificazione e di tutela, si rischia di ottenere degli strumenti tecnicamente efficaci ma che, se non visti in una logica di sistema integrato, non risultano coerenti con il significato sistemico, intrinseco alla definizione di “territorio”. In questo senso, il ruolo della pianificazione è identificabile con il concetto di “costruire”, attraverso il progetto ambientale, nuove tassonomie territoriali, situazioni in cui forme e processi dell’ambiente concorrono a realizzare un nuovo assetto spaziale [3].

Il Regolamento integrato, pertanto, rappresenta, da un lato, lo strumento di gestione, conservazione e tutela del capitale naturale ambientale dell’AMP come garanzia per il mantenimento del benessere umano, dall’altro, lo strumento di conoscenza del territorio volto all’integrazione delle attività antropiche con l’ambiente naturale. Il modello di gestione integrata proposto rappresenta un primo passo verso la definizione di un processo di piano inclusivo e incrementale e si configura come un’attività innovativa e sperimentale in grado di definire un approccio integrato e multidisciplinare, delineandosi come valida alternativa al superamento delle “sole” logiche di tutela e conservazione degli attuali Regolamenti delle AMP.

La potenzialità del modello sarà l’esportabilità e il suo impiego nella redazione di piani e progetti riguardanti ambiti spaziali caratterizzati da una sovrapposizione di differenti livelli di tutela ambientale.

Ringraziamenti

Per Maddalena Floris: il presente articolo è stato prodotto durante la frequenza del Corso di Dottorato in Ingegneria Civile e Architettura dell’Università degli Studi di Cagliari, A.A. 2017/2018 - XXXII ciclo, con il supporto di una borsa di studio finanziata con le risorse del P.O.R. SARDEGNA F.S.E. 2014-2020 - P.O.R. F.S.E. 2014-2020 - ASSE III “Istruzione e Formazione” - Obiettivo Tematico 10, Priorità d’investimento 10ii), Obiettivo Specifico 10.5, Azione dell’Accordo di Partenariato 10.5.12.

Bibliografia

- [1] Addis D., Blasi F., Nasti A. - *La gestione Integrata delle Zone Costiere: strumento di governance per le Aree Marine Protette*, in Marino D. (a cura di), *Le aree marine protette italiane. Stato, politiche, governance* (2011), FrancoAngeli, Milano.
- [2] De Bernardinis B. - *Linea incerta di costa. La gestione integrata della fascia costiera in Italia: una sfida al consumo di suolo ed alla frammentazione pianificatoria*, *Reticula* (2015) 10, 1-2.
- [3] Maciocco G. - *Prefazione*, in Zoppi C. (a cura di), *Attori locali e pianificazione del territorio. Metodologie e pratiche nel quadro concettuale della Valutazione Ambientale Strategica* (2006), Gangemi Editore, Roma.
- [4] Marino D. (a cura di) - *Le aree marine protette italiane. Stato, politiche, governance*, (2011), FrancoAngeli, Milano.

INTEGRATING NATURE 2000 CONSERVATION MEASURES INTO THE REGULATION OF MARINE PROTECTED AREAS: AN EXPERIMENTAL APPROACH

Salvatore Pinna¹, Francesca Leccis²

¹DICAAR – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura,
via Marengo 2 – 09123 Cagliari,
tel. 070 6755210 e-mail: pinna.salvatore@unica.it

²DICAAR – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura,
via Marengo 2 – 09123 Cagliari,
tel. 070 6755210 e-mail: francesca.leccis@unica.it

Abstract – This paper illustrates part of the ongoing GIREPAM project, concerning the Marine Protected Areas of *Tavolara – Punta Coda Cavallo* and of *Capo Carbonara*, where an Experimental procedure is currently under definition in order to outline a new regulation that coordinates conservation measures of Special Protected Areas (SPAs) and Sites of Community Importance (SCIs) with the provisions of the Integrated Coastal Zone Management (ICZM) protocol and the Standardised Interventions of MPAs Efficient Management (in Italian: *Interventi Standardizzati di gestione Efficace in Area marina protetta, ISEA*).

In particular, the assessment of policy consistency and coherence is described. Contents and objectives of the various plans and programmes in force in the territory are examined through this process, in order to highlight possible redundancies and contrasts that might arise as they are drawn from different planning tools. Subsequently, the objectives for the Regulation in progress are defined.

Riassunto – Il contributo illustra il lavoro, finora svolto nell'ambito del progetto GIREPAM, concernente le Aree Marine Protette di “Tavolara – Punta Coda Cavallo” e di “Capo Carbonara” per le quali è in corso la definizione di un Protocollo sperimentale finalizzato alla stesura dei Regolamenti delle Aree Marine Protette integranti i Piani di gestione dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC), le misure di conservazione delle Zone di Protezione Speciale (ZPS), le disposizioni del Protocollo sulla gestione integrata delle zone costiere (GIZC) e del Protocollo sugli interventi standardizzati di gestione efficace in area marina protetta (ISEA).

In particolare, si presenta l'analisi di coerenza esterna, attraverso la quale si individuano i contenuti e gli obiettivi dei piani e programmi riguardanti il territorio delle aree oggetto di studio, finalizzata al superamento di eventuali contraddizioni e ridondanze individuate tra i diversi strumenti e alla definizione degli obiettivi del Regolamento in fase di redazione.

Introduction

Recent research shows that human well-being highly depends on environmental quality, so that it is essential to preserve it through the adoption of sustainable consumption models, which allow to meet the current needs while maintaining planet's resources in sound conditions. In the context of marine areas, this means that a protective management of coastal resources is necessary to safeguard habitats for fish production, preserve scenic views and sustainably enjoy the natural heritage [7].

Given the variety and complexity of factors that interact in environmental processes, targeted policies and single-issue instruments demonstrated to have limited effectiveness on current major environmental challenges.

Consequently, the harmonisation of sector-specific policies is clearly indispensable in order to outline a long-term holistic vision, able to adequately deal with these issues. However, many of the policies implemented to date often lack of orderliness and consistency, because they neither are mutually complementary nor establish synergy with the other planning tools in force [4]. Indeed, MPAs are often implemented with little consideration of the wider context where they are located and their management shows limited or no integration with the existing governance regimes [2]. This results in fragmentation, spatial isolation and functional independence of protected areas, thus preventing a coordinated and integrated management of local activities, which might even present conflicts and contrasts that urge to be handled. For example, the coexistence of tourist, commercial and fisheries activities need multidisciplinary and integrated public policies [6]. Since substances and forcing factors are efficiently transmitted throughout the highly connected marine system [5], managing protected areas as isolated reserves, without integrating them into wider spatial strategies, exposes them to the consequences of habitat alteration and destruction, pollution and overfishing that might occur outside their boundaries [7].

Consistently with the need to manage the maritime space in a more coherent way the European Commission issued the Directive 2014/89 concerning the establishment of a framework for maritime spatial planning, whose relevant expected benefits are the reduction of conflicts between sectors and the creation of synergies between different activities, the increase of cross-border cooperation, including the development of coherent networks of protected areas, and environment protection, through early identification of impacts and opportunities for multiple use of space [3].

An example of cross-border cooperation is the Interreg Maritime Italy-France Programme, in which the GIREPAM project has been developed with the aim to improve and innovate management tools of marine-coastal areas, coherently with a holistic territory vision in the attempt of ensuring favourable conservation status of habitats, thus preserving biodiversity.

Among the various activities of the GIREPAM project, a key role is played by the ongoing process of definition of an Experimental Procedure (in Italian: Protocollo Sperimentale, PS) aiming at formulating appropriate Regulation for the management and control of the Marine Protected Areas (MPAs) named "Tavolara – Punta Coda Cavallo" and "Capo Carbonara" located in Northern-Eastern and Southern-Eastern Sardinia, respectively, as shown in Figure 1 and in Figure 2.

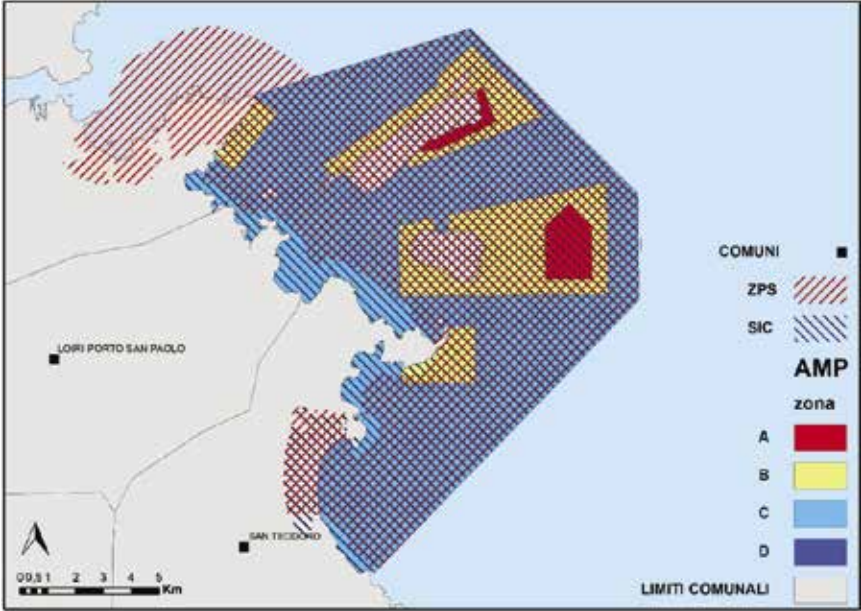


Figure 1 – Overlapping between the MPA “Tavolara – Punta Coda Cavallo” and Natura 2000 areas.

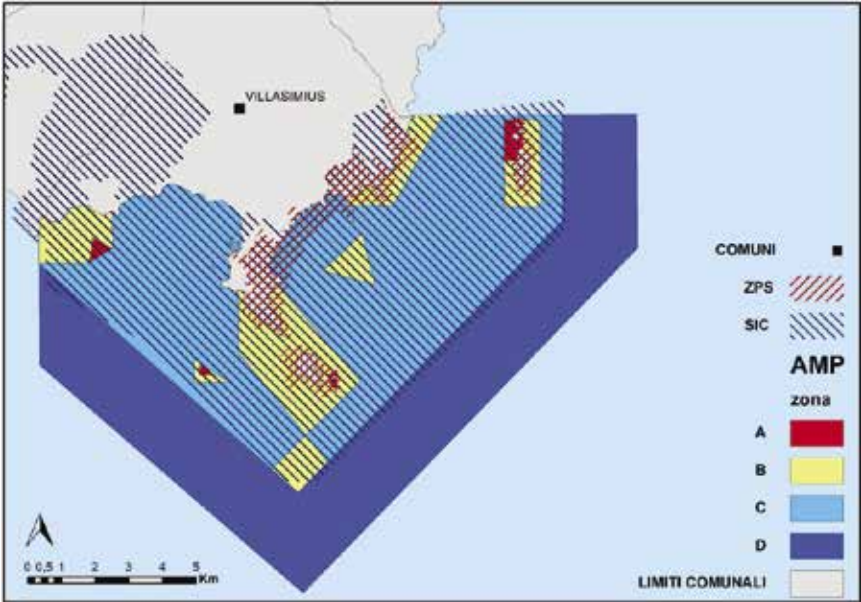


Figure 2 – Overlapping between the MPA “Capo Carbonara” and Natura 2000 areas.

Coherently with the aim of the GIREPAM project, the Experimental Procedure proposes a pioneering approach to integrate the conservation measures, identified by Natura 2000 network for Special Protection Areas (SPAs) and Sites of Community Importance (SCIs), as well as the provisions determined by the Integrated coastal zone management (ICZM) and by the Standardised Actions for the Effective Management of MPAs (ISEA) protocols into the prospective Regulation. Indeed, both ICZM and ISEA protocols are adopted by the considered MPAs and both SPAs and SCIs are located within their boundaries.

This paper focuses on a specific component of the mentioned Experimental Procedure, consisting in analysing the contents and objectives of Plans and Programmes in force in the MPAs at the regional, provincial and local level. In particular, the objectives relevant for the MPAs are drawn from each Plan or Programme and subsequently compared to each other to overcome redundancies and conflicts that might arise. Eventually, a set of objectives is drafted, so that they will contribute to the definition of the Regulation objectives.

Once the objectives are identified, a Regulation draft is illustrated to the stakeholders, so that, thanks to active and inclusive participation, they can suggest new ideas, perspectives and critical issues [1], thus ensuring transparency [8] and substantial legitimacy [9] to the process.

The illustrated Experimental Procedure will constitute a reference model for similar processes of integration of different planning instruments, operating at diverse protection levels, through the provision of practical guidelines drawn from the experience of these two case studies.

A fundamental function of the PS is to assess the consistency and coherence between the proposed Regulation and the policy objectives of the other relevant plans and programmes in force at the various territorial levels (regional, provincial, and local) in the studied area. The aim is to highlight possible contrasts between the objectives of the Regulation and those of the plans and programmes, thus providing overall benchmarks for assessing whether the proposed Regulation moves to the right direction, and adequately shape it to facilitate the achievement of preservation and protection objectives.

This paper illustrates the methodology adopted for the assessment of policy consistency and coherence in the case studies of “Tavolara – Punta Coda Cavallo” and of “Capo Carbonara”, preliminary results and discussion of some examples. In the end, conclusions and suggestions for future research are presented.

Policy consistency and coherence

The assessment of policy consistency and coherence, aimed at the definition of the Regulation objectives, considers all the plans and programmes in force at any level in each Marine Protected Area, by examining the economic, social and spatial aspects relevant to the analysed context. Retrieved plans and programmes are listed in Table 1.

Table 1 – List of plans and programmes.

Regional level	
Strategic Framework for European Structural and Investment Funds 2014-2020	
Regional Landscape Plan	
Regional Air Quality Plan	
Hydro-geological assets Transitional Plan	
Flood Risk Management Plan	
Riverside Transitional Plan	
Hydrographic District Management Plan	
Water Protection Plan	
Regional Transitional Plan for Water Resources Usage - Sardinia	
Aqueduct Master Plan	
Water Management Action Plan	
Regional Waste Management Plan – Urban Waste Section	
Regional Hazardous Waste Management Plan	
Regional Waste Management Plan – Regional Plan for Environmental Protection, Decontamination, and Recovery and Asbestos Disposal aimed at Safeguarding the Environment from Asbestos Risks	
Programme for the Reduction of Not Recycled Biodegradable Waste	
Recovery Plan of Contaminated Sites	
Wildlife Hunting Regional Plan	
Mining and Quarrying Regional Plan	
Regional Forestry Plan	
Regional Plan for Forest Fires Prevention and Firefighting	
Regional Plan for Sustainable Development of the Tourist Sector	
Regional Transport Plan	
Regional Energy Plan	
Regional Renewable Energy Action Plan	
Regional Energy Efficiency Action Plan	
Provincial level	
Provincial Urban Waste Management Plan – Province of Olbia-Tempio	Provincial Urban Waste Collection and Transport Plan Piano – Province of Cagliari
Territorial Plans of Provincial Coordination – Provinces of Sassari and Olbia-Tempio	Territorial Plans of Provincial Coordination – Province of Cagliari
Wildlife Hunting Provincial Plan – Province of Olbia-Tempio	Provincial Coastal Organisational Set-up Plan – Province of Cagliari
Local level	
Municipal Land Use Plan – Municipality of San Teodoro	Municipal Fire Risk and Emergency Plan – Municipality of Villasimius
Municipal Land Use Plan – Municipality of Loiri-Porto San Paolo	Acoustic Classification Plan – Municipality of Villasimius
Urban Mobility Plan – Municipality of Olbia	Coastal Management Plan – Municipality of Villasimius
Coastal Management Plan - Municipality of Olbia	Naval Waste Collection and Management Plan – Villasimius Harbour
Coastal Management Plan - Municipality of Loiri - Porto San Paolo	
Coastal Management Plan - Municipality of San Teodoro	
Naval Waste Collection and Management Plan – Marina of Puntaldia	
Naval Waste Collection and Management Plan – Marina of Costa Corallina	

Contents and aims of each plan or programme are briefly described, and their relative legal framework is contextually provided.

All the objectives illustrated in each plan or programme are analysed and those considered meaningful for the Regulation are adopted either identical to their original formulation or adequately rephrased in order to be specifically tailored to the context. Subsequently, these objectives are labelled with a code in the form of “A_Ob_CE_X”, which indicates the number (X) of the Objective (Ob) drawn from the policy consistency and coherence (in Italian: Coerenza Esterna – CE) Analysis (A).

An example of plan or programme referred to each planning level, in the MPA of “Tavolara - Punta Coda Cavallo”, is reported below. The same approach was adopted in the MPA of “Capo Carbonara”.

At the regional level, in the Regional Forestry Plan the following objectives are identified:

- environmental protection, which is in turn articulated into the five objectives listed below:
 - functional improvement of the hydrogeological structure, water protection, control of soil and vegetation degradation;
 - enhancement of functionality and vitality of existing forestry systems, focusing on the preservation of forestry, pre-forestry, dune, coastal and mountain environments;
 - preservation and improvement of ecosystem biodiversity, preservation and conservation of local ecotypes;
 - prevention and plan-health control;
 - forest heritage expansion in order to increase the regional level of carbon assimilated in green plants and encouragement in the use of wood biomass energy;
- stimulating competitiveness in supply chains, economic growth, increase in employment, and vocational training;
- environmental education;
- deepening of knowledge and strengthening of applied research and experimentation.

Since the Regulation can have impacts, both directly and indirectly, on the resources in the area, the following objectives are considered relevant in the context analysed, therefore they are included in the new regulation:

- functional improvement of hydrogeological structure, water protection, control of soil and vegetation degradation;
- enhancement of functionality and vitality of existing forestry systems, focusing on the preservation of forestry, pre-forestry, dune, coastal and mountain environments;
- preservation and improvement of ecosystem biodiversity, preservation and conservation of local ecotypes;
- deepening of knowledge and strengthening of applied research and experimentation.

The selected objectives are phrased as follow:

Ob_CE_36 “Functionally improve hydrogeological structure, water protection, control of soil and vegetation degradation”;

Ob_CE_37 “Enhance the functionality and vitality of existing forestry systems, focusing on the preservation of forestry, pre-forestry, dune, coastal and mountain environments”;

Ob_CE_38 “Preserve and improve ecosystem biodiversity, preservation and conservation of local ecotypes”;

Ob_CE_39 “Deepen knowledge and strengthen applied research and experimentation”.

As it can be seen, all the four objectives are reported with no substantial variations with respect to the original formulation.

At the provincial level, in the Wildlife Hunting Provincial Plan of the Province of Olbia-Tempio, the following objectives are identified:

- protection of wildlife, natural and semi-natural ecosystems located in the provincial territory;
- maintenance of a good conservation status of wild species and natural habitats located in the territory, particularly referring to “Habitats” and “Birds” Directives.

The objectives considered relevant to the analysed context, therefore included in the new regulation, are the following:

- protection of wildlife, natural and semi-natural ecosystems located in the provincial territory;
- maintenance of a good conservation status of wild species and natural habitats located in the territory, particularly referring to “Habitats” and “Birds” Directives.

The selected objectives are phrased as follow:

Ob_CE_47 “Protect wildlife, natural and semi-natural ecosystems located in the provincial territory”.

Ob_CE_48 “Maintain a good conservation status of wild species and natural habitats located in the territory, particularly referring to “Habitats” and “Birds” Directives”.

As in the previous plan, both the two objectives are reported with no substantial variations with respect to the original formulation.

At the local level, in the Coastal Management Plan of the municipality of Olbia, the following objectives are identified:

- guaranteeing preservation and protection of the coastal ecosystem;
- balancing and coordinating policy and actions on the territory with a view to ensure sustainable development;
- arranging the coastal management considering the natural, rural and urban characteristics of the context;
- improving accessibility of the coastal area in order to contrast erosion phenomena and beach degradation;
- promoting and encouraging environmental regeneration;
- supervising and coordinating the various service activities located in the coastal area through processes of integration and complementarity among them;
- encouraging quality, innovation and diversification in tourist offering;
- incentivising energy self-efficiency of beach facilities through the production of alternative energy;

The selected objectives are phrased as follow:

Ob_CE_58 “Guaranteeing preservation and protection of the coastal ecosystem”.

Ob_CE_59 “Balancing and coordinating policy and actions on the territory with a view to ensure sustainable development”.

- Ob_CE_60 “Arranging the coastal management considering the natural, rural and urban characteristics of the context”.
- Ob_CE_61 “Improving accessibility of the coastal area in order to contrast erosion phenomena and beach degradation”.
- Ob_CE_62 “Encouraging quality, innovation and diversification in tourist offering”.
- Ob_CE_63 “Supervising and coordinating the various service activities located in the coastal area through processes of integration and complementarity among them”.
- Ob_CE_64 “Encouraging quality, innovation and diversification in tourist offering”.
- Ob_CE_65 “Incentivising energy self-efficiency of beach facilities through the production of alternative energy”.

As in the previous plans, all the eight objectives are reported with no substantial variations with respect to the original formulation.

It can be observed that objectives drawn from different plans and programmes often present many similarities so that maintaining them in their original formulation results in undesirable redundancies. For this reason, this first phase of objective identification is followed by a second phase where the selected objectives are compared each other and adequately reworked to avoid redundancies and handle contrasts. This process is focused on the contents of the objectives, therefore even though similar concepts are expressed in plans or programmes of different levels, they are compounded in a comprehensive objective, which is labelled with a code in the form of “Ps_Ob_CE_X”, which indicates the number (X) of the Objective (Ob) drawn from the assessment of policy consistency and coherence (in Italian: Coerenza Esterna – CE) of the Experimental Procedure (Ps).

For example, the objectives A_Ob_CE_38, A_Ob_CE_47, A_Ob_CE_48 and A_Ob_CE_58 all concern preservation and protection of habitats and species in order to enrich biodiversity. Thus, they are combined and rephrased into a unique objective as indicated in Table 2.

Table 2 – Objective merging.

Ps_Ob_CE_20	Safeguarding and enriching biodiversity of natural and semi-natural ecosystems, preserving and protecting local ecotypes as well as wild species and natural habitats located in the territory particularly referring to “Habitats” and “Birds” Directives.	A_Ob_CE_39, A_Ob_CE_47, A_Ob_CE_48, A_Ob_CE_58
-------------	---	---

It is clear that Ps_Ob_CE_20 includes all the aspects illustrated in the original objectives, but they are now organically articulated so that redundancies are avoided while coherence is maintained. Objectives rephrased through this process are now independent from their original plan or programme, but their contents are assimilated in the new objective that will constitute part of the forthcoming Regulation that will be enriched by the variety of approaches of the different plans and programmes from which the original objectives are drawn.

Conclusion

The paper elaborates an approach to include the objectives of plans and programmes in force at the various levels of spatial planning into the MPA regulations.

Bypassing this step might cause the erroneous exclusion of significant complementary objectives from the regulation, which would result reductionist, thus failing to approach the complexity of the MPA as an organic whole.

In the case studies considered in this paper, 36 plans and programmes are analysed in the MPA of “Tavolara – Punta Coda Cavallo” and 32 in the MPA of “Capo Carbonara”, and 69 and 41 objectives are drawn, respectively. Similarities among these are often observable, so that redundancies would characterise the regulation if they were simply transposed. For this reason, it is necessary to rephrase them by combining those that deal with analogous themes.

In some cases, a close similarity emerges among objectives drawn from different plans and programmes. This would entail unnecessary redundancies if they were reported in the Regulation with their original formulation. Therefore, compounding similar objectives is crucial. This process leads to the definition of 25 objectives for the MPA “Tavolara – Punta coda Cavallo” and 21 for the MPA of “Isola dell’Asinara”.

As a result of this process, objectives are no longer linked to their original plan or programme. Nevertheless, their initial substance is maintained, so that the inclusion in the Regulation of all the essential themes necessary for the effective area management is guaranteed. Moreover, this combination and rephrasing of objectives allows to tailor the objectives to the specific aspects of the areas.

In conclusion, the assessment of policy consistency and coherence clearly constitutes a fundamental component of the Experimental protocol, which demonstrates to be an effective assessing method to improve the design of planning tools aiming at integrating different sectorial themes in a consistent way in order to achieve a holistic territorial management.

This approach can be easily replicated in similar contexts, thanks to the application of the practical guidelines that will be defined thanks to the lessons learnt during the Experimental Procedure described in this paper.

References

- [1] Calenda, C. - *La misura della sostenibilità alla scala provinciale attraverso la Valutazione Ambientale Strategica. Una proposta di metodo*, retrieved June 5, 2018, from: <http://www.fedoa.unina.it/3264/>.
- [2] Cicin-Saina, B. and Belfiore, S. - *Linking marine protected areas to integrated coastal and ocean management: A review of theory and practice*, *Ocean & Coastal Management* (2005) 48(11-12), 847-868.
- [3] European Commission - *Maritime spatial planning*, retrieved June 14, 2018, from: https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/maritime_spatial_planning.
- [4] Gurrutxaga San Vicente, M., and Lozano Valencia, P. - *La integración de la conectividad ecológica en los instrumentos de ordenación y planificación territorial: una revisión*. *Boletín de la A.G.E.* (2009) 49, 45-66.

- [5] Kelleher, G. - *Guidelines for marine protected areas* (1999) IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- [6] Navarro Ortega, A. - *Las áreas marinas protegidas: ¿Un instrumento para la gestión eficiente del medio marino en España?* Acti del III Congresso Internacional do Mar “A Proteção do Ambiente Costeiro e Marinho”, Universidade Lusíada, Lisboa, Maggio 2014, 49-78.
- [7] Salm, J.R. Clark, E. Siirila - *Marine and coastal protected areas: a guide for planners and managers*, (2000) IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- [8] Therivel, R. - *Strategic Environmental Assessment in Action* (2004) Earthscan, London.
- [9] Zavattini, R. - *I processi locali di valutazione ambientale. Roma*. Retrieved June 7, 2018, from: http://www.dps.tesoro.it/documentazione/snv/seminario_110118/-diapo_snv_roma_18_01_2011.pdf

This study is implemented within the Research project based on the Agreement between the Department of Civil and Environmental Engineering and Architecture (DICAAR) of the University of Cagliari and the Autonomous Region of Sardinia, Departmental Office of Environment Protection, related to the project "GIREPAM - Integrated Management of Ecological Networks through Parks and Marine Areas", funded by the Programme INTERREG Marittimo Italy-France Maritime 2014-2020, Axis 2; Scientific Coordinator: Prof. Corrado Zoppi.

MONITORING AND SUSTAINABLE USAGE OF IERANTO BAY: MARINE CONSERVATION IN A MASS TOURISM ENVIRONMENT

Domenico Sgambati^{1,2}, Francesco Maresca², Antonella De Angelis³,
Nuria R. de la Ballina^{1,2}, Olga M. Azevedo¹, Antonino Miccio¹,

¹ Area Marina Protetta Punta Campanella, 80061 Massa Lubrense NA, Italy.

² MAREA Outdoors Association, 80065 Sant'Agnello NA, Italy

³ FAI Baia di Ieranto, 80061 Massa Lubrense NA, Italy.

Email: evs.campanella@hotmail.com Phone: 0039 3389911550 | Fax: 0039 081 8089877

Riassunto - La Penisola Sorrentina, grazie alla sua localizzazione nei pressi della città di Napoli, rappresenta una destinazione turistica per turismo di massa e di lusso, con la maggior parte delle spiagge caratterizzate da un accesso privato.

La Baia di Ieranto è un luogo naturale che si trova nei pressi della costiera amalfitana, a poche miglia dall'isola di Capri. In passato una cava per l'estrazione della pietra calcarea era stata realizzata in questo luogo, e rappresentava la più importante fonte di guadagno per la popolazione. Attualmente l'importanza economica della penisola sorrentina non è rappresentata più dalla cava ma dal turismo. Il continuo sfruttamento delle aree costiere hanno portato alla necessità di un rafforzamento della conservazione del mare e all'istituzione dell'AMP Punta Campanella nel 1997.

Per via del difficile accesso via terra e per le sue acque trasparenti, la baia di Ieranto rappresenta il punto perfetto per la sosta di barche e yacht nel periodo estivo. Questo costituisce una grande minaccia per la vita sottomarina, specialmente per la Posidonia oceanica. La sorprendente biodiversità della baia ha fatto sì che questo luogo sia stato inserito del programma di tutela generale del parco (zona B) con speciali misure di conservazione come: la limitazione della pesca professionale autorizzata a soli 8 mesi su 12, e il divieto di transito e ancoraggio per barche e natanti.

L'AMP Punta Campanella, in collaborazione con il FAI – Fondo per l'Ambiente Italiano e l'associazione MAREA Outdoors, realizza dal 2011 un progetto di conservazione, monitoraggio e turismo sostenibile nella Baia di Ieranto: La Baia in Fondo al Sentiero. Obiettivo principale è quello di avere un controllo quotidiano della baia, raccogliendo dati sulle presenze turistiche e sulle attività illegali, e provando a fermare gli impatti antropici non consentiti nell'area. Il progetto incoraggia altresì il turismo ecosostenibile attraverso proposte escursionistiche a piedi, in kayak e con maschera e pinne.

Oggetto di questo lavoro è l'analisi dei dati delle presenze turistiche degli ultimi 5 anni nella baia di Ieranto, considerando prevalentemente il settore marino.

Parole chiave: Area Marina Protetta, recupero del territorio per la Natura, sviluppo sostenibile, ecotourismo, prateria di posidonia.

Abstract – The Sorrento Peninsula, due to its location in Naples region, is characterized to be a preferred destination for luxury and mass tourism where the majority of beaches have private access. Ieranto bay is a natural place near the famous Amalfi coast and Capri

Island. In the past, a quarry was built here and the rock extractions were the most important industrial work and the main economic source for the community. Nowadays, the economic importance of Sorrento Peninsula is not the quarry anymore, but the tourism.

The continuous exploitation of this coastal area led to a need of reinforcement in marine conservancy and the Marine Protected Area (MPA) Punta Campanella was created in 1997. Due to the difficult access by land and its transparent sheltered waters, Ieranto bay is the perfect spot for boats and yachts to stop and anchor during holiday periods. This constitutes a big threat for marine life, especially *Posidonia oceanica*. The unique geography, geology and biodiversity of the place made Ieranto bay in need of special protection. For this reason, the bay is categorized as B Zone (General Preserve) with special measures of conservation: the motor navigation of every kind of boats is forbidden and professional fishing is authorized just for 8 months per year.

Since 2013 the MPA in collaboration with the Italian National Trust (FAI) and the Association MAREA Outdoors, is carrying out an initiative called *The Bay at the End of the Path*, between June and September, whose main goal is to reinforce the daily control of the area and prevent it to be abused, both on the sea and on the land. The project encourages the visitors to enjoy and explore the place, but always in a sustainable way, thus all non-polluting activities such as hiking to Ieranto or sailing with kayaks, pedal, sailboats and electrically-powered boats are welcome. On the contrary, anchoring and motor boats, which have a polluting effect, are not allowed.



Figure A – Comparison between Ieranto bay before and after the surveillance by the marine park (left - 1995; right - 2017).

Table A – Total illegal and legal actions in July and August in the last 3 years.

	2015 (No)	2016 (No)	2017 (No)	Evolution (%)
Illegal Boats	638	594	582	- 8.8
Per day	12.7	11.9	11.6	
Legal Boats	193	177	255	+24.3
Per day	3.9	3.5	5.1	
Anchoring	59	61	45	-23.7
Per day	1.2	1.2	0.9	
Illegal sport fishing	6	6	2	-66.7
Persons coming by land	5447	5476	5972	+8.8

The park-guards manage a daily monitoring program with kayaks reaching not-allowed-boats as soon as they enter the bay, in order to stop and inform them. Data collection on the correct and incorrect usage of the Bay is part of the monitoring program: in the table 1, it is possible to see that the number of illegal boats, anchoring and illegal sport fishing from the boats has decreased during the last 3 years. Furthermore, after the kayakers approach, around 95 % of the illegal boats leave the bay. On the other hand, the number of persons who visit the bay walking by land has increased and the number of legal crafts had an abrupt growth in 2017. To spread knowledge and respect for nature, an info-point is opened to the visitors and different activities are proposed, such as snorkeling, kayaking tours and marine biology courses, in order to offer ecotourism experiences within which awareness about nature is provided. Moreover, an initiative called BluTeam in Action took part in 2016 and 2017. This involves a visual census done by underwater activities and 187 species were registered at the bay.

Taking into account the story of Ieranto bay, it is fulfilling to see how in the last years a place that was completely full of boats, with the corresponding negative effects in pollution and in marine life, is becoming a natural spot again (Figure A).

Keywords: Marine Protected Area, Recovery of the Territory for Nature, Sustainable Development, Ecotourism, Posidonia meadow.

Premessa

In Italia da circa 4 decenni si è intrapreso un interessante e lungo cammino per la formazione di un sistema di aree protette, ovvero di un insieme di territori ove prevalga l'interesse naturalistico rispetto a qualunque altro.

Il concetto stesso di area protetta si è evoluto in questo periodo, indicando dapprima un territorio ove qualsiasi attività umana sia interdetta e poi un territorio ove si pratica oltre che la protezione e la conservazione integrale della natura anche una corretta gestione del territorio, destinando alcune zone alle attività umane ecocompatibili e all'ecoturismo, e vincolando quelle attività che creano impatti troppo gravosi per l'ambiente.

In questo ambito si inserisce il mondo delle Aree Marine Protette Italiane che "...sono costituite da ambienti marini dati dalle acque, dai fondali e dai tratti di costa prospicienti che presentano un rilevante interesse per le caratteristiche naturali, geomorfologiche, fisiche, biochimiche, con particolare riguardo alla flora e alla fauna marine costiere e per l'importanza scientifica, ecologica, culturale, educativa ed economica che rivestono" (documento istitutivo delle AMP redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare).



Figura 3 – Il mondo dei Parchi in Italia.

Le aree protette possono svolgere un importante ruolo nello sviluppo sostenibile, in quanto favoriscono la protezione dell'ambiente e, nello stesso tempo, promuovono la crescita economica e culturale dell'area.

Un esempio evidente è nell'ambito della pesca: l'esistenza di forme di tutela per aree di riproduzione o reclutamento, in cui si escluda totalmente o in alcune forme la pesca commerciale ha importanti conseguenze sulla pescosità delle aree circostanti, infatti, evitando lo sfruttamento eccessivo, almeno in date zone e fasi di crescita, si dà alla risorsa il tempo di rinnovarsi. Le aree protette possono diventare così dei veri e propri "serbatoi naturali di specie", non solo d'interesse commerciale, da cui può ripartire la colonizzazione d'aree circostanti che si trovino in condizioni ambientali peggiori.

Un ulteriore esempio calzante riguarda il turismo, ed in particolare il settore del turismo naturalistico e dell'ecoturismo che hanno come obiettivo quello di avvicinare il turista alle risorse naturali di un determinato territorio nel primo caso, e di promuovere una metodologia a basso impatto ambientale per quanto riguarda il secondo caso. Numerosi studi mostrano come tali tipi di approccio alla visita di un territorio siano aumentati del 9 % in generale (tra il 2016 e il 2017). La percentuale sale ancora di più se si considera quella fetta di turismo che viene effettuata all'interno dei parchi naturali.



Figura 4 – Il mondo delle Aree Marine Protette.

Le risorse naturali dell'AMP Punta Campanella e della Penisola Sorrentina

La penisola italiana rappresenta geograficamente un ponte di unione tra due continenti caratterizzati da fattori climatici medi abbastanza differenti: Europa (clima temperato) e Africa (clima equatoriale – tropicale).

A sua volta il Golfo di Napoli, situato al centro di questo grande bacino, riflette appieno le caratteristiche appena descritte, con acque ricche di una grossa miscela biologica e contenenti elementi florofaunistici provenienti da tutti gli stock biogeografici del Mediterraneo.

La Penisola Sorrentina e la sua propaggine occidentale, la Punta della



Figura 5 – La Penisola Italiana vista dallo spazio.



Figura 6 – Il golfo di Napoli con la sua propagine meridionale: la Penisola Sorrentina.

Campanella, si inseriscono in questo quadro estremamente interessante nel quale la presenza dell'uomo, con punte di densità di abitanti che non hanno eguali in Europa, porta ad un continuo impatto sull'ambiente, e soprattutto sulla "risorsa mare".

Storicamente questi luoghi sono stati sempre valorizzati dalla presenza umana, perché anche l'uomo qui ha trovato ottime condizioni climatiche, oltre che terreni fertili e acque pescose per la vita e lo sviluppo economico, e questo è testimoniato dalla grande concentrazione di realtà culturali, storiche e archeologiche presenti nel breve arco compreso tra i Campi Flegrei, Golfo di Napoli e Golfo di Salerno.

La parte centro-settentrionale del Golfo ospita la città di Napoli, le cui propaggini sia orientali che occidentali presentano un continuum di abitazioni, porti e industrie: Bagnoli e Pozzuoli da un lato, Ercolano, Torre del Greco, Torre Annunziata e Castellammare di Stabia dall'altro. Sono poche le aree del Golfo che si salvano da questo violento impatto e la Penisola Sorrentina è una fra queste: essa presenta solo modesti insediamenti urbani e industriali, e ha mantenuto per lo più preservato il suo ambiente, con un alternarsi di uliveti e agrumeti che pian piano degradano a mare.

Nei fondali circostanti la Penisola Sorrentina è stata rilevata una alta variabilità morfologica che rispecchia il particolare assetto strutturale dell'area. Già da una prima analisi emerge che i fondali reggono pendenze discrete: tale caratteristica consegue dalla presenza in sub-affioramento del substrato roccioso, dalla vicinanza di una dorsale montuosa a breve distanza dalla costa, e dalla presenza a fondo mare di sedimenti a granulometria prevalentemente sabbiosa.

Figura 7 – Ambiente sciafilo presente a pochi centimetri di profondità sulle falesie rocciose di Punta Campanella.



La geomorfologia costiera della Penisola Sorrentino-Amalfitana è molto peculiare e diversa rispetto a quella della restante parte del Golfo, che presenta decisi caratteri derivanti dall'azione vulcanica del Vesuvio.

I principali fattori che determinano la struttura dei popolamenti bentonici sono:

- la presenza di alte falesie di natura calcarea che rendono la costa alta e scoscesa, con rari seni e piccole rientranze della costa. Tale caratteristica riduce la presenza di popolamenti fotofili a favore dei popolamenti sciafili cui si associa la presenza di specie di particolare interesse biologico e paesaggistico (ad es. molti Antozoi, come la madreporaria *Asteroides calycularis*, e Bivalvi, come il dattero di mare *Lithophaga lithophaga*);
- la presenza di un canyon sottomarino che introduce delle correnti ricche di nutrienti e prive di inquinanti nella parte centrale del Golfo di Napoli e nei suoi settori più esterni. Da ciò ne deriva un processo di magnificazione produttiva delle reti alimentari rendendo quest'area così ricca e pescosa.

A seconda dell'organizzazione delle comunità animali e vegetali, le tipologie più caratteristiche delle associazioni biologiche presenti sui fondi sottomarini costieri della Penisola Sorrentina possono essere riassunte in:

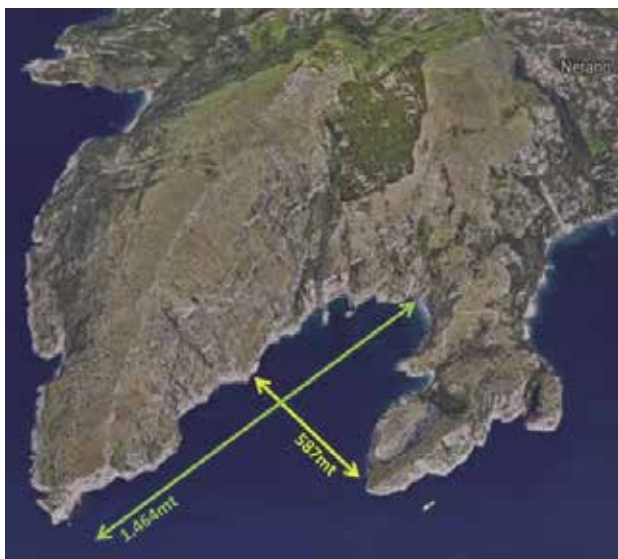
- associazioni di substrato solido: falesia calcarea e grotta sottomarina;
- associazioni di substrato mobile: sabbioni biodetritici e prati di *Posidonia oceanica*.

La Baia di Ieranto

La Baia di Ieranto è posizionata al centro dell'AMP Punta Campanella ed è racchiusa tra 2 alti promontori rocciosi:

1. il monte San Costanzo a nord che dai circa 500 m della vetta degrada rapidamente a mare, inabissandosi a Punta Campanella e rispuntando a 3 miglia di distanza con la famosa isola di Capri;
2. il sistema Penna-Montalto a sud che comprende 3 picchi di circa 200 m di altezza.

Figura 8 – La Baia di Ieranto vista da Google Map.



L'apertura della baia, rivolta verso sud-est, è di circa 600 m di estensione, e la lunghezza massima raggiunge i 2 km se si considera il versante settentrionale.

I fondali della baia degradano con una certa rapidità raggiungendo i 60 m di profondità all'altezza dell'imboccatura e mantenendo un andamento più acclive nel settore settentrionale.

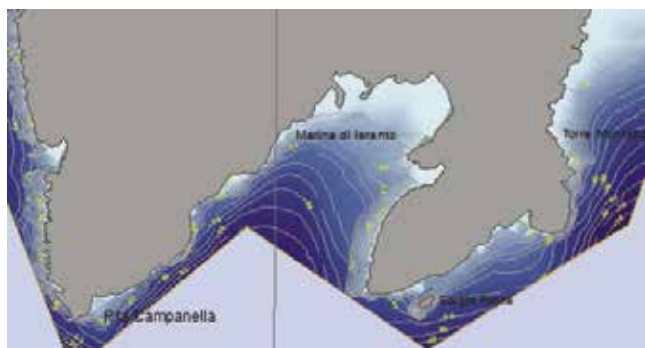


Figura 9 – Profilo dei fondali della Baia di Ieranto

e sui fondali ricoperti di *Posidonia oceanica*) e organismi pelagici che vengono trasportati all'interno della baia nel corso delle mareggiate provocate dai venti di Libeccio oppure dalle forti correnti di *upwelling* che arricchiscono le acque di organismi gelatinosi del macroplankton (scifozoi, tunicati pelagici, ctenofori, sifonofori ecc.).

Sia per questioni geografiche che per la ricchezza di habitat e di specie, la baia di Ieranto rappresenta il cuore dell'AMP Punta Campanella, ed è sottoposta ad un livello di

Le sue acque sono protette dai venti del 1°, 2° e 4° quadrante, il che vuol dire che il vento di libeccio (sud-est) è quello che porta elevato moto ondoso nella baia soprattutto nel periodo invernale e primaverile.

Le acque della baia mostrano una mescolanza di organismi bentonici (che vivono lungo la costa frastagliate

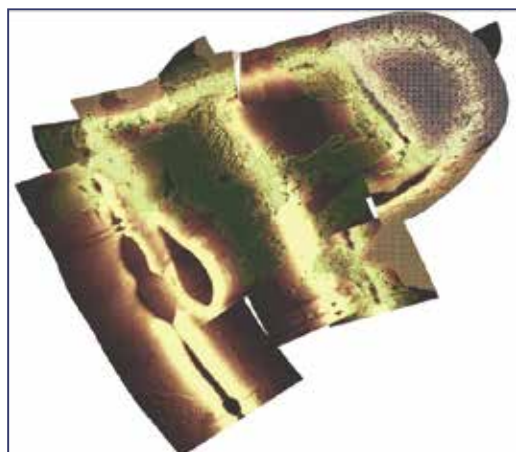


Figura 10 – Profilo della copertura di *Posidonia oceanica* (in verde) ottenuta da un rilievo con *Side Scan Sonar*.

tutela B – riserva generale – con due ulteriori misure di conservazione (fermo pesca per 4 mesi all'anno; divieto di transito a motore anche per natanti).

Sin dall'epoca dei romani la Baia è stata utilizzata come banca di risorse naturali da sfruttare: la roccia calcarea, la fauna ittica, la fauna terrestre, ecc. In tempi più recenti il territorio della Baia è stato trasformato ad opera dell'uomo *in primis* con la costruzione di terrazzamenti a fine agricolo (attraverso la produzione di muri a secco), e poi con la realizzazione di una cava di calcare che ha lasciato la cicatrice più evidente nel paesaggio di Ieranto che probabilmente non sarà mai più sanata.



Figura 11 – Immagine della Baia di Ieranto con relativa presenza di barche (prima dell'istituzione dell'AMP Punta Campanella).

Negli ultimi 50 anni, dopo la fine dei lavori di estrazione della roccia calcarea, le acque cristalline della baia e il fresco vento di maestrale hanno fatto da attrattore per centinaia di imbarcazioni che, ignare dell'impatto distruttivo, ancoravano sui fondali popolati dalla *Posidonia oceanica*, con il risultato di produrre dei danni attualmente ancora visibili sulla distribuzione di questa fanerogama marina.

La Baia in Fondo al Sentiero

Dal 2011 l'AMP Punta Campanella, in collaborazione con il FAI – Fondo Ambiente Italiano, realizza un programma di tutela, monitoraggio ed ecoturismo nella Baia di Ieranto, dal nome: *La Baia in Fondo al Sentiero*.

Tale programma ha come obiettivo quello di presidiare una delle aree di maggiore valore dell'AMP Punta Campanella con un programma quotidiano di verifica del rispetto delle norme di fruizione delle risorse marine, e un lavoro capillare di informazione e sensibilizzazione degli utenti, legali e illegali, della baia, oltre a tante iniziative di seguito elencate:

1. Monitoraggio della fruizione della Baia di Ieranto
2. Riduzione degli impatti antropici (ancoraggio, diportismo, pesca illegale)
3. Informazione e sensibilizzazione dei visitatori della Baia
4. Census degli organismi della Baia
5. Visite guidate in kayak e snorkeling
6. Scuola di biologia marina sul campo
7. Volontariato per giovani locali ed europei
8. Pulizia del mare e delle spiagge

Il seguente lavoro ha come obiettivo l'analisi dei punti 1 e 2 – fruizione della Baia di Ieranto – relativamente ai quali l'AMP Punta Campanella ha raccolto una mole sostanziosa di informazioni che permette di conoscere ed esaminare il fenomeno in modo dettagliato.

Materiali e Metodi

Il lavoro di monitoraggio della fruizione della Baia di Ieranto, iniziato nel 2013, viene effettuato ogni anno nel periodo 1/06 - 30/10 con 100 giornate di lavoro (fine settimana di giugno e ottobre più lavoro quotidiano per i mesi di luglio-agosto-settembre) e ha come obiettivo quello di conoscere il numero di visitatori che giungono all'interno della baia sia via terra e via mare, sia in modo regolare (attraverso il sentiero oppure via mare con mezzi ecocompatibili e/o autorizzati) che in modo irregolare (con imbarcazioni a motore), dalle ore 10.00 alle ore 18.00.

Il metodo utilizzato per verificare le presenze terrestri differisce dal metodo usato per registrare le presenze via mare essendo quest'ultima attività implementata con l'obiettivo di conoscere le "abitudini" di chi varca le soglie della baia di Ieranto:

1. Presenze terrestri: gli operatori del progetto "La baia in fondo al Sentiero" contano il numero di visitatori che stazionano nella baia considerando 4 ambienti ove è possibile rinvenirli: spiaggia – piattaforma – mare – pineta. La categoria altro permette l'inserimento di "presenze speciali" come per esempio gruppi, oppure lavoratori

presenti nella baia in determinati periodi dell'anno. Tale lavoro viene effettuato quotidianamente in 5 differenti momenti della giornata: ore 10 – 12 – 14 – 16 – 18.

Tabella 1 – Tabella per la raccolta dati della fruizione via terra.

Orario	spiaggia	piattaforma	mare	pineta	altro	note
10						
12						
14						
16						
18						

2. Presenze marine: gli operatori del progetto “La baia in fondo al Sentiero” registrano e avvicinano con i kayak dell'AMP Punta Campanella tutte le imbarcazioni che entrano via mare, compilando una tabella dati riportata in allegato che permette di conoscere anche il numero di persone che entra nella baia via mare. Tale lavoro viene effettuato dalle ore 10 alle ore 18 nei giorni suindicati. Per ogni imbarcazione viene registrata:

- L'ora di entrata e uscita dalla baia;
- La tipologia di imbarcazione (verificando se si tratta di un visitatore regolare o irregolare), il nome, se si tratta di barca a noleggio, privata, o per visite guidate;
- Informazioni sui passeggeri: numero, provenienza, conoscenza dell'AMP Punta Campanella;
- Informazioni sulle attività svolte dall'imbarcazione: transito, ancoraggio, sosta alla boa, sosta alla spiaggia, pesca. Per questo motivo la Baia di Ieranto è stata ulteriormente suddivisa in 3 aree per definire le zone più interessate dal diporto e dalla attività marine legali/illegali;
- Eventuale attività di contatto e informazione operata dai collaboratori dell'AMP Punta Campanella a favore dei visitatori;
- Note.

Figura 12 – Tabella per la raccolta dati della fruizione via mare.

Figura 13 – Mappa della baia divisa in 3 aree di fruizione marina.



Risultati ottenuti

I dati raccolti nel corso degli anni 2013-2017 possono essere così riassunti. Il numero di imbarcazioni illegali che entra quotidianamente è di gran lunga superiore (70 %) al numero di imbarcazioni che sono autorizzate a navigare nella baia di Ieranto (30 %). Questo dato restituisce ancora più valore al lavoro che il parco attua per rendere la Baia di Ieranto un luogo effettivamente protetto. Le imbarcazioni che entrano nella baia sono state divise in due categorie (elencate nella tabella di seguito):

Tabella 2 – Tipologie di "barche autorizzate" e di "barche non autorizzate" a navigare e sostare nella Baia di Ieranto.

BARCHE AUTORIZZATE	BARCHE NON AUTORIZZATE
1. Barche per il controllo dell'area (AMP Punta Campanella, Guardia Costiera, Guardia di Finanza)	1. Barche per visite guidate e traffico passeggeri
2. Barche a remi, pedalò, kayak, barche a vela, motore elettrico	2. Barche a noleggio
3. Barche autorizzate a svolgere visite guidate nella Baia di Ieranto	3. Barche da diporto

Presenza di barche non autorizzate

Prendendo in considerazione solo le "barche non autorizzate", le 3 tipologie di barche seguono questa percentuale di presenza:

1. Visite guidate 19 %
2. Barche a noleggio 43 %
3. Barche da diporto 38 %



Figura 14 – Attività di informazione con una barca a noleggio ancorata nella Baia di Ieranto.

Tali percentuali sono interessanti se consideriamo che il noleggio (al primo posto tra le barche non autorizzate che varcano la soglia della Baia di Ieranto) avviene principalmente presso ditte locali che non informano correttamente i clienti sulla fruizione dell'AMP Punta Campanella. Si tratta principalmente di turisti stranieri che noleggiavano solitamente un gommone per esplorare l'affascinante costiera sorrentino-amalfitana, ignari delle regole del Parco Marino, col rischio di ancorare in zone proibite ed essere multati dalla Guardia Costiera.

Le barche da diporto rappresentano il 38 % delle barche non autorizzate che entrano nella Baia di Ieranto, e in questo caso sono i diretti responsabili dell'infrazione. La maggior parte di questi è al corrente delle regole dell'AMP Punta Campanella, e cerca di "strappare" un bagno nella riserva marina.

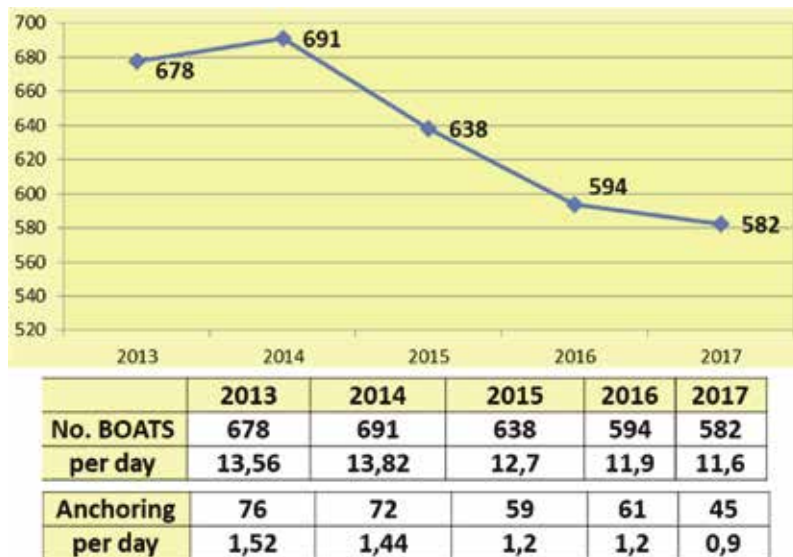
Di altra gravità è la presenza di barche che effettuano visite guidate irregolari nella Baia di Ieranto. In questo caso si tratta di un reato di un certo livello effettuato da persone altamente competenti sulle regole del mare e dell'AMP Punta Campanella.

Tali infrazioni vengono puntualmente segnalate all'Ufficio della Capitaneria di Porto competente con l'obiettivo di ridurre la presenza di barche illegali nella baia.

Andamento delle barche non autorizzate negli anni

Nel corso dei 5 anni di progetto, la tendenza di barche non autorizzate nella baia di Ieranto ha mostrato un decremento del 14,45 %, passando da un totale di 678 barche nel 2013 a 582 barche nel 2017. Tale risultato positivo mostra che il lavoro di informazione e monitoraggio svolto dai volontari dell'AMP Punta Campanella ha un impatto positivo sulla corretta fruizione della Baia.

I dati sono ancor più rassicuranti se si pensa al numero di ancoraggi illegali che ha subito un decremento del 40,79 % nel corso degli ultimi 5 anni, passando da un valore di 1,52 ancoraggi al giorno nel 2013 a 0,9 ancoraggi al giorno nel 2017.



Presenza di barche autorizzate

Prendendo in considerazione solo le “barche autorizzate”, le 3 tipologie di barche seguono questa percentuale di presenza:

1. Barche per controllo 7,06 %
2. Barche ecologiche 60,78 %
3. Barche per visite guidate 32,16 %

Le barche deputate al controllo dell'Area Protetta hanno scarsa rilevanza in termini di “presenza nella Baia di Ieranto” data l'operatività del progetto “La Baia in Fondo

al Sentiero”. Di fatti i controlli di Guardia Costiera e Capitaneria di Porto si svolgono principalmente in altre zone del Parco non monitorate da programmi di conservazione specifici, che quindi necessitano una maggiore presenza di forze dell’ordine.

Di notevole importanza è il valore relativo alle barche ecologiche, in particolare i kayak: questa risulta essere una *best practice* dell’AMP Punta Campanella che nel corso degli anni di progetto ha visto la nascita di tre società sportive di kayak che stanno “sfruttando” in modo ecocompatibile le risorse naturali della Baia di Ieranto con visite guidate e noleggi che permettono ai turisti di fruire correttamente delle grotte, dei fondali e delle spiagge del parco marino.

La presenza di visite guidate con barche a motore autorizzate ha aperto le porte della Baia a coloro che non hanno possibilità di raggiungerla a piedi (attraverso il sentiero di *trekking*) e via mare (con una pagaiata in kayak), invitando tutti, in modo regolamentato, a fruire della Baia senza distruggere i fondali. Per questo motivo l’AMP Punta Campanella ha previsto la predisposizione di un mini-campo boe, con la presenza di 3 ormeggi a favore delle imbarcazioni autorizzate.

Conclusioni

Il progetto di monitoraggio e riduzione degli impatti antropici realizzato nella Baia di Ieranto dal 2013 rappresenta una *best practice* dell’AMP Punta Campanella, all’interno del quale si conciliano la tutela dell’ambiente e la fruizione compatibile aperta a tutte le classi di persone: escursionisti terrestri, escursionisti marini, visitatori con barche autorizzate.

La presenza costante di un gruppo di operatori specializzati che si occupano principalmente di informare sulla presenza del parco marino, sulle biocenosi presenti sui fondali e sulle regole di fruizione ha portato ad accrescere la consapevolezza sulle problematiche legate all’ambiente naturale e alle alternative di fruizione compatibile nei parchi.

Attività concernenti tutte le macro-aree di azione di un parco naturale: conservazione della natura – monitoraggio e ricerca scientifica – informazione e divulgazione ambientale, hanno fatto della Baia di Ieranto un luogo di sperimentazione per le attività di tutela e promozione della natura.

Prossimi *step* saranno quelli di realizzare progetti simili in altre aree del parco ed esportare tali attività in altre Aree Marine Protette Italiane.

Bibliografia

- [1] Aiello G., Budillon F., Cristofalo G., D’Argenio B., De Alteriis G., De Lauro M., Ferraro L., Marsella E., Pelosi N., Sacchi M. E Tonielli R., (1999) - *Marine geology and morphobathymetry in the bay of Naples. A multidisciplinary approach to the recent evolution of the sea floor*, in: F.M. Faranda, L. Guglielmo, G. Spezie (eds.) *Mediterranean Ecosystem: structures and processes*, Springer Verlag, 1-8
- [2] Battaglia L. (2002) - *Alle origini dell’etica ambientale*. Dedalo, Bari, 207 pp.
- [3] Brancaccio L., Cinque A., Romano P., Roskopf C., Russo F., Santangelo N. E Santo A. (1991) - *Geomorphology and neotectonic evolution of a sector of the Tyrrhenian*

- flank of the southern Appennines (region of Naples, Italy)*. Zeith. Geomorph. N.F., Suppl. Bd., 82, 47-58.
- [4] Carrada G.C., Hopkins T.S., Bonaduce G., Ianora A., Marino D., Modugh M., Ribera, D'alcala' M., Scotto Di Carlo B. (1980) - *Variability in the Hydrographic and Biological Features of the Gulf of Naples*. P.S.Z.N.I.:Marine Ecology, 1:105–120.
- [5] Cattaneo Vietti R. & Russo G.F. (1987) - *Molluscs from submarine caves of the Sorrentine peninsula (Southern Tyrrhenian sea)*. Stygologia, 3 (2): 138-148.
- [6] Cicogna F., Russo G.F. (1997) - *Il parco marino di Punta Campanella: una lunga storia, ora realtà*. La stagione dei parchi: 10-15.
- [7] Cinque A. (a cura di) (1986) - *Guida alle escursioni geomorfologiche Penisola Sorrentina, Capri, Piana del Sele e Monti Picentini*. Dip Sc. Della Terra Napoli, pubb. 33, 48-55.
- [8] Di Donato R., Russo G. F., (1998) - *Implementazione di un GIS per analisi a fini gestionali dell'ecologia del paesaggio bentonico* 194
- [9] Ferrara R., Fracchia F., Olivetti Rason N. (2000) - *Diritto dell'ambiente*, Laterza, Bari.
- [10] Giacomini V., Romani V. (1982) - *Uomini e parchi*, Franco Angeli editore, Milano.
- [11] Greco N., Scabbia G., Gambino R., Desideri C., Scarpellini P., Vallega A. Relini G., Artom C., Massone S., Riggio S., Sulis G., Diviaccio G., Tunesi L., Silvestri F., Caldelli A., Alvisi C., Barone V., *La gestione integrata delle coste e il ruolo delle Aree Protette*. a cura di Moschini R. Progetto CIP “Coste Italiane Protette”
- [12] Milia A. & Torrente M. (1999) - *Tectonic and stratigraphic architecture of a perityrrhenian half-graben (Bay of Naples, Italy)*, Tectonophysics. 315, 301-318.
- [13] Pearce D. W., Turner R. K., Bateman I. (1999) - *Economia ambientale*, Il Mulino, Bologna.
- [14] Perrone V. (1988) - *Carta geologica della Penisola Sorrentina. Note illustrative*. Atti del 74° Cong. SOc. Geol. It., B, 336-340, Sorrento 13-17 sett. 1998.
- [15] Russo G. F., (1992) - *Particolarità dell'ambiente marino bentonico della Costiera Sorrentina Amalfitana*, in: A. Giammarino (Ed.) *Ambiente e Mass Media '92: Il Mare e le Coste*, C.M.E.A. Università degli Studi di Napoli Federico II (Publ.) :92-99.
- [16] Russo G. F., Sgrosso S., Carrada G. C. (1998) - *Le Aree Marine Protette della Campania, Uomo e Natura*, 5: 27-34.
- [17] Russo G. F., Di Stefano F. (2003) - *Gli studi di fattibilità per l'istituzione di aree marine protette: esperienza in Campania*, in: Carrada G.C., Coiro P., Russo G. F. (eds) *Le aree marine protette del Mediterraneo*, Electa Napoli: 83:88, ISBN: 88-510-0190-1.
- [18] *Studio geomorfologico nell'Area Marina Protetta “Punta Campanella” tramite rappresentazione georeferenziata di alta risoluzione della batimetria del fondo*, Geomare Sud, Gennaio 2001
- [19] *VII Rapporto Italiani, turismo sostenibile e ecoturismo*, IPR Marketing, Fondazione Univerde

CONFLICTS OVER THE LAND-USE OF THE GAETA COASTAL ZONE (SOUTHERN LAZIO, ITALY)

Alessio Valente

Department of Sciences and Technologies, University of Sannio, 82100 Benevento

valente@unisannio.it

Abstract – The aim of this contribution is to highlight the conflicts that have arisen over the centuries on Gaeta coastal zone in southern Lazio. The conformation of the Gulf, in which it faces, has favoured its vocation of mooring and therefore of maritime activities since ancient times. However, its defence capacity soon made it impregnable to attack by sea, making it a military fortress, so they interrupted its reputation as a commercial port and refuge for vessel. Fortunately, just outside the fortress, a fishing activity and a shipbuilding industry continued to be. These activities relaunched Gaeta until after the Second World War, and still survive today waiting for a new revival. The destruction of the historic-medieval walls also rehabilitated that part of the city that was enclosed there, but in it there are also the NATO fleet support and the military vessels controlling and safeguarding the coast of the entire gulf. Meanwhile, in the last decades, Gaeta has regained the role that had belonged since Roman times to a holiday resort. In the summer months, a large number of tourists pour out, especially on the different beaches that are developed on the coast just off the gulf. Over time, bathing, refreshment and accommodation services have been provided to them, threatening valuable coastal habitats, protected by both the Region and the 2000 Nature Network. This relationship between nature and man can be balanced only if the conditions of co-existence are known and respected. Similarly it can be said for the maritime activities that develop in the Gulf of Gaeta.

Riassunto – Lo scopo di questo contributo è di evidenziare i conflitti generatisi nel corso dei secoli sulla costa della città di Gaeta nel Lazio meridionale. La conformazione del Golfo in cui si affaccia, ha favorito la sua vocazione di approdo e quindi delle attività marittime sin da tempi antichi. Tuttavia, la sua capacità di difesa ben presto la resero inespugnabile agli attacchi da mare, facendola diventare una fortezza militare, così ne interruppero la nomea di porto commerciale e di rifugio per ogni imbarcazione. Fortunatamente appena fuori dai bastioni da tempo continuava ad esserci una fiorente attività di pesca e un'importante industria di costruzioni navali. Tali attività in qualche modo rilanciarono Gaeta fino al secondo dopoguerra, e ancora oggi sopravvivono in attesa di un nuovo rilancio. Negli anni sessanta la distruzione delle mura del quartiere storico-medievale riabilitò anche quella parte della città che vi era racchiusa. Su quel tratto si stabilì la base della flotta NATO e le sedi di quelle forze che controllano la costa dell'intero golfo. Intanto, Gaeta negli ultimi decenni ha riguadagnato il ruolo appartenuto sin dal tempo dei Romani come luogo di villeggiatura. Nei mesi estivi si riversano, soprattutto sulle diverse spiagge che si sviluppano sulla costa appena fuori dal golfo, un gran numero di turisti. Ad essi nel tempo sono stati assicurati servizi per la balneazione, il ristoro e il soggiorno, che minacciano habitat costieri di pregio, posti sotto tutela sia dalla Regione sia dalla Rete Natura 2000. Questo rapporto tra natura e uomo può essere bilanciato solo se si conoscono e si rispettano le condizioni della co-esistenza. Analogamente si può dire tra le attività marittime che si sviluppano nel Golfo.

Introduction

Along the Tyrrhenian coast, roughly at its center, stands a clear natural inlet known as the Gulf of Gaeta. Since Roman times, it has been a safe harbor for navigation and a privileged holiday destination for the Roman aristocracy. In fact, its conformation allows it to be exposed only to the storms coming from the sirocco (SE) and, as surrounded by the Aurunci Mountains, protected from the cold northern winds [1]. In order to describe and understand the dynamics of land use within this gulf, it is useful to know the traces disseminated on the territory. In this way the conflicts will be more evident.

These conflicts are manifested by the desire to conserve natural and historical assets from an often misunderstood use of the territory, not yet completely inhibited, and for the inability to correctly plan human activities in this territory, always in difficulty to reach well-being. For the first aspect, the institution of the Natural Park of the *Riviera di Ulisse* [2], to protect the coast, has only slowed down an ever increasing occupation of the land for tourism-bathing activities, which has severely compromised its conservation. Regarding the second aspect, the run-up to the industrialization in the last decades of the twentieth century and the disordered exploitation of this coast for the most disparate activities in the present, do not let us imagine a sustainable use of the territory for the near future [3].

Gaeta

At the heart of the eastern Tyrrhenian coast stands a wide natural bay, known as Gulf of Gaeta. Such bay is limited seaward by an isthmus welded in the late Quaternary to a hill, Monte Orlando (171 m), which was previously a small island [4]. On the side of this hill facing the bay the historical centre of Gaeta was developed. The remaining part of the town has expanded first along the western shore of the inlet, and then on the isthmus, which joins gradually the foothill of Aurunci Mountains [5] (Fig.1). These mountains, whose peaks exceed 1200 m, surround the inlet and protect it from the winds coming from the northern sectors. This conformation has favoured rather advantageous climatic conditions for residents and for activities, mainly related to the sea [1]. So in the history and even in the mythology, the Gulf of Gaeta was identified as [6]:

- a natural port for dropping anchor and find shelter in case of heavy seas (even in the mythological literature: Ulysses in the *Odyssey*, Aeneas in the *Aeneid*),
- a commercial port for products to be sold throughout the Mediterranean,
- a fortress to defend against longer sieges from the sea and land
- a shipyard to build boats able to sail distant seas and, last but not least,
- a holiday resort known since Roman times.

For each of these roles suitable structures were created, which were incorporated into the city fabric. Nowadays the shoreline of Gaeta, included in the bay, has nothing natural anymore, having been the object of numerous interventions over the centuries, both on the shoreline and in the sea. More specifically, it could be said that today the coastline is invaded by port facilities with different functionalities: military, fishing, commercial, shipbuilding, tourist and so on. Each of these occupied a space, more or less wide, leaving only small tracts to the city use. In more recent times, even the sea of the gulf has been encumbered for the plants of mussel farming and fish breeding.



Figure 1 – In the foreground the historical centre of Gaeta sited on the promontory culminating with Monte Orlando, which partially closes the Gulf of Gaeta; in the background the Aurunci Mountains (photo by Daniele Capobianco).

In this regard, it is worth remembering that since the Gulf of Gaeta, the Gulf area has been considered a “Sensitive” area since 2012 and therefore a continuous monitoring activity will have to be carried out in order to prevent and reduce pollution. This activity is carried out on urban and industrial waste water treatment plants in the Gulf waters and on mussel farming and pisciculture plants where the polluting inputs could be conveyed. To facilitate this activity there would be the circulation of currents, which in this stretch of coast is limited to a secondary cell that extends to the entire area of the Gulf. This cell would have limited interchanges with the main Tyrrhenian circulation that would move more outside [7]. For this reason a possible pollution of the Gulf would depend on the introduction of substances from the basins that surround them or from the waters that circulate there.

Just off the bay, heading north, the coast presents an alternation of high coasts, typically plunging cliffs exposing whitish calcareous rocks, and low, exclusively sandy beaches mostly limited in length and width [5] (Fig.2). Such particular landforms have attracted tourists interest in more recent times. This happened, when the Via Flacca of the Roman times (184 B.C.) was supplanted with the recent one (1958), much more impacting (i.e. destruction of dunes, alteration of coastal ecosystem, etc.). Notwithstanding this, it was judged by the newspapers at the inauguration, the best Italian realization of that time, both technically and aesthetically.

Other transformations of the abiotic and biotic aspects that took place on this coast, which however remained extremely suggestive, are caused by the numerous hotel and restaurant activities that are sometimes made directly on the beach, as well as buildings scattered on terraced surfaces at the top of the cliffs. On the extremities of these surfaces

there are also towers, intact or in remains, part of the defensive system built in the sixteenth century for the threats of the Saracens [1, 6].

This stretch of coast is one of the sites protected by the 2000 Nature Network to ensure the conservation of habitats (i.e.: limestone cliffs with chasmophytic vegetation, submerged or semi-submerged sea caves, low euphorbia formations near the cliffs, Mediterranean pine forests of endemic Mesogean pines, etc.) and species of fauna and flora of Community interest present (i.e. *Melanargia arge*, *Rhinolopulos ferrumequinum*, etc.) and biodiversity in general [2, 8, 11].

These biotic characters can also be extended to Monte Orlando, at least for the portion included in the Regional Park since 1986, but neither the Serapo beach, which represents a part of the isthmus, nor the subsequent promontory of La Catena, since it is now part of the urban asset of Gaeta. Such beach, which stretches for almost 1.5 km, was given fully licensed with the resorts, and residential structures that are distributed over the marina are largely a function of the periods of summer holidays [4].



Figure 2 – The northern coastline of Gaeta, out of the Gulf area, with the seven beach: Serapo, Fontania (not visible), Quaranta remi, Ariana, Arenauta, S.Vito, Sant'Agostino. This entire coast is protected by the 2000 Nature Network (by Google Earth).

Coastal land-use

In order to describe the dynamics of use along the coast within this gulf as well as in the northern stretch over the promontory of Gaeta, it is useful to use the traces disseminated on the territory, but more favourably to the numerous historical cartographic and documentary sources. The oldest of these tell of the flourishing maritime activities that developed since the VIII and IX centuries [6, 9].

At that time, Gaeta began to realize that only by navigating and exercising commercial activities could he have assured his inhabitants a dignified level of life. He did so by exploiting the favourable position on the peninsula and in the Tyrrhenian Sea. For this reason, in the Medieval, it came to have an efficient and organized port, equipped with towers, lighthouses, quays, rich in shipyards, warehouses, apothecae and even a stock exchange. This made it the privileged port for national and international routes, and also a fairs venue for sellers and buyers. In this "merchant" role, once again, Gaeta became a port of call for ships, for example those belongs to Genoa, who found shelter from heavy storms, or even by the furious battles with pirates or fleets predatory rivals. In this regard



Figure 3 – The fortress of Gaeta in a map before the 1861 siege.

the local shipyards became irreplaceable and precious to repair damaged hulls or equip them better for sailing [10].

However, in the sixteenth century, especially after the construction of the city's wall, this bay and its coast were destined for military use. This led to a significant halt in maritime trade and craftsmanship and prevented any urban expansion. The coastline so far simply "equipped" for these activities is replaced by a seamless bastion. Such situation reinforced the defensive-military vocation of Gaeta with barracks, pavilions, arsenals and military ridges in place of moorings, warehouses and shipyards. The effectiveness of this defence, strengthened and extended over time, was measured in several sieges until the disastrous 1861 [6, 9]. This was only the last of the sieges that Gaeta underwent in over a thousand years (18 sieges according to the historic literature). Its strategic position allowed it to control the access routes from the sea to the Tyrrhenian, so it became the main defensive stronghold of the Regno delle due Sicilie (Fig. 3). The "land side", represented by the isthmus, which had seen a development outside the walls, to defend a strategic stronghold in the mid-nineteenth century was even flattened with elimination of any cumbersome structure [6, 9].

In the early twentieth century the first changes seemed to be outside the walls, or on what was left along the littoral. A village grows exponentially in those places, which again finds resources from fishing and shipbuilding, but also from the "modern" industries. In the second post-war period, the need for change seems to be the greatest achievement with the destruction of the ramparts coinciding with the shore line and the construction of mooring facilities for military ships and tankers. You look back at the sea and the

possibilities of development in that direction. The shoreline is advanced through fairly extensive fillings and adherent seawalls, thus decreasing the risk of residences and activities developed there and creating a waterfront suitable for its use [6]. Moreover, in order to meet new needs, a marina was built and the commercial port was expanded, as also stated the Monitoring Centre of Integrated Coastal Zone of Lazio (ICZM). Lastly, fisheries have been launched in the gulf in the recent years, and this activity has been a success, but at the same time it has created mistrust for the safety with which other activities are conducted [11].

Even the northern coastal stretch immediately outside the gulf, while enjoying the same climatic favours, shows a series of creeks within the rocky promontories stretching out into the sea. Such diversity allows for another coastal development along the narrow and fascinating sandy strips as well as on the top of spectacular frequently vertical cliffs [1, 5]. The vocation of this landscape, despite the obvious transformations, already mentioned in the previous paragraph, would be to preserve the abiotic and biotic features of the coast or to intervene on it with light structures aimed at seaside tourist activities [11].

In agreement of this item is the institution of a Regional Park and Reserved Areas for Nature conservation, however, the planning and programming of local Administration, based to an improvement of the bathing facilities, could go in the opposite direction.

Since last decades of last century this idea was not absolutely considered. In fact, this stretch of coastline for much of the last century, before the construction of the new Flacca road, was mostly used by farmers who cultivated the terraced areas of the promontories and those of the small coastal plain of Sant'Agostino, close to the last beach in the territory of Gaeta. The lack of any service, such as water for irrigation of agricultural crops, had allowed the exploitation of groundwater in a limited depth. Even this water table emerged in the plain, already said, in a coastal lake, behind the dune ridge that stretched there, or as submerged springs in the promontories of this stretch of coast [1, 5].

Nowadays most of the beaches closest to the urban centre of Gaeta are given in concession, leaving only few sections to free use, as confirmed data reported by the Monitoring Centre of Integrated Coastal Zone of Lazio (ICZM). [11]. The first concessions, which dates back to the second post-war period, permit to create bathing establishments with all related services (cabins, showers, parking lots, etc.), as happens in Serapo beach (Fig. 4). In the most peripheral beaches (Sant'Agostino, San Vito, Arenauta) the concessions were given first of all to those who had hotels, restaurants and camping close to the beaches and others who providing seasonally a minimum of services (so-called equipped beach). Even in this last case, the construction of a small structure on the beach was allowed. Consequent to all this the reduction of free spaces or in which one could freely access. Furthermore, along this coast in a small cove the remains of a magnificent Roman villa of the first century BC are still preserved. Among these remains there are many caves with rooms covered with barrel vaults, which originally were to serve as storage for the adjacent port, whose traces are immediately below sea level [12]. Inside the cove a little strip of sand develops, which is preferred by families with children protected by the most intense waves. Similar structure of Roman time is scattered on this coast in which Roman spent their holidays. For these structures there is no valorization action.

At the top of the cliffs of the headlands where previously there were market gardens cultivated with fruit and vegetables and small rural houses, over time most of these have been transformed into beautiful gardens with exotic plants and luxurious villas,

sometimes with attached swimming pools. These structures are generally used during summer times.



Figure 4 – Serapo beach develops on the eastern end of the isthmus of Gaeta where the inhabited centre extends; in the background Monte Orlando enclosed in the Regional Park.

Conflicts

In the coastal zone of Gaeta conflicts arise as a result of various, sometimes divergent, interests within a limited spatial dimension [13, 14]. This dimension, as well as deriving from the geomorphological conformation, may have been inherited from history. For instance, military still occupies a non-trivial portion of this area, which prevents the free use of the waterfront. This use is not always shared by the inhabitants because it does not represent for them an opportunity for work or development. This situation has been experienced by them even in past centuries, when even the walls prevented to see the Gulf. Moreover, currently the presence of military ships of the NATO fleet does not allow all the movements of the boats near the pier dedicated to it. In the stretch next to it an important marina develops that can moor 250 vessels up to 60 m in length. This touristic port, unlike the military one, is completely integrated into city life as well as with all commercial services available. This creates opportunities for the inhabitants, who then began to think of multiplying the marinas in other parts of the coast, overlapping or replacing other activities, not so advantageous. Already today some little yachts moor next to fishing boats or, in the minds of someone, could do, for example, where today the Gaeta shipyards are placed without interruption. Probably the proximity to the former makes fishing less characteristic, which still attracts many people interested in buying fresh fish in the open market or eating it in restaurants. While the second activity, which once played an important role, depends on a too fluctuating market, today limited to the maintenance of boats rather than buildings. It can weigh the terms of occupation of a coastal space often not fully utilized, in addition to aggravate this situation its location in town centre (Fig. 5).

However, one of the major conflicts on the city waterfront is a jetty suitable for oil tankers. From that position they unloaded the crude oil, today the refined one, and then through a series of pipelines reached the refinery, built in the 1957 at the widest and most



Figure 5 – The coastline of Gaeta inside the Gulf: in the foreground the area of the shipyards, interrupted upwards from the jetty oils that is projected in the Gulf; at the side of which the port of fishing vessels is concentrated. In the background the marina and the dock of the NATO fleet's military ships (photo by Daniele Capobianco).

fertile coastal plain on the southern outskirts of the city of Gaeta. Once again, there is a regret, as currently the refinery has been abandoned for years. In the area, few reservoirs remained, used only to deposit the already refined product that can be used from the area south of Rome. Other tanks covered by rust tell a major role played until the oil crisis in the seventies (Fig. 5)

Even to indicate the significant amount of oil that was refined at that time, in the Gulf there was a field buoys to discharge the oil directly from there without bringing the oil tankers close to the pier. Today this jetty represents a strong concern for the city, and especially for the homes and activities that are present in its surroundings. In fact, an accident during unloading (i.e. oil spill) could put at risk an entire neighbourhood and the activities of fishing and shipbuilding, with which it is bordering (Fig. 5).

However, a possible, even in the past, frequent pollution of hydrocarbons, today seems to have been almost completely eliminated. The development of fish farming should be demonstrated. Furthermore, the establishment of the Sensitive Gulf has been to ensure the health of the fish and a good marine habitat. This also acts on agriculture, which develops within the coast of the entire Gulf. The use of chemicals, in fact, could be affected by its waters, which, as mentioned, having a restricted circulation in the Gulf, would move within it. The introduction of these products in the sea has already been reported

sporadically in the south, where the coastal plains, larger, are widely used for crops, but also in recent times in the adjacent hills in Gaeta, so it is good to have a careful control on this possible contamination to ensure the quality of fish products [15].

In this presentation of the multiple interests that gravitate around the Gulf the activity of the commercial port of Gaeta cannot be left out. Moved in time to the peripheral areas of the city it has gained space across the sea. These spaces correspond to new mooring possibilities for ships, unfortunately they are not always used. The managers of this activity hope to be able to do it in a recent program, which involves the central Tyrrhenian area. The commercial port, however, generally hosts ships that unload their goods in bulk (for example, kaolin for the sanitary industry) and in recent times, albeit occasionally, medium-tonnage cruise ships. The port would be the flywheel for the city of Gaeta also for its favourable position to collect interests from the flourishing activities of the area (the fruit and vegetable market in Fondi, motor vehicle industry in Cassino), to date it still does not run effectively. This has led many to find answers in tourism, which instead records significant economic effects, albeit concentrated temporally and spatially.

The northern coastal landscape has attracted considerable amounts of tourists, especially in the last decades. However, this condition contrasted with the increased desire to safeguard the coastal habitat. In fact, this stretch has been inserted among the sites protected by the 2000 Nature Network, indeed one of the promontories, rich in historical and natural emergencies, has become a Regional Park [1, 2, 3]. Unfortunately, as already anticipated, this northern portion has also been affected by the pressure of bathing activities without a proper planning. In fact, several structures, some of which are also of significant size, have been realized close to the beaches or at the foot of the cliffs. Moreover, the latter, made up of limestones, fractured and carved, are subjected to fall and toppling phenomena, so as to put the same structures at risk, as well as their use at their base. An increase in the hazard can be considered for the different descents to the sea made to reach the beach from the cliffs. In addition, the remains of the coastal dunes behind some beaches, due to the frequent and disordered access of bathers, decrease each year more and more. This pressure heavily threatens the typical rocks and dune vegetation and causes a decisive deterioration of its state of conservation in spite of the protection and safeguarding function [11].

Finally, the erosive phenomenon of the beaches cannot be omitted, since they are not fed by sediment inputs coming from important rivers or from adjacent stretches of coast, they are beginning to show significant and rapid retreats. Yet such retreat until the eighties did not seem obvious, the impact of bathing activities, the construction of port facilities in the adjacent areas and the rise in sea level due to climate change would be responsible for what today shows losses of more than 40 %. [11, 16] (Fig. 7).

Finally, another resource on this stretch of coast is clearly critical: ground water contamination. The over exploitation which has undergone in the last century has made the well water, scattered along this stretch of coast, brackish or even with a high salt content. In practice, the marine ingression has occurred, to determine this phenomenon the withdrawals for agricultural use, distributed throughout the year, and those for tourist and residential facilities, concentrated exclusively in the summer months. In these months the wells show the lowest water table level, and if it does not rain significantly, as often happen in this area, it cannot recharge, giving to the sea the possibility of contaminating groundwater [11].



Figure 6 and 7 – (on the left) Ariana Beach inside a cove with a clear anthropic pressure; (on the right) Sant’Agostino beach: the northern extremity with the beach affected by a high rate of recession.

Conclusion

Probably, not many would expect that Gaeta, in less than twenty-three kilometres of coastline, is able to preserve the surprising history of its people dedicated to the sea, but also a coastal landscape with a precious ecosystem still among the most beautiful of our peninsula. People's interests are aimed at well-being, and when they are multiple, such limited space may not be enough to satisfy everyone's needs. Moreover, the coastal landscape, if it could be preserved, despite the growing pressure of tourism, was for the establishment of parks or protected areas, but also in this case the interests began to spread widely with irreversible effects. In such a scenario, numerous conflicts have arisen, which could lead to the depletion of the own resources of this territory still capable of attracting interests.

In order to redeem conflicts, it is therefore urgent and necessary to trigger a virtual process that revises the integrated use of the coast. This process should be managed and planned by involving stakeholders, who work to benefit, and the inhabitants of Gaeta, who are strongly linked to it. Only by sharing interests and identities could one seek the best approach to the use of the coast that can prevent conflicts and ensure sustainable development.

References

- [1] Valente A., *Viaggio lungo la costa laziale meridionale tra sentimenti ancestrali ed emozioni del presente*. In: *Territori Emotivi Geografie Emozionali* (a cura di Persi P.) (2010), pp. 657-663.
- [2] Ente Parco Regionale Riviera di Ulisse, *Parco Regionale Riviera di Ulisse* (2006)
- [3] Regione Lazio (a cura di), *Uno sviluppo sostenibile delle coste del Lazio* (2009), Palombi Editore.
- [4] Valente A., *Aspetti geologici e geomorfologici del Parco Regionale di Monte Orlando (Lazio meridionale, Italia)*. Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia (1999), 54, pp. 101-110.

- [5] De Pippo T., Donadio C., Miele P. & Valente A., *Morphological evidences for late Quaternary tectonic activity along the coast of Gaeta (Central Italy)*, Geogr. Fis. & Din. Quat. (2007) 30, pp. 43-53.
- [6] Tallini G., *Gaeta: una città nella storia* (2006), Edizioni del Comune di Gaeta.
- [7] Pennetta M., Valente A., Abate D., Boudillon G., De Pippo T., Leone M., Terlizzi F., *Influenza della morfologia costiera sulla circolazione e sedimentazione sulla piattaforma continentale campano-laziale tra Gaeta e Cuma (Italia meridionale)*. Boll. Soc. Geol. It. (1998), pp. 281-295.
- [8] Regione Lazio, *La Rete Natura 2000 del Lazio – Caratterizzazione dei Siti di Importanza Comunitaria e delle Zone di Protezione Speciale per l’attuazione della sottomisura 1.1.2* (a cura dell’Assessore Dipartimento Territorio, Direzione Regionale Protezione Civile) (2004), Roma.
- [9] Cardì L., *Lo sviluppo urbano di Gaeta dal ‘500 al ‘900* (1979), Centro Storico Culturale Gaeta.
- [10] Liguori Mignano V., *Le rotte dei mercatanti di Gaeta*. In: Amate Sponde, Atti del Convegno Internazionale di Studi (a cura di Conti S.) (2007), pp.201-210.
- [11] https://www.regione.lazio.it/prl_ambiente/
- [12] Valente A., Bravini A., Della Corte G., Capobianco A., *Non-destructive techniques and test systems for the characterization and preservation of the remains of the villa of Gneo Fonteio (first century BC) in Gaeta (central Italy)*. 1st International Conference on Metrology for Archaeology Benevento, Italy, October 22-23, 2015.
- [13] Colin G., Edmund P., *Inherent conflicts at the coast*. J. Coast Conserv. (1999), 5, pp.153–162.
- [14] Hadley D., *Land use and the coastal zone*. Land Use Policy (2009), 26, pp.198–203.
- [15] ARPA LAZIO, *Stato dell’Ambiente Marino Costiero del Golfo di Gaeta (LT). Dieci anni di monitoraggio 2001-2011* (2013), Stilgrafica, Roma.
- [16] GNRAC (Gruppo Nazionale per la Ricerca dell’Ambiente Costiero), *Lo stato dei litorali italiani*, Studi Costieri (2006), 10, pp.21-26.

SPATIAL TRANSFORMATION OF COASTAL AREAS FOR TOURISM AND INSTRUMENTALIZATION OF INTEGRATED COASTAL ZONE MANAGEMENT PLAN: THE CASE OF KEMERAĞZI-KUNDU REGION IN ANTALYA

Ahmet Yazar¹

¹Ph.D., Faculty Member, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Yalnızbağ yerleşkesi, Erzincan (Turkey), e-mail: ahmet.yazar@erzincan.edu.tr

Abstract – The study investigates how public coastal spaces and lands are made available for the benefit of capital owners to achieve spatial transformation in global neoliberal economic conditions and through what means and how the transformation of such lands is realized. The study aims to evaluate the area in the Kemeragzi-Kundu region, Antalya in terms of planning, tourism promotion and integrated coastal zone management (ICZM). The research problem is the spatial transformation of the coastal areas. The assumptions about this problem can be listed as follows:

- Tourism promotion policy and practices accelerate spatial transformation.
- The lands in the Kemeragzi-Kundu region lose their ecological and agricultural qualities and become available for settlement and tourism.
- The arable land in Kemeragzi-Kundu is shrinking, while coastal areas lose their public nature and are made available for profit purposes in favor of capital.
- The coastal areas, agricultural lands and forests in Kemeragzi-Kundu are adversely affected by economic rent demands.
- The coastal areas in Kemeragzi-Kundu Region are negatively affected by the development plans.
- The Integrated Coastal Zone Plan has been transformed into a tool to facilitate the spatial transformation of the coasts.

These assumptions are tested by the statistical data, plans, ground photos of the land taken during *in-situ* observations to measure human destruction, and aerial photos from the period 1968-2016. This allowed the documentation of the destruction of nature in Kemeragzi-Kundu, the impact of the development plans, loss of land and vegetation, and the changes in the coastal and natural site areas within the framework of integrated coastal zone management. The spatial transformation in the region can also be observed in the change of spatial utilization types, as well as the data for vegetation and use of land. When the changes observed in Kemeragzi-Kundu during 1990-2000-2006 and the data from the Ministry of Forestry and Water Affairs are evaluated on the basis of CORINE and Geodata classification system, the type and scale of the change become even more evident.

Keywords: *Spatial Transformation, Planning, Tourism Promotion, Integrated Coastal Zone Management, Integrated Coastal Zone Management Plan*

Transformation in context of Integrated Coastal Zone Management

ICZM attempts to eliminate the shortcomings of traditional coastal zone management that incorporates a narrow perspective focusing on economy and environment only. It is therefore argued that ICZM prescribes a management model that takes into account social objectives and scientific principles.

Since the 1990s, there has been a constant emphasis on a sustained and balanced development in Turkey, as well as a comprehensive environmental management, environmental renewal and public participation. A coastal management perspective linked to this change also applies to ICZM.

The United Nations and the World Bank have developed ICZM in order to address the coastal issues within the land-sea integrity, raise awareness about the social and economic dimensions of the coasts, and increase cooperation between scientific disciplines. In a sense, ICZM is the latest developmental stage in coastal management (Duru, 2003: 21).

Features like attempting to ensure public participation in the process of benefiting from the coastal areas and trying to adopt a holistic approach appear to be positive aspects of ICZM. However, this process should be examined taking into account the circumstances unique to Turkey (Duru, 2003: 24).

The basic spatial scales that the state is based on are redefined and new scales are produced, while authority sharing between central and local governments is redefined. Although the state appears to lay its hands off the local affairs by means of metropolitan municipalities, it becomes much more visible than it used to be. In this sense, debates on local applicability of approaches such as governance or multilevel governance can also be criticized as efforts to increase centralism (Şahin, 2013: 40-42).

The interests and attitudes of the local ruling classes are becoming “demands from above” to the municipalities in an attempt to increase the urban economic rent, generate new spaces, and produce projects rather than the work towards the improvement of social welfare of (Doğan, 2007: 21).

As the Somel (2015: 104) states regarding the historical background, features, principle, purpose and diverse segments of ICZM, “under the circumstances where the national-scale central public planning is assumed to be extravagant and is not considered a threat for market-making, capitalism produces ‘virtues’ out of its own chronic problems”. Governance is one of them.

If we are to generate an expectation out of a highly idealized governance approach outside neoliberal expectations, it should be towards the extension of spatial governance prescribed by ICZM in such a way that it will include urban citizenship in Turkey. Otherwise, a governance approach that is implemented under ICZM will only mean the continuity of the current governance, so integrated coastal zone management and its plans will be no more than an instrument used by the state during spatial transformation process. Civil society and every inhabitant of the city have a say in the matter of coastal areas, which are essentially supposed to serve public welfare. Preventing the use of this right also means a violation of rights for the citizen of the city.

The coastal areas need to be addressed in a managerial sense with a dimension that can produce a solution for the pressures. Integrated coastal zone management, which is

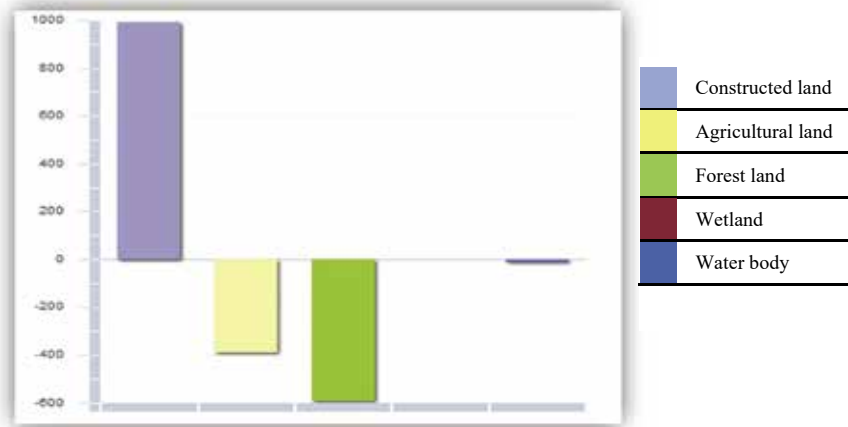
expected to produce a solution for this, involves two sensitive points, one of which is planning and the other preservation-utilization balance.

In Turkey, comprehensive planning, is seen as a limiting factor in profitable business areas of the city. Spatial barriers and limits in front of the capital accumulation would like to be removed. Flexible planning can be an instrument for that.

The Case of Kemeragzi-Kundu Region in Antalya

The Kundu-Kemeragzi Region has been undergoing a radical change in terms of land cover and land use for nearly 40 years. Natural land and agricultural areas are transformed into artificial regions.

Graphic 1 shows that land cover transformation between 1990-2006 (hectare). Constructed land have increased permanently.



Graphic 1 – Changing in land use.

Agricultural areas occupied with new constructions (picture 1). This is an important indicator of tourism and urban settlement.

Also other problems in the region as follows:

- Some major projects to be implemented, such as entertainment centers
- Recreation area request,
- Leak hunting and fishing.

In 1981 two roads were opened in the area (photo 1). With the opening of these roads, the demand for the facilities provided by the region has also increased. At same time, neoliberal economy policies started to imply in Turkey.

In 1992 the first constructions began on the coastal zone (photo 2).



Picture 1 – Occupied fields.



Photo 1. Starting transformation in 1981



1992

Photo 2 – Starting first constructions in 1992.



2004

Photo 3 – Hotel building areas and linking settlements

In 2004, hotels (1 and 3) were built. In section 2, settlements were established (photo 3). In 2015, this constructions continued rapidly (photo 4).

Quad bike safari tours damages to coastal dune area and pinus pinea forest (photo 5). Encouragement of tourism implementations and allowances to tourism firms must be restricted according to region's special characteristics.



2015

Photo 4 – Settlements spread out.



Photo 5 – Damaging to coastal dune.

The planning of Integrated Coastal Zone Management in Antalya, Kemeragzi-Kundu Region

We need a holistic approach in the planning of coastal zone management in Antalya. But does the current integrated coastal zone management plan have the potential to meet expectations? Should we see this plan as a facilitative tool that the government uses to transform the space or a strategic plan to ensure the balance between participation and protection-utilization, or as a new mechanism for the capital owners to practice favoritism?

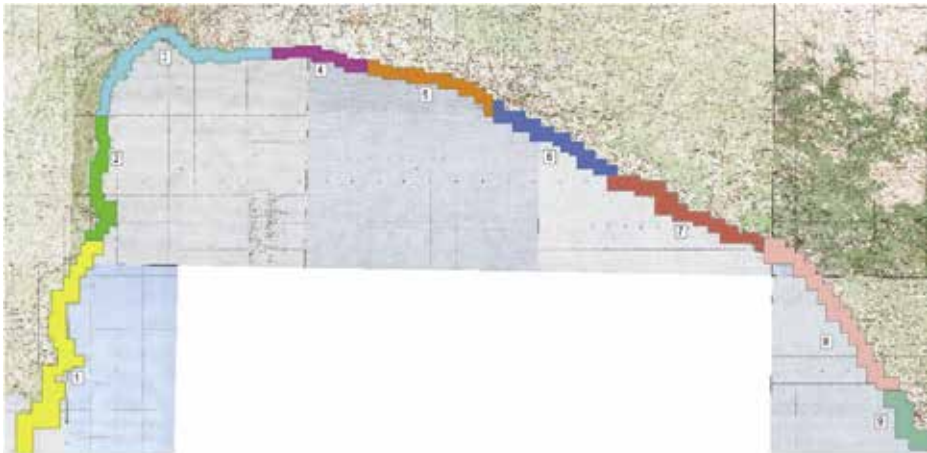
The purpose of the Antalya ICZM plan is to examine Antalya coastal area with respect to all sectors and evaluate it within the framework of the accepted "Integrated Coastal Zone Management" approach.

It was prepared by the Ministry of Environment and Urbanism in 2012 for an engineering company within 4 years and started to be reported and implemented.

For the proper implementation of the Antalya ICZM plan, an innovative model has been adopted to improve coordination and local organization in particular within existing laws, regulations, and institutions, to act jointly in decision-making and planning activities, and to ensure effective use of existing legislative regulations through the authority and responsibilities of local "actors and stakeholders". This model is also expected to serve as a guideline for the National ICZM Model.

The prepared plan primarily proposes a model. This model prescribes an organizational structure, implementation tools and methods, as well as a financial structure. The basic principles of the plan are divided into two groups: (1) principles for management and raising awareness; (2) principles for participation and enhancing capacity.

One of the most important parts of the plan is sub-management plans. Under the four sub-management plans (Tourism Areas Sub-Management Plan, Coastal Structures Sub-Management Plan, Protected Areas Sub-Management Plan and Environment and Infrastructure Sub-Management Plan), the current situation and certain strategies have been



Picture 2 – 9 Sub-regions on ICZM plan in Antalya

identified. Besides, the plan features spatial predictions for nine sub-regions, along with separate region specifications and strategies for each different region.

Turquoise line contains research area as called Kemeragzi-Kundu. Kemeragzi-Kundu Region is located within the 3rd sub-region borders.

3rd Region: Antalya City Center and recreational areas are hosting. The historical texture, cliffs and recreation areas in front of which the city center is located stand out. On the eastern shore of the region, large-scale tourism enterprises are located.

Antalya's Integrated Coastal Zone Management Plan is an administrative strategic document lacking appropriate terminology of planning. It has no sanction authority or a status that should be included in the plan hierarchy. It is used as an instrument to facilitate the spatial transformation of the coasts. *The fact that this plan is a strategic document for flexible planning*, its intensive use of concepts such as SWOT, stakeholders and actors, its adoption of an organizational model in the form of a council, and the evident intention of establishing a consent climate through governance are indicative of a planning approach by the World Bank and a neoliberal economic and political view.

Conclusion

Both the tourism promotion program that shapes the spatial transformation in Kemeragzi-Kundu and the integrated coastal zone management feature a mentality excluding participation, negotiation and consensus; instead they seem to adopt a governance approach embraced by the neoliberal economic policies, which creates obstacles to the realization of process. In Turkey, as seen in the case of Antalya, integrated coastal zone management plans fail to adopt a holistic approach, so such plans are ineffective in the existing system and become instrumental to the preservation of this system. Therefore, the perspectives for public good and biodiversity envisaged in the management of integrated coastal zones will remain unfulfilled. In order for integrated coastal zone management to become functional, it is imperative to remove the influence of neoliberal motives and allow it to play a key role in the coastal law for the public welfare.

The use of coastal areas in the region is entirely in line with the expectations of the tourism investor. The coasts have been opened to large scale tourism facilities with tourism promotion policies. The occupation on the coast was supported by the public allocations. The destruction of the coastal areas has accelerated since large entrepreneurs and small entrepreneurs have been gathered in the same investment places for the construction of tourist facilities. This process seems difficult to be managed by the Integrated Coastal Zone Management Plans due to the existing favoritism relations, the internalization of rents and the search for speculative rents. First of all, these corruptions should be prevented by law and then the mechanism of ICZM should be improved.

References

- [1] Duru, B. - *Kıyı Politikası, Kıyı Yönetiminde Bütünleşik Yaklaşımlar ve Ulusal Kıyı Politikası*, Doktora Tezi, Mülkiyeliler Birliği Vakfı Yayınları Tezler Dizisi:13, (2003), Ankara.

- [2] Dođan, A. E. - *Eđreti Kamusalılık-Kayseri Örneđinde İslamcı Belediyecilik*, (2007), İstanbul.
- [3] Somel, A. - *Mali Sermaye, İktisadi Kriz ve Devletin Müdahale Araçları, Finansallaşma, Devlet ve Politik İktisat*, (Der.) Hakan Mihçı, (2015), Ankara.
- [4] Şahin, S. Z. - *Türkiye’de Neo-Liberal Mekânsal Kurgunun Siyasal Yapıtaşları: Yeniden Ölçekleme, Parçalanan Yasama ve Kentlerin Patronu*, Kentel ve Bölgesel Araştırmalar Ađı 4. Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, (2013), Mersin.

SESSION

**MEASURES FOR ENVIRONMENT AND ENERGY
PRODUCTION IN THE COASTAL ZONES**

Chairmen: Marcantonio Catelani
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Università degli Studi di Firenze

MISURE PER L'AMBIENTE E PRODUZIONE ENERGETICA IN ZONE COSTIERE

Misurare una grandezza fisica comporta una serie di azioni e operazioni, note come processo di misurazione, finalizzate ad assegnare alla grandezza in esame un insieme di valori tramite un procedimento sperimentale. Ciò è particolarmente rilevante nei casi in cui, sulla base del risultato che si ottiene, l'output del processo, cioè la *misura*, si assumono decisioni. L'attendibilità della misura dipende infatti dalla conoscenza di diversi fattori che concorrono a definire sia il *misurando*, ovvero la grandezza oggetto della misurazione, sia il *processo di misurazione* inteso come una serie di attività tra loro interagenti che coinvolgono risorse di natura diversa tra cui operatori, strumenti, metodi, laboratori. Poiché esiste sempre un grado di indeterminazione da associare alla misura, una espressione completa del risultato, oltre all'unità di misura, comprende informazioni sull'*incertezza di misura*. L'incertezza rappresenta quindi il parametro, associato al risultato della misurazione, dato dalla dispersione dei valori che possono essere ragionevolmente attribuiti al misurando stesso. Per la teoria ed il calcolo dell'incertezza, da non confondere con una valutazione di errore di misura, è utile fare riferimento alla *Norma UNI CEI 70098-3:2016 - Incertezza di misura - Parte 3: Guida all'espressione dell'incertezza di misura*. In particolare, tale documento stabilisce le regole generali per la valutazione e l'espressione dell'incertezza di misura che possono essere applicabili ad un vasto spettro di misurazioni tra cui le *misure per l'ambiente*.

Le *misure per l'ambiente* rappresentano, infatti, il risultato di processi - di misurazione - complessi in cui intervengono fattori spesso eterogenei, situazioni di non ripetibilità e riproducibilità dei fenomeni fisici nel tempo, correlazione tra grandezze fisiche non sempre facili da quantificare, effetti cumulativi di grandezze di influenza che interagiscono con il misurando, ed altro. Nonostante la complessità del processo di misurazione, le *misure per l'ambiente* ricoprono un ruolo di estrema importanza per la corretta individuazione ed interpretazione dei fenomeni fisico-ambientali. La *produzione energetica*, come altri ambiti, è strettamente connessa con le misure per l'ambiente.

È questo uno dei motivi che ha spinto gli organizzatori del Simposio a dedicare una Sessione specifica alle *Misure per l'Ambiente e Produzione energetica in zone costiere*, Sessione che ha visto nel suo complesso un'ampia partecipazione, con lavori presentati sia in forma orale che come poster, da qualificate Unità di ricerca variamente distribuite a livello geografico nazionale ed internazionale, a dimostrazione di un interesse condiviso e diffuso sui temi proposti.

Considerata la vastità del tema si è ritenuto opportuno suddividere la Sessione in due parti di cui una più orientata alle *misure fisico-ambientali costiere terrestri e subacquee* in cui trovano ampio margine di trattazione gli strumenti e i metodi per la misurazione e il monitoraggio, gli studi meteo-climatici e oceanografici costieri, la predisposizione di sistemi informativi geografici, l'individuazione di reti telematiche e le banche dati. I contributi pervenuti a tale riguardo sono molteplici e di notevole interesse scientifico, anche per la natura trasversale che le tematiche trattate in alcuni di essi rivestono nell'ampio tema del Simposio.

Il lavoro presentato da *Gabriella Caroti* dell'Università di Pisa dal titolo *UAV-borne remote sensing for shoreline and coastal environment monitoring* (Autori: G. Caroti, A. Piemonte, Y. Pieracci) focalizza l'attenzione sull'impiego dei sistemi UAV (*Unmanned*

Aerial Vehicle) per il rilievo di ambienti costieri, con particolare riferimento alla valutazione della resilienza. L'elaborazione delle immagini ottenute, e presentate, fornisce un modello digitale del terreno (DSM) e una ortofotocarta di cui è analizzata la precisione e risoluzione. Un confronto con le cartografie reperibili nei database evidenzia le potenziali applicazioni in questi ambienti.

Sempre nell'ambito degli strumenti per misurazione e monitoraggio rientra il contributo presentato da *Matteo Colli*, Università di Genova, *Emerging techniques for coastal environmental monitoring: a field test-bed in Liguria* (Autori: M.Colli, A. Caridi, C. Carmisciano, D. D. Caviglia, A. Delucchi, F. Serafino) in cui gli Autori riportano i risultati ottenuti dall'installazione di stazioni meteorologiche e di monitoraggio dello stato del mare in alcuni siti costieri della Liguria. Le stazioni costituiscono, di fatto, un sistema di monitoraggio integrato dotato di sensori innovativi finalizzati alla misurazione delle principali caratteristiche dell'onda marina.

Ancora un contributo per questa area riguarda il lavoro *Dynamics of echo-reflecting objects in aquatic systems: implementation of acoustic Doppler current profiler for ecosystem analysis* presentato da *Ernst Uzhaniskii* dell'Università di Haifa, Israele, co-autori B. Katsnelson, I. Ostrovsky. Sono riportati i primi risultati di studi sulle dinamiche spaziotemporali di oggetti e strati eco-riflettenti presenti in "sistemi acquatici", tenuto conto di fattori di influenza quali il vento, la radiazione solare e la stratificazione. La tecnica proposta fa uso metodi acustici remoti e generatori di corrente Doppler (ADCP) acustico-stazionari.

Infine, per questa parte della Sessione, si cita il lavoro presentato da *Giuseppe Ciruolo*, Università degli Studi di Palermo, co-autori A. Drago, S. Cosoli, F. Capodici, A. Maltese, A. Gauci, A. Galea, J. Azzopardi, G. Buscaino, F. Raffa, S. Aronica, S. Mazzola, R. Sinatra. Il lavoro *CALYPSO: la rete RADAR HF per il monitoraggio delle correnti marine superficiali nel canale tra la Sicilia e Malta (Mar Mediterraneo)* presenta i risultati di una campagna di misura per il monitoraggio di correnti marine superficiali mediante la rete CALYPSO. La rete è costituita da quattro sistemi SeaSonde (CODAR) che lavorano alla frequenza di 13,5 MHz e le cui misure sono state validate attraverso correntometri e *drifters*.

L'altro tema pertinente questa Sessione tratta, come si evince dal titolo, la *Produzione energetica in ambiente costiero*. Scopo di questa seconda parte è quello di focalizzare l'attenzione su problematiche e soluzioni legate alla produzione e conversione dell'energia, e l'utilizzo delle sorgenti di energia rinnovabile, con attenzione anche agli aspetti legislativi e regolamentari.

Anche in questo caso le memorie presentate sono di interesse scientifico e applicativo per il settore, riportano interessanti risultati e spunti per approfondimenti futuri, anche in ambito legislativo. Si citano la presentazione di *Martino Marini* dell'Università di Sassari che, insieme ai co-autori A. Bono, E. Casti, tratta il tema *Renewable primary power source for desalination plants in coastal zones. Analysis and economical assessment in a dispatching regulatory policy*. In riferimento agli impianti di desalinizzazione e al contesto delle energie rinnovabili, il contributo focalizza l'attenzione sui riferimenti legislativi-regolamentari ed il contesto del mercato dell'energia liberalizzata, con alcune considerazioni di tipo economico. Viene posta attenzione all'aspetto legislativo che regola la concessione di permessi di costruzione e di esercizio per le rinnovabili e alla regolamentazione dell'immissione di energia nella rete elettrica.

Per finire, ancora un interessante contributo orientato agli aspetti giurisprudenziali relativi al progetto, realizzazione e messa in opera di parchi eolici con la presentazione di *Ilaria Lolli* dell'Università di Pisa: *La realizzazione dei parchi eolici off-shore in Italia. Profili normativi ed orientamenti giurisprudenziali*. In questo caso il *focus* riguarda il complesso quadro normativo che regola l'installazione di tali impianti, con particolare enfasi sui procedimenti per l'acquisizione dei necessari titoli abilitativi: concessione demaniale e autorizzazione unica alla realizzazione ed all'esercizio dell'impianto, valutazione di impatto ambientale. Viene fatto riferimento ai lavori della Corte costituzionale e a relative sentenze in tema di compatibilità ambientale degli impianti eolici *off-shore*.

Come anticipato la Sessione, nel suo complesso, ha visto la partecipazione di altri lavori in forma di poster.

A conclusione di questa breve presentazione della sessione *Misure per l'Ambiente e Produzione energetica in zone costiere* preme rinnovare alcune considerazioni di carattere trasversale. Come noto, la progettazione di un qualunque dispositivo, sia esso componente, apparato o impianto, indipendentemente dalla tecnologia impiegata, si basa su una chiara definizione dei requisiti e delle prestazioni funzionali che tale dispositivo dovrà garantire, anche nel tempo. La variabile tempo introduce il concetto di Affidabilità (*Reliability*). L'affidabilità è infatti definita come la proprietà di un dispositivo di mantenere un accettabile livello di funzionamento nel tempo, fissate le condizioni di impiego. Dalla definizione appare evidente come l'affidabilità rappresenti una caratteristica complessa che richiede, per una sua corretta valutazione, un approccio multi-disciplinare. Inoltre, sempre dalla definizione, emerge che l'affidabilità è fortemente influenzata dalle condizioni di impiego del dispositivo, ovvero dove il dispositivo andrà di fatto ad operare. Come detto in altre occasioni, questo aspetto, spesso sottovalutato, assume una particolare rilevanza nella progettazione dei sistemi di monitoraggio e misura impiegati in condizioni ambientali che potrebbero essere definite critiche quali, ad esempio, le condizioni di umidità, temperatura e salinità, tipiche di un ambiente costiero. Analoghe considerazioni possono essere fatte per la progettazione ed installazione di impianti per la produzione di energia per i quali, oltre alle sollecitazioni ambientali precedentemente richiamate, sono spesso presenti anche sollecitazioni di natura meccanica (vibrazioni, urti, ecc.). Da non dimenticare, poi, gli aspetti connessi con il degrado dei materiali – plastiche, metalli, guarnizioni, ecc. – per effetto anche di radiazione solare e agenti inquinanti. Un esempio per tutti: un sistema di monitoraggio ambientale può fallire nel suo funzionamento per l'intervento di agenti esterni, ad esempio salinità combinata con temperatura e umidità, responsabili di processi chimico-fisici di degradazione dei materiali. Tutto ciò per estendere le attività di ricerca presentate in occasione di questa Sessione anche ad aspetti riguardanti le prestazioni di affidabilità di sistemi di misura ed impianti di produzione energetica impiegati in condizioni ambientali che potrebbero risultare critiche per garantirne il corretto funzionamento nel tempo.

Marcatonio Catelani
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Università degli Studi di Firenze

RENEWABLE PRIMARY POWER SOURCE FOR DESALINATION PLANTS IN COASTAL ZONES. ANALYSIS AND ECONOMICAL ASSESSMENT IN A DISPATCHING REGULATORY POLICY

Andrea Bono¹, Efsio Casti², Martino Marini³

¹ DIME, Università di Genova, andrea.bono@edu.unige.it

² DIMCM, Università di Cagliari, ecasti@unica.it

³ DADU, Università di Sassari, marini@uniss.it, tel. 079-9720409, fax 079-9720420

Abstract – Climate change with its fluctuations of temperature and meteorological precipitations together with demographic pressure has made water disposal for human consumption a major problem. In coastal maritime areas desalination plant technology is one of the proposed solutions to face water needs, its economic convenience has to be evaluated when a renewable source is used as an alternative primary energy. The economical evaluation depends upon the regulatory policy governing electrical prices in the plant-hosting country. Here the focus is on the regulatory policy, on the power selling option within the deregulated market, on renewables and on the standards and rules applied in Italy, as solar and wind sources are elected as primary energy to hybrid desalination systems. A case study concerning the Asinara Island, an area with special environmental constraints, is developed. The paper analyses the desalination plant design and operation for a respectful use of the soil and a wide seasonal swing of water demand. Governance actions aiming at a more responsible use of water resources are taken into account. The recalled model is applied to analyze the integrated system performance to search for the optimum solution. After statistical water demand and renewable energy sources (wind, solar) availability are obtained, the features of the system are calculated.

Introduction

The desalination of seawater appears a target to be accomplished in order to satisfy water needs of human settlements in areas where conditions of water scarcity are well-established, and to make fresh water available to the local population in the need of a primary good. Previous results [1] showed that a renewable powered desalination plant can be conceptually designed to operate as a grid connected system or as a stand-alone one. So, from a technical and economical point of view a desalination plant may be considered just as a common industrial facility hosting an industrial process. The technological feasibility of desalination coupled to renewable energy technologies depends on local availability of renewable energy sources, but also on connections to the transmission grid, characteristics of the power plant for regulations matching, actual law in force and incentivizing policy, scheduled lifetime of the system.

Promotion and incentives granted to renewable power plants are illustrated as well as the legislative context granting facilitations for renewable plant investors and operators. Various energy delivery scenarios are taken into account depending on the technology and the actual option of energy selling to the grid: level of power and related option of selling,

mechanisms of direct selling, mechanisms of indirect selling by means of the *Simplified Purchase and Resell Agreement*; mechanisms of the *Net Metering* and related pricing; mechanisms of indirect selling by means of the *All-Inclusive Feed-in tariff*; mechanisms of direct selling by means of the *Zonal Hourly Price*.

The just listed constraints are included into a model to simulate the operation of a desalination plant fed with sources like sun or wind, namely a reverse osmosis plant driven with PV and wind systems in a coastal Mediterranean site. The energetic and economic performance is assessed for a possible installation in Sardinian sites with particular and critical water needs focusing the attention on the dispatching regulatory policy.

Materials: the evolution of the incentives to renewables

State of the art

Incentivation to renewables dates back to 1999, when Italian L.D. 79/99 introduced the obligation, as from 2002, for non-renewable power producers to inject into the electrical grid a fixed electrical energy quota from renewables, to be increased on an annual basis [2]. Thereafter, L.D. 387/03 [3] implemented incentivizing policy to renewables as provided for by E.D. 2001/77/EC [4] (modified by E.D. 2009/28/EC). Incentivation was promoted by the Green Certificate mechanism (hereinafter referred to as GC), through which renewable power producers obtained GCs for their renewable production. GCs could be used and traded to fulfill the obligation stated by L.D. 79/99, in addition to the common power selling. L.D. 28/11 [5] has determined the gradual substitution of the GC mechanism by a *feed-in tariff* and L.D. 06/07/12 has defined the new incentivization policy alternative to the GC mechanism. In order to obtain GCs and incentives, a power plant must be qualified as renewable [6]. The Energy Service Manager (hereinafter referred to as ESM, it. GSE, *Gestore dei Servizi Energetici*) is the electrical system operator charged of the proceedings regarding qualification requests and formal emissions of the qualification certificate, entitling access to any form of renewable incentivization.

The original incentivization implemented by the GC mechanism is replaced by a new incentivization, called *All-Inclusive Feed-in Tariffs* (hereinafter referred to as AIFITs, it. *Tariffe Onnicomprensive*), alternative to GCs. Renewable electrical energy is collected by the ESM and remunerated through an *all-inclusive tariff*, accounting for both a first quota (due to the incentivizing policy) and a second quota (due to the selling to the market).

The *Simplified Purchase and Resell Agreement* mechanism (hereinafter referred to as SPRA, it. *Ritiro Dedicato*), regulated by the Electrical Energy and Gas Authority delib. 280/07 [7] (hereinafter referred to as EEGA, it. AEEG, now changed to ARERA), is a simplified form of energy selling to the market and the producer is saved from a direct operation on the Italian Power Exchange (hereinafter referred to as IPE, it. *Borsa Elettrica*) or a Power Purchase Agreement contracting (hereinafter referred to as PPA, it. *Contratto Bilaterale*). It is an indirect form of selling executed by the Energy Market Manager (hereinafter referred to as EMM, it. GME, *Gestore dei Mercati Energetici*), at the market zonal price of the electrical region where the power plant is located.

The *Net Metering* mechanism (hereinafter referred to as NM, it. *Scambio sul posto*), regulated by EEGA delib. ARG/elt 74/08 [8], is operative from Jan. 1st, 2009. It is an economical reward of the difference between the value of the electrical power at the moment

of injection into the grid and its value when it is absorbed from the grid.

From the grid connection point of view, renewables gained facilitations from E.D. 2003/54/EC; EEGA delib. ARG/elt99/08 has granted privileged technical/economical conditions (connection obligation for the ESM). The authorization procedure for renewable power plants has been regulated by L.D. 387/03, L.D. 152/06, L. 244/07 and L. 99/09 [3, 9, 10, 11]. Their construction is considered an activity of public use and not-deferrable. The building license is granted through a one-act authorization issued by the competent region (for offshore power plant by the Ministry of Infrastructure and Transport).

The GC mechanism and its modification

As from 2002 the obligation (L.D. 79/99) is calculated as a defined percentage of the electrical quota produced or imported during the previous year (exceeding 100 GWh per year) from conventional sources. The green quota has been so increased: + 0,35 % for the time frame 2004-2006, + 0,75 % for the time frame 2007-2012 (L. 244/07). GCs have been granted to renewable units for 12 years, and then for 15 years, according to the date of commission to service and power level.

L.D. 28/11 has deeply affected the GC mechanism, stating its gradual substitution by a *feed-in tariff*. GCs have been maintained or substituted according to the date of commission to service of the power plant and the produced energy amount. Moreover, the compulsory renewable quota (7,55 % in 2012) has been linearly reduced to zero from 2013 to 2015. L.D. 06/07/12 has stated the new incentivisation policy by introducing: 1) for the years subsequent to 2015, the right to GCs is replaced by an equivalent economic incentive; 2) for the time frame 2013-2016 a collecting price is paid to producers by the ESM for collected GCs. Renewable producers entitled to receive GCs keep on the benefit from GCs until the expiring of the remaining period just on a different form: an economical amount, additional to the economical value of the renewable production. As from 2016 the GC mechanism has been passed over and the new incentivisation is operational. Economic incentive is granted by M.D. 23/06/16 [12] to renewables, on specific request evaluated by the ESM. Renewables with specific characteristics (newly commissioned or subject to rebuilding or repowering) are so incentivized: small units may ask for incentives through a direct request no later than Dec. 31st 2017; medium units must be registered in a specific renewable power plant book to be assigned to a predetermined incentive-open power quota; large units must enter a specific renewable power plant Bearish Auction (it. *Procedura Competitiva di Asta al Ribasso*) to be assigned to a predetermined incentive-open power quota.

AIFIT

AIFIT has been introduced in Italy by the L.D. 387/03. The five AIFITs (I-V Energy Accounts) cover time spans as follows: 1st AIFIT (2005-2007), 2nd AIFIT (2007-2010), 3rd AIFIT (2010-2011), 4th AIFIT (2011-2012), 5th AIFIT (2012-2013). For the 5th AIFIT, the incentivizing policy is stated by M.D. 05/07/12 [13] and has been terminated on Jul. 6th, 2013.

As the 5th AIFIT has been terminated, with no new incentivizing policy, the actual incentivizing benefit for PV power plants is limited to: 1) tax discharge (50 % deducibility on the investment costs); 2) surplus power reselling to the grid; 3) NM mechanism access; 4) SPRA mechanism access. These are now the current options to be taken into account for a smart evaluation of any profitability of PV power plants subject to new project. In the actual

situation of no specific incentivizing policy, tax concessions are of primary importance from an investment cost and a payback period point of view. Private persons can benefit from the 50 % deducibility quota of the investment costs to be subtracted from IRPEF taxation. Companies are not entitled to benefit from a similar reduction, but tax facilitations are possible. Finance law acts for 2016 and 2017 have established an increased depreciation on the investment cost of the PV power plant calculated in 14 0% of its cost value (130 % in finance law act for 2018). The yearly straight-line depreciation is evaluated in 9 % of the depreciation, in a time span of 11 years. So an increased annual depreciation quota reduces the yearly company revenue, and the taxable base (increased), over which taxes are calculated as a fix percentage established by law, is lower when compared to the taxable base (ordinary).

NM mechanism

NM is a particular form of self-consumption of electrical power: the electrical power producer injects into the electrical grid a surplus of electrical power not directly absorbed by itself, and collects it back during a subsequent time frame, when there is no electrical power production. This mechanism grants the electrical producer to gain the economical compensation between the value of the electrical power at the moment when it is injected into the grid and the value of the same power when it is absorbed from the grid.

NM is reserved to: 1) a final electrical power consumer of a DSSEPPC¹ who is at the same time a power producer within the DSSEPPC; 2) a final electrical power consumer, owner of a number of absorption and injection points, who is, at the same time, an electrical power producer on account of grid-connected power plants at the injection points. In such an eventuality the NM is called *Net Metering Elsewhere*.

In order to benefit from the NM mechanism, within the DSSEPPC: 1) the user must be a juridical part at the point of NM; 2) the global power installed must be lower than 20 kW (if commissioned before Dec. 31st, 2007; 200 kW - before Dec. 31st, 2014); 3) the global power installed, cumulated by the power plants park, must be lower than 500 kW.

Electrical power plants that benefit from incentives granted by M.D. 05/07/12 and M.D. 06/07/12 cannot enter the NM mechanism [13, 6].

The ESM pays to the customer the due amount for the NM contract [14], constituted by two components: 1) amount for *Net Metering Account* (it. *Contributo in Conto Scambio*); 2) any energy surplus, if the grid-injected energy is greater than the grid-absorbed energy. Contribution n. 1) is so calculated²:

$$CS = \min(O_E; C_{Ei}) + CU_{Sf} \cdot E_S \quad 1$$

The contribution n. 2) (energy surplus) is actually considered just when C_{Ei} is greater than O_E , i.e. if the injected electrical energy exceeds the absorbed electrical energy.

¹ Different Simple System of Electrical Power Production and Consumption (it. *Altro Sistema Semplice di Produzione e Consumo*).

² CS: Net Metering account amount [€], yearly based; O_E : grid-absorbed electrical energy billed amount [€]; C_{Ei} : economic value of the injected energy [€], calculated in the reference zone and differentiated on an hourly injection basis; CU_{Sf} : unit fixed net metering amount [c€/kWh], accounting for grid and electrical system costs; E_S : exchanged energy amount [kWh]. It is the minimum value between injections and absorption.

A sample value for the above terms may be: PUN = 5-6 c€/kWh; CU_{Sf} = 5-20 c€/kWh.

SPRA mechanism

The SPRA is a particular form of selling electrical energy injected into the electrical grid: renewable producers can choose this option as an alternative to the direct selling on the electrical market through the IPE or the PPAs. The produced electrical energy is collected by the ESM that grants a defined price per generated kWh unit. The revenues earned through the SPRA may be cumulated with any other incentive granted to renewables, with the exception of the AIFIT. The ESM, with regard to the SPRA, collects renewable energy and resells it on the IPE and acts as an user of the electrical system with regard to dispatching and transport. The SPRA is reserved to electrical power generation plants fed by renewables or conventional non-renewables with the following characteristics: 1) nominal apparent output lower than 10 MVA (renewables, production of hybrid power plants included); 2) nominal apparent output lower than 10 MVA (conventional non-renewables, non-imputable production of hybrid power plants included); 3) nominal apparent output equal or higher than 10 MVA (renewables – different from wind, solar, geothermal, wave, tidal, hydro steady flow – owned by a power producer to satisfy its own electrical needs); 4) no limit (defined renewables: wind, solar, geothermal, wave, tidal, hydro only steady flow) [7, 3].

Power plants entitled to full incentive mechanisms – such as incentives and revenue from electrical energy selling (AIFIT) – are not entitled to get access to a SPRA. The SPRA is therefore not compliant with the following incentive mechanisms: NM; AIFIT; M.D. 05/05/11 and M.D. 05/07/12 (IV and V Energy Accounts); M.D. 18/12/08, M.D. 06/07/12, M.D. 23/06/16 (incentive to renewables different from photovoltaics).

The ESM rewards the collected renewable energy as follows. If 1) the nominal output is lower than 1 MW (renewables not benefiting from an incentivizing policy); 2) the nominal output is lower than 100 kW (PV benefiting from an incentivizing policy); 3) the nominal efficient output is lower than 500 kW (hydro benefiting from an incentivizing policy); renewable energy is granted access to the *Minimal Granted Price* option (hereinafter referred to as MGP) [15]. If 1) the nominal output is lower than 1 MW (renewables benefiting from an incentivizing policy, above cases excluded); 2) the nominal output is higher than 1 MW (benefiting or not-benefiting from an incentivizing policy); the energy is rewarded at the ZHP³. If the renewable plant is small ($P_n \leq 1$ MW) a MGP is granted over the first 2 million kWh of produced energy. If the ZHP were more advantageous than the MGP, an additional equalizing compensation is paid. If the produced energy exceeds the collectible output, the surplus is rewarded at the ZHP. The MGP is yearly established by the EEGA on a renewable source basis, in Table 1 for 2018.

Table 1 – MGP for 2018 (excerpt).

Power Source	Energy [kWh/yr]	MGP definition	MGP [€/MWh]
Wind power	$E \leq 1500000$	$PMG_{2017} * (1 + FOI_{2017}/100)$	49,50
Photovoltaic	$E \leq 1500000$	$PMG_{2017} * (1 + FOI_{2017}/100)$	39,40

FOI: Increased rate price for consumer products for 2017 (ISTAT computation); FOI 2017 vs. 2016: 1,1 %

³ The ZHP is the price for each hour that has been defined through the IPE sessions for each geographical market zone where a power plant is grid-connected.

ZHP mechanism

Electrical power is economically evaluated on the basis of the hour of the day and the day of the week in accordance to the EEGA delib. 181/06. Market zones are defined by Terna s.p.a. in accordance to connection and dispatching constraints: North, North-central, South-central, South, Sicily, Sardinia. Electrical mean monthly price is determined as the economical value over amount of the electrical energy sold as a whole to the market by the ESM within the formula of the SPRA. For the year 2017 market historical data of mean monthly price have been considered in detail (Fig. 1 and 2).

In 2017, for the Sardinia region, the price for the F1 electrical time was in the range 39,70-80,00 €/MWh, for F2 was in the range 37,20-58,20 €/MWh and for F3 was in the range 27,40-51,90 €/MWh. The general increase in prices on the peak times F1 and F2 is to be noted, and again the increase in prices on the F1 and F2 time during the winter months (probably due to an increased demand for heating reasons), in July and August (probably due to an increased demand for air conditioning reasons), following climate peak and oscillations. Group comparison shows the oscillation in price formation along the months with a relatively predictable trend, due to absorption demand reasons. Nonetheless there is the possibility of the occasional violation of the general accepted rule that F1 price is greater than F2 price, and that F2 price is greater than F3 price, due to unpredictable and contingency reasons.

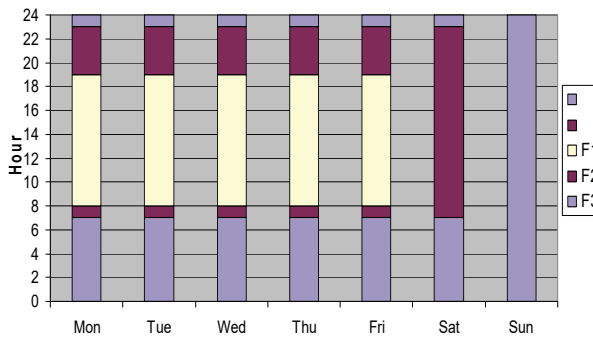


Figure 1– Electrical time F1-F3 distribution during the day.

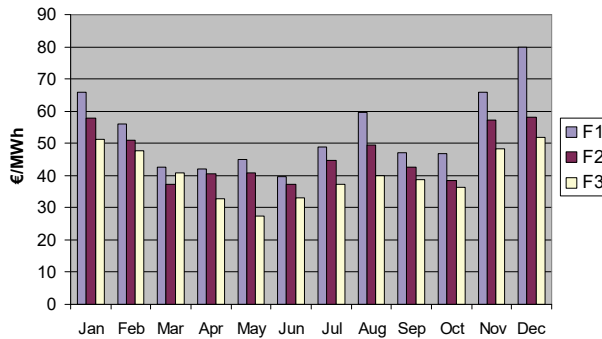


Figure 2 – Prices per electrical time - Sardinia region, year 2017.

Renewable power plant coupled to ESS

Energy Storage Systems (hereinafter referred to as ESS) may be coupled to renewable power plants in order to store energy, either absorbed from the grid or produced, and then continuously transfer it to the passive user or to inject it again into the grid. The implementation of such a storage system significantly alters the usual load profile of the absorption/injection point. ESS are allowed for renewables (Table 2). A tax amount [18] for the configuration change (no tax below 3 kW) – differentiated according to the source and the power level (Table 3) – is due to the ESM. A formal authorization is required at the conclusion of the verification procedure, due to the critical modification of the usual load profile at the absorption/injection point.

Table 2 – Renewables access to ESS configuration.

Type	Condition
Solar PV	Only when incentivized
Solar thermodynamic	Incentivized/under incentivisation request
Renewables	Under incentivisation request, even substituting GCs Subject to a SPRA contract and benefiting from MGP option Benefiting from Guarantee of Origin certificates
CHP	High Yield CHP with/without white certificates
Renewables/non renewables	Subject to a NM contract

Table 3 – Tax amount for ESS implementation.

Source	Power [kW]	Fixed [€]	Variable [€/kW]
Solar PV	$P < 20$	50,0	2,0
	$P \geq 20$	50,0	2,0 (first 20 kW)
	$P \geq 20$		1,0 (exceed. 20 kW)
Other renewables	$0 < P \leq 50$	50,0	-
	$50 < P \leq 200$	90,0	-
	$200 < P \leq 1000$	300,0	-
	$1000 < P \leq 5000$	710,0	-
	$P > 5000$	1150,0	-

ESS are coupled to renewable power plants in accordance to CEI regulations [16,17] with regard to the storage system charge type and electrical scheme of the ESS itself. With reference to the charge flow to the ESS, configurations are as follows: 1) one-way ESS can be charged only by the power plant; 2) two-way ESS can be charged both by the power plant and by the electrical grid. With reference to the positioning of the ESS, configurations are as follows: 1) production-side ESS: placed at the DC output before the inverter, or at the AC output, between the power plant and the produced electrical energy metering device; 2) post-production-side ESS: placed between the produced electrical energy metering device and the net metering device. The following configuration are therefore admissible: a) one-way/production-side; b) two-way/production-side; c) two-way/post-production-side.

Methods: matching desalination and renewable sources

Case study: integration of fresh water supply by desalination fed with renewable energy sources

When a desalination plant is called to work with large seasonal fluctuations in fresh water demand, as in areas with a strong tourist season, daily and seasonal variability of water demand mismatch with the usual needs of plants operation to achieve the minimum cost of desalinated water. The case study concerns the Asinara Island, whose entire surface and coastal area is a national park since 2002. The current and future activities on the island are described in the “Plan of the Park” (PPA), a document constituting the guidance and management framework for the actions of individuals and institutions that operate in the territory of the Park. In agreement with the PPA, we aim at finding the best way to comply with energy requirements with renewables to minimize impact on the park territory taking into account the entity and timing of energy demand.

Integrated water system and estimation of water needs

Since it became National Park in 2002, a process of gradual opening up of the island started to allow recovery and resettlement of abandoned buildings in historic towns. The main functions, including hosting activities, infrastructures and services for the social and economic development of the Park, are located in three urban units (Cala d’Oliva, Cala La Reale and Trabuccato). Activities for agriculture and livestock breeding were initiated to support the self-supply of inmates and staff of the penal colonies in the late ’800. The island includes autonomous systems for each urban area consisting of storage basin, water purifying system and wastewater treatment unit, now partially compromised. At present the total volume of the Asinara’s artificial reservoirs is over 90000 m³. Water needs of resident and daily floating population were calculated according to the total capacity assumed in the PPA and the statistics of tourist inflow to Sardinia. The parameters here considered to estimate the water consumption for industrial (handicraft, farm and livestock products processing) and agricultural activities were assumed consistent with the subsistence policy planned by PPA. Seasonal fluctuations affecting the demand pattern have to be accurately modelled as they justify the desalination plant and influence its achievement [19].

Water availability and balance

The only source of water is due to storage reservoirs. For the evaluation of the collected rain water, the precipitation values from the meteorological database data.org and the climate-related data of the close-by municipality of Stintino as well as the surfaces of the four catchment areas and their runoff coefficient have been used. A first water analysis was carried out with the assumption of a system ensuring a total balance of resources and needs. Considering the full availability of raw fresh water in the reservoirs, but setting a maximum limit to their emptying of 70 %, a shortage of availability in summer comes out. It could be balanced out by sea water desalination and the corresponding size of the plant is evaluated. A capacity of 300 m³/day is found for such scenario, Fig. 3 shows the monthly fresh water balance. A previous analysis [1] recommended that the infrastructure necessary to ensure the satisfaction of water demand throughout the island should provide a line of raw water from the south basins to the north basin, to allow a partial integration of the deficit between demand and needs in summer in addition to desalination plant.

Energy needs evaluation

Once the requirements and availability scenarios have been defined, the energy consumption of the just sized plants, including pumping energy in the interconnection lines, has been evaluated. Desalination is carried out by reverse osmosis (RO) powered with electricity: in the energy balance all demands have been included such as salted water abduction, pre and post treatment of water, clear water dispatching to water basins and brine disposal. The composition and quality (turbidity, presence of suspended solids and organic substances) were assumed equal to the average of the Mediterranean Sea as they affect plant sizing. The performance of the RO plant was obtained through a Matlab code, based on the mathematical model by Avlonitis [20]. The pre-treatments process was considered as made of a chlorination, a pH adjustment by sulphuric acid. The addition of coagulant, an ultrafiltration system and a cartridge filter to protect RO membrane, follows indications in the DOE manual. Specifications and costs of RO plant are shown in table 4.

The use of renewable energy sources, sun and wind, has been considered to satisfy the outlined energy needs. Since the plant operation is intermittent, an off-grid solution would bring higher installed power and the need for a storage system, while the possibility of local exchange makes the on-grid solution preferable.

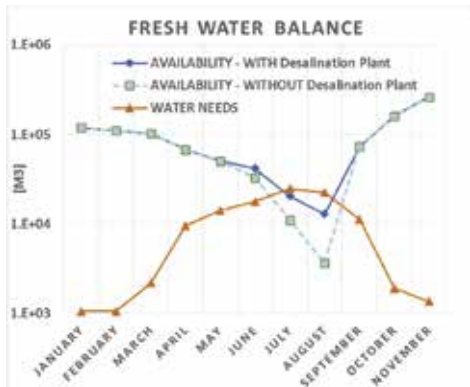


Figure 3 – Fresh water balance with and without desalination

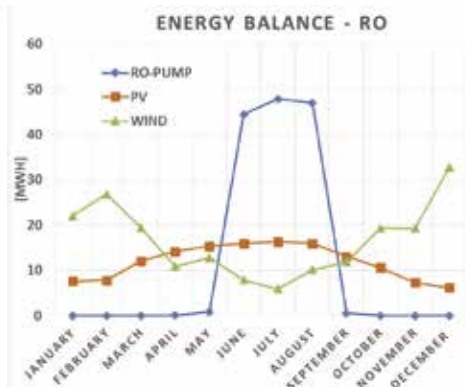


Figure 4 – RES energy and water production along the year adopting RO desalination

Table 4 – RO plant specs.

Capacity [m ³ /day]	301	Active Membranes area [m ²]	737.8
Number of stage	1	RO - Electric power [kW]	55.6
Seawater absolute salinity [ppm]	38300	Pretreatment - Electric power [kW]	5.1
Brine disposal absolute salinity [ppm]	55200	Specific energy [kWh/m ³]	4.84
Feed flow [kg/s]	10.23	Plant cost [k€]	452
Recovery factor	0.35	Plant cost amortization [€/m ³]	1.659
N° of membranes	28	O&M cost (energy excluded) [€/m ³]	0.531
N° vessels	7		

The evaluation of the productive potential of the PV system was performed from data of global and diffuse radiation on a horizontal plane, for to the site of interest from database *Meteonorm*, the radiation incident on the modules is drawn from common geometrical correlations. The prediction of the energy from wind source has been obtained with reference to the hourly samples of wind speed, temperature and absolute pressure, extracted by means of a reanalysis through the software *Vortex* by “*Vortex Factoria de Calculs*”. The prediction of the annual energy production has been assessed on a monthly basis following the theoretical setting expounded in [21]. A specific model of commercial wind turbine, marked out by its power curve, has been selected to satisfy the energy need yearly required by desalination plant. In Table 5 data for wind and PV systems are shown.

The comparison of energy needs and production is shown in Figure 4. While the desalination plant operates at full power for three months, June through August, the renewable energy plants operate throughout the year with variable output. A thorough assessment of the system needs the evaluation of the associated costs.

Table 5 – RES Specs.

	PV	Wind		PV	Wind
Modules Azimuth	0°		Energy production [MWh/year]	140.86	199.2
Modules Inclination [°]	20°		Plant cost [k€]	98.1	200
Overall modules area [m ²]	492.96		Spec plant cost [€/kWh]	0.0953	0.1325
Turbine Model		WES80	Energy direct consumption [MWh/year]	48.98	30.32
Rated power [kW]	107	80	Energy net metering [MWh/year]	91.88	110.54

Results

The assessment of capital and operation costs for the reverse osmosis plant, energy expenses excluded, has been carried out thanks to the data drawn from the works of Kaldellis et al. [22] and of Malek [23]. Maintenance costs for membranes during plant shutdown were assumed as unimportant and neglected. The calculation of the cost term regarding the plant amortization in n years (assumed 20 year for both desalination systems and plants to exploit renewable sources RES) has been carried out with an interest rate equal to 8 % and taking an annual insurance rate equal to 1 %. In calculating the specific energy cost the subsidizations for the use of RES, promoted by the ESM, have been taken into account. In detail, for both photovoltaic and wind systems the NM option has been considered. Alternately, as the wind energy production is concerned, the possibility of exploiting the subsidization of all-inclusive rate (AI for wind) has been considered [12].

The overall desalination costs are shown in Figure 5 for the different plant configurations and, just for wind source, for two alternative subsidizations. The amortization cost concerns the RO plant and is the same for all cases as well as maintenance and operation costs, relatively high as required with RO technology. Wind and PV plants are calculated as operating alternatively as they have been sized for the specific desalination system and the economic return from electric energy selling is calculated separately. The energy costs in Figure 5 depend on the way of trading electrical energy and also the income, here not reported, depends on it. The proportion of energy is comparatively low because of economies of scale and because the RO desalination operates just for three months. The cost of

desalinated water is lower with All Inclusive option if wind energy is the source; the difference is remarkable as the energy share is concerned even though it affects to a minor extent the total amount.

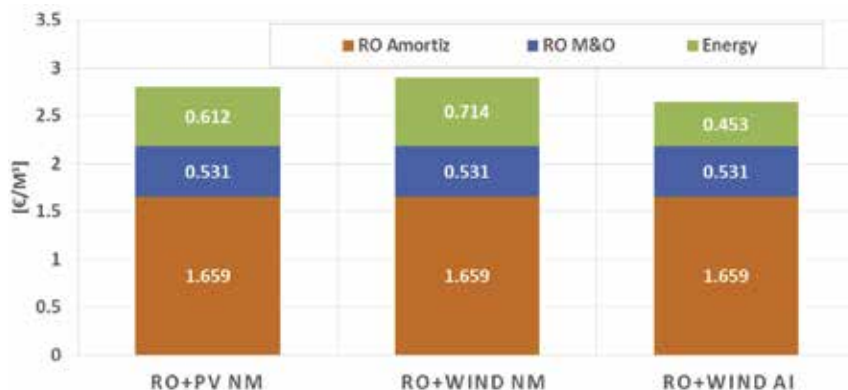


Figure 5 – Cost analysis of desalination driven by sun and wind.

Conclusions

The paper discusses the economic assessment of renewable primary sources in the actual deregulated Electrical Market scenario in Italy, in order to evaluate the advantage of powering desalination plants located in coastal zones with renewable power, by means of an example and adopting an on-grid configuration. A constant modification in renewable regulations introduces a grade of uncertainty that somehow conditions payback expectations, however some interesting results have been found for the small system in question.

References

- [1] Marini, M., Palomba, C., Rizzi P., Casti, E., Marcia, A., Paderi, M. - *Sustainable desalination: integration of power supply with renewable energy sources*, Renewable Energy and Power Quality Journal (April 2015), n. 13.
- [2] D.Lgs. 16/3/1999, n. 79 - “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica” (G.U. 31/3/1999, n. 75, S.O.).
- [3] D.Lgs. 29/12/2003, n. 387 - *Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità* (G.U. 31/1/2004, n. 25, S.O.).
- [4] Direttiva 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio Ue del 27 settembre 2001 - *Promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità* (G.U.C.E 27/10/2001, L. 283/33).
- [5] D.M. 3/3/11, n. 28 - *Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE* (G.U. 28/03/11, n.71, S.O. n. 81).

- [6] D.M. 06/07/12 ed allegati - *Incentivi per energia da fonti rinnovabili elettriche non fotovoltaiche* (G.U Serie Generale, 10/07/2012, n 159, Suppl. Ordinario, n. 143).
- [7] Delibera AEEG n. 280/07 - *Modalità e condizioni economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 e dell'articolo 1, comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239.*
- [8] Delibera AEEG ARG/elt74/08 - *Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP).*
- [9] D.Lgs. 3/4/2006, n. 152 - *Norme in materia ambientale* (G.U. 14/4/2006, n. 88, S.O.).
- [10] L. 24/12/2007, n. 244 - *Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato* (legge finanziaria 2008) (G.U. 28/12/2007, n. 300, S.O.).
- [11] L. 23/7/2009, n. 99 - *Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia* (G.U. 31/07/2009, n. 176, S.O.).
- [12] D.M. 23/06/16 - *Incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili diverse dal fotovoltaico* (G.U. Serie Generale 29/06/2016, n. 150).
- [13] D.M. 05/07/2012 (V Conto Energia) - *Attuazione dell'art. 25 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici* (c.d. Quinto Conto Energia) (G.U. Serie Generale 10/07/2012, n. 159 - Suppl. Ordinario n. 143).
- [14] Delibera AEEG 20 dicembre 2012 570/2012/R/efr - *Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto: condizioni per l'anno 2013*
- [15] Delibera AEEG 19 dicembre 2013 n. 618/2013/R/efr - *Definizione del valore dei prezzi minimi garantiti per gli impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza fino a 1 MW per i quali è consentito l'accesso al ritiro dedicato*
- [16] Norma CEI 0-16 - *Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica*, e varianti, ed. 2016.
- [17] Norma CEI 0-21 - *Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica*, ed. 2016.
- [18] D.M. 24/12/2014 - *Approvazione delle tariffe per la copertura dei costi sostenuti dal Gestore servizi energetici GSE S.p.A. per le attività di gestione, verifica e controllo, inerenti i meccanismi di incentivazione e di sostegno delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica ai sensi dell'art. 25 del D.L. 24/06/2014, n. 91, convertito con notificazione della L. 11/08/2014, n. 116* (G.U. 31/12/2014, n. 302).
- [19] Mohamed, S., Papadakis, G., *Design, simulation and economic analysis of a stand-alone reverse osmosis desalination unit powered by wind turbines and photovoltaics*, Desalination, 164 (2004) 87–97.
- [20] Avlonitis, S., Hanbury, W.T., Ben Boudmar, M. *Spiral wound modules performance. An analytic solution, Part I*, Desalination vol. 81, 1991, pp. 191-208., Elsevier Publ.
- [21] Cocco, D., Palomba, C., Puddu, P., *Tecnologie delle energie rinnovabili*, SGEEditoriali, Padova, 2008
- [22] J.K Kaldellis, E.M. Kondili, E.M., *The water shortage problem in the Aegean archipelago islands cost-effective desalination prospect*, Desalination vol. 2016, 2007, pp 123-138, Elsevier Publ.
- [23] A. Malek, A., Hawlader, M.N.A., Ho, J.C, *Design and economics of RO seawater desalination*, Desalination vol. 105, 1996, pp 245-261, Elsevier Publ.

UAV-BORNE REMOTE SENSING FOR SHORELINE AND COASTAL ENVIRONMENT MONITORING

Gabriella Caroti¹, Andrea Piemonte², Yari Pieracci³

^{1,2,3} Civil and Industrial Engineering Department, University of Pisa,

Largo Lucio Lazzarino 1, 56126 Pisa (PI)

¹ phone: +39 050 2217771, e-mail: gabriella.caroti@ing.unipi.it

Abstract – UAV systems can provide coastal environment surveys with low costs and high resolution. The present work focuses on how UAV-borne surveys can provide useful information in assessing coastal resilience. Processing of survey data generates a Digital Surface Model (DSM) and an orthophotograph, checked for accuracy and image resolution. Comparison of these products against those available in public access cartographical databases highlights the potential application of UAV in this environment.

Riassunto – I sistemi UAV possono fornire rilievi di ambienti costieri con bassi costi ed elevate risoluzioni. Il presente lavoro mira ad evidenziare l'utilità di rilievi UAV per la valutazione della resilienza in ambienti costieri. L'elaborazione delle immagini ottenute fornisce un modello digitale del terreno (DSM) e una ortofotocarta, dei quali sarà analizzata la precisione e risoluzione. Un confronto con le cartografie reperibili nei database evidenzia le potenziali applicazioni in questi ambienti.

Introduction

Resilience, in addition to consider technical and organizational aspects, needs to understand the deep unexpectedness of rare events (events with a high intensity and low probability of occurrence) [11]. Differing by predictable events (events with a known intensity and probability of occurrence), unexpected ones can't be calculated by means of statistical analyses. Rare events gather natural (floods, storms, earthquakes) or anthropic events (terroristic attack), or a combination of some of these [10]. They do not follow the probability distribution of predictable events [1] [16] but their assessment represents a factor of uncertainty and a challenge in assessing resilience [14] due to less data monitoring sources available [16]. However, to overcome this issue, a constant monitoring of land is essential to link rare events to environment changes [3] [2] [4] [8].

In relation to dune coastal erosion, many studies were performed in order to find relationships among rare events and environment modifications [7] [2] [4]. In fact, resilience in coastal environments involves several indexes as highlighted in the study of Ciccarelli et al. [8]. It involves shoreline historical course, geomorphology, coastal dynamics and anthropic pressure, and aims to define the Mediterranean Dune Vulnerability Index (MDVI) for dune coasts. MDVI is based on Geomorphological Conditions of the Dune Systems (GCD), Marine Influence (MI), Aeolian Effect (AE), Vegetation Condition (VC) and Human Effects (HE).

Shoreline displacement is due to many interlinked factors, acting in long-or short-term. Long-term factors include sea-level variations and human-related factors (e.g. beach nourishments or dredging activities) whilst short-term factors are linked to storms consequences, especially in dune ecosystems [3] [13].

UAV-borne surveys are a suitable solution for monitoring at short time intervals [5]. They could provide the relevant advantage of cost reduction compared to classic used methods, such as GPS, LiDAR, etc.... High-resolution geometric surveys are essential for all of these studies aiming to monitoring the shape of terrain or acquiring specific characteristics (vegetation type, geomorphologic conditions, etc...) [8] [13] [15] [9].

In this paper two cases study are analysed to show how UAV-borne surveys can provide a solid foundation to act quick actions (such as in emergencies) and to link shoreline changes to disruptive events [3] [5] [7].

The first survey was performed at Marina di Pisa port, aiming to update the status quo of a new area not yet included in regional cartography. The second survey is part of a shoreline monitoring project at the mouth of Fiume Morto in the Regional Park of Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli.

Low-altitude UAV-borne remote sensing was performed on the sites, with the support of a GPS RTK (Real Time Kinematic) surveys. They were needed for DSM (Digital Surface Model) georeferencing. Also, orthophotographs were obtained by photogrammetric processing.

In the latter case a historical research of shoreline maps was performed on public access cartographical databases and an overlapping of shorelines, concerning different years, was performed via a GIS-based environment (Geographic Information System). Also, image resolution among orthophotograph and remote sensing from medium-resolution satellite images (e.g. Google Earth) was compared for both surveys.

Materials

First case study: Marina di Pisa port

The case study under investigation refers to the area where the touristic port of the Marina di Pisa resort stood at the mouth of Arno River. It is included in both the urban fabric and the Regional Park of Migliarino, San Rossore and Massaciuccoli.

At the end of the 2000s, a recovery and rehabilitation plan altered the appearance of the mouth of the Arno River and the urban layout of Marina di Pisa (Figure 1 - left). The present investigation aims to assess the potential (in terms of detail and accuracy) of UAV-based photogrammetry for timely updates of modifications at medium- and large-scale.

In order to assess product quality, Ground Control Points (GPs) have been compared against project documents provided by the dockyard site management; besides, the UAV-based survey has been compared against Google Earth.

Second case study: Fiume Morto Nuovo

The second case study concerns an investigation in the coast adjacent to the estuary of Fiume Morto Nuovo. The area is in the North section of the Pisa coastline with reference to the Arno estuary, and is included in the Natural Park of Migliarino, San Rossore,

Massaciuccoli. The coastline is suffering an ongoing erosion, started around the half of the 19th century, endangering the existence of the coastal dunes-wetlands environment (Figure 1 - right).



Figure 1 – Area of Marina di Pisa port (left) and area of Fiume Morto Nuovo (right)

This area has been already studied by Bini et al. [2] and a wide historical maps collection of shoreline positions are available on public platforms. Historical data come from the Cartography Bureau of the Tuscany Region [17], the Italian National Geoportal [18] and from Google Earth images [19].

Survey Methodologies

Same data processes for both surveys was followed obtaining 3D models and orthophotographs. A drone flight planning was carried out to obtain products in line with the restitution scale. Images processing was performed to obtain the 3D model. After that the model was georeferenced and errors was checked. Then products was exported.

Drone flight planning

In Marina di Pisa port, the flight plan was designed for a restitution scale greater than 1:1000, providing for a coverage of approximately 9 hectares with a total flight length of about 1200 m. The airborne photogrammetry survey has been carried out by means of an OnyxStarh exacopter fitted with a Sony NEX 7 digital camera.

In the second site a UAV-borne survey was performed by means of the Leica Geosystems Aibotix Aibot X6V2 system that carried an Olympus E-PL5 Kit 1442 Silver camera. The survey area was about 400 m by 300 m. The complete covering has required 8 strips, with a theoretical end lap of 70 % and side lap of 60 % (Figure 1 - right).

In the second case the UAV speed was about 5 m/s, so, in order to ensure the required forward overlap, the shooting timer was set at 3 s. Shooting time was set at 1/800 s in time priority mode. Under these operating conditions, the drag effect was about 0.6 pixels; accuracy computations, using the “normal case” formulas, assess the theoretical error of 3D restitution in each component as $\sigma_x=0.023$ m, $\sigma_y=0.029$ m and $\sigma_z=0.046$ m [6].

Table 1 – Cameras features and flight settings.

Camera features		
	First case study	Second case study
Camera type	Sony NEX 7	Olympus E-PL5 Kit 1442
Sensor dimensions	23.5 mm x 15.6mm	17.30 mm x 13.00 mm
Sensor definition	6000 pixel x 4000 pixel	4:3 LiveMos – 16 MPixel 4608 x 3456
Optics	18-55 mm zoom, set as $f \approx 19$ mm	14-42 mm zoom, set as $f \approx 14$ mm
Flight details and settings		
	First case study	Second case study
Flight height	80 m	60 m
GSD	2.0 cm	1.6 cm

Image processing

In order to create 3D model for both study cases a photogrammetric processing of the collected images was carried out by means of Agisoft’s PhotoScan commercial software. The software has been used to generate a Digital Surface Model (DSM) and an orthophotograph of the object area.

Georeferencing model and checking errors

Control Points (CPs) have been uniformly spread across the areas and their coordinates have been surveyed by RTK GPS for Marina di Pisa port and by GNSS for Fiume Morto Nuovo. These points have been used for the definition of external and internal orientation parameters of the images by means of a self-calibration procedure built into the bundle block adjustment, in order to scale and georeference the photogrammetric surveys.

In the processing step, some of these points were used solely for accuracy checks as CPs, while the remaining were used as GCPs to compute the photogrammetric model [6] [12]. Accuracy errors was calculated by Photoscan as difference between coordinates of targets calculated by Photoscan and CPs coordinates got by GPS surveys for both cases.

Results and discussions

Results involve assessment of three aspects: model accuracy, orthophotograph resolution and applications for resilience assessment.

First case study

The first case study has highlighted some application peculiarities of potential interest for implementation of the survey methodology in construction and coastal sites.

Image orientation errors amounted to about 0.5 pixel. Subsequent input of GCPs and CPs in the processing allowed for quality assessment of the DSM. Maximum error values in the 10 cm range are compliant with the research goals and in accordance with literature on the subject.

The orthophotograph of the test area has been generated by the PhotoScan software (Figure 2) and georeferenced in the Technical Regional Cartography system.

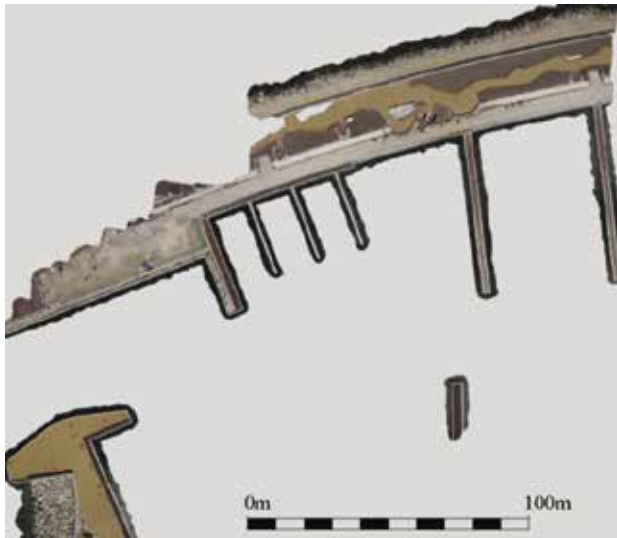


Figure 2 – Orthophotograph of the North-West part of the surveyed area.

A further comparison has been made against the marina blueprint, also georeferenced in the Technical Regional Cartography system. This displayed an excellent compliance within the foresaid limitations (Figure 3 - left).

In order to register the model orthographic projection in the same reference system of Google Earth service, it was exported by Photoscan software in “kmz” format. It is of course advisable to keep in mind that accuracy Google Earth renderings is in the 1:10.000 range, anyway a first qualitative analysis denotes good compliance.

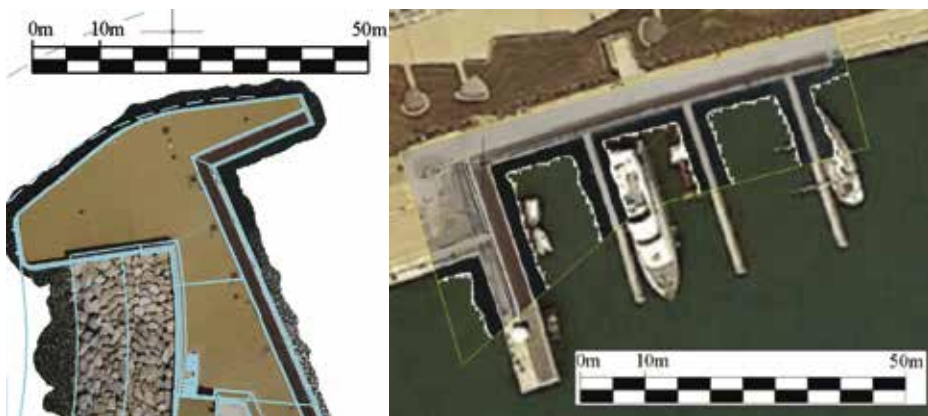


Figure 3 – On the left comparison areas with 10 cm range compliance. On the right Google Earth’s map and orthophoto overlay (North part).

Second case study

In the second case, processing of 145 images defined internal and external orientation parameters. By using three points as Ground Control Points (GCPs), rototranslation with scale factor was got. Remaining points was used as CPs to measure model accuracy.

The resulting photogrammetry model was correctly oriented, with a mean error of 0.48 pixels on Tie Points and 0.046 m on CPs. Results are reported in the table below as average mean and average deviation values of the CPs. They are in line with default theoretical precision.

Table 2 – StudyCPs deviation values for X, Y, Z coordinates.

	X_error [m]	Y_error [m]	Z_error [m]
Mean [m]	0.003	0.017	0.023
St.dev. [m]	0.019	0.017	0.027
RMSE [m]	0.019	0.024	0.036

Comparing orthophotograph resolution and Google Earth resolution, different features can be assessed. In the left images land features such as plant type, the percentage of covered surface on the beach, on the dune front and along the transect can be extracted by qualified personnel for the assessment of resilience indexes. Maps available on the Google Earth platform only allow to tell apart vegetated from bare areas, while identification of plant types is in no way possible (Figure 4, right).



Figure 4 – Geometric and radiometric resolution: Orthophotograph (left) and Google Earth image (right).

Figure 5 shows two DSMs of the same area relating to different years. Both are 1x1m DSMs: the first is obtained by classic photogrammetry in 2006 (left) for the compilation of the Technical Regional Map; the other is obtained in 2016 from UAV-borne photogrammetry (right). Sectioning of these models along the same cutting plane resulted in the profiles shown in Figure 6. Both profiles are almost coinciding in zones unaffected by erosion (Figure 6, from sections point 81 to 151).

Coastal displacements can be assessed overlapping shorelines obtained by UAV-borne survey and historical shorelines (georeferenced in Gauss Boaga cartography system), as shown in Figure 7.

Resilience in coastal environments involves several indexes as highlighted in the study of Ciccarelli et al. [8]. Shoreline cover an important role in the coastal resilience assessment, especially in the definition of the Marine Influence (MI) parameter. It can be obtained by comparing historical series of available 2D representations (maps, orthophotographs, coastline thematic databases). Resilience involves also Geomorphological Conditions of the Dune Systems (GCD), Aeolian Effect (AE), Vegetation Condition (VC) and Human Effects (HE) indexes. Computation of these parameters requires a topographic documentation supporting, as well as on-site inspections by qualified personnel. Most of these values are easily definable by analysis of a 3D land model, providing sections and 2D information on position and distance. Besides, the interpretation of orthophotographs can directly provide other parameters (such as the % of seaward dune vegetated for Aeolian Effect (AE), the Path network as percent of the frontal dune, the Relative surface (%) forested in the system and the Relative surface (%) of agriculture in the system for the Human Effect (HE) variable) [8].

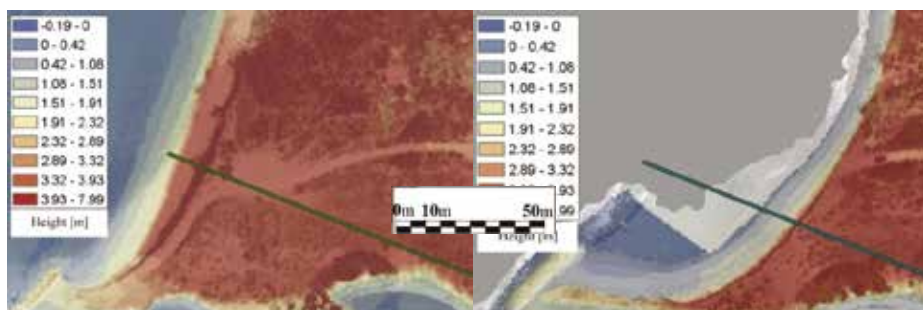


Figure 5 – DSM - classic photogrammetry, 2006 (left) and UAV-borne photogrammetry, 2016.

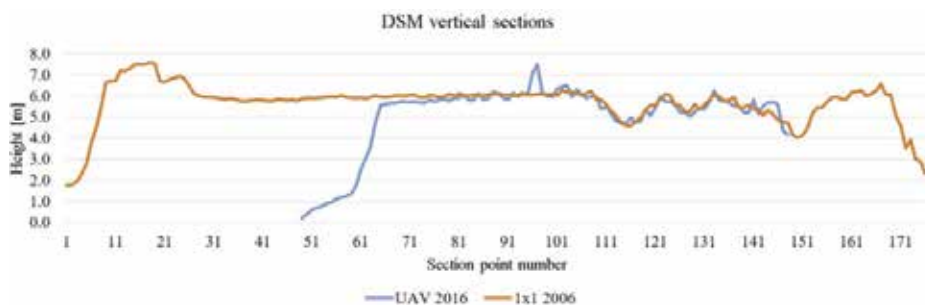


Figure 6 – Reference section comparison: 2006 DSM from classic photogrammetry (orange), 2016 UAV-based DSM (blue).



Figure 7 – Shore line progression from 1988 to 2016.

Conclusion

The present work evaluates surveys in coastal environments by means of low-altitude UAV-borne remote sensing, which is cheaper and more versatile than current survey methods such as LiDAR [13] [5]. UAV-based surveys do not provide directly the information, but high-resolution orthophotographs can be used for ground operations, and thank to qualified personnel, resilience-based indexes can be evaluated.

UAV-based surveys in seaside construction sites face peculiar operating issues. The present investigations have shown that this methodology can provide from medium- to large-scale map updates. They are especially useful in the emergence updates.

The CPs checks have shown that orthophotographs meet accuracy and detail requirements for cartography. Availability of up-to-date images in Google Earth can provide a tool for updating medium-scale cartography. If higher detail levels are required, tools as UAV-based photogrammetry may allow updates of small cartography portions with comparatively low costs. Again, images highlight the greater resolution of images obtained by low-altitude surveys than Google Earth images.

It is quite useful in the assessment of coastal systems resilience, with particular reference to endangered dune systems. The very large representation scale, together with the low costs and therefore the frequent repeatability of the surveys, provides useful information for the definition of indexes and parameters typical of these ecosystems, planning of erosion management, *a posteriori* effectiveness assessment and performing analysis and studies to link disruption and environment damage.

Acknowledgements. The research was developed within the project “PRA_2017_60: Sicurezza e resilienza delle infrastrutture civili” financed by the University of Pisa.

References

- [1] Aban I.B., Meerschaert M.M. and Panorska A.K. - *Parameter estimation for the truncated Pareto distribution*. Journal of the American Statistical Association. (2006) 101(473), 270-277.
- [2] Bini M., Casarosa N., Ribolini, A. - *L'evoluzione diacronica della linea di riva del litorale pisano (1938-2004) sulla base del confronto di immagini aeree georeferenziate*. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali residente in Pisa. Memorie, 2008, Serie A, 113, 1-12.
- [3] Brooks S.M., Spencer T., Christie, E.K. - *Storm impacts and shoreline recovery: Mechanisms and controls in the southern North Sea*. Geomorphology. (2017) 283, 48-60.
- [4] Cappucci S., Valentini E., Monte M.D., Paci M., Filippini F., Taramelli A. - *Detection of natural and anthropic features on small islands*. Journal of Coastal Research. (2017) 77(sp1), 73-87.
- [5] Caroti G., Piemonte A., Pieracci, Y. - *UAV-Borne Photogrammetric Survey as USAR Firefighter Teams Support*. In International Conference on Computational Science and Its Applications, July, 2017, 3-15. Springer, Cham.
- [6] Caroti G., Zaragoza I.M.E., Piemonte A. - *Accuracy assessment in structure from motion 3D reconstruction from UAV-born images: the influence of the data processing methods*. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. (2015) 40(1), 103.
- [7] Caroti G., Piemonte A., Redini M. - *Geomatics monitoring and models of the insalination of the freshwaters phenomenon along the Pisan coastline*. Applied Geomatics. (2015) 7(4), 243-253.
- [8] Ciccarelli D., et al. - *Development of a coastal dune vulnerability index for Mediterranean ecosystems: A useful tool for coastal managers?*. Estuarine, Coastal and Shelf Science (2017)187, 84-95.
- [9] Hanley M.E., Hoggart S.P.G., Simmonds D.J., Bichot A., Colangelo M.A., Bozzeda F., Heurtefeux H., Ondiviela B., Ostrowski R., Recio M., Trude, R. - *Shifting sands? Coastal protection by sand banks, beaches and dunes*. Coastal Engineering. (2014) 87, 136-146.
- [10] Hughes J.F. and Healy K. - *Measuring the resilience of transport infrastructure* (2014) 546. ISBN/ISSN: 78-0-478-41915-3
- [11] IPCC Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation - *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (2012), 582. Cambridge Univ. Press.
- [12] Jarzabek-Rychard M., Karpina M. - *Quality analysis on 3d buidling models reconstructed from uav imagery*. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (2016) 41, 1121.
- [13] Kroon A., Davidson M.A., Aarninkhof S.G.J., Archetti R., Armadori C., Gonzalez M., Medri S., Osorio A., Aagaard T., Holman R.A., Spanhoff R. - *Application of remote sensing video systems to coastline management problems*. Coastal Engineering. (2007) 54(6-7), 493-505.
- [14] Linkov I, Creutzig F, Decker J, Fox-Lent C, Kröger W, et al. - *Risking Resilience: Changing the Paradigm*. Nature Climate Change. (2014) 4, 407-9.

- [15] Pajares G. - *Overview and current status of remote sensing applications based on unmanned aerial vehicles (UAVs)*. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. (2015) 81(4), 281-329.
- [16] Park J., Seager T.P., Rao P.S.C., Convertino M., Linkov I. - *Integrating risk and resilience approaches to catastrophe management in engineering systems*. *Risk Analysis*. (2013) 33(3), 356-367.
- [17] <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html>
- [18] <http://www.pcn.minambiente.it/mattm/>
- [19] <https://www.google.it/intl/it/earth/>

CALYPSO: LA RETE RADAR HF PER IL MONITORAGGIO DELLE CORRENTI MARINE SUPERFICIALI NEL CANALE TRA LA SICILIA E MALTA (MAR MEDITERRANEO)

Giuseppe Ciraoło¹, Aldo Drago², Simone Cosoli^{3,4}, Fulvio Capodici¹, Antonino Maltese¹, Adam Gauci², Anthony Galea², Joel Azzopardi², Giuseppa Buscaino⁵, Francesco Raffa⁶, Salvatore Aronica⁵, Salvatore Mazzola⁵ e Rosario Sinatra⁷

¹Università degli Studi di Palermo – DICAM, viale delle Scienze, Ed. 8 – 90128 Palermo, tel. 091 23896527, fax 091 23860810, e-mail: giuseppe.ciraolo@unipa.it

²University of Malta, Physical Oceanography Research Group, Dept. of Geosciences, Msida, Malta

³Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS, Trieste, Italia

⁴The University of Western Australia, School of Civil, Environmental and Mining Engineering, Perth, Australia

⁵CNR - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, Capo Granitola, Italia

⁶CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Pisa, Italia

⁷Università degli Studi Di Catania, CUTGAN, Catania, Italia

Riassunto – Il canale tra le isole di Sicilia e Malta si trova in una delle principali rotte marittime del Mediterraneo e in una regione strategica per le piattaforme di estrazione petrolifera, quindi seriamente esposta al rischio di eventi di sversamento di idrocarburi in mare. Ciò può costituire una grave minaccia agli ecosistemi locali e alle attività economiche, tra le quali il turismo e la pesca. I danni derivanti da un eventuale sversamento sarebbero incalcolabili per l'arcipelago maltese, dove le risorse marine ed il turismo rappresentano i principali proventi economici e, in maniera analoga, per la Sicilia.

Le misure di prevenzione e di mitigazione, insieme a un rapido intervento e a un processo decisionale stabile e solido in caso di situazioni di emergenza, aiutano a minimizzare i rischi e a ridurre gli impatti. Grazie alla tecnologia radar ad alta frequenza (HF), la rete CALYPSO rappresenta lo strumento essenziale per il monitoraggio delle correnti superficiali del mare in tempo reale. La tecnologia radar HF fornisce uno strumento unico per determinare le correnti superficiali in tempo 'quasi' reale, consentendo l'applicazione efficace di modelli numerici di dispersione d'inquinanti in mare. Tale metodologia permette di prevedere origine e destinazione dell'inquinante attraverso l'assimilazione dei dati nei modelli di circolazione oceanica, o tramite previsioni statistiche delle correnti marine a breve termine.

La rete CALYPSO, operativa da agosto 2012, è attualmente costituita da quattro sistemi *SeaSonde* (CODAR) che funzionano nella banda di frequenza dei 13.5 MHz. Le misure ottenute sono state ampiamente validate utilizzando sia correntometri che *drifters* che hanno ripetutamente fornito prove evidenti dell'affidabilità dei dati acquisiti. Le osservazioni a lungo termine hanno consentito una nuova descrizione oceanografica dell'area, documentando la presenza di una quantità di caratteristiche finora mai segnalate con un simile dettaglio spaziale e temporale.

Abstract – *The Malta-Sicily Channel is located within one of the busiest commercial routes in the Mediterranean Sea. Due to the presence of oil tankers and oil rigs, this stretch of sea is prone to oil spill events (both deliberate or accidental) with potentially significant impacts on the local ecosystems and economic activities, such as fishing and tourism activities. Prevention and mitigation measures are needed to reduce risks and impacts. Within this framework the high-frequency (HF) radar technology is able to monitor in near-real time surface currents and waves, thus representing an extraordinary tool to reduce the impact of marine pollution events. Assimilation of near real-time surface current data into numerical models greatly improves the short-term forecast of sea state conditions and, consequently, the forecast of oil spill movements and fate. This paper describes the characteristics and potential of the CALYPSO HF radar observing system. The network, in operation since August 2012, currently includes 4 SeaSonde (CODAR) HF radars working at 13.5 MHz. The system is able to provide 2D surface current maps of the Malta-Sicily Channel with high resolution over a 3x3 km grid, every hour. Surface currents derived by the CALYPSO system were validated using independent measurements (acoustic current meter and drifters), and their accuracy extensively proven. The long term datasets show unprecedented descriptions of surface currents patterns within the studied area.*

Introduzione

Il mar Mediterraneo costituisce una delle aree del mondo maggiormente interessate da trasporto di idrocarburi mediante petroliere. Questo intenso traffico marittimo è imputabile evidentemente alla sua posizione costituendo, infatti, uno dei principali accessi ai porti del Medio Oriente, tramite il canale di Suez, e ai porti dell’Africa Settentrionale. A tutto ciò si aggiunge che, in Italia, l’approvvigionamento di idrocarburi avviene prevalentemente via mare. Questo livello di traffico è testimoniato da una semplice consultazione di database on-line (www.marinetraffic.com) delle rotte percorse da *oil tankers* in quest’area marina.

È ovvio che questo intenso traffico comporta un incremento del rischio di inquinamento da idrocarburi, determinato da rilasci accidentali o deliberati di materiale o di emulsioni (ad esempio dovute a scarichi illegali in mare di acque di lavaggio delle cisterne). A tutto ciò si aggiunge la caratteristica di mare semi-chiuso del Mediterraneo che comporta una ulteriore probabilità di maggior concentrazione di queste sostanze, una volta rilasciate nell’ambiente. Gli ecosistemi marini del Mediterraneo sono, pertanto, soggetti ad un elevato rischio di contaminazione che, a seconda dell’evento, può determinare la distruzione di delicati equilibri ecologici.

Un report di ISPRA [1] sugli sversamenti di prodotti petroliferi riporta alcuni dati sugli sversamenti di idrocarburi nel Mediterraneo. Dal report si desume che fra il primo agosto 1977 e il 31 dicembre 2010, circa 312 000 tonnellate di petrolio sono state sversate nel Mediterraneo a seguito di 545 eventi. Lo stesso report riporta i danni potenziali di questi sversamenti sui vari comparti biologici (flora e fauna) e sulle aree costiere. Tali danni hanno ovviamente un effetto negativo anche su importanti attività economiche, quali pesca e turismo.

La Comunità Europea ha sviluppato una notevole sensibilità a queste problematiche, definendo norme e procedure per limitare tali rischi (si veda il regolamento 417/2002/CE; il regolamento 2172 del 17 dicembre 2004 e il regolamento 457 del 25 aprile 2007), e obbligando gli stati membri ad autorizzare il trasporto di idrocarburi solo tramite petroliere a doppio

scafo. Inoltre è stata istituita una agenzia deputata al monitoraggio e alla sorveglianza di tali sversamenti (EMSA – *European Maritime Safety Agency*). EMSA ha implementato il “*Copernicus Maritime Surveillance (CMS) service*” che, tramite osservazioni satellitari, fornisce agli stati membri un servizio per il monitoraggio degli sversamenti e, in generale, delle attività in mare. È evidente che, per il monitoraggio degli sversamenti di petrolio, è necessario realizzare un programma di monitoraggio regolare su aree così vaste da non poter essere controllate con tecniche tradizionali (quali osservazioni dirette tramite navi o aerei).

Il telerilevamento satellitare offre una soluzione rapida, efficace ed economica a tale problematica. L'utilizzo di sensori attivi costituisce uno strumento utile per l'individuazione delle chiazze di petrolio su aree molto estese. In particolare, i sensori radar ad apertura sintetica, o SAR (*Synthetic Aperture Radar*), sono in grado di acquisire informazioni indipendentemente dalla presenza di copertura nuvolosa o dalla illuminazione solare. In virtù della differente rugosità superficiale delle aree affette da sversamento di idrocarburi, esse appaiono come zone “scure” nelle immagini SAR. L'ampia disponibilità di immagini acquisite da diverse piattaforme (ad esempio COSMO-SkyMed, Sentinel-1, JERS, RADARSAT, e simili) consente di effettuare un monitoraggio con frequenza almeno giornaliera su tutto il Mediterraneo [2].

Una volta che la posizione di uno sversamento è stata individuata, è fondamentale prevederne la traiettoria per la messa in campo di eventuali azioni di contenimento o mitigazione del danno. È chiaro che la rapidità d'intervento costituisce un elemento chiave per la mitigazione del danno. Lo sversamento è, infatti, soggetto a fenomeni di *weathering* ad opera del vento e della radiazione solare, che ne fanno cambiare lo stato e il peso specifico fino a causarne un affondamento e, di conseguenza, limitando la capacità di prevederne il percorso. La previsione della traiettoria dello sversamento può essere realizzata mediante l'utilizzo di modelli idrodinamici molto complessi la cui precisione dipende dall'accuratezza delle condizioni iniziali e al contorno, oltre che delle forzanti, le quali molto spesso derivano da modelli a più larga scala.

In questo contesto, i sistemi HF radar da terra forniscono una soluzione efficace a tale problema poiché sono in grado di misurare le correnti marine superficiali con un'elevata risoluzione temporale (oraria) ed un'adeguata scala spaziale (chilometrica). I sistemi HF, inizialmente messi a punto per scopi di ricerca, sono divenuti in tutto il mondo strumenti di misura largamente utilizzati a supporto delle attività di *Search and Rescue* e di monitoraggio dell'inquinamento marino, con particolare riferimento agli sversamenti da idrocarburi accidentali e/o deliberati (*oil spills*).

Il numero d'installazioni HF nel mondo è considerevolmente aumentato negli ultimi anni: le coste degli Stati Uniti sono monitorate in continuo da una serie di reti di rivelazione HF. Anche in Europa, le installazioni HF sono in costante aumento, con esempi di rete transfrontaliera in Spagna, Francia, Italia, Malta e Grecia. In Italia sono presenti installazioni nel Golfo di Napoli, in Toscana, in Liguria, nel Golfo di Trieste e nel Canale siculo-maltese (<http://global-hfradar.org/references.html>).

In questo lavoro vengono descritte le caratteristiche del sistema CALYPSO, una rete di quattro radar HF implementata nell'ambito delle attività del P.O. Italia-Malta 2007-2013 (www.capemalta.net/calypso). Questo progetto è stato sviluppato da un partenariato composto da partner maltesi e partner italiani. Questi sono: l'Università di Malta (*Physical Oceanography Research Group, Lead Partner* ed ideatore del progetto), *Transport Malta, Civil Protection Department, Armed Force of Malta*, l'Università degli Studi di

Palermo (*focal point* del partenariato siciliano), l'Università di Catania, l'ARPA Sicilia, il CNR IAMC (Capo Granitola) e con la collaborazione esterna dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS) di Trieste.

Materiali e Metodi

Il sistema CALYPSO è stato installato per il monitoraggio delle correnti superficiali e le onde nel tratto di mare compreso tra la Sicilia e Malta [3]. Tale zona è soggetta ad un intenso traffico navale, come è possibile dedurre dalla Figura 1, con una altissima percentuale di petroliere. Inoltre all'interno di tale area è presente una piattaforma petrolifera attiva (che al momento non ha dato problemi di sversamenti).

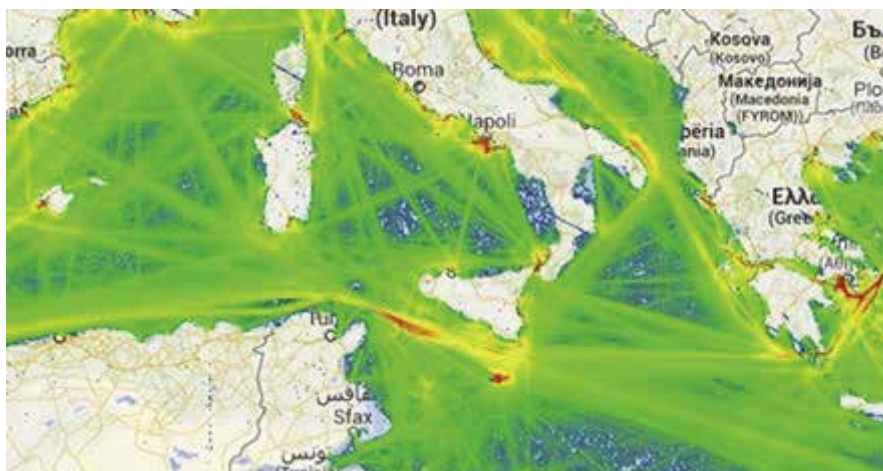


Figura 1 – Mappa della densità di traffico marittimo (fonte: www.marinetraffic.com/it).

Le elaborazioni di immagini satellitari SAR effettuate dal presente gruppo di ricerca (non riportate) e dal *Joint Research Centre* (JRC) mostrano un'alta densità di macchie di sversamenti nell'area di studio [2]. La zona è sede di una importante area di nursery per la fauna ittica, mentre le zone costiere sono caratterizzate da aree ad alto valore ecologico, naturalistico e turistico. Appare dunque chiara la necessità di mettere a punto un sistema che permetta il monitoraggio in continuo delle correnti superficiali in tale area, in modo tale da fornire uno strumento efficace di intervento e di mitigazione del danno in caso di sversamenti di idrocarburi.

A partire dal 2011 il gruppo di ricerca si è attivato per la costruzione di una rete di radar HF per la realizzazione di tale strumento di monitoraggio. La Figura 2 riporta la collocazione delle quattro antenne radar HF del sistema CALYPSO. Due di esse sono installate a Malta (siti di Barkat e Sopus), mentre le altre due sono installate in Sicilia nei porti di Pozzallo e di Marina di Ragusa. La figura riporta anche il *range* di copertura di ogni singola

antenna (aree in grigio) che, come verrà descritto in seguito, costituisce un elemento essenziale per la costruzione delle mappe di corrente superficiale in 2D.

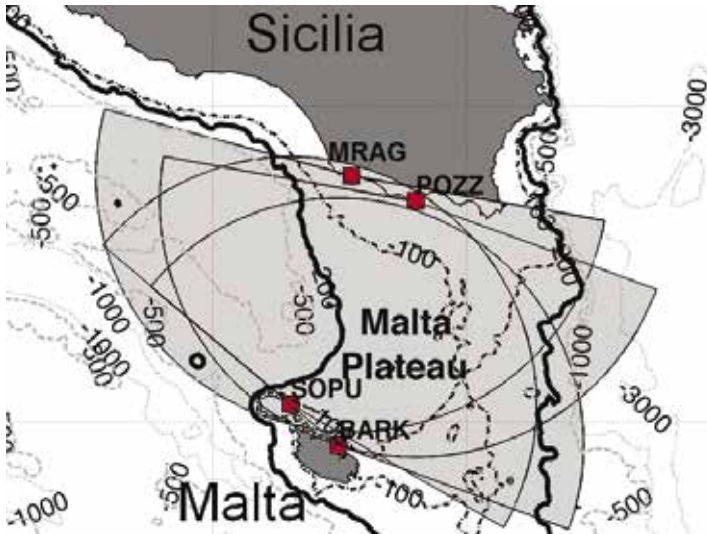


Figura 2 – Ubicazione delle antenne HF CALYPSO (quadrati in rosso).

Le installazioni sono costituite da antenne a stilo di altezza di circa 8 m, che lavorano nelle frequenze delle HF (*range* di frequenze 3-30 MHz) con una potenza di picco pari a 40 W (potenza operativa di ≈ 20 W). Le caratteristiche di tali installazioni impongono una loro ubicazione in prossimità della linea di costa (Figura 2, quadrati in rosso).

Il principio di funzionamento è quello dello *scattering* di Bragg. La superficie marina, se caratterizzata da moto ondoso, si comporta come un reticolo di Bragg. Se all'interno di una cella si verifica moto ondoso con lunghezza d'onda pari alla metà rispetto alla lunghezza d'onda radar, si attiva un'interferenza di tipo costruttiva che genera un segnale di ritorno verso l'antenna ricevente (picco di Bragg). Poiché le onde non comportano necessariamente un trasporto di massa (corrente), è noto lo *shift doppler* teorico del moto ondoso a seconda che il treno di onde si avvicini o si allontani dall'antenna. Se oltre al moto ondoso è presente una corrente, si genera un ulteriore *shift doppler* che è funzione della velocità in avvicinamento o in allontanamento della corrente della singola cella rispetto all'antenna. Per tale ragione, ogni singola antenna registra velocità radiali e solo la composizione di osservazioni di più antenne (*combined*) consente la costruzione delle mappe 2D delle correnti superficiali. Spesso si fa in modo che la rete sia ridondante, cioè siano presenti più di 2 antenne per incrementare l'accuratezza della mappatura del campo di velocità. Per maggiori informazioni sulla teoria e sulla metodologia si faccia riferimento a [4] ed a [5] e [6].

Il sistema CALYPSO restituisce mappe delle correnti superficiali a scala oraria e con una risoluzione spaziale di 3 km. La superficie monitorata è di circa 8 000 km². Il sistema è stato validato mediante confronto con *drifters* e misure correntometriche.

L'accesso ai dati CALYPSO è pubblico tramite i seguenti portali web:

- <http://portus-malt.qrms.net/portus/>;
- <http://portus-sici.qrms.net/portus/>
- <http://oceania.research.um.edu.mt:8080/CalypsoService/currents.html>,

ed è stata inoltre implementata l'App per *smarthphone* KAPTAN disponibile via *GooglePlay* ed *Apple Store*.

Maggiori informazioni sul progetto possono essere ottenute mediante la consultazione del sito web: <http://www.capemalta.net/calypso>.

Risultati

Il sistema CALYPSO, dall'agosto 2012 acquisisce dati di correnti superficiali nel canale siculo-maltese. I livelli di accuratezza del sistema CALYPSO sono analoghi a quanto riportato in letteratura per lo stesso tipo di sistema di misura [4].

La disponibilità di questi dati ha permesso di avere una visione aggiornata delle strutture di circolazione nel canale. Da un lato ha rilevato la presenza di correnti di tipo diurno e semidiurno, relativamente deboli, che tendono ad intensificare in corrispondenza del plateau maltese in risposta alle variazioni della batimetria locale [7].

Una analisi approfondita del segnale di bassa frequenza ha evidenziato la presenza di una corrente prevalente da nordovest a sudest (Figura 3, pannelli di sinistra), associata alla *Atlantic Ionian Stream* (AIS) come struttura di circolazione dominante nella regione, e al flusso geostrofico, che hanno l'effetto principale di un trasporto zonale o meridionale, dalla costa siciliana alla costa maltese.

L'analisi combinata dei dati radar e *drifter* mostra inoltre la presenza di strutture vorticosi di grandi dimensioni (Figura 3, pannelli di sinistra) che possono persistere anche per periodi prolungati (anche di 40 giorni).

Evidenze sperimentali dei dati *drifter* combinati con i dati radar suggeriscono, nel primo caso, un trasporto zonale o meridionale dalla costa siciliana alla costa maltese, con tempo di residenza di pochi giorni nel caso in cui un *oil spill* sia catturato dalle strutture a getto. Nel caso opposto, i tempi di permanenza all'interno dei vortici possono raggiungere i 40 giorni. Ciò comporta la possibilità di una lunga permanenza di eventuali sversamenti e, quindi, un'alta probabilità d'inquinamento da idrocarburi di questa area.

Analisi delle serie temporali di moto ondoso da dati radar CALYPSO mostrano che le altezze d'onda significativa nel canale di Sicilia possono raggiungere o superare il valore di 8 m in occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi [8].

La conoscenza, a scala oraria, della distribuzione spaziale delle correnti superficiali consente di prevedere la traiettoria delle "macchie" di sversamenti individuate con metodi satellitari o segnalazioni dirette. Inoltre, tramite l'applicazione di tecniche di *backtracking*, è possibile ricostruire la traiettoria che il singolo sversamento ha percorso nel recente passato.

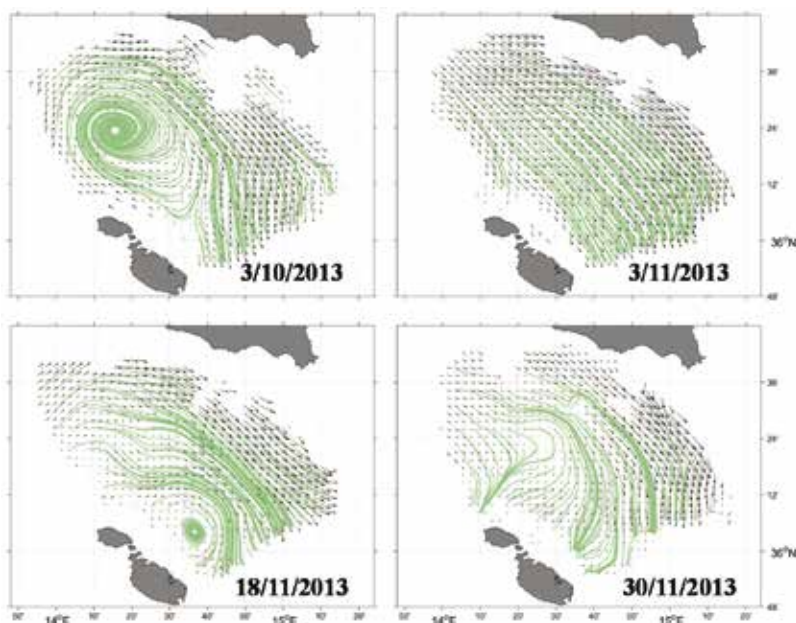


Figura 3 – Campi di corrente media giornaliera misurate dalla rete CALYPSO (in verde sono riportate le linee di flusso relative al campo di corrente).

Conclusioni

I risultati conseguiti dalle analisi dei dati raccolti dal sistema CALYPSO hanno consentito di ottenere una nuova rappresentazione oceanografica dell'area, documentando la presenza di caratteristiche non segnalate in precedenza. Va sottolineata l'operatività del sistema, che va ben oltre la conclusione temporale del progetto di ricerca.

La rete CALYPSO è in fase di ulteriore espansione tramite nuovi finanziamenti (progetto CALYPSO SOUTH) che prevedono l'aggiunta di una ulteriore antenna sulla costa siciliana e di due sulla costa sud dell'arcipelago maltese. Ciò consentirà di raddoppiare l'area soggetta a monitoraggio. La rete di osservazione CALYPSO rappresenta, pertanto, un esempio efficace di cooperazione transfrontaliera, e indica la direzione da intraprendere per soddisfare le esigenze europee nel campo della mappatura di precisione delle correnti marine superficiali.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare la Dott.ssa Alba Abbate e la Dott.ssa Marija Attard per il loro continuo e prezioso supporto durante l'implementazione del progetto. Un ringraziamento particolare va a tutto lo staff del Segretariato Tecnico Congiunto del P.O. Italia-Malta 2007-2013.

Bibliografia

- [1] Faticanti M. - *Sversamenti di prodotti petroliferi: sicurezza e controllo del trasporto*, Rapporto ISPRA n° 149/2011 (2011), pp. 68. ISBN 978-88-448-0520-3.
- [2] Ferraro G., Meyer-Roux S., Muellenhoff O., Pavliha M., Svetak J., Tarchi D. and Topouzelis K. - *Long term monitoring of oil spills in European seas*, Int. Jour. of Remote Sensing (2009) Vol. 30, No. 3, 10 February 2009, 627–645.
- [3] Drago A., Ciraolo G., Capodici F., Cosoli S., Gacic M., Poulain P.-M., Tarasova R., Azzopardi J., Gauci A., Maltese A., Nasello C. and La Loggia G., *CALYPSO - An operational network of HF radars for the Malta-Sicily Channel*, Proceedings of the Seventh International Conference on EuroGOOS 28-30 October 2014, Lisbon, Portugal, Edited by H. Dahlin, N.C. Fleming and S. E. Petersson (2015). Eurogoos Publication no. 30. ISBN 978-91-974828-9-9.
- [4] Paduan J.D. and Washburn L - *High-frequency radar observations of ocean surface currents*, Ann. Rev. Mar. Sci. (2013), 5, 115-136.
- [5] Barrick D., - *Remote sensing of sea state by radar*, Engineering in the Ocean Environment, Ocean 72-IEEE International Conference (1972), IEEE, 186–192.
- [6] Barrick D. - *First-order theory and analysis of MF/HF/VHF scatter from the sea*, IEEE Trans. Antennas Propag. (1972), 20(1), 2-10.
- [7] Cosoli S., Drago A., Ciraolo G. and Capodici F. - *Tidal currents in the Malta – Sicily Channel from high-frequency radar observations*, Continental Shelf Research (2015), Volume 109, 15, 10-23.
- [8] Orasi A., Picone M., Drago A., Capodici F., Gauci A., Nardone G., Inghilesi R., Azzopardi J., Galea A., Ciraolo G., Sánchez Musulin J., Alonso-Martirena A. - *HF Radar for wind waves measurements in the Malta-Sicily Channel*, Measurement: Journal of the International Measurement Confederation (2018), Volume 128, 446-454.

EMERGING TECHNIQUES FOR COASTAL ENVIRONMENTAL MONITORING: A FIELD TEST-BED IN LIGURIA

M. Colli⁽¹⁾, A. Caridi⁽²⁾, C. Carmisciano⁽³⁾, D. D. Caviglia^(1,2),
A. Delucchi⁽²⁾, F. Serafino⁽⁴⁾, A. Benedetti⁽⁵⁾

⁽¹⁾ University of Genova, Dep. of Electrical, Electronics and Telecommunication Engineering and Naval Architecture (DITEN), Genoa, Italy

⁽²⁾ Artys Srl, Genoa, Italy

⁽³⁾ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale, Rome, Italy

⁽⁴⁾ Italian National Research Council, Institute of Biometeorology (IBIMET), Firenze, Italy

⁽⁵⁾ Italian National Research Council, Institute of Condensed Matter Chemistry and Technologies for Energy (ICMATE), Genoa, Italy

Abstract – Starting from 2016, a set of weather and sea-state monitoring stations have been installed in the coastal sites of Bonassola, Corniglia, Le Grazie and Lerici (near La Spezia, Italy). The stations have been equipped with a series of innovative sensors aimed at the measurements of the principal sea wave features and the atmospheric variables, constituting an unprecedented integrated monitoring system of the coastal environment. The following sensors constitute the experimental network: 3 micro-seismic Ocean Seismic - Integrated Solution (OS-IS[®]) stations, 1 waverider buoy, 3 weather stations, 3 *Smart Rainfall System* (real-time HD rainfall measuring system) stations and a sea-state X-band radar. The measuring principles adopted in this network are characterized by re-using existing technologies to continuously provide real-time information on the environmental conditions of the coast. This work presents the preliminary results of the field campaign in the form of a comparative analysis between the measurements provided by the different monitoring systems.

Introduction and objectives

The rainfall intensity time series constitute a major source of information for the monitoring of extreme weather events, i.e. those events that are characterized by a low probability of occurrence as computed basing on the available historical observations performed in the geo-climatic area under analysis. The coastal precipitation formation is the result of combined effects such as synoptic winds, land breeze, surface friction and orographic forcing as major contributors for mesoscale convergence (Heiblum et al., 2011). Weather prediction models show considerable rainfall biases in coastal areas, where more than 33 % of the overall rainfall received is associated with coastal land-sea interaction (Bergemann and Jakon, 2016). In Liguria, both the Mediterranean Sea influence and the complex orography of the area favor precipitation; resulting in heavy rainfall often localized at the lowest mesoscale and microscale and flash floods during the warm season (Cremonini and Bechini, 2010). As a consequence, an effective hydrogeological risk management of the coastal areas can be only achieved by adopting real-time and high spatial resolution monitoring of the hydro-meteorological condition. To deal with this operational need, the first objective of this study is to demonstrate the

application of an integrated coastal weather monitoring solution based on innovative and traditional technologies. This is achieved by exploiting *Internet of Things* (IoT) satellite microwave links sensors, mini-radar technology and traditional meteo-station measurements in an extensive field experiment carried out in the Liguria east coast.

The integration of such monitoring products in a large data processing and visualization platform is another short-term target of this experimental project. A long term goal is to build-up a comprehensive meteorological data set obtained during the monitoring campaign that can be exploited by specific environmental investigations such as the analysis of the interaction between the quality of coastal waters and atmospheric precipitation.

The integrated monitoring system is composed by the following technologies:

- *Smart Rainfall System* (SRS): it computes rainfall maps in real-time by means of the analysis of the attenuation of satellite television signals provided by a set of peripheral microwave sensors (Federici et al., 2014). In 2016, Artys established a scientific collaboration with the La Spezia department of INGV (*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*), within the NOW-Coasting project, co-funded by the POR-FESR Liguria 2014-2020 program. The project defines good practices to adapt the SRS for the Coastal Monitoring Market; the scientific collaboration with INGV aimed at integrating SRS as an innovative rainfall monitoring tool for the INGV's operating weather and sea-state stations in coastal environments. The SRS network is composed by 3 stations and 10 satellite links covering an area equal to 90 km² in the Cinque Terre and La Spezia gulf coast.
- *OS-IS*[®]: an innovative coastal measurements system of the sea-state (already part of the European project “Wind, Ports, and Sea”, funded by the European Cross-border Programme “Italy–France Maritime 2007-2013”). The key elements of *OS-IS*[®] are a high sensitivity accelerometers and apposite algorithms for the evaluation of the sea state using the micro-seismic signals on the basis of the mathematical models and the appropriate calibration factors. The *OS-IS*[®] remote monitoring system is a pilot project and will be presented in its main features. The main advantage of this system is that it is installed inland and there are no parts in the sea. In this experimental project, 3 micro-seismic stations have been installed near the La Spezia gulf: each accelerometric station is equipped with a weather station and a data logger that automatically transfers the data to a central server which runs the algorithm of the *OS-IS*[®].
- X-band radar: installed in Corniglia it belongs to the coastal radar network implemented within the RITMARE project that includes either X-band or HF-band Coastal radars. Ad hoc algorithms, developed at the IREA Institute of the National Research Council (CNR), applied to data captured by an X-band nautical radar allow to extract, in real time and with high accuracy, the parameters that characterize the sea state (direction, period and wavelength of dominant waves and significant wave height) and the surface current field in a range of about 3 nautical miles from the radar antenna. The same radar is able to detect the presence of the rain and, in some conditions, to measure the perimeter of the storm front and the rain concentration.

Method of investigation

The experimental set-up consists of 4 coastal sites, namely Bonassola, Corniglia, Le Grazie and Lerici, located near La Spezia (Italy) and equipped with emerging environmental monitoring techniques as depicted in Figure 1.



Figure 1 – Environmental monitoring sensors installed at the east Liguria field test sites.

In order to illustrate the working principle of the SRS monitoring technique, let us consider a receiving (Rx) antenna located at a position \mathbf{r}_{Rx} (Fig. 2). The satellite television dish receives a plane-wave EM signal transmitted by a commercial digital video broadcasting satellite (DVB-S).

Since the wave propagation is affected by the precipitation during its path, by using the ITU model described in [2], the rainfall intensity RI can be expressed as:

$$RI = \frac{a_p \sqrt{10 \log(P_o/P)}}{b_p l} \quad (1)$$

where $P \propto |\mathbf{E}(\mathbf{r}_{Rx})|^2$ is the power available at the output of the antenna being $\mathbf{E}(\mathbf{r}_{Rx})$ the electric field impinging on the antenna (Balanis, 1989), P_o is the clear sky power at the output of the antenna, b_p and a_p are empirical parameters derived from the ITU model (ITU, 2005). The microwave link length is assumed equal to $l=H/\sin\vartheta$ where H is the elevation of the melting layer at the given latitude and ϑ the elevation angle of the Rx antenna (Fig. 2).

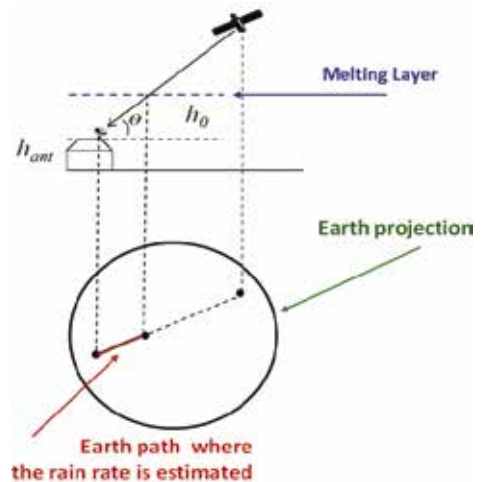


Figure 2 – The SRS rain estimation approach.

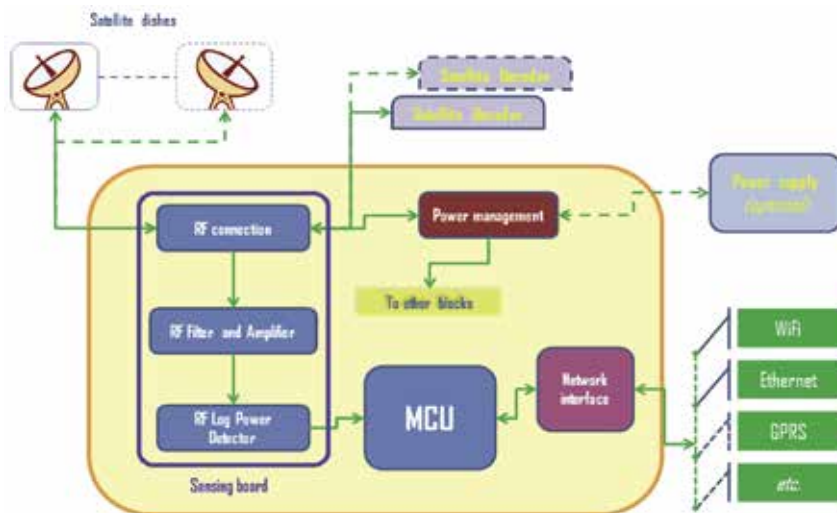


Figure 3 – Block diagram of the SRS sensor module: the “sensing board” on the left of the yellow area performs the detection of the incoming power intensity.

The block diagram of the SRS sensor module is drawn in Fig. 3.

It exploits the information contained in the power level of the signal at the output of an LNB (Low Noise Block converter), commonly used in the receiving chain of a consumer DVB-S set.

For our purposes, it is worth using a low-cost Universal LNB. In such a case, the down-converted signal on the descending cable contains (in the band 915 MHz – 2150 MHz) one of the four possible bands which correspond to two different polarizations – vertical and horizontal – and, in the case of the Ku-band, two different frequency bands – lower and upper.

A proper circuitry detects the television level of the signal as a voltage obtained with a logarithmic detector (Fig. 4). Such a value makes possible the estimation of the rain intensity averaged along the path, and is transmitted on either a wired or a wireless link to a collection center, for recording and monitoring. A detail of the SRS sensing board is depicted in Fig. 4.



Figure 4 – SRS sensing board: the two F connectors provide connectivity towards the satellite television decoder (left) and to the LNB (right).

To test the microwave satellite link approach in coastal monitoring application, we have installed 2 sensors at the Bonassola site, 4 sensors in Corniglia (see Fig. 5) and 4 sensors in Le Grazie. Considering the measuring principle of SRS (illustrated in Fig. 2), the sensors installed along the east Ligurian coast allows monitoring the first 3-5 kilometers off the coast; the actual monitoring distance depends on the height of the melting layer during precipitation and can be evaluated by executing short-term weather prediction models.



Figure 5 – The four SRS sensor antennas installed on the coast of Corniglia (La Spezia) field site.

In addition to SRS, the Wave Radar System has been installed on 5th September 2017 on the coast of Corniglia and belongs to the X-band coastal radar network implemented in the Italian flag project RITMARE. The following image shows the area covered by the radar and the radar installation whose coordinates are: LAT 44 ° 7'9.53 "N and LON 9 ° 42'20.61" E.



Figure 6 – X-band coastal radar installed in Corniglia.

The Wave Radar system allows, through the use of ad hoc algorithms, developed by the researchers of the IREA of the CNR of Naples, to measure, in real time and with high accuracy, the sea state parameters: length, period and direction of the dominant waves and significant wave height ($H_{1/3}$) and the intensity and direction of the surface current field. The radar used at Corniglia is a 25kW SRT Consilium model with a 9" antenna. Table 1 shows the radar system parameters.

Table 1 – System parameters.

Parameter	Data set
Radar Rotation period (Δt)	2.45 s
Radar Image sampling (Δx)	9m
Minimum Range	200 m
Maximum range	4.6 km
Number of images	64
Actual angular sector	190°
Antenna Height over sea level	60 m

The following figure shows a diagram of the architecture of the wave radar system with the data inversion procedure.

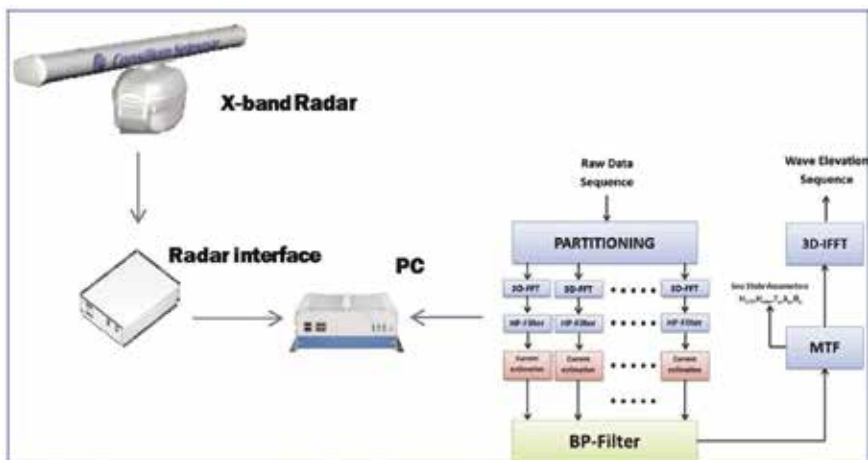


Figure 7 – Wave Radar System architecture with the block diagram of the algorithm for extracting sea parameters and surface currents field.

Figure 8 shows an example of directional spectrum provided by the system during the campaign conducted on 14 September 2017 at 19:43 UTC. The acquisition date and the estimated wave parameters are shown on the right of the image.

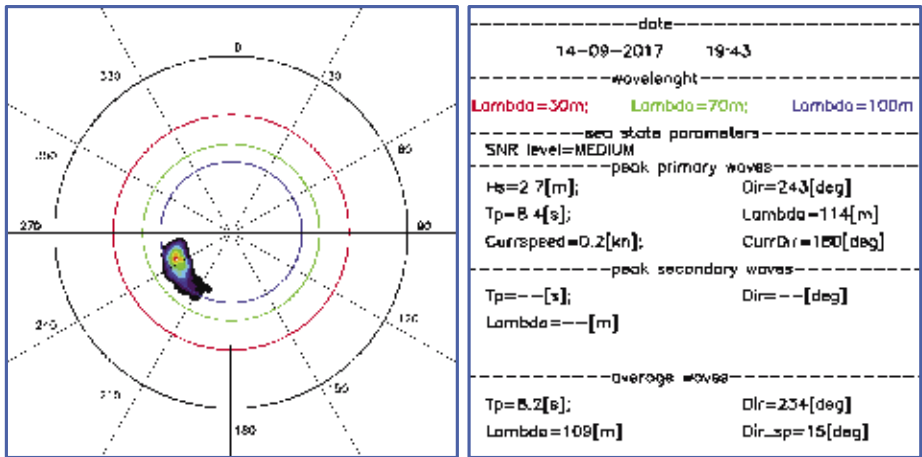


Figure 8 – Directional spectrum generated by the radar system during the measurement campaign of 14/09/2017 at 19: 43UTC.

The results of the estimation of the waves provided by the forecast models (WW3) of the *Consorzio Lamma Toscana* at the same time of radar data acquisition are shown in Figure 9. The WW3 model shows a good agreement with the Wave Radar measures of Figure 10.

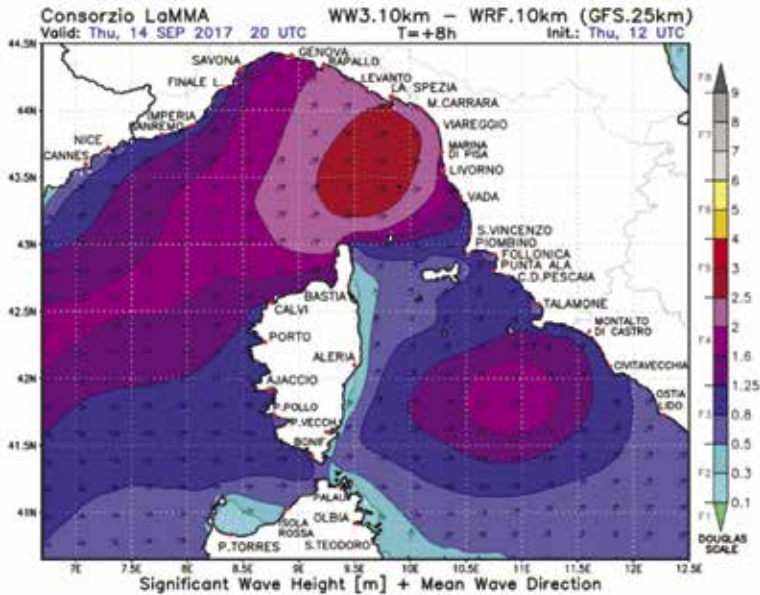


Figure 9 – Image taken from the WW3 model of the Lamma Toscana on 14/09/2017 at 20:00 UTC.

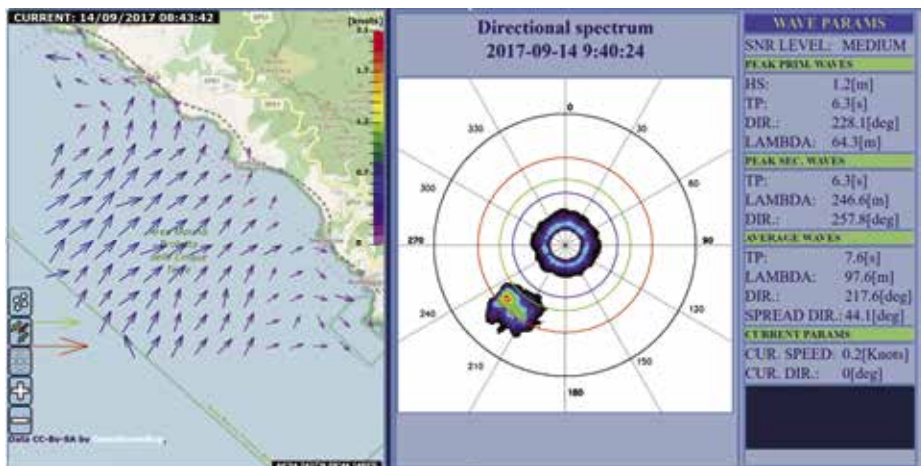


Figure 10 – Surface current field generated by the system at 8:40 am UTC on 14/09/2017.

Results

A brief overview of the Corniglia X-band Wave Radar System and SRS maps is performed in Fig.11 where the left panel shows an instantaneous rainfall intensity field generated by the radar during the morning of September 14th 2017 and the right panel the daily total precipitation amount distribution computed starting from the satellite microwave link sensors.

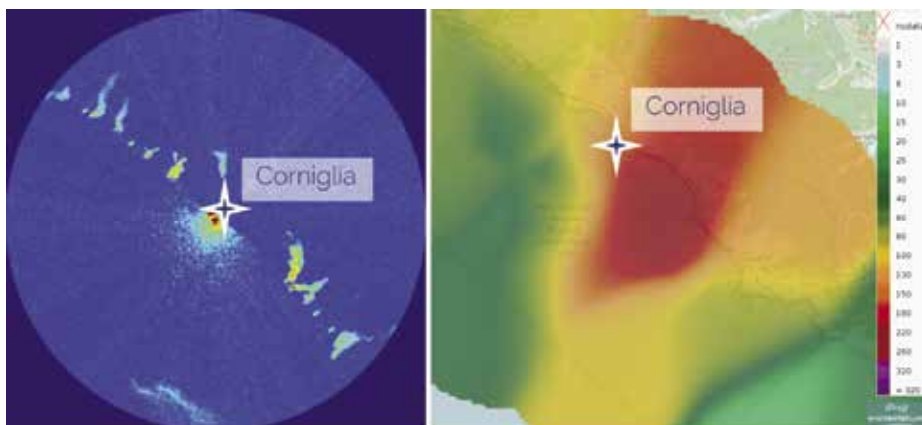


Figure 11 – Rainfall map measured by the CNR Wave Radar System on 14/09/2017 at 8:09 UTC on Corniglia (left panel) and the daily total rainfall measured by SRS during the same day (right panel).

The time and spatial variability of the precipitation event must be taken into account when evaluating the differences between the signal of rain gauge, radar and microwave satellite links. Currently, the RI measurements made by the SRS antennas are based on the solution of Eq.1 and the accuracy of the intensity maps obtained by interpolating such measurements is under evaluation as a major objective of the experimental campaign.

The comparison between daily accumulations measured by the co-located OS-IS rain gauge and SRS sensors has been performed for the Le Grazie (La Spezia) field site showing a good agreement, Fig. 12 illustrates an example.

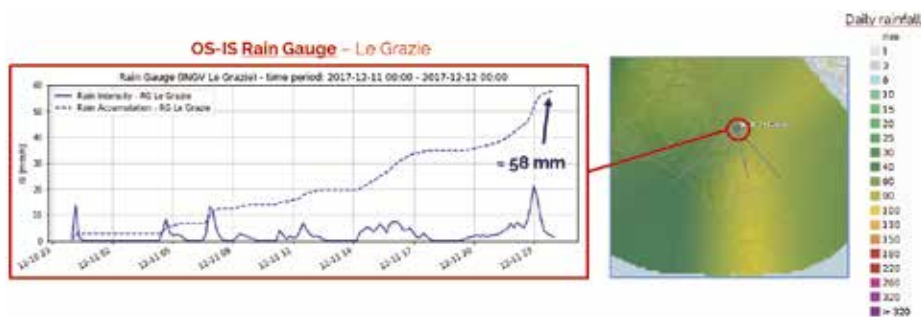


Figure 12 – Rainfall intensity and accumulation time series measured by the OS-IS rain gauge on 11/12/2017 on Le Grazie (left panel) and the daily total rainfall measured by SRS during the same day (right panel).

Similarly, the preliminary comparison between the rainfall intensity time series of Fig.13 (see the next page) demonstrates the capability of SRS to sense high rainfall intensity gradients (between 8:00 and 10:00 UTC of November 5th 2017) as well as low intensity figures (starting from 10:00 UTC of the same day).

The prosecution of this experiment will be aimed at validating the performance of the emerging monitoring techniques of SRS and Wave Radar System against reference measurements provided by OS-IS and external services (such as the Ligurian Agency of Environmental Protection observing network).

References

- [1] Bergemann, M., and C. Jakob (2016), *How important is tropospheric humidity for coastal rainfall in the tropics?*, Geophys. Res. Lett., 43, 5860–5868
- [2] Cremonini, R. and R. Bechini (2010), *Heavy Rainfall Monitoring by Polarimetric C-Band Weather Radars*. Water, 2, 838-848.
- [3] B. Federici, D. Caviglia, M. Pastorino, D. Sguerso, A. Randazzo, A. Delucchi and A. Caridi (2014), *System and method for monitoring a territory*, Italian Patent UIBM n. 0001412786 (pending EU n. EP2688223).

- [4] International Telecommunication Union (2005), *Specific attenuation model for rain for use in prediction methods*, Standard ITU-R P838, March, 2005.
- [5] Heiblum, R. H. and Koren, I. and O. Altaratz (2011), *Analyzing coastal precipitation using TRMM observations*, Atmospheric Chemistry and Physics, 11:24, pp 13201-13217

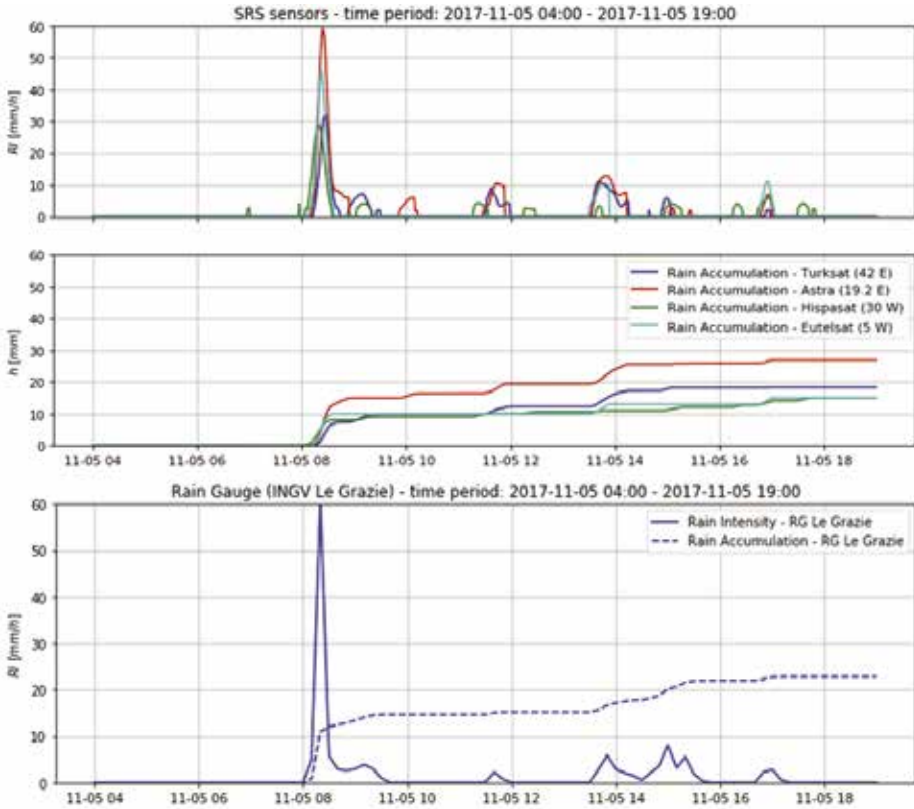


Figure 13 – Time series of the rainfall intensity measured by the SRS sensors (top panel), rainfall accumulation (middle panel) and the reference measurements performed by the co-located OS-IS rain gauge on 05/11/2017 at the Le Grazie test site (La Spezia).

LA REALIZZAZIONE DEI PARCHI EOLICI OFF-SHORE IN ITALIA: *QUIS, QUID, UBI, QUIBUS AUXILIIS, CUR, QUOMODO, QUANDO?*

Ilaria Lolli

Università di Pisa – Dipartimento di Giurisprudenza, P.zza dei Cavalieri, 2 -56122 Pisa,
Tel. 050 2218800, Fax 050 2218829, e-mail ilaria.lolli@unipi.it

Riassunto – Sebbene le fonti energetiche rinnovabili siano da anni oggetto di particolare interesse da parte del legislatore, stante il loro ruolo fondamentale in chiave di affrancamento dalle fonti fossili e di riduzione delle emissioni di gas serra, ad oggi nessuno dei parchi eolici *off-shore* per i quali è stato avviato l'*iter* per il rilascio dei titoli abilitativi (una ventina circa) è stato realizzato.

Contribuisce sicuramente a questa situazione un impianto normativo, frutto di successive stratificazioni nel tempo, che disegna un *iter* autorizzatorio molto articolato (c'è chi parla di «procedimento di procedimenti»), perché risultante dalla sommatoria di sub-procedimenti autonomi ed a loro volta complessi) e tuttavia spesso lacunoso (ad esempio sui criteri localizzativi degli impianti), e non sempre limpido (così in ordine al riparto di competenze per il rilascio dei diversi provvedimenti). Tutti fattori, peraltro, che favoriscono l'instaurarsi di contenziosi in sede giurisdizionale, che hanno l'effetto di rallentare, quando non di bloccare, la realizzazione dei progetti.

Da qui l'esigenza – della quale sembra comunque avvertito anche il legislatore più recente – di ripensare, semplificando e razionalizzando, le procedure autorizzatorie, come pure di introdurre criteri localizzativi che, operando *ex ante*, consentano di arrivare a scelte il più possibile condivise, anche al fine di disinnescare conflitti socio-ambientali altrimenti quasi inevitabili.

Abstract – *Although – given their fundamental role in reducing the dependency on fossil fuels and the emissions of greenhouse gases – renewable energy sources have been drawing great interest from the legislators over the past years, none of the around twenty planned off-shore wind farms for which the procedure for permit release was started have been installed.*

Surely, a legislative framework built from subsequent stratifications is a significant contributor to such a situation. The procedure to obtain the necessary authorizations is deeply intricate (some refer to it as a «procedure of procedures»), as it is a collection of autonomous sub-procedures, each one complex in its own right) and, at the same time, often lacking (such as in the case of the location criteria for wind farms) and not always straightforward (such as in the case for the assignment of competence regarding the release of the various authorizations). All these factors promote the onset of jurisdictional struggles, which can slow down – if not block altogether – the completion of the projects.

Hence the need – of which the most recent legislators appear to be aware – to rethink, simplify and rationalize the authorization procedures and to introduce location criteria that – by operating ex ante – may allow to come to decisions shared by most or all of the parties involved, therefore defusing social and environmental conflicts that may have otherwise been almost inevitable.

1. Tra il dire e il fare...

L'attenzione del legislatore italiano nei confronti delle fonti energetiche rinnovabili non è cosa recente: già la legge n.308/1982 disciplinava infatti l'installazione degli impianti di produzione di energia elettrica da «fonti rinnovabili di energia o assimilate», introducendo anche, a testimonianza di un evidente e dichiarato *favor*, una serie di incentivi economici, che avrebbero dovuto contribuire a superare eventuali ostacoli legati agli alti costi di installazione¹.

Oggi, a distanza di tanti anni, appare ormai consolidata nelle agende dei legislatori (sia europeo che italiano) la convinzione che il ricorso alle fonti energetiche rinnovabili, assieme al risparmio energetico ed all'aumento dell'efficienza energetica, oltre a favorire lo sviluppo tecnologico e l'innovazione, con positive ricadute sul progresso sociale e sulla crescita economica, costituisca uno degli strumenti più efficaci per l'affrancamento dalle fonti energetiche fossili – auspicabile anche in chiave di sicurezza degli approvvigionamenti – e per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra².

A tale esplicito riconoscimento non sembra peraltro corrispondere nel nostro Paese una adeguata messa a punto delle procedure autorizzatorie, il cui faticoso dipanarsi, spesso ulteriormente rallentato (quando non definitivamente bloccato) dalla apertura di contenziosi in sede giurisdizionale, costituisce probabilmente una delle principali ragioni per le quali, a tutt'oggi, la installazione di impianti a fonti rinnovabili appare ancora lenta e irta di ostacoli.

Proprio la mancata realizzazione dei parchi eolici *off-shore*³, per quanto in molti casi si sia giunti ad un buon punto *dell'iter* autorizzatorio o addirittura al rilascio dei relativi titoli (poi 'regolarmente' impugnati innanzi al giudice amministrativo), sembra rappresentare una sorta di cartina al tornasole di tutte le contraddizioni di un sistema che da un lato spinge per una accelerazione nel ricorso alle fonti rinnovabili per l'approvvigionamento energetico

¹ Già prima la legge n.457/1978 aveva stabilito che nella concessione di contributi pubblici per l'edilizia residenziale si dovessero preferire gli interventi di installazione di impianti alimentati a fonti rinnovabili.

² Cfr. sul punto i primi 5 *considerando* della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. Come è noto, la Direttiva fa parte del c.d. Pacchetto Clima-Energia 20-20-20, in virtù del quale al 2020 gli Stati membri dell'Unione Europea dovrebbero complessivamente garantire (c.d. *burden sharing*), assieme ad una riduzione delle emissioni di gas serra del 20 % rispetto ai livelli del 1990 e ad un miglioramento del 20 % dell'efficienza energetica, anche un incremento, pari almeno al 20 %, della quota di energia prodotta da fonti rinnovabili. Queste ultime sono peraltro destinate a giocare un ruolo chiave anche successivamente al 2020, dal momento che sempre a livello europeo è già stata varata una nuova strategia (cfr. la Comunicazione della Commissione COM(2014) 0015 - Quadro per il clima e l'energia 2030), che mira al raggiungimento, entro il 2030, di obiettivi ancora più ambiziosi, ossia, oltre ad una riduzione delle emissioni di gas serra almeno del 40 % rispetto ai livelli del 1990 e ad un miglioramento dell'efficienza energetica pari almeno al 27 %, anche ad una quota di soddisfacimento del consumo energetico da fonti rinnovabili anch'esso pari almeno al 27 %.

³ Ne contava 16, fra ritirati o a diversi stadi dell'*iter* autorizzatorio, Legambiente in un suo *Dossier* del 2015 (*L'assurdo stop all'eolico off-shore in Italia*, in www.legambiente.it). A questi se ne dovrebbero aggiungere almeno un altro paio, per i quali la procedura di VIA risulta ad oggi in corso. Anche il progetto denominato *Beleolico*, che prevede la installazione nella rada esterna del porto di Taranto di 10 turbine con una potenza nominale di 3 MW ciascuna (produzione annuale prevista di 80 GW) e che si è aggiudicato (unico concorrente) tutto il contingente di potenza incentivabile previsto dal D.M. Sviluppo economico 23 giugno 2016 per l'eolico *off-shore* e messo all'asta dal GSE nell'agosto del 2016, ha subito un rallentamento – probabilmente anche a causa di alcuni contenziosi che si sono aperti sulle diverse procedure – e non entrerà in funzione nell'autunno 2018, come originariamente previsto; prova ne è che a gennaio 2018 la validità del Decreto VIA è stata prorogata al 2020.

e, dall'altro lato, non riesce a costruire meccanismi autorizzatori che, pur tenendo conto di tutti gli interessi in gioco, garantisca peraltro snellezza e linearità procedimentale.

2. Il «procedimento di procedimenti» per la realizzazione degli impianti eolici *off-shore*.

La realizzazione di parchi eolici *off-shore* è assoggettata ad un *iter* autorizzatorio complesso, efficacemente descritto dalla giurisprudenza come un «“procedimento di procedimenti”, scandito [...] da subprocedimenti autonomi, di volta in volta finalizzati all'esame degli aspetti ambientali, di quelli propri del demanio marittimo ed infine di quelli direttamente connessi alla produzione dell'energia elettrica»⁴.

Secondo quanto prevede l'art.12, 3° comma, del d.lgs. n.387/2003, che, pur con successivi rimaneggiamenti, costituisce, assieme al d.lgs.n.28/2011, la normativa statale di riferimento in materia di fonti energetiche rinnovabili, la costruzione e l'esercizio degli impianti eolici *off-shore* (al pari degli altri impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili), come pure gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad una autorizzazione unica, che, in attuazione del principio di unicità del procedimento e nel rispetto delle norme vigenti «in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico», riunisce in sé, come vedremo, tutta una serie di titoli abilitativi, variamente denominati⁵.

Pur rispondendo a chiare esigenze semplificatorie, a conferma dell'evidente *favor* da parte del legislatore cui si accennava⁶, l'autorizzazione unica a sua volta – ed ecco la complessità del procedimento – presuppone, per quel che concerne in particolare i parchi eolici *off-shore*, da un lato il previo rilascio sia della concessione demaniale per l'uso del demanio marittimo (art.12, 3° comma), cui si accompagna, per gli impianti situati al di là delle acque territoriali, anche la concessione per l'utilizzazione della piattaforma continentale e delle acque soprastanti⁷: dall'altro lato, la valutazione di impatto ambientale (art.12, 4°

⁴ Così TAR Molise – Campobasso, sez.I, sent. n.992/2011, relativa ad un progetto per un parco eolico *off-shore* da 162 MW di fronte alla costa di Termoli (CB); analogamente Tar Sicilia, sez.II, sentenze n.2506/2017, n. 2507/2017, n.2512/2017, tutte concernenti un progetto per un parco eolico *off-shore* da 137 MW (poi ridotti a 136,8 MW) nel Golfo di Gela, tra Macchitella e Punta delle due Rocche.

⁵ Accanto all'autorizzazione unica la normativa vigente (il citato art.12 e l'art.6 del d.lgs.28/2011) prevede anche una procedura abilitativa semplificata (PAS) e, per gli impianti di potenza ancora inferiore, una semplice comunicazione relativa alle attività in edilizia libera. Ma, per quanto l'art.6, 9° comma, del d.lgs. 28/2011 abbia in particolare consentito alle Regioni di estendere la soglia di applicazione della PAS agli impianti di potenza fino ad 1 MW elettrico, la 'taglia' assai più elevata dei parchi eolici *off-shore* rende superfluo soffermarsi su questi ulteriori procedimenti.

⁶ *Favor* del quale si trova ulteriore conferma sia al 1° comma del citato art.12 del d.lgs.387/2003, in virtù del quale «le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti [...] sono di pubblica utilità, indifferibili ed urgenti», con conseguente costituzione di un vincolo preordinato all'esproprio per l'eventuale acquisizione forzata delle aree necessarie alla realizzazione del progetto, sia al 3° comma, là dove si prevede che l'autorizzazione unica «costituisce, ove occorra, variante allo strumento urbanistico».

⁷ Gli impianti *off-shore* situati al di là delle acque territoriali (e quindi non facenti parte del demanio marittimo) sono regolati dalla c.d. Convenzione di Montego Bay sul diritto del mare del 1982 (c.d.

comma), quest'ultima eventualmente a seguito di valutazione di incidenza per il caso in cui la realizzazione del parco eolico possa avere ripercussioni su uno dei siti di Rete Natura 2000 di cui alle direttive *Habitat e Uccelli*.

La complessità a questo punto è evidente: fatta eccezione per la relativa linearità del procedimento per il rilascio della concessione demaniale, gli altri subprocedimenti, relativi al rilascio della valutazione di impatto ambientale e dell'autorizzazione unica, si configurano a loro volta come procedimenti complessi, volti ad acquisire, mediante conferenze di servizi, ulteriori titoli abilitativi.

Quanto ai rapporti fra i diversi sub-procedimenti, il dato normativo sembra deporre incontestabilmente non solo nel senso di una successione cronologica fra gli stessi, ma anche in quello della efficacia condizionante di quelli antecedenti.

Da un lato, infatti, ai sensi del 3° comma dell'art.12 del d.lgs. 387/2003, così come integrato dall'art.2, comma 158, lett.c, delle legge n.244/2007 (Finanziaria 2008), in vigore dal 1/1/2008, l'autorizzazione unica viene rilasciata «previa concessione d'uso del demanio marittimo da parte della competente autorità marittima»⁸.

Dall'altro lato, il 4° comma del citato art.12, nel testo oggi vigente a seguito delle modifiche apportate dal d.lgs. 28/2011, prevede a sua volta che il termine massimo per la conclusione del procedimento per il rilascio, fissato in 90 giorni, debba essere computato «al netto dei tempi previsti [...] per il provvedimento di valutazione di impatto ambientale»⁹; sicché è giocoforza desumere che il giudizio di compatibilità ambientale debba concludersi – e positivamente, stante quanto previsto dall'art.5, lett.o, del d.lgs. n.152/2006¹⁰ – con un provvedimento che dovrà essere acquisito in seno al procedimento per il rilascio dell'autorizzazione unica, nella quale peraltro dovrà essere integrato, ex art.26 del d.lgs. 152/2006, così come modificato dal d.lgs.104/2017.

Questa sembra del resto la lettura offerta dalla stessa giurisprudenza (maturata in alcuni casi ancor prima che l'art.12, 4° comma, del d.lgs. n.387/2003 venisse modificato nei termini sopra detti), secondo la quale i «sub-procedimenti» per il giudizio di compatibilità ambientale e per il rilascio dell'autorizzazione unica sono «astretti da vincolo di

UNCLOS), ratificata dall'Italia con legge 689/1994. Peraltro, non avendo il nostro Paese istituito una zona economica esclusiva (ZEE) ai sensi dell'art.55 della Convenzione, non possono trovare applicazione diretta gli artt.56 e 60, che riconoscono al solo Stato costiero diritti sovrani per lo sfruttamento anche economico delle risorse all'interno della ZEE, compresa la produzione di energia derivata dai venti, come pure il diritto esclusivo di costruire, autorizzare e regolamentare la realizzazione di installazioni e strutture, comprese anche in questo caso quelle per la produzione di energia eolica. Tuttavia gli stessi artt.56 e 60 risultano comunque applicabili in forza del richiamo operato dall'art.80, che regola lo sfruttamento della piattaforma continentale, con la precisazione peraltro che, a differenza di quanto previsto per la ZEE, l'art.79 riconosce a tutti gli Stati, previo consenso dello Stato costiero, il diritto di posare cavi e condotte sul fondo marino.

⁸ Ovvero il provvedimento concessorio di cui all'art.2, 5° comma, legge 613/1967. Sul punto v. *infra* nota 14.

⁹ Il testo originario dell'art.12, 4° comma, prevedeva un termine di 180 giorni, senza far menzione della VIA. L'art.5, 2° comma, del d.lgs. n.28/2011 (in vigore dal 29 marzo 2011) ha ridotto il termine per il rilascio dell'autorizzazione unica a 90 giorni, prevedendone, come detto, la sospensione per la conclusione del procedimento di VIA, i cui termini, a loro volta, sono stati regolati dal d.lgs.104/2017. Sia i termini per il rilascio dell'autorizzazione unica che quelli per la VIA sono da considerarsi perentori e la loro mancata osservanza dà luogo a responsabilità disciplinare dei dirigenti degli uffici preposti (art.2 legge 241/1990); ciò che dovrebbe (forse) contribuire ad una accelerazione delle procedure.

¹⁰ In virtù del quale la VIA è un «provvedimento motivato, obbligatorio e vincolante».

presupposizione»¹¹, nel senso che il primo è «oggetto di un autonomo sub-procedimento, cronologicamente antecedente rispetto alla conferenza di servizi per il rilascio dell'autorizzazione unica»¹² e «con effetti direttamente condizionanti in relazione agli ulteriori ed autonomi subprocedimenti previsti nell'ambito dell'iter di rilascio dell'autorizzazione unica»¹³.

3. La competenza al rilascio dell'autorizzazione unica e della valutazione di impatto ambientale: una difficile cronistoria. Atto primo.

Non c'è dubbio che una parte cospicua del contenzioso che si è sviluppato in sede giurisdizionale intorno alla realizzazione dei parchi eolici *off-shore* sia legata alla difficile ricostruzione del quadro competenziale, in particolare per quel che concerne il rilascio della valutazione di impatto ambientale e dell'autorizzazione unica.

Mentre infatti la competenza al rilascio della concessione demaniale per l'utilizzazione del demanio marittimo e del mare territoriale «per finalità di approvvigionamento di fonti di energia» è sempre stata radicata a livello statale (come confermato espressamente dagli artt.104, 1° comma, lett.pp, e 105, 1° comma, lett.l, del d.lgs.112/1998 e successivamente ribadito dall'art.1, 7° comma, lett.l, della legge n.239/2004¹⁴), nel corso degli anni un legislatore assai ondivago ha più volte modificato, talvolta addirittura in rapida successione, la allocazione delle competenze per il rilascio degli altri provvedimenti; ciò che, come già accennato, ha certamente incrementato il numero dei ricorsi – in certi casi, va detto, proposti forse anche in maniera pretestuosa, proprio 'giocando' su un quadro normativo così accidentato – fino a coinvolgere, almeno in un caso, la stessa Corte costituzionale, chiamata a risolvere, con la sentenza n.171 del 2010, un

¹¹ Così la già citata sentenza del TAR Molise – Campobasso, sez.I, n.992/2011.

¹² Ancora Tar Sicilia, sez.II, sentenze n.2506/2017, n.2507/2017, n.2512/2017.

¹³ Sempre TAR Molise – Campobasso sez.I, sent. n.992/2011; analogamente, ancora Tar Sicilia, sez.II, sentenze n.2506/2017, n.2507/2017, n.2512/2017. Le pronunce riportate, tutte relative, come detto, a progetti di impianti eolici *off-shore*, richiamano peraltro considerazioni fatte proprie, con poche voci discordanti comunque anteriori alla riforma del 2011 (sul punto G. PIZZANELLI [9] p.111), dalla giurisprudenza maggioritaria in materia di fonti rinnovabili. Cfr. *ex pluribus*, Cons. Stato, sez.IV, sent. n.1807/2015; Cons. Stato, sez.IV, sent. n.4712/2015; Cons. Stato, sez.IV, sent. n.132/2018.

¹⁴ Nel conferire buona parte delle competenze sul demanio marittimo alle Regioni ed agli enti locali, il d.lgs. 112/1998 ha conservato allo Stato, come detto, la competenza al rilascio delle concessioni per finalità energetiche; lo stesso ha fatto la legge n.239/2004 (Riordino del settore energetico). Ragioni di spazio impongono di trascurare la questione della individuazione in concreto del soggetto competente. Qui si può solo ricordare che in generale la competenza viene ripartita in capo a diverse amministrazioni, a livello centrale (Ministro delle infrastrutture e trasporti) o periferico (Direzioni marittime o Capitanerie di porto). Questo regime si applica anche alla Sicilia, unica fra le Regioni ad autonomia differenziata cui lo Statuto (art.32) assegna genericamente i beni del demanio statale, compreso quindi quello marittimo (non così per la Sardegna o il Friuli Venezia Giulia). Come ribadito dall'art.7, 1° comma, della l.r. Sicilia 4/2003, la Regione esercita infatti le funzioni relative al rilascio di concessioni demaniali marittime per tutte le finalità, fatta eccezione, per l'appunto, di quelle relative all'approvvigionamento di fonti di energia. Quanto agli impianti *off-shore* situati al di là delle acque territoriali, trova applicazione il 'vecchio' art.2, 5° comma, della legge 613/1967, in virtù del quale tutte le attività di utilizzazione della piattaforma continentale per scopi diversi da quelli della coltivazione degli idrocarburi sono subordinate ad un provvedimento concessorio da parte della amministrazione marittima.

conflitto di attribuzioni tra enti insorto tra lo Stato e la Regione Puglia relativamente al rilascio della VIA su alcuni impianti eolici *off-shore* davanti alla costa pugliese¹⁵.

Ma, anche a prescindere dai potenziali effetti sull'aumento del contenzioso, quello che si dovrebbe comunque tener presente – e che, purtroppo, spesso viene dimenticato – è che il trasferimento di competenze da una amministrazione ad un'altra, soprattutto quando si tratta di devolvere funzioni che richiedono l'applicazione di normative ad elevato contenuto tecnico, quali per l'appunto quelle sulla valutazione di impatto ambientale o sull'autorizzazione unica, non è mai 'indolore' perché richiede riorganizzazione amministrativa (istituzione di uffici ed organi, definizione dell'*iter* procedurale), allocazione di risorse (umane, di beni, finanziarie), ed anche, per l'appunto, acquisizione di conoscenze per la interlocuzione con i proponenti (si pensi ai contatti preliminari per il c.d. *scoping*, ossia per la definizione della portata delle informazioni e del livello di dettaglio degli elaborati progettuali) come pure per la assunzione della decisione¹⁶.

Detto questo, una ricostruzione del quadro competenziale non può che prendere le mosse dalla già citata legge n.308/1982, anche se solo per completezza del discorso, dal momento che la realizzazione dei primi parchi eolici *off-shore* a livello mondiale data a partire dal 1991¹⁷ ed anzi, per quel che concerne il nostro Paese, la presentazione del primo progetto risale a molti anni dopo, ossia, salvo errori, al 2006¹⁸. La legge n.308/1982 aveva sostanzialmente previsto (art.4) una sorta di doppio regime, a seconda che gli impianti a fonti rinnovabili avessero una potenza superiore o inferiore a 3000 kWe: mentre nel primo caso, infatti, si confermava la riserva istituita a favore dell'ENEL dalla legge n.1643/1962 e la conseguente applicabilità del regime autorizzatorio previsto i suoi impianti, la realizzazione degli impianti sotto soglia, non assoggettati al regime di monopolio, veniva subordinata alla presentazione di una semplice comunicazione al Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato (oltre che all'ENEL ed all'ufficio tecnico delle imposte di fabbricazione competente per territorio).

La normativa nazionale trovava applicazione nei confronti non solo delle Regioni a statuto ordinario¹⁹, ma anche di quelle ad autonomia differenziata, le quali, ad eccezione della Sardegna, non godevano di potestà normativa in materia di energia, tranne che per l'utilizzo delle acque a scopo idroelettrico²⁰. La Sardegna, come detto, rappresentava un caso a sé,

¹⁵ E risolto a sfavore della Regione per la sua accertata incompetenza all'epoca della presentazione dell'istanza.

¹⁶ Una precisazione che vale per tutte le volte in cui il legislatore ha modificato la allocazione delle competenze: in tutti i casi, sono state introdotte norme transitorie che consentivano al proponente di optare fra la prosecuzione del procedimento innanzi alla amministrazione presso la quale era stata presentata l'istanza o, viceversa, di trasferirlo.

¹⁷ Risale per l'appunto a quell'anno la costruzione di quello che risulterebbe essere il primo parco eolico *off-shore* al mondo, la *Vindeby Offshore Wind Farm*, in Danimarca.

¹⁸ Data 31 luglio 2006 la presentazione dell'istanza di VIA per un parco eolico *off-shore* di 162 MW davanti alla costa di Termoli, in Molise. Dopo che sulle procedure autorizzatorie si sono pronunciati il Tar (Tar Molise, sent. n.992/2011) ed il Consiglio di Stato (sez.VI, sent. n.1674/2013), nel 2015 la decisione sulla VIA viene rimessa al Consiglio dei Ministri (sul punto v. *infra*), che si esprime negativamente. L'impianto non è stato (ancora) realizzato).

¹⁹ Dal momento che l'art.117 della Costituzione non menzionava l'energia fra le materie di competenza concorrente, era da ritenersi che essa rientrasse fra le competenze esclusive dello Stato; quanto alle funzioni amministrative, sia i decreti delegati del 1972 che il d.P.R. n.616/1977 avevano confermato – *tout court* i primi, con limitate eccezioni il secondo, ovviamente non riferite, data l'epoca, alle fonti rinnovabili – la loro titolarità in capo allo Stato per il comparto energetico.

²⁰ Tutti gli Statuti riconoscevano (e tuttora riconoscono) alle Regioni ad autonomia differenziata una competenza – talvolta esclusiva, in altri casi integrativa-attuativa o concorrente – relativamente alle

essendo titolare, senza dubbio per la sua condizione di accentuata insularità, oltre che di una potestà esclusiva in materia di «acque pubbliche» (art.3 St.), di potestà legislativa concorrente in materia di «produzione e distribuzione dell'energia elettrica» (art.4 St.)²¹, ma fino all'entrata in vigore del d.lgs.387/2003 non legifereva che limitatamente in materia di rinnovabili e comunque mai sul regime autorizzatorio.

Una decina di anni più tardi, l'art.22 della legge n.9/1991, introducendo una liberalizzazione completa del settore, escludeva espressamente dalla riserva a favore dell'ENEL la produzione di energia elettrica da fonti «considerate rinnovabili o assimilate», stavolta senza riferimento ad eventuali soglie di potenza degli impianti, limitandosi inoltre, quanto agli adempimenti a carico di chi avesse voluto realizzare gli impianti, a riprendere quanto già previsto dalla legge del 1982 circa un mero obbligo di comunicazione al Ministero dell'industria. A questo l'art.26 della legge n.10/1991 aggiungeva l'obbligo per gli impianti di rispettare le norme urbanistiche, di tutela artistico-storica ed ambientale (e la correlata necessità di acquisire le relative autorizzazioni).

Nel frattempo, in attuazione della Direttiva n.337/85/CEE, con legge n.349/1986 (art.6) e con due successivi DPCM, 10 agosto 1988 n. 377 e 27 dicembre 1988, il legislatore italiano aveva introdotto nel nostro ordinamento l'istituto della valutazione di impatto ambientale, radicando la relativa competenza in capo al Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dei beni culturali e ambientali. L'attuazione della direttiva era stata peraltro solo parziale, perché la normativa nazionale faceva riferimento ai soli progetti di cui all'Allegato I della direttiva stessa, che conteneva un elenco di opere da sottoporre obbligatoriamente a giudizio di compatibilità ambientale, mentre nulla si diceva circa i progetti di cui all'Allegato II, per i quali era stata rimessa agli Stati membri la decisione circa le modalità di effettuazione della valutazione. Ma né l'Allegato I della direttiva, il solo oggetto di effettivo recepimento da parte del legislatore italiano, né l'Allegato II, per il quale non era stata introdotta alcuna disposizione di attuazione, facevano menzione degli impianti eolici²².

L'inerzia del legislatore italiano nel recepimento della disciplina comunitaria per le categorie di opere di cui all'Allegato II della direttiva del 1985 si protrarrà per anni, per concludersi con l'emanazione del d.P.R. 12 aprile 1996, con il quale si incardinano in capo alle Regioni le competenze per la VIA, che diventa obbligatoria per i progetti di cui all'Allegato A (che include alcuni dei progetti di cui all'Allegato II della direttiva), mentre per i progetti di cui all'Allegato B (che contiene l'elenco dei rimanenti progetti di cui al medesimo Allegato II) viene subordinata ad una verifica di assoggettabilità, sempre che i progetti non ricadano, anche parzialmente, all'interno di aree protette, nel qual caso ritorna obbligatoria (cfr. art.1, 3°, 4° e 6° comma). Ma, ancora, gli impianti eolici non compaiono, né all'Allegato A né all'Allegato B.

Come si vede, dunque, almeno in questi primi interventi normativi il regime per gli impianti eolici, dovunque localizzati, era indubbiamente abbastanza 'blando': nessuna autorizzazione, ma una mera comunicazione²³; nessuna valutazione di impatto ambientale.

acque pubbliche, compresa l'utilizzazione a scopo idroelettrico, in alcuni casi fatte salve le concessioni di grandi derivazioni (cfr. art.14 St. Sicilia; art.3 St. Val d'Aosta; art.5 St. Trentino Alto Adige; art.5 St. Friuli Venezia Giulia).

²¹ Con correlata titolarità delle funzioni amministrative (art.6 St.)

²² Sulle vicende della difficile attuazione della normativa comunitaria in materia di valutazione di impatto ambientale cfr., *ex aliis*, A. MARTELLI [4], spec.p.1069 ss.

²³ Cui si aggiungevano, come detto, i provvedimenti autorizzatori, variamente denominati, di carattere urbanistico, ambientale, paesaggistico, storico-culturale.

Sul fronte delle eventuali autorizzazioni, il quadro normativo sembra subire, almeno all'apparenza, una modifica decisiva con il d.lgs. n.112/1998. In attuazione del disegno devolutivo della legge delega n.59/1997, il decreto sottrae espressamente allo Stato le funzioni amministrative relative alla costruzione ed all'esercizio degli impianti che producono energia da fonti rinnovabili (art.29, 2° comma, lett.g), funzioni che vengono delegate alle Regioni (art.30), fatta eccezione per alcune di esse, fra cui – e questo è il punto che maggiormente interessa ai nostri fini – quelle autorizzatorie per l'installazione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia, che vengono direttamente attribuite alle Province (art.31, 2° comma, lett.b).

Sembrirebbe, ad una prima lettura, che il potere autorizzatorio delle Province si estenda anche agli impianti alimentati da fonti rinnovabili (sempre a condizione che una normativa regionale disciplini il relativo procedimento), ma così non è, dal momento che, come ricordano taluni commentatori, nella *ratio* delle norme citate non si rintraccia la volontà di dar vita a nuove funzioni, bensì quella di conferire funzioni già esistenti; sicché, in assenza di una norma statale che preveda una autorizzazione per tali impianti (il regime, si è detto, è quello della mera comunicazione al Ministero dell'industria), il potere delle Province non può che ritenersi circoscritto ai soli impianti di produzione da fonti convenzionali²⁴.

E se per le fonti rinnovabili nessuna funzione autorizzatoria è stata conferita, nulla possono rivendicare le Regioni a statuto speciale ai sensi degli artt.10 e 30, 3° comma, del decreto legislativo, i quali, per evitare che esse vengano a godere di minore autonomia rispetto alle Regioni a statuto ordinario, prevedono che le funzioni ed i compiti conferiti a queste ultime vengano trasferiti, con le modalità previste dagli Statuti²⁵, anche alle Regioni ad autonomia differenziata.

Ma le cose, nel panorama normativo, stanno per cambiare. Nel frattempo infatti è già stata emanata la direttiva 97/11/CE in materia di valutazione di impatto ambientale e sta per arrivare la direttiva 2001/77/CE sulle fonti rinnovabili.

4. La competenza al rilascio dell'autorizzazione unica e della valutazione di impatto ambientale: una difficile cronistoria. Atto secondo.

A parziale modifica della direttiva 85/337/CE, la direttiva 97/11/CE inserisce gli «impianti di produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento (centrali eoliche)» al punto 3, lett.i, dell'Allegato II, che include le categorie di opere per le quali è rimesso agli Stati membri decidere se prevedere un esame del progetto caso per caso e/o se fissare soglie o criteri²⁶.

Recependo le modifiche apportate all'Allegato II dalla direttiva 97/11/CE, il DPCM 3 settembre 1999 (cfr. art.2, 2° comma, lett.e) inserisce (a partire dalla data della sua entrata in vigore, e quindi dal 27 dicembre 1999) gli «impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento» all'interno dell'Allegato B del d.P.R. 12 aprile 1996, ossia fra i progetti assoggettati a VIA regionale previa verifica di assoggettabilità, a meno

²⁴ Cfr sul punto E. PICOZZA [8] p.20; B. CARAVITA DI TORITTO [1] p.227 ss.; G. PIZZANELLI [9] p.93.

²⁵ Ossia con i decreti legislativi *ivi* previsti.

²⁶ Cfr. l'art.4 della direttiva 85/337/CE, così come modificata dalla direttiva del 1997. La direttiva del 1997 impone agli Stati membri di scegliere, per i progetti dell'Allegato II, fra un esame caso per caso e/o la fissazione di soglie o criteri, rendendo così obbligatorio ciò che la direttiva del 1985 aveva indicato come meramente esemplificativo delle possibili scelte degli Stati stessi.

che il progetto non ricada anche parzialmente all'interno di un'area protetta, nel qual caso è sempre necessaria.

Per la verità, non c'è una precisa corrispondenza fra la direttiva ed il DPCM del 1999: se la prima fa infatti riferimento, come detto, agli «impianti di produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento (centrali eoliche)», il decreto parla invece di «impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento», senza peraltro specificare cosa debba intendersi per «impianti industriali». Pare una modifica di poco conto, e per molti anni nessuno sembrerà accorgersi delle sue implicazioni. Finché, nel 2008 ...

Ma su questo torneremo. Quello che da ora preme mettere in evidenza è che, da questo momento, la realizzazione di impianti eolici – ancora, giova sottolinearlo, senza distinzioni relativamente alla loro localizzazione – sarà subordinata a VIA (necessaria nel caso in cui incida su aree protette, previa verifica di assoggettabilità negli altri casi) secondo le norme previste dalle leggi regionali.

Pochi anni dopo, in attuazione della direttiva 2001/77/CE, il d.lgs. n.387/2003, entrato in vigore il 15 febbraio 2004, introduce per le fonti energetiche rinnovabili un complesso ed articolato regime autorizzatorio, imperniato, come detto sull'autorizzazione unica. In particolare, l'art.12, 3° comma, del decreto attribuisce la competenza al rilascio dell'autorizzazione unica per gli impianti a fonti rinnovabili (*ivi* compresi quelli eolici, senza distinzioni fra *on-shore* ed *off-shore*) alla Regione o «altro soggetto istituzionale delegato dalla Regione». E, giova sottolineare, la nuova normativa si applica sia alle Regioni ad autonomia ordinaria che a quelle ad autonomia differenziata.

Il decreto arriva infatti dopo che legge costituzionale n.3/2001, di riforma del Titolo V della Costituzione del 2001, ha ricondotto la materia della «produzione, trasporto e distribuzione nazionale dell'energia» alla potestà legislativa concorrente Stato-regioni (art.117, 3° comma)²⁷.

Non è questa la sede per ragionare dell'asfittico dettato della Costituzione, che richiama solo alcune delle fasi della c.d. filiera energetica, tanto da richiedere un intervento 'correttivo' della stessa Corte costituzionale, la quale, nella sentenza n.383/2005, preciserà che l'espressione utilizzata in Costituzione deve intendersi come corrispondente alla nozione omnicomprensiva di «settore energetico», del resto fatta già propria dallo stesso legislatore statale nella legge n.239/2004; sicché nessuno spazio rimane per eventuali rivendicazioni da parte delle Regioni circa la titolarità di una competenza esclusiva/residuale *ex* art.117, 4° comma.

Piuttosto, giova ricordare che, sempre secondo la Corte costituzionale, alla materia *de qua* deve essere ricondotta anche la disciplina degli impianti di energia da fonti rinnovabili²⁸; che l'art.12 del d.lgs. n.387/2003, nel regolare l'installazione di tali impianti attraverso un procedimento che si conclude con il rilascio di un'autorizzazione unica, è una norma «ispirata a canoni di semplificazione» e «finalizzata a rendere più rapida la costruzione degli impianti di produzione di energia alternativa», conformemente a quanto previsto a livello comunitario²⁹; che la disciplina statale «presenta il carattere di normazione di principio e non di dettaglio», a nulla rilevando, ai fini di tale qualificazione, la complessità delle procedure, la quale «costituisce un dato formale non decisivo [...], se si considera che tali

²⁷ Spetta invece alle Regioni, secondo quanto prevede l'art.117, 6° comma, Cost. la potestà regolamentare.

²⁸ Cfr., *ex pluribus*, Corte costituzionale, sentenze nn.364/2006; 282/2009; 117, 168, e 194/2010; 192/2011; 99, 224 e 275/2012.

²⁹ Sentenze n.198/2014; n.344/2010

procedure e la loro applicazione sull'intero territorio nazionale rivestono un ruolo centrale ai fini della concreta attuazione della nuova politica energetica»³⁰; che, conseguentemente, il legislatore regionale non può introdurre, nell'ambito del procedimento di autorizzazione unica, nuovi o diversi limiti, condizioni o adempimenti rispetto a quelli indicati dalla norma statale³¹.

Ed è proprio in forza di queste ultime considerazioni che non superano il vaglio di costituzionalità alcune norme con le quali la Regione Puglia mira a regolamentare in maniera più stringente la realizzazione degli impianti eolici *off-shore*. Cadono così sotto la scure della Corte la norma in virtù della quale le aree dei pSIC marini di cui alla direttiva *Habitat* sono da ritenersi in ogni caso non idonee alla installazione; quella che, con l'intento dichiarato di tutelare gli *habitat* di pregio naturalistico (praterie di *Posidonia oceanica*) lungo gran parte delle coste pugliesi e la forte vocazione turistica di queste ultime, prevede che le relazioni ambientali per il rilascio dell'autorizzazione unica contengano una specifica analisi dei fondali interessati; quella che impone al richiedente di attivare le procedure per l'autorizzazione delle opere accessorie (p.e. i collegamenti con la rete di terra) contestualmente all'avvio della procedura per l'autorizzazione unica.

A fronte di una legislazione statale così pervasiva, l'azione del legislatore regionale appare dunque dotata di margini di manovra assai limitati, in certi casi addirittura nulli. E questo, come si è accennato, indipendentemente dal fatto che si tratti di Regioni a statuto ordinario o a statuto speciale.

Come già era accaduto per il d.lgs. 112/1998, la legge costituzionale n.3/2001 ha infatti sì messo mano al solo assetto competenziale Stato-Regioni a statuto ordinario, ma, per evitare che le Regioni ad autonomia differenziata finiscano per godere di una minor autonomia, con l'art.10 si è previsto che, sino all'adeguamento dei rispettivi statuti, esse accedano alle «forme di autonomia più ampie» previste dalla riforma. Ancora una volta è la Corte costituzionale a chiarire che, dal momento che «le competenze statutarie delle autonomie speciali in materia di energia sono sicuramente meno ampie rispetto a quelle riconosciute alle Regioni ordinarie», si deve applicare ad esse, «in base alla cosiddetta "clausola di maggior favore" prevista dall'art.10 [...] il parametro costituzionale corrispondente»³²; ne consegue che, attingendo al titolo competenziale di cui all'art.117, 3° comma, della Costituzione, anche la potestà normativa delle Regioni ad autonomia differenziata risulta assoggettata al limite dei principi fondamentali della materia, compreso, per l'appunto, il regime autorizzatorio per le fonti rinnovabili³³.

Gli 'spazi' già ridotti per il legislatore regionale risultano ancora più limitati dal momento che mancano – e mancheranno per molti anni – le Linee guida che, secondo quanto previsto dall'art.12, 10° comma, del d.lgs. n.387, la Conferenza Unificata dovrebbe approvare per lo svolgimento del procedimento di rilascio dell'autorizzazione unica, anche al fine di assicurare un corretto inserimento degli impianti, e specificamente di quelli eolici, nel paesaggio. Per la verità molte Regioni tentano di adottare, in assenza di quelle statali,

³⁰ Ancora la sentenza n.275/2012. In altre occasioni la Corte ha riconosciuto natura di principio fondamentale, di volta in volta, ad alcune specifiche previsioni, quali il termine per la conclusione del procedimento di autorizzazione unica (sentenze nn.364/2006; 192/2011; 124/2010) o i criteri di localizzazione degli impianti (sentenze nn.224/2012; 192/2011; 124, 168, 332, 366/2010).

³¹ Sentenze n.124/2010 e n.344/2010, di cui subito nel testo.

³² Così Corte Costituzionale, sentenza n.199/2014. Analogamente, sentenze n.224/2012; n.165/2011; n.383/2005; n.168/2010.

³³ Sentenza n.275/2012.

proprie linee guida (che molto spesso celano delle vere e proprie moratorie), ma il tentativo non va a buon fine: secondo la Corte costituzionale, anche le Linee guida statali costituiscono principi fondamentali della materia, imprescindibili per il legislatore regionale³⁴.

Le Linee guida, è noto, verranno approvate dalla Conferenza Unificata solo nel mese di luglio 2010, per essere poi adottate con il d.m. 10 settembre 2010, quando ormai, come vedremo, la competenza al rilascio dell'autorizzazione unica per gli impianti eolici *off-shore* è stata nuovamente trasferita a livello statale; sicché questi ultimi risulteranno espressamente – e correttamente, trattandosi di un atto destinato alle Regioni – esclusi dall'ambito applicativo delle Linee guida stesse (cfr. punto 2.2). E, poiché la lacuna non è stata colmata, ad oggi non esistono, come vedremo, criteri per la corretta localizzazione degli impianti eolici *off-shore*.

Ma facciamo un passo indietro e torniamo alla nostra tormentata cronistoria. A partire dal 15 febbraio 2004, come si è detto, la realizzazione di impianti eolici, dovunque localizzati, viene subordinata al rilascio della autorizzazione unica da parte della Regione (o dell'ente indicato dalla Regione)³⁵, previa VIA regionale (a seguito di verifica di assoggettabilità o necessaria se il progetto interessa un'area protetta)³⁶ e previa concessione d'uso del demanio marittimo, di competenza statale³⁷.

Di nuovo però interviene il legislatore, questa volta sulla disciplina della valutazione di impatto ambientale. A far data dal 12 agosto 2006³⁸, il d.lgs. n.152/2006 (c.d. Codice dell'ambiente), nel riordinare la disciplina in materia, conferma quanto già previsto dalla normativa previgente ed include (punto 2, lett.e), gli «impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento» nell'Elenco B dell'Allegato III, e quindi fra quei progetti che, secondo quanto prevede l'art.23, 1° comma, devono essere necessariamente sottoposti a VIA nel caso in cui ricadano anche parzialmente all'interno di aree protette (lett. b) ovvero, al di fuori di questa ipotesi, assoggettati a VIA a seguito di verifica di assoggettabilità (lett.c)³⁹.

In questo, come detto, niente di nuovo rispetto al passato. La vera novità sta nel fatto che per l'individuazione dell'autorità competente gli artt.25 e 35 del d.lgs. 152/2006, in base ad un principio del parallelismo fra funzioni autorizzatorie e competenza al rilascio del parere di compatibilità ambientale, riservano al livello statale la VIA sui progetti sottoposti ad autorizzazione statale (cui aggiungono quelli aventi impatto ambientale interregionale o internazionale) e affidano invece alla Regione la competenza per la VIA sugli altri progetti⁴⁰.

³⁴ Sentenze n.166/2009; n.282/2009; n.344/2010; n.119/2010.

³⁵ Art.12, 3° comma, d.lgs. n.387/2003.

³⁶ Allegato B del d.P.R. 12 aprile 1996, come modificato dal DPCM 3 settembre 1999.

³⁷ Artt.104,1° comma, lett.pp, e 105, 1° comma, lett.l, del d.lgs.112/1998 e art. 1, 7° comma, lett.l, della legge n.239/2004.

³⁸ Data di entrata in vigore della sola Parte seconda del Codice (che include la disciplina della valutazione di impatto ambientale), in deroga a quella stabilita per le rimanenti disposizioni (29 aprile 2006).

³⁹ E ancora si registra una discrasia con la normativa comunitaria, dal momento che la direttiva 85/337/CEE, così come modificata dalla Direttiva 97/11/CE e dalla Direttiva 2003/35/CE, continua a riferirsi, genericamente, agli «impianti di produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento (centrali eoliche)», che risultano sempre inseriti (punto 3, lett.i) nell'elenco di cui all'Allegato II. Anche in seguito nulla cambierà: la direttiva 2011/92/UE, che, come modificata dalla direttiva 2014/52/UE costituisce la normativa europea oggi vigente, utilizza infatti la medesima locuzione, confermando per le centrali eoliche il regime previgente.

⁴⁰ Un principio di (tendenziale) parallelismo era già stato invocato, con scarso successo, dall'art.71 del d.lgs. n.112/1998, il cui dettato era peraltro più ampio, perché riservava allo Stato anche le opere ed

E, dal momento che l'art.12 del d.lgs. n.387/2003, come detto, incardina in capo alla Regione (o all'ente indicato dalla Regione) la competenza al rilascio dell'autorizzazione unica, competente per la VIA sarà l'autorità individuata dalla Regione con una propria legge.

Ma non è ancora finita. Tutto cambia infatti un'altra volta a partire dal 1° gennaio 2008, data di entrata in vigore della legge n.244/2007 (Finanziaria 2008), la quale, all'art.2, comma 158, lett.c, modifica l'art.12, 3° comma, del d.lgs. n.387/2003 prevedendo che per i soli impianti eolici *off-shore* l'autorizzazione unica venga rilasciata dal Ministero dei trasporti, sentiti il Ministero dello sviluppo economico ed il Ministero dell'ambiente.

A fronte di questa nuova allocazione di competenze, c'è chi, come la Regione Molise, evidentemente insoddisfatta, tenta di recuperare spazi decisionali. La l.r. n.15/2008, volta a regolamentare l'installazione di impianti eolici e fotovoltaici sul territorio regionale allo scopo dichiarato di «consentire la realizzazione di impianti meno impattanti e più produttivi» (art.1), oltre ad una serie di divieti e prescrizioni per quelli *on-shore*, introduce anche un divieto generalizzato di realizzazione di impianti eolici *off-shore*, comprese «le opere connesse ricadenti sul territorio regionale» (art.2, 1° comma, lett.m). Ma anche in questo caso, come altre norme regionali in passato, la norma non supera il vaglio della Corte costituzionale che, con la sentenza n.282/2009, ne dichiara la illegittimità per violazione dell'art.117, 3° comma, Cost., stante la natura di principi fondamentali sia dell'art.12, 3° comma, del d.lgs.387/2003, là dove radica la competenza per il rilascio dell'autorizzazione unica in capo al Ministero dei trasporti, sia dell'art.1, 7° comma, lett.l, della legge n.239/2004, che come si è visto riserva allo Stato le funzioni amministrative relative alla utilizzazione del demanio marittimo e del mare territoriale «per finalità di approvvigionamento di fonti di energia».

Ma facciamo ancora una volta un passo indietro. Il trasferimento in capo al Ministero dei trasporti della competenza al rilascio dell'autorizzazione unica a far data dal 1° gennaio 2008 fa sì che, in applicazione del principio del parallelismo di cui agli artt.25 e 35 del d.lgs. n.152/2006, sempre a partire da quella data anche la competenza per il giudizio di compatibilità ambientale sui progetti di parchi eolici *off-shore* si trasferisca a livello statale, in capo al Ministro dell'ambiente, che decide, in virtù di quanto previsto dalle norme citate, «di concerto» con il Ministro per i beni culturali.

Non sono trascorsi neppure due mesi quando, del tutto inopinatamente, il d.lgs. n.4/2008, in vigore dal 13 febbraio 2008, nel riscrivere in larga parte la disciplina sulla VIA di cui al d.lgs.152/2006, trasferisce nuovamente in capo alle Regioni la competenza al rilascio del giudizio di compatibilità ambientale sugli impianti eolici, stavolta senza alcuna distinzione fra impianti *on-shore* o *off-shore*.

Secondo quanto prevede infatti l'art.7, 3° e 4° comma, del d.lgs.152/2006, così come per l'appunto modificato dal d.lgs. 4/2008, mentre i progetti di cui all'Allegato II alla Parte II sono assoggettati a VIA necessaria in sede statale, i progetti di cui agli Allegati III e IV della Parte II sono invece sottoposti a VIA regionale. E gli impianti eolici, come detto, sono fra quelli rimessi alla competenza regionale, figurando peraltro sia all'Allegato III che all'Allegato IV; ciò che finirà per rendere il quadro assolutamente perplesso.

Se infatti, da una parte, l'Allegato III, che elenca i progetti per i quali la VIA è sempre necessaria (art.6, 6° comma, lett.a), include gli «impianti eolici per la produzione di

infrastrutture di rilievo nazionale e gli impianti industriali di particolare e rilevante impatto, espressioni giudicate peraltro decisamente nebulose da non pochi commentatori. Sul punto v. L. MEZZETTI [5] p.1035 ss.

energia elettrica, con procedimento nel quale è prevista la partecipazione obbligatoria del rappresentante del Ministero per i beni e le attività culturali»(lett.c-*bis*); dall'altra parte, l'Allegato IV, riprendendo la locuzione già utilizzata nel 'vecchio' DPCM 3 settembre 1999, include invece gli «impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento» (lett.e), per i quali la VIA può conseguire all'esito di una verifica di assoggettabilità (art.6, 7° comma, lett.c), a meno che il progetto non interessi anche parzialmente un'area protetta, nel qual caso è sempre necessaria (art.6, 6° comma, lett.b).

Ciò che emerge è che, a differenza della normativa comunitaria, che continua a riferirsi agli «impianti di produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento (centrali eoliche)», per il legislatore italiano paiono ora esistere due tipologie di impianti eolici; e che, paradossalmente, alla luce delle nuove disposizioni risulterebbe che la normativa previgente avrebbe assoggettato a VIA quegli impianti (gli «impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento»), che ora sono considerati invece dotati di un impatto meno rilevante, tanto che la loro assoggettabilità al giudizio di compatibilità ambientale è subordinata ad uno *screening* (a meno che non si 'tocchi' un'area protetta).

Non è questa la sede per dar conto dell'ampio dibattito scaturito, soprattutto in seno alle amministrazioni coinvolte, sul senso da dare – nel silenzio del legislatore – alle due disposizioni, anche perché, per quel che ci riguarda, gli impianti eolici *off-shore* verranno sempre pacificamente ricondotti all'Allegato III e quindi obbligatoriamente sottoposti a VIA regionale⁴¹.

Dunque, a partire dal 13 febbraio 2008, con buona pace di ogni principio del parallelismo, il quadro competenziale si modifica nel senso che l'autorizzazione unica resta a livello statale, mentre la VIA si sposta a livello regionale.

Ma anche questo nuovo assetto è destinato a mutare: la legge n.99/2009, in vigore dal 15 agosto 2009, trasferisce nuovamente la competenza sulla valutazione di impatto ambientale al livello statale. L'art.42, 1° comma, della legge inserisce infatti all'Allegato II del d.lgs.152/2006, che contiene l'elenco dei progetti che debbono essere sottoposti a VIA statale sempre necessaria, il n.7-*bis*, relativo agli «impianti eolici per la produzione di energia elettrica ubicati in mare».

E poi, l'ultima tappa. Emanato in attuazione della direttiva 2014/52/UE, il d.lgs.104/2017 nuovamente interviene in materia di VIA, confermando peraltro, per quanto qui può interessare, l'impianto normativo previgente. Non viene infatti toccata la collocazione degli «impianti eolici per la produzione di energia elettrica ubicati in mare», che continuano a figurare al n.7-bis dell'Allegato II del d.lgs.152/2006, ossia fra i progetti assoggettati a VIA statale necessaria, secondo quanto ora prevede l'art. 7-bis, 2° comma, sempre del d.lgs. 152/2006, introdotto dal nuovo decreto legislativo. E si conferma altresì che l'autorità

⁴¹ In una Nota del 19 giugno 2008 (prot.n.10655) l'Ufficio legislativo del Ministero per i beni culturali riterrà di interpretare il testo normativo affermando che gli impianti di cui all'Allegato IV, sarebbero quelli da realizzare all'interno di impianti industriali già esistenti (da cui la minor severità della previsione, che assoggetta il progetto a *screening*, insistendo «su aree già vocate ad attività produttive e, quindi già compromesse sul piano paesaggistico ambientale») e che, conseguentemente, l'Allegato III riguarderebbe tutti gli altri impianti. E di nuovo si registreranno posizioni contrastanti fra le diverse amministrazioni dopo che l'art.27, comma 43, della legge 99/2009 ha previsto che la verifica di assoggettabilità debba essere effettuata solo per gli impianti «con potenza complessiva superiore a 1 MW». Il discorso ci porterebbe troppo lontano, dal momento che ormai la questione non riguarda più i parchi eolici *off-shore* (v. *infra* nel testo), comunque, riassuntivamente sulla vicenda cfr. la Nota *Impianti eolici e paesaggio* (15 dicembre 2015) dell'Osservatorio nazionale per la qualità del paesaggio, istituito presso il Ministero dei beni culturali, spec. p.7 ss.

competente al rilascio della VIA è il Ministro dell'ambiente (MATTM), di concerto con il Ministro dei beni culturali (MiBACT) (artt.25, 2° comma, e 27, 8° comma), dopo che i due Ministeri hanno collaborato alla fase istruttoria del procedimento (art.7-bis, 4° comma)

Siamo alla fine (almeno per ora...) di un percorso, come si è visto, a dir poco accidentato. Sulla base della normativa vigente, dunque, l'autorizzazione unica per gli impianti eolici *off-shore* viene rilasciata da quello che oggi è il Ministero delle infrastrutture e trasporti, sentiti il Ministero dello sviluppo economico e il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (art.12, 3° comma, del d.lgs. n.387/2003, così come modificato dalla legge n.244/2007), mentre la VIA è adottata dal Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dei beni culturali (artt.7-bis, 25 e 27 del d.lgs.152/2006)⁴².

4.1. (segue) Quando il 'concerto' non c'è.

L'eolico *off-shore* e la tutela del paesaggio.

Si è detto che, secondo le norme attualmente in vigore, la VIA è rilasciata dal Ministro dell'ambiente «di concerto» con il Ministro dei beni culturali. Potrebbe accadere – è talvolta accaduto anche per i progetti di impianti eolici *off-shore* – che in sede di rilascio del parere di compatibilità i due Ministri non raggiungano un accordo. Ebbene, in questo caso, l'art.5, 2° comma, lett.c-bis della legge n.400/1988, così come modificato dall'art.12 del d.lgs. n.303/1999, prevede che la questione, al pari di tutte quelle che vedono coinvolti due Ministri investiti di funzioni attive ed in contrasto fra di loro, possa essere deferita dal Presidente del Consiglio al Consiglio dei Ministri «ai fini di una complessiva valutazione ed armonizzazione degli interessi pubblici coinvolti».

Infatti, come è stato sottolineato dal Consiglio di Stato proprio con riferimento al mancato raggiungimento del concerto per la VIA di un parco eolico *off-shore*, è in quella sede che l'eventuale contrasto di posizioni «trova la sua naturale composizione», trattandosi dell'organo che «svolge il fondamentale ruolo di istanza amministrativa di indirizzo e di coordinamento dove possono trovare composizione, in base a motivate valutazioni implicanti la individuazione dell'interesse pubblico prevalente, gli interessi pubblici valutati difformemente dalle Amministrazioni coinvolte»⁴³.

⁴² Solo un'ultima notazione, per completezza del discorso (e per rimarcare, se mai ve ne fosse bisogno, quanto sia intricato l'assetto delle competenze). Dopo le modifiche apportate dalla legge n.244/2007, era rimasta in capo alle Regioni la competenza al rilascio dell'autorizzazione unica (e quindi anche della VIA) per gli impianti eolici *on-shore*. Anche in questo caso, peraltro, il quadro competenziale è mutato, dal momento che il d.lgs. n.46/2014, modificando ulteriormente l'art.12, 3° comma, ha previsto (art.1) che la competenza al rilascio dell'autorizzazione unica per gli impianti a fonti rinnovabili (compresi quindi gli impianti eolici *on-shore*) spetti alle Regioni o al Ministero dello Sviluppo economico a seconda che si tratti, rispettivamente, di impianti con potenza inferiore ovvero pari o superiore a 300 MW. Quanto alla valutazione di impatto ambientale, sulla base della normativa vigente (ossia a seguito delle modifiche apportate da ultimo dal d.lgs.104/2017), sono assoggettati a VIA statale necessaria i progetti di impianti eolici *on-shore* con potenza complessiva superiore a 30 MW (Allegato II, n.2. d.lgs.152/2006); sono invece sottoposti a VIA regionale previa verifica di assoggettabilità i progetti di impianti eolici con potenza complessiva superiore ad 1 MW (Allegato III, lett.c-bis e Allegato IV, n.2, lett.d).

⁴³ Consiglio di Stato, sez.VI, sent. n.1674/2013 (che conferma TAR Molise - Campobasso, sez.I, n.992/2011). La questione sottoposta al vaglio dei giudici amministrativi aveva ad oggetto la VIA relativa alla centrale eolica *off-shore* che si sarebbe dovuta realizzare davanti alla costa molisana, tra

La sentenza del Consiglio di Stato sviluppa peraltro alcune ulteriori considerazioni che meritano qualche riflessione, perché, partendo proprio dal ‘peso’ che al Ministro dei beni culturali viene riconosciuto all’atto della valutazione di impatto ambientale, affronta anche la *vexata quaestio* dell’impatto sul paesaggio dei parchi eolici, con particolare riferimento proprio a quelli *off-shore*.

Secondo i giudici di Palazzo Spada, la scelta normativa di attribuire al Ministro dell’ambiente ed al Ministro dei beni culturali il potere di codecisione nella procedura di VIA – del quale sarebbe prova, per l’appunto, la devoluzione della decisione al Consiglio dei Ministri in caso di dissenso fra i due Ministeri – sarebbe il segno «che la valutazione paesaggistica [...] risulta collocata sullo stesso piano di importanza di quella più spiccatamente ambientale»; e ciò, e questo è un punto fondamentale, «anche quando – in ipotesi – non sia specificamente coinvolta la gestione di vincoli paesaggistici».

Ritengono infatti i giudici che, in sede di VIA, le valutazioni del Ministro dei beni culturali debbano riguardare «una proiezione spaziale più ampia» rispetto alle aree specificamente sottoposte a vincolo paesaggistico ed oggetto di perimetrazione, dal momento che le opere, sottoposte a giudizio di compatibilità ambientale proprio per il loro indubbio impatto ambientale e visivo, «potrebbero incidere negativamente sui valori paesaggistici anche se poste a notevole distanza dai territori vincolati».

Ne consegue, sempre ad avviso dei giudici, che l’apprezzamento in ordine alla compatibilità ambientale di tali opere deve «giocoforza» coinvolgere, anche a livello paesaggistico, «gli effetti anche indiretti di possibile incisione del bene-paesaggio, con una valutazione di tipo sostanzialistico, estesa ad ogni ambito territoriale significativo sul piano paesaggistico e naturalistico che potrebbe subirne pregiudizio, anche se posto a distanza dall’area di localizzazione dell’intervento».

Lo «spessore» dei poteri del Ministro dei beni culturali troverebbe quindi una sua ragion d’essere non solo relativamente al tratto marino interessato, ma anche quando l’impianto *off-shore* dovesse risultare visibile dall’occhio umano dalla costa o unitamente alla costa per chi guardasse dal mare.

Così, a fronte di un vincolo paesaggistico imposto su un tratto di costa, il particolare pregio di questo potrebbe risultare comunque leso «quando dalla costa non si possa più percepire la linea dell’orizzonte che divide il cielo dal mare, a causa della realizzazione di opere stabili, realizzate per mano dell’uomo».

Da qui, e conclusivamente, la considerazione che l’eventuale pregiudizio al paesaggio derivante da un impianto eolico *off-shore* dovrebbe essere valutato non solo in presenza di uno specifico vincolo paesaggistico, istituito con provvedimento amministrativo o con legge, su una determinata porzione di mare; non solo quando il vincolo concernente un tratto di costa si estendesse al mare circostante o comunque prendesse specificamente in considerazione la visibilità dalla costa del tratto di mare circostante; ma anche nel caso in cui il vincolo paesaggistico imposto su un tratto di costa non dovesse includere il rapporto visivo fra la costa ed il mare, stante, dice il Consiglio di Stato, «l’ovvietà di tale rapporto».

Fin qui la sentenza C’è però un punto, che la sentenza semplicemente ‘sfiora’ e che invece rappresenta una delle questioni cruciali quando si parla di impianti eolici *off-shore*. Come infatti ricordano gli stessi giudici – ma solo *en passant*, essendo comunque dirimente,

Termoli e Punta Penna e che salvo errori costituisce, come detto, il primo progetto di eolico *off-shore* presentato nel nostro Paese.

ai fini della loro decisione, la circostanza che nel caso di specie esisteva un vincolo paesaggistico che insisteva sulla terraferma fino alla linea di costa (ancorché non esteso, quindi, al tratto di mare circostante o alla vista su quest'ultimo dalla costa) – tutte le coste italiane sono sottoposte a vincolo paesaggistico *ex lege*⁴⁴.

Ora, non c'è dubbio che, in presenza di vincoli paesaggistici *ad hoc* nel senso chiarito dal Consiglio di Stato, all'interesse alla tutela del paesaggio debba essere riconosciuto, nel bilanciamento con gli altri interessi potenzialmente antagonisti (primi fra tutti quello alla tutela dell'ambiente e quello allo sviluppo delle fonti rinnovabili a copertura del fabbisogno energetico), un peso specifico particolarmente elevato, fino a giustificare, in determinate e motivate ipotesi di compromissione irreversibile di aspetti e caratteri identitari del territorio ritenuti irrinunciabili⁴⁵ ed in assenza di alternative (quale potrebbe essere in ipotesi, l'arretamento verso il mare aperto degli impianti o l'adozione di misure di mitigazione), anche un divieto di installazione.

È tuttavia altrettanto chiaro che, per le altre porzioni di costa, poiché si è comunque in presenza di interessi costituzionali gerarchicamente pariorinati, il bilanciamento tra di essi non potrebbe che tradursi nella loro «ponderazione comparativa», da effettuarsi comunque in modo da evitare, in coerenza con il principio dello sviluppo sostenibile e di quello di integrazione, il completo sacrificio degli interessi ritenuti recessivi⁴⁶; non vi è dubbio peraltro, che in questo caso proprio la tutela del paesaggio potrebbe dover assumere tale carattere di recessività, venendo invece maggiormente in considerazione l'eventuale conflitto fra l'interesse alla installazione di un impianto eolico, comunque assistito dal *favor* di cui si diceva per le fonti rinnovabili, e tutela dell'ambiente, per gli innegabili impatti che questo tipo di impianti genera a carico degli ecosistemi⁴⁷.

Ma, anche per la cospicua giurisprudenza maturata, il tema non può in questa sede che essere, per la sua vastità, semplicemente accennato.

4.2 (segue): ma esistono gli impianti eolici *near-shore*?

Una parte cospicua del contenzioso che si è sviluppato relativamente alle procedure autorizzatorie per la realizzazione degli impianti eolici *off-shore* è senz'altro legata, già lo si è detto, a questioni di titolarità (rivendicata o negata) al rilascio dei titoli abilitativi. E certo il quadro normativo che sopra si è cercato, non senza fatica, di ricostruire ha senz'altro contribuito, per la sua complessità, ad un aumento del contenzioso.

Nel succedersi talvolta convulso delle norme si inserisce anche il 'tentativo' esperito dal Comune di Taranto al fine di rivendicare, non per sé ma per la Regione Puglia, la competenza a rilasciare l'autorizzazione unica.

Il Comune agisce infatti per l'annullamento del provvedimento rilasciato nel 2013 dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti per l'impianto eolico da realizzare nella rada esterna del porto di Taranto⁴⁸, sostenendo che, accanto agli impianti *on-shore* ed *off-shore*,

⁴⁴ In virtù di quanto prevede l'art.142 del d.lgs.42/2004 (e prima di questo già l'art.1 della legge 431/1985) sono sottoposti a vincolo paesaggistico i «territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare».

⁴⁵ Cfr. l'art.131, 2° comma, del d.lgs.42/2004.

⁴⁶ Sul punto S. PIANTA [7] p.553 ss.; L. FERRARO [2] p.9 ss.; V. PIZZANELLI, [9] p.16 ss.

⁴⁷ Cfr. L. FERRARO [2] spec. p.9 ss.; V. MOLASCHI [6] p.175.

⁴⁸ V. *supra* nota 3.

esisterebbe anche un *tertium genus*, rappresentato dagli impianti *near-shore*, ossia impianti da realizzarsi nella fascia dell'entroterra a meno di 3 km dalla costa o sul mare ad una distanza di 7-10 km dalla costa. Per questa tipologia di impianti, cui si farebbe del resto riferimento in alcuni atti del procedimento autorizzatorio come pure nel decreto concernente la VIA, la competenza, sostiene il Comune, spetterebbe alla Regione.

Ma il tentativo non va a buon fine: prima il Tar, poi il Consiglio di Stato respingono l'ipotesi senza troppi giri di parole: «il legislatore [ha] contemplato soltanto due tipologie di impianti, quelli (comunemente detti *onshore*), da realizzarsi sulla terraferma su autorizzazione della Regione (o delle province delegate) e quelli (definiti anche normativamente *offshore*) da posizionarsi a mare, non importa a che distanza dalla costa, dietro autorizzazione del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti». Ne consegue che, poiché «[i]l dato normativo – l'unico a cui occorre rapportarsi ai fini di causa – non autorizza una diversa conclusione», non può avere alcuna rilevanza il fatto che, «sulla base di nozioni e parametri propri del settore di riferimento», possa anche «ipotizzarsi [...] una terza tipologia di aerogeneratori, quelli per l'appunto *near-shore*, caratterizzati dal loro posizionamento a mare, ma a breve distanza dalla costa»⁴⁹.

5 Ancora su valutazione di impatto ambientale ed autorizzazione unica: verso una auspicabile razionalizzazione

Già l'art.6 della direttiva 2001/77/CE (quella per la cui attuazione, come detto, sarebbe stato emanato il d.lgs. 387/2003) individuava, fra gli obiettivi che gli Stati membri avrebbero dovuto perseguire nel regolare le procedure autorizzatorie per gli impianti a fonti rinnovabili, quello di «ridurre gli ostacoli normativi e di altro tipo all'aumento di produzione da fonti energetiche rinnovabili», come pure quello di «razionalizzare e accelerare le procedure all'opportuno livello amministrativo». Alcuni anni dopo, il concetto viene ripreso dall'art.13 della direttiva 2009/28/CE (attuata con il d.lgs. 28/2011), che ribadisce la necessità che l'installazione di impianti a fonti rinnovabili consegua a «procedure amministrative semplificate ed accelerate».

Non c'è dubbio che, per come è congegnata, l'autorizzazione unica risponda effettivamente ad esigenze di razionalizzazione e di semplificazione, peraltro già evocate nella stessa rubrica dell'art.12 del d.lgs.387/2003: a questo mira l'art.12 quando prevede che l'adozione dell'autorizzazione stessa consegua ad un «procedimento unico» al quale partecipano «tutte le Amministrazioni interessate» (4° comma); o quando impone che queste ultime debbano esprimersi in sede di conferenza di servizi (3° comma)⁵⁰; ed ancora, quando

⁴⁹ Così Cons. Stato, sez.IV, sent. n.3252/2015, che conferma Tar Puglia – Lecce, sez.I, sent. n.717/2014. Giustamente il Consiglio di Stato sottolinea come il quadro normativo di riferimento sia quello vigente all'epoca di adozione del provvedimento impugnato (27 giugno 2013). Giova ricordare che le norme in vigore al momento della adozione della sentenza hanno ulteriormente ridotto le competenze regionali, riservando allo Stato il rilascio della autorizzazione unica per gli impianti *on-shore* di potenza superiore a 300 MW (v. nota 42).

⁵⁰ Come ha in più occasioni sottolineato il Consiglio di Stato, sempre con riferimento al procedimento per il rilascio dell'autorizzazione unica, la conferenza di servizi «non costituisce solo un "momento" di semplificazione dell'azione amministrativa [...], ma anche e soprattutto un momento di migliore esercizio del potere discrezionale da parte della pubblica amministrazione, attraverso una più completa

prevede che il rilascio dell'autorizzazione «costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato» (4° comma), in tal modo riassumendo in sé tutti i necessari titoli abilitativi.

Per quanto «unico», peraltro, si è detto che il procedimento per il rilascio dell'autorizzazione unica per gli impianti eolici *off-shore* presuppone, come sub-procedimenti autonomi, quelli volti ad ottenere la concessione demaniale e la valutazione di impatto ambientale. Sicché, da questa diversa prospettiva, che è quella dei rapporti fra sub-procedimenti, è chiaro che il principio della semplificazione e razionalizzazione del procedimento non può che essere declinato in una diversa accezione, nel senso, questa volta, di una allocazione delle decisioni al momento e nella sede più opportuni.

In particolare, per quel che concerne i rapporti fra autorizzazione unica e giudizio di compatibilità ambientale, è evidente che dovrebbero essere riservate a quest'ultimo tutte le valutazioni relative ai c.d. «impatti ambientali», da intendersi, secondo quanto prevede l'art.5, lett.c, del d.lgs.152/2006, come gli effetti significativi, diretti ed indiretti, non solo sui fattori ambientali in senso stretto (biodiversità, territorio, suolo, acqua, aria e clima), ma anche su popolazione e salute umana da un lato, su beni materiali, patrimonio culturale (ossia i beni culturali ed i beni paesaggistici di cui all'art.2, 1° comma. d.lgs.42/2004) e paesaggio dall'altro lato; sulle loro reciproche interazioni; sugli effetti derivanti dalla vulnerabilità del progetto al rischio di gravi incidenti o calamità⁵¹.

Sembra andare in questa direzione l'art.27 del d.lgs.152/2006, così come modificato dal d.lgs.104/2017, rubricato «Provvedimento unico in materia ambientale», in virtù del quale, nel caso di VIA statale, il proponente può chiedere che la VIA confluisca per l'appunto in un provvedimento unico comprensivo «di ogni autorizzazione, intesa, parere, concerto, nulla osta, o atto di assenso in materia ambientale, richiesto [...] per la realizzazione e l'esercizio del progetto».

Segue, nel testo, un elenco di titoli abilitativi, fra i quali possono essere ricordati, anche perché in genere richiesti anche per gli impianti eolici *off-shore* (tenendo sempre presente che il procedimento di VIA concerne non solo le opere a mare ma anche quelle sulla terraferma): l'autorizzazione alla immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e di posa in mare di cavi e condotte (art.109 d.lgs.152/2006); l'autorizzazione paesaggistica (art.146 d.lgs. 42/2004); l'autorizzazione culturale (art.21 d.lgs. 42/2004); l'autorizzazione riguardante il vincolo idrogeologico (R.D. 3267/1923); l'autorizzazione antisismica (art.94 d.P.R.380/2001)⁵².

e approfondita valutazione degli interessi pubblici (e privati) coinvolti, a tal fine giovandosi dell'esame dialogico e sincronico degli stessi» (cfr. Cons. Stato, sez.IV, sentenze n.4600/2016 e 4601/2016; sez.IV, sent. n.5044/2016).

⁵¹ A questo proposito giova ricordare che il d.lgs. 42/2017, colmando quella che con tutta evidenza appariva ormai come una vera e propria lacuna, ha inserito (art.18) gli impianti eolici tra le «sorgenti sonore fisse» di cui all'art.2, comma 1, lett.c, della legge 447/1995, affidando a successivi decreti ministeriali – peraltro ad oggi non ancora emanati, malgrado il termine per l'adozione scadesse il 16 ottobre 2017 – la disciplina dell'inquinamento acustico (art.14) come pure la fissazione di criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti e per il contenimento del relativo inquinamento (art.19). Va da sé che sembrerebbe ormai giunto il momento di prendere in considerazione il rumore sottomarino, il cui contenimento entro limiti di accettabilità figura fra i descrittori qualitativi per la determinazione del buono stato ambientale dell'ambiente marino di cui all'Allegato I del d.lgs. 190/2010.

⁵² Risultano incluse nell'elenco, ma non sono richieste per gli impianti eolici, l'autorizzazione integrata ambientale (Titolo III-*bis* della Parte II del d.lgs.152/2006), come pure l'autorizzazione agli scarichi

Non è chiaro se l'elenco abbia carattere tassativo o meno. Farebbe propendere per la non esaustività quanto prevede il 1° comma, là dove si dice che il provvedimento unico è comprensivo di «ogni autorizzazione, intesa, parere, concerto, nulla osta, o atto di assenso in materia ambientale», mentre, al contrario, la lettera dello stesso 1° comma (l'istruttoria è «finalizzata al rilascio di tutti i titoli abilitativi di cui al comma 2»), come pure quella dello stesso 2° comma («il provvedimento [...] comprende il rilascio dei seguenti titoli, laddove necessario») sembrerebbe suggerire che l'elenco sia a *numeris clausus*, con conseguente – ma a questo punto francamente incomprensibile – esclusione di altri provvedimenti autorizzatori.

Alcuni di tali titoli sono per la verità già ricompresi nella VIA in virtù di altre disposizioni: è questo il caso, ad esempio, della valutazione di incidenza su un sito od un sito proposto di Natura 2000 (art.10, 3° comma, d.lgs.152/2006) o dell'assenso all'utilizzo delle terre e rocce da scavo derivanti dalla realizzazione di reti ed infrastrutture (art.186, 2° comma d.lgs.152/2006)⁵³.

Ci sono però altri titoli abilitativi che non sono espressamente inclusi nella VIA e che pure, alla luce del 1° comma dell'art.27, dovrebbero comunque confluire nel provvedimento unico. Si pensi, a titolo puramente esemplificativo, al nulla osta del gestore dell'area protetta (marina o terrestre), ad eventuali atti di assenso rilasciati dalle autorità competenti (Autorità di bacino distrettuale, Regione) a garanzia della tutela dell'assetto idrogeologico (franosità, piene, effetti erosivi), alle autorizzazioni per la gestione dei reflui e delle acque meteoriche, solo per citarne alcuni.

Così definito il contenuto del provvedimento unico in materia ambientale, per 'sottrazione' dovrebbe essere più agevole individuare gli atti autorizzatori, comunque denominati, che dovrebbero confluire nell'altro «contenitore»⁵⁴, ossia l'autorizzazione unica. Questa infatti dovrebbe includere, per differenza, tutti quei titoli abilitativi che non sono richiesti dalla normativa ambientale fra cui, anche qui a titolo meramente esemplificativo, si possono ricordare: il permesso di costruire; il parere di conformità alle norme sulla prevenzione incendi; i nulla osta per la sicurezza del volo rilasciati dalle autorità militari e civili; il mutamento di destinazione d'uso di terreni gravati da uso civico; il benessere al progetto per le opere di connessione alla Rete elettrica di trasmissione nazionale (RTN) da parte del gestore (Terna s.p.a).

6 Sì, ma dove? Il nodo cruciale della localizzazione degli impianti

Ricostruire partitamente, per ciascuno di essi, le ragioni che hanno fatto sì che nessuno dei parchi eolici *off-shore* progettati nel nostro Paese – poco meno di una ventina, si è detto, alcuni dei quali addirittura giunti al 'traguardo finale' del rilascio dell'autorizzazione unica – sia stato realizzato è impresa che richiederebbe ben altri spazi di quelli offerti a questo scritto.

nel sottosuolo e nelle acque sotterranee (art.104 d.lgs.152/2006), che riguarda ipotesi specifiche (coltivazione di idrocarburi, geotermia, stoccaggio di CO₂), o il nulla osta di fattibilità per il controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose (art.17, 2° comma, d.lgs.105/2015).

⁵³ L'art.9 del d.P.R.120/2017 – che per sua espressa previsione (art.3) non si applica alle ipotesi di cui all'art.109 del d.lgs.152/2006 – subordina l'utilizzazione delle terre e rocce da scavo al silenzio-assenso da parte dell'autorità competente al rilascio della VIA.

⁵⁴ L'espressione senz'altro felice è di S.M. SAMBRI [10] p.574.

Pure, anche una ricognizione sommaria delle singole vicende e della giurisprudenza che molto spesso le ha scandite può forse consentire una qualche valutazione, ovviamente sotto il profilo giuridico, dal momento che non è certo questa la sede per discutere della ‘bontà’, da un punto di vista tecnico, dei progetti; anche se va detto che, fatta forse eccezione per l’eolico galleggiante, sembrerebbe trattarsi di tecnologie ormai abbastanza consolidate⁵⁵.

Dal punto di vista del giurista, quello che sembra emergere con tutta evidenza è che la realizzazione di questi impianti ha dovuto confrontarsi con un impianto normativo che, come abbiamo visto, disegna un *iter* autorizzatorio molto articolato e tuttavia non sempre limpido – si pensi al ‘balletto’ della attribuzione delle competenze al rilascio della VIA e dell’autorizzazione unica – e, quel che più importa, certamente lacunoso, per esempio sulla questione, cruciale, della mancanza di criteri localizzativi degli impianti; il che ha fatto sì che, ad esempio, solo in sede di giudizio di compatibilità emergessero macroscopiche interferenze con zone ‘sensibili’ (siti di Natura 2000, siti archeologici subacquei, rotte dell’avifauna, ecc.) o contrasti insanabili con altri interessi (primo fra tutti, ma non solo, quello alla tutela del paesaggio)⁵⁶.

Da ciò, in molti casi, oltre all’instaurarsi di contenziosi promossi dai proponenti avverso provvedimenti di diniego della VIA o dell’autorizzazione unica, anche una aspra contrapposizione fra livelli di governo, sia relativamente alla titolarità della competenza al rilascio dei titoli abilitativi, sia con riferimento al merito delle decisioni maturate nelle diverse sedi; per non parlare del contrasto insorto talvolta fra gli stessi Ministri (dell’ambiente e dei beni culturali) sempre in sede di giudizio di compatibilità ambientale, con conseguente devoluzione della questione al Consiglio dei Ministri, che peraltro finora ha quasi sempre deciso negativamente⁵⁷.

E se la questione legata alle incertezze del quadro normativo sulla titolarità della competenza al rilascio dei titoli abilitativi dovrebbe essere, fatte salve ulteriori ‘capriole’ del legislatore, superato, non è così per l’altra questione, legata alla localizzazione degli impianti.

Come stigmatizzato anche nella recente Strategia energetica nazionale 2017 (SEN 2017), i meccanismi autorizzatori a tutt’oggi operano in assenza di regole che fissino indirizzi per la corretta localizzazione dei parchi eolici *off-shore*. In sostanza, la individuazione dell’area è rimessa ad una valutazione del soggetto proponente, che, in genere dopo aver già acquisito la concessione demaniale per un determinato sito, presenta il progetto ai fini della

⁵⁵ Due sono, a quanto risulta, i progetti di impianti eolici *off-shore* galleggianti presentati per la VIA. Il primo, un impianto su piattaforme sommerse a spinta bloccata da realizzare nelle acque territoriali dinanzi a Tricase (LE), dopo che nel 2010 la Regione Puglia aveva rilasciato una VIA positiva, non è stato ad oggi ancora realizzato. Sul secondo, relativo ad un impianto *off-shore* sulla piattaforma continentale dello Stretto di Sicilia, da realizzarsi, per espressa dichiarazione del proponente, con una tecnica assolutamente innovativa, basata su fondazioni galleggianti (*floating foundations*) prive di ancoraggio al fondale, è intervenuto il giudizio negativo di compatibilità ambientale, ritenuto legittimo sia dal TAR Lazio (sez.III, sent. n.4475/2017) che dal Consiglio di Stato (sez.IV, sent. n.3011/2018) non solo per una serie di lacune nello Studio di impatto ambientale, ma anche per il fatto che, ancora al momento della presentazione del ricorso al TAR, il tipo di tecnica utilizzato era *patent pending* ed oggetto di una sperimentazione assai limitata.

⁵⁶ O che tali interferenze non emergessero, si da arrivare ad una VIA positiva la cui illegittimità riverberava inevitabilmente sull’autorizzazione unica.

⁵⁷ V. il citato *Dossier* di Legambiente. In un caso (quello dell’impianto eolico *off-shore* nel Golfo di Gela) il Consiglio dei Ministri ha ritenuto di dover condividere le conclusioni del Ministro dell’ambiente circa la compatibilità ambientale del progetto. Il progetto tuttavia non è stato ad oggi realizzato per l’annullamento degli atti in sede giurisdizionale (v. le già citate sentenze del Tar Sicilia, sez.II, n.2506/2017; n.2507/2017; n.2512/2017). Per il progetto di un parco eolico *off-shore* nel Golfo di Manfredonia, v. *infra*, § 7.

VIA e del rilascio della autorizzazione unica: un vero e proprio ‘salto nel buio’ per il proponente ed anche un rischio per la pubblica amministrazione, costretta ad impegnare risorse in procedimenti complessi dagli esiti incerti, dal momento che solo al termine di questi si saprà se effettivamente l’area era idonea ed il progetto adeguato.

Le possibili vie per uscire da una situazione che non può non apparire assolutamente insoddisfacente sono molte e sono, si potrebbe dire, a complessità crescente.

La prima via, la più semplice, prefigurata peraltro dalla stessa SEN 2017, potrebbe essere, in analogia a quanto già previsto per gli impianti *on-shore* dalle Linee guida di cui al DM 10 settembre 2010, che, come detto non si applicano agli impianti *off-shore*, quella della individuazione delle «aree marine non idonee», basata su criteri tecnici oggettivi che promuovano e garantiscano la coesistenza dei vari usi ed attività nell’ambiente marino.

La seconda strada, anch’essa indicata dalla SEN 2017 ed indubbiamente più matura, potrebbe essere quella della individuazione, a monte ed ‘in positivo’, di «aree marine idonee», anche in questo caso sulla base di studi tecnici svolti da un organismo pubblico, previa consultazione con gli enti territoriali (Regioni ed enti locali) e partecipazione del pubblico interessato. A questo potrebbe eventualmente accompagnarsi, in chiave di semplificazione e di accelerazione delle procedure, la messa a gara, per ciascuna area, di potenze massime predeterminate e già dotate dei necessari permessi e del relativo valore di incentivazione. E non c’è dubbio che questa seconda via sembrerebbe quella da preferirsi, perché maggiormente in grado non solo di favorire *ex ante* la emersione e corretta ponderazione di tutti gli interessi in gioco, ma anche di snellire ed accelerare in maniera significativa i procedimenti e, così facendo, incentivando gli investimenti.

Non c’è dubbio che entrambe le strade prefigurate – quella della individuazione *ex ante* di «aree non idonee» oppure, scelta per molti aspetti preferibile, di «aree idonee» – rappresenterebbero un passo avanti significativo rispetto alla situazione di totale ‘anarchia’ nella quale ad oggi sembra versare la localizzazione dei parchi eolici *off-shore*. Ma è di palmare evidenza che, come del resto emerge anche dalle considerazioni sviluppate nella SEN2017, questa è una strada che non può essere percorsa se prima non si introducono criteri ed indirizzi per una corretta individuazione di tali aree.

Insomma, è chiaro che anche per gli impianti eolici *off-shore* si deve cominciare seriamente a pensare ad un sistema di regole analoghe a quelle contenute nelle Linee guida per gli impianti *on-shore*, anche per collocare ad un livello più adeguato quell’operazione di «ponderazione comparativa» degli interessi altrimenti affidata all’apprrezzamento discrezionale della pubblica amministrazione e da qui, troppo spesso, all’intervento ermeneutico della giurisprudenza. Oppure, si può provare a ragionare più ‘in grande’.

7 Ragionare *in grande*: il d.lgs. 201/2016 (e la sua prima vittima)

Il concetto di «gestione integrata delle zone costiere» risale ormai a molti decenni fa⁵⁸. ‘Rispolverato’ in molti documenti, mai peraltro vincolanti, dalla stessa Unione europea (ultima in ordine di tempo la Raccomandazione 2002/413/CE)⁵⁹, sembrava destinato a

⁵⁸ Ne parlava già, nel lontano 1973, il Consiglio d’Europa con la Risoluzione (73) 29 sulla protezione delle aree costiere.

⁵⁹ A quel primo documento del Consiglio d’Europa molti altri hanno fatto seguito, sia a livello

rimanere una semplice enunciazione programmatica, data la difficoltà di individuare strumenti che gli dessero concretezza.

Ma, prima la c.d. direttiva *Marine strategy* (direttiva 2008/56/CE), attuata con il d.lgs.190/2010, poi, e soprattutto, la direttiva per la Pianificazione dello spazio marittimo (direttiva 2014/89/UE), attuata con il d.lgs. 201/2016, hanno cercato di imporre ai legislatori nazionali un «approccio ecosistemico alla gestione delle attività umane, [che consenta] nel contempo l'uso sostenibile dei beni e dei servizi marini»⁶⁰ e la elaborazione di una «strategia integrata di pianificazione e di gestione», in grado di governare «il rapido ed elevato incremento della domanda di spazio marittimo per scopi diversi, come gli impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, la prospezione e lo sfruttamento di petrolio e gas naturale, il trasporto marittimo e le attività di pesca, la conservazione degli ecosistemi e della biodiversità, l'estrazione di materie prime, il turismo, gli impianti di acquacoltura e il patrimonio culturale sottomarino, nonché le molteplici pressioni sulle risorse costiere»⁶¹.

Ed è proprio con l'idea della «pianificazione dello spazio marittimo»⁶² che il legislatore nazionale – a distanza di tanti anni da quella legge n.979/1982, che per prima aveva parlato di un piano per il mare – è stato chiamato nuovamente a confrontarsi⁶³. A questo mira infatti il d.lgs. 201/2016 che, in attuazione, come detto, della direttiva del 2014, ha disciplinato l'*iter* che dovrebbe portare, entro il 31 dicembre 2020, alla adozione, con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, di «piani di gestione», cui sarebbe demandata (art.5) la individuazione della «distribuzione spaziale e temporale» delle attività e degli usi, presenti e futuri, delle acque marine⁶⁴, al fine di «promuover[ne] e garantir[ne] la coesistenza» alla luce del principio dello sviluppo sostenibile (art.4). Da qui l'elencazione (non tassativa) della tipologia dei siti o delle attività che potrebbero essere oggetto di previsioni di piano (zone di pesca e acquacoltura, impianti ed infrastrutture per lo sfruttamento delle risorse energetiche fossili o l'estrazione di minerali e di materie prime, rotte del trasporto marittimo, zone di addestramento militare, siti di conservazione della natura e di specie protette, siti del patrimonio culturale sottomarino, tracciati per cavi e condutture sottomarine, ricerca scientifica, turismo); fra queste, anche la produzione di energia da fonti rinnovabili (ancora l'art.5)⁶⁵.

Ciò che si vuole, quindi sono piani organici, destinati, nella logica di un approccio olistico – una pianificazione complessiva è più efficace delle singole pianificazioni tematiche,

internazionale che europeo. Sul punto sia consentito il rinvio a I. LOLLI [3] spec. p.49 ss.

⁶⁰ Considerando n.8 della direttiva 2008/56/CE.

⁶¹ Considerando n.1 della direttiva 2014/89/UE.

⁶² Cfr. il Capo II della direttiva 2014/89/UE.

⁶³ Già la legge del 1982 aveva infatti previsto (art.1) che il Ministro della marina mercantile (poi il Ministro dell'ambiente) adottasse, d'intesa con le Regioni, un Piano generale di difesa del mare e delle coste marine dall'inquinamento e di tutela dell'ambiente marino. Come è noto, il Piano non è mai andato oltre lo stadio di semplice bozza.

⁶⁴ Nella accezione ampia di cui all'art.3 del d.lgs. 190/2010, e quindi comprensive di acque, fondali e sottosuolo dalla linea di base per le acque territoriali fino ai confini della zona su cui lo Stato esercita diritti giurisdizionali (mare territoriale, ZEE, zone di pesca protette, piattaforma continentale, zone di protezione ecologica). Sono escluse le acque costiere che rientrano nelle pianificazioni urbane e rurali (art.2), ma i piani di gestione dovranno tenere conto di queste ultime.

⁶⁵ L'idea di subordinare la installazione di impianti eolici *off-shore* alla redazione di piani che ne regolino la localizzazione ed i requisiti di compatibilità ambientale e paesaggistica è del resto già applicata in molti Paesi europei (Regno Unito, Paesi Bassi, Danimarca, Spagna, Francia). Sul punto v. la già citata Nota *Impianti eolici e paesaggio* (15 dicembre 2015) dell'Osservatorio nazionale per la qualità del paesaggio, spec. p.3 ss.

incapaci di considerare tutte le variabili – ad includere ed armonizzare anche i piani ed i programmi già in vigore relativi alle acque marine ed alle attività economiche e sociali che vi si svolgono, ovvero concernenti le attività terrestri rilevanti in considerazione delle interazioni terra-mare (art.5). E piani ‘rafforzati’ nelle loro scelte dalla sottoposizione a Valutazione ambientale strategica (VAS) ed eventualmente a valutazione di incidenza (art.5, 2° comma).

Come si vede, un obiettivo senz’altro ambizioso, da raggiungere peraltro attraverso un *iter* decisamente complesso, la cui prima tappa sarebbe dovuta essere, entro 12 mesi dalla entrata in vigore del d.lgs. 201/2016, la elaborazione di Linee guida – definite da un Tavolo interministeriale di coordinamento e poi approvate con DPCM – contenenti «gli indirizzi e i criteri» per la predisposizione dei piani di gestione oltre che l’individuazione delle aree marittime (e terrestri rilevanti per le interazioni terra-mare) di riferimento (art.6)⁶⁶. Questa volta il termine è stato sostanzialmente rispettato, dal momento che le Linee guida sono state approvate dal DPCM 1 dicembre 2017, pochi giorni dopo la sua scadenza.

Esula ovviamente da questo lavoro l’analisi dettagliata delle Linee guida, volte, secondo quanto previsto dal d.lgs.201/2016, a definire i ‘paletti’ per la redazione dei piani di gestione (uno per ciascuna delle tre aree marittime individuate⁶⁷) di quello che nella Prefazione all’Allegato le stesse Linee guida definiscono il «Sistema mare», quale «organico governo delle istanze e delle esigenze, in un’ottica di sviluppo sostenibile, derivanti dalle molteplici attività umane che interessano gli spazi marini».

Nella congerie di previsioni che compongono le Linee guida, ce ne sono tuttavia due che meritano di essere ricordate, dal momento che riguardano una le fonti energetiche rinnovabili in genere, l’altra, più specificamente, proprio gli impianti eolici *off-shore*. Anche se forse, francamente, si sarebbe potuto fare qualcosa di più.

Enunciando infatti quelli che dovrebbero essere gli «obiettivi strategici» che i piani di gestione dovrebbero perseguire, le Linee guida sottolineano la necessità che essi promuovano la introduzione di meccanismi che, garantendo «prevedibilità trasparenza e norme più chiare», siano in grado, anche nel settore delle fonti energetiche rinnovabili, di aumentare la fiducia per gli investimenti (Allegato, Obiettivi strategici, lett.b).

Quanto poi agli impianti eolici *off-shore*, i piani di gestione dovranno essere strutturati, in coerenza con un altro degli obiettivi strategici, in modo da assicurare «una [loro] razionale pianificazione localizzativa, preventiva rispetto alla assegnazione in concessione degli specchi acquei dedicati ed attenta ai valori paesaggistici costieri» (Allegato, Obiettivi strategici, lett.n)⁶⁸.

Ecco, tutto qua. Evidentemente, toccherà ai piani di gestione dipanare la matassa, cercare di tradurre in criteri localizzativi oggettivi e predeterminati quella che al momento è

⁶⁶ Sulla base delle Linee guida un Comitato tecnico istituito presso il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti (art.7) dovrebbe poi redigere, per ogni area marittima, un piano di gestione, da trasmettere al Tavolo di coordinamento per la verifica della corrispondenza con le Linee guida ed infine trasmessi al Ministro per l’approvazione (art.5).

⁶⁷ Il Tavolo interministeriale ha individuato tre aree marittime di riferimento, riconducibili alle tre sottoregioni di cui all’art.4 della direttiva 2008/56/UE (e poi all’art.3 del d.lgs.190/2010), e cioè il Mare Mediterraneo occidentale, il Mare Adriatico, il Mar Ionio e il Mare Mediterraneo centrale (Allegato 3).

⁶⁸ Contrariamente alla direttiva 2014/89/UE ed al d.lgs.201/2016, che non ne fanno menzione, le Linee guida fanno esplicito riferimento anche al paesaggio costiero, che viene inserito fra gli elementi di cui i piani dovranno tenere conto e la cui salvaguardia e valorizzazione, assieme al patrimonio archeologico sommerso e, più in generale, al patrimonio archeologico e storico-architettonico, costituisce un altro degli Obiettivi strategici dei piani di gestione (lett.1).

una indicazione estremamente generica; se ci riusciranno, non è dato sapere. Dalle stesse Linee guida traspare la difficoltà del compito, là dove si riconosce che la gestione delle attività che dovrebbero essere ricondotte sotto l'ombrello del piano di gestione è estremamente frammentata, «in termini di settori di competenza, di giurisdizione spaziale e di quadri normativi» (Allegato, punto 1). Garantire coerenza contenutistica ai piani di gestione potrebbe rivelarsi operazione assai ardua.

In attesa dei piani di gestione non possiamo peraltro che registrare la prima 'vittima' del decreto 201/2016, il progetto di un parco eolico *off-shore* nelle acque territoriali nel Golfo di Manfredonia (50 turbine da 3,3 MW ciascuna), per il quale il 4 aprile 2012 era stata presentata istanza di VIA. Al termine dell'istruttoria, il 26 luglio 2013 il progetto aveva ottenuto il parere favorevole della competente Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale, prodromica alla emanazione del provvedimento di VIA da parte del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dei beni culturali, ma, a fronte del diniego di quest'ultimo (espresso il 2 dicembre 2013), la questione veniva rimessa al Presidente del Consiglio ai sensi dell'art.5 della legge 400/1988.

Il 22 maggio 2017, con una nota, la Presidenza del Consiglio restituisce gli atti al Ministero dell'Ambiente, ritenendo che si debba attendere il piano di gestione dello spazio marittimo in cui è ricompresa l'area interessata. In conseguenza di ciò, il 24 dicembre 2017 la Direzione Generale del Ministero dell'ambiente comunica al richiedente la sospensione del procedimento di VIA in attesa del piano di gestione, a seguito del quale sarà eventualmente possibile riproporre la questione alla Presidenza del Consiglio.

Siamo probabilmente in presenza di un 'caso limite', in cui, a fronte del mancato concerto (peraltro non così infrequente) fra i due Ministri, dell'ambiente e dei beni culturali, la Presidenza del Consiglio ha preferito temporeggiare, in attesa del *deus ex machina* dei piani di gestione. Certo che, davanti ad una riforma che dovrebbe, fra i suoi molteplici scopi, incentivare gli investimenti in impianti a fonti rinnovabili ed individuare criteri oggettivi per la localizzazione dei parchi eolici *off-shore* e che rischia invece di tradursi in una moratoria, è difficile non pensare ad una sorta di beffarda eterogenesi dei fini.

Bibliografia

- [1] B. Caravita Di Toritto, *Fonti energetiche rinnovabili ed efficienza economica*, in AA.VV., *Il nuovo diritto dell'energia tra regolazione e concorrenza*, a cura di F. Bruti Liberati, F. Donati, (2007) Giappichelli, Torino
- [2] Ferraro L. – *Costituzione, tutela del paesaggio e fonti di energia rinnovabili*, in www.forumcostituzionale.it, 12 ottobre 2012
- [3] Lolli I. – *La «gestione integrata delle zone costiere» fra perduranti incertezze definitorie e nuovi modelli di attuazione in Proceedings of Fifth International Symposium “Monitoring of mediterranean coastal areas: problems and measurement techniques”*, a cura di F. Benincasa, (2014), CNR-IBIMET, Firenze
- [4] Martelli A. – *La valutazione di impatto ambientale*, in AA.VV., *Manuale di diritto ambientale*, a cura di L. Mezzetti, (2001), CEDAM Padova
- [5] Mezzetti L. – *Energia e ambiente*, in AA.VV., *Manuale di diritto ambientale*, a cura di L. Mezzetti, (2001), CEDAM, Padova

- [6] Molaschi V. – *Paesaggio versus ambiente: osservazioni alla luce della giurisprudenza in materia di realizzazione di impianti eolici*, in *Riv.giur.edil*, 2009, (5-6), 171
- [7] Pianta S. – *Le fonti energetiche rinnovabili. Profili giuridici*, in in AA.VV. *Il diritto dell'energia*, a cura di E. Picozza e S.M. Sambri, (2015), Wolters Kluwer CEDAM, Padova
- [8] Picozza E. – *Il regime giuridico degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili o assimilate*, in AA.VV., *Il nuovo regime autorizzatorio degli impianti di produzione di energia elettrica*, a cura di E. Picozza, (2003), Giappichelli, Torino
- [9] Pizzanelli G. – *Gli impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili: organizzazione e procedimenti alla luce del principio di integrazione*, in AA.VV., *Il prisma energia. Integrazione di interessi e competenze*, a cura di C. Buzzacchi, (2010), Giuffrè, Milano
- [10] Sambri S.M. – *La realizzazione degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili o assimilate*, in AA.VV. *Il diritto dell'energia*, a cura di E. Picozza e S.M. Sambri, (2015), Wolters Kluwer CEDAM, Padova

X-BAND RADAR SYSTEM TO OBSERVE LOCAL COASTAL PHENOMENA IN NEAR-REAL TIME: SOME EXAMPLES OF STUDIES AND MONITORING

Michele Punzo¹, Fabrizio Lirer¹, Nicola Pelosi¹, Francesco Raffa²,
Francesco Serafino³, Rocco Dominici⁴, Rosanna De Rosa⁴

¹ Institute for Coastal Marine Environment (IAMC), National Research Council (CNR), Naples, Italy,
phone +39 0815423851, e-mail: michele.punzo@iamc.cnr.it

² Institute of Geosciences and Earth Resources (IGG), National Research Council (CNR), Pisa, Italy

³ Institute of Biometeorology (IBIMET), National Research Council (CNR), Florence, Italy

⁴ Department of Biology, Ecology and Earth Science (DiBEST), University of Calabria, cube 15B -
87036 Arcavacata di Rende (Cs), Italy.

Abstract – This work deals about the X-band nautical radar system as an useful observational tool for many local coastal phenomena. The sea state knowledge has a key role in the evaluation of the vulnerability of the coastal zone, in particular coastal erosion, and consequently the potential development and use of numerical models to predict its evolution.

X-band radar measurements were conducted to observe the spatial and temporal variations of the sea-state parameters in several sites along Italian coasts. Among these, herein we reported about four of them: Bagnara Calabria, Giglio Island, Cape Granitola and Monasterace Marina. These surveys allowed to monitor the coastline, the directional wave spectra, the sea surface current fields and the significant wave heights. The examples of studies and monitoring are here reported to demonstrate the potential of the X-band radar technology as a monitoring tool to advance the understanding of the linkages between sea conditions, near shore sediment dynamics and coastal change.

Introduction

The use of radar devices to measure, in real time, waves, currents and, under some conditions, bathymetry in a range of some kilometres from the radar antenna allows us to study the interaction between waves and current field with the coastal infrastructures (ports, breakwater, bridges, etc.) and to monitor some local coastal phenomena as, for example, rip currents, vortex and upwelling. The radar data may be used to monitor the coast line displacement as a consequence of storms or human activities. The construction of marine infrastructure may generate coastal erosion which can even cause, in some critical case, the disappearance of entire beaches. As a final point, the radar measurements may contribute to the validation and calibration of the wave and currents forecast models.

This paper presents four examples of application of the X-band wave radar in some very different experimental sites: Bagnara Calabria, Giglio Island, Cape Granitola and Monasterace Marina. In particular, at Bagnara Calabria and Monasterace Marina test sites, X-band radar was installed to understand and determine the main components of coastal dynamics and to deduce information about the bathymetry of the surf zone; in Cape Granitola, the device was able to detect the coastal upwelling phenomenon; in Giglio Island,

the radar system was deployed as an “observational” tool for the support to the Costa Concordia wreck removal operations.

Materials and Methods

Retrieving information on the wave motion through X-band radar devices requires the processing of a temporal sequence of marine radar images. Such a processing is aimed to compensate the distortions introduced by the radar acquisition process [5]. It allows us to get the wave spectrum and the sea state parameters from the 3D spectrum of a raw radar sequence [12] and then, for instance, the direction, the period and the wavelength of the dominant waves. The space-time behaviour of the motion of a wave is based on the knowledge of the dispersion relation for the sea gravity waves. Studying the dispersion relation for a wave that propagates over a given sea bottom with a prescribed sea surface currents field, it is possible to extract the sea wave signal from the overall noisy data and reconstruct the bathymetry and currents fields [6, 8, 9]. In a coastal zone, however, the considered parameters are affected by spatial significant non-homogeneity, then the achievement of reliable estimates from the radar data is complicated. Nevertheless, a number of inversion procedures to be applied on radar data acquired in nearshore areas have been developed in recent years [1, 2, 4, 8]. Among them, the one based on the Normalized Scalar Product (NSP) is the most accurate to get the sea surface current and bathymetry fields from a sequence of marine radar images [9, 10]. Further details of the inversion strategy which allows us to get the information of interest starting from the time sequence of radar data can found in [2, 3, 4]. The four studies sites are presented below.

The town of Bagnara Calabria is located in the western part of Calabria coast, in the southern Italy, facing the Tyrrhenian Sea (Figure 1A). The radar antenna was located on a mobile platform installed on the terrace of a building facing the sea (Figure 1B). The system configuration parameters are reported in figure 1C.

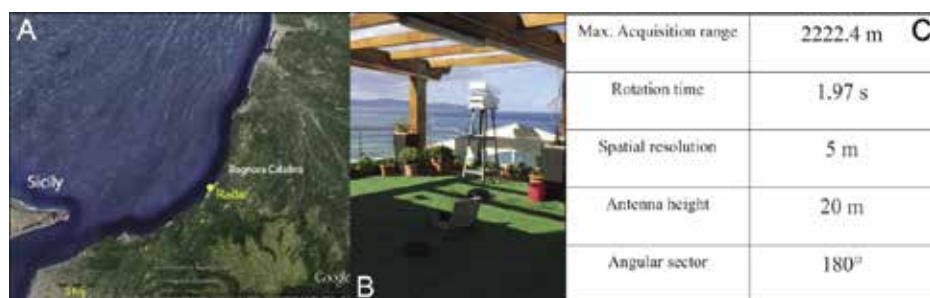


Figure 1 – A) Google Earth image of Bagnara Calabria village: the yellow dot indicates the position of X-Band Radar antenna. B) The Radar system was installed on a hotel panoramic rooftop, with view on the sea and on the coast at a height of approximately 20 m from the mean sea level. C) Antenna configuration parameters.

The Radar system installed at the Giglio Island (Figure 2A) was used as a supporting observational instrument to provide information about the sea state, which was an important task for the removal operations of the Costa Concordia ship wreck. The antenna was mounted on a lighting pylon at the height of 15 m above the sea level (Figure 2B). The system configuration parameter are reported in figure 2C.

Cape Granitola is located in the western Sicily (southern Italy), near the urban area of Torretta Granitola (Figure 3A). The data were collected by a wave radar system installed on an earliest water tank at the height of 15 m above the sea level (Figure 3B). The system configuration parameter are reported in figure 3C.



Figure 2 – A) Google Earth image of Giglio Island port: the yellow dot indicates the position of X-Band Radar antenna. B) Installation site of the radar system indicated by the red circle during the Costa Concordia shipwreck. C) Antenna configuration parameters.

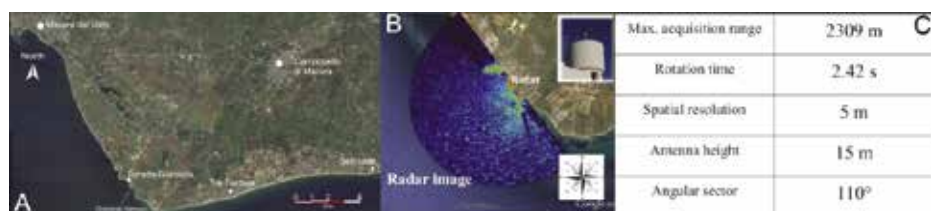


Figure 3 – A) Google Earth image of Cape Granitola harbour. B) Installation site of the radar system and radar image. C) Antenna configuration parameters.

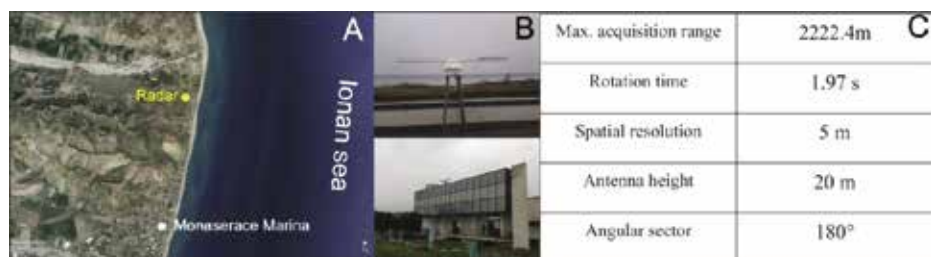


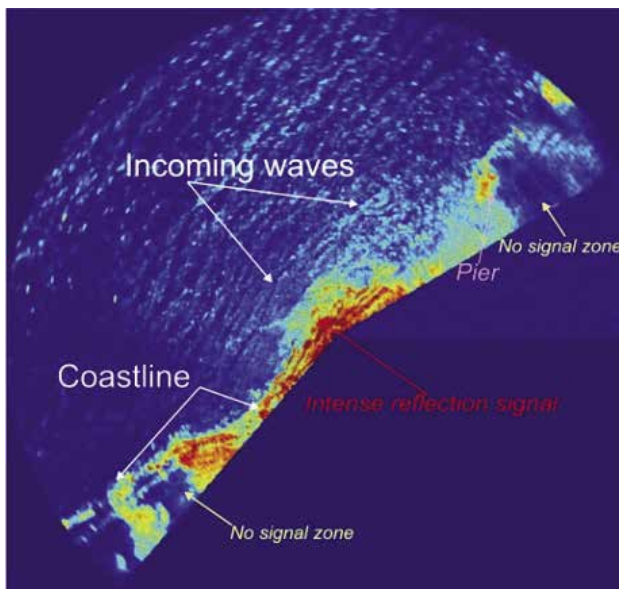
Figure 4 – A) Google Earth image of Monasterace: the yellow dot indicates the position of X-Band Radar antenna. B) Monasterace Archaeological Museum (location of the X-Band Radar antenna). C) Antenna configuration parameters.

Monasterace Marina is located in the eastern part of Calabria coast, in the southern Italy, facing the Ionian Sea (Figure 4). The radar was positioned at the roof of the Archaeological Museum of the town.

Results

Figure 5 is a radar image that provides information on the coastal area of Bagnara Calabria. First of all, it shows the incoming waves with different angles of incidence. If the waves approach the coast obliquely, they will begin to feel the effects of wave refraction. Due to the rough sea, the coastline is not easily distinguishable in the radar image. The energy of the waves trapped by the submerged barriers induces an intense reflection of the waves between the breakwaters and the coastline. Also, in the figure, it is clearly identifiable the pier in the port area and two shaded areas, one in the North-East direction and the other in the South-West direction.

Figure 5 – Bagnara Calabria instant radar image.



The figure 6 shows intense rip current (forced currents moving towards the sea) near the gaps between the submerged breakwater barriers located along the coast. The rip currents appear elongated towards North-East, while the lateral plumes (rip heads) are elongated in the same direction as the surface current. This happens because the rip currents, moving towards the sea, lose energy and rest on the direction of the current surface. Consequently, a deflection of the rip heads occurs; it produces the breaking of the wave field directed from coast to sea.

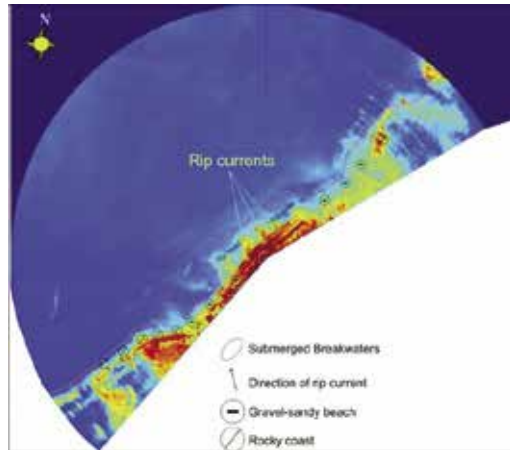


Figure 6 – Presence and direction of the rip currents. The radar shows a different intensity of reflection of the signal in relation to the different coastal morphological elements (rocky coast and pebble-sandy beaches).

From the currents maps obtained from the data collected and processed by the radar platform installed at the port of Giglio Island, it is possible to note the presence of repeated gyres formation, showed in the temporal images sequence of figure 7 from a) to d). The maps represent the currents between the coast and a distance of 1200 m from it.

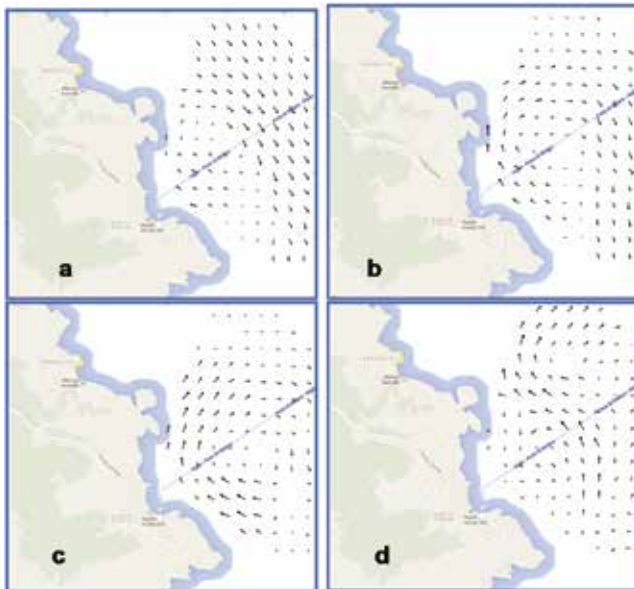


Figure 7 – Image sequence of currents maps provided by the Radar system during a formation of vortex.

The sea surface current fields occurred in Capo Granitola site in November 2013 and depicted in the figure 8, show that the surface current flows from the coastline towards the open sea with an angle of about 45° with respect to the wind direction (W-NW). Such a phenomenon, known as upwelling of deep water, is caused by the movement of water due to the wind, which brings to the surface large masses of cold water, generally rich in nutrients. Sea Surface Temperature (SST) and Chl-*a* concentration 3-day average composite satellite images for the period 3–10 Nov 2013, here not showed, support the temperature decrease and the increase in fluorescence [7].

The radar image (Figure 9) detects different elements that characterize the coastal area of Monasterace Marina.

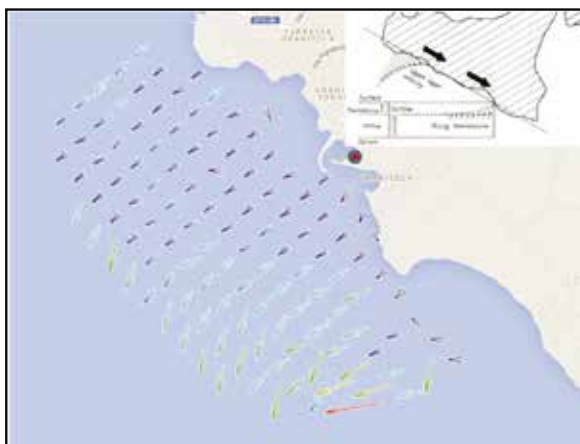


Figure 8 – Current map showing a coastal upwelling event. The black line in the map represents the NW-SE orientation of the southern Sicilian coastline, the black arrow shows the direction of dominant winds (westerlies), able to induce upwelling in the area.

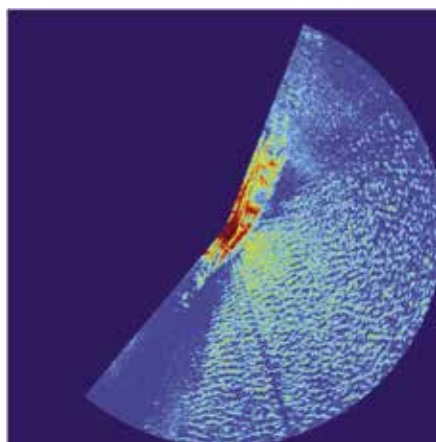


Figure 9 – Monasterace instant radar image.

An interesting aspect is constituted by the morphologies identified in the area in front of the mouth of the Assi river. Some geo-morphological elements as the coastal dunes and the principal distribution channels of the river delta, are clearly distinguishable (figure 10a). A less reflective area in front of the River Assi is evident (black dashed circle in figure 10b): it could be related to a submarine channel located in front of the river and therefore due to the greater depth reached in the area. Up to about 800 m from the shoreline, in the area in front of the Museum, there is an intense reflection of the radar signal; this zone coincides with the area where the submerged head, hook shaped, is located and where probably was situated the ancient shoreline (figure 10c).

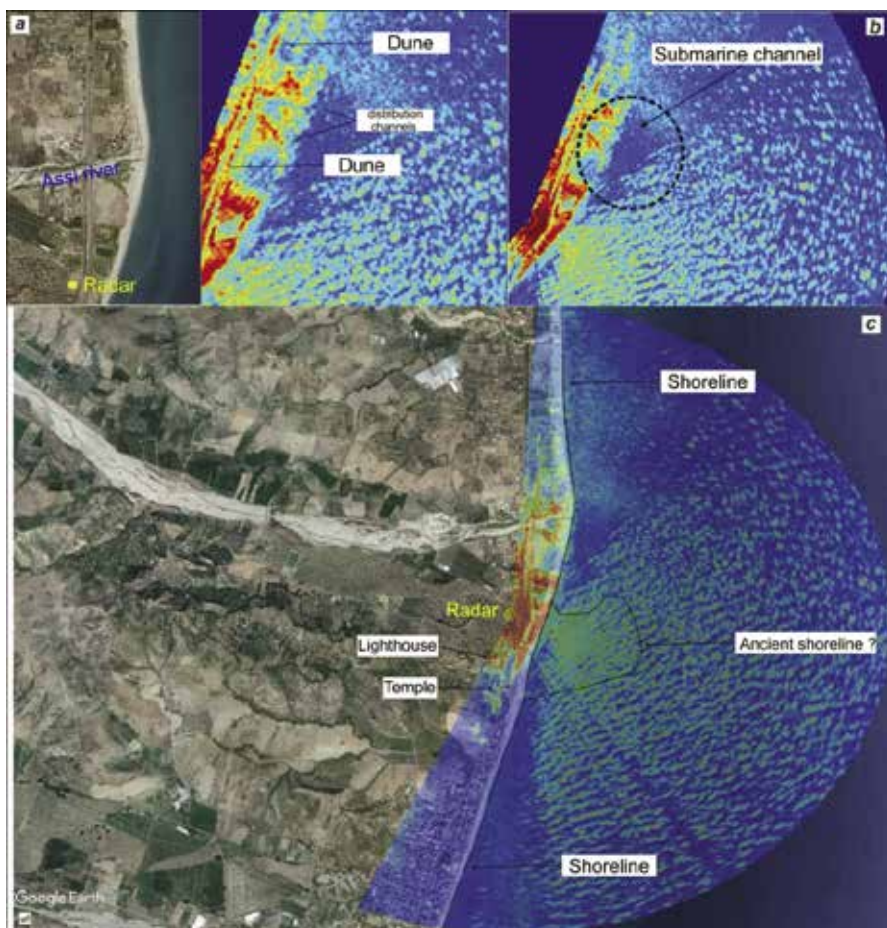


Figure 10 – A) Assi River mouth: comparison between orthophoto and radar images; B) Shadow area probably caused by the submarine channel located in front of the Assi River mouth; C) Strong Reflection of the radar signal in correspondence of the submerged head of the ancient shoreline, as reported by [11].

Discussion

In Bagnara Calabria test area, the X-Band Radar has detected anthropic elements as the harbour outer breakwater and the long shore reef-type breakwaters. The system has also permitted to determine phenomena of interaction between waves and defence works as intense waves ringing concentration between reef-type breakwaters and coastline. In particular, the radar system provided a more synoptic picture of the rip current flow field outside the surf zone during high energy events. Unbalanced wave height distribution around breakwaters induced intense rip currents and caused scars around the open inlets that affected breakwaters stability. Shoreline erosion is probably related to breakwaters structural defects.

In Giglio Island test area, the radar system was deployed as an “observational” tool for the support to the Costa Concordia wreck removal operations. In this area, the radar has permitted to detect and characterize the formation of vortices as well as the phenomenon of the reflection of the sea waves (associated to the dominant mode) impinging on the wreck, the “artificial” obstacle of the Costa Concordia. Therefore, the system has a significant potentiality in the field of safety of the offshore platform as for the wind turbine platform offshore, where is possible to evaluate the impact of the wave on the structural status of the platform.

At Cape Granitola test area, the X-band radar system detected the coastal upwelling phenomenon through the local monitoring of sea surface current fields. This opportunity could support many applications in marine ecology and fisheries science, since the coastal upwelling is closely related to primary production and, indirectly, to fish growth and fish biomass at sea.

At Monasterace Marina test area, the X-Band Radar permitted to determine the characteristic sea state parameters in terms of wavelength, wave direction, wave period of the dominant wave and to observe coastal morphologies and wave phenomena linked to the characteristics of the sea floor.

Conclusion

The paper presents the results carried out with the X-band radar system in very different test sites. In general the system provides sea state images useful to characterize the coastal area, such as dominant waves length, period and direction, significant wave height, intensity and direction of the surface currents field.

All the results emphasize the potential of the X-Band Radar for cost-effective monitoring systems in coastal regions. The system, providing real-time wave parameters measures and detecting phenomena due to coastal hydrodynamics, as rip currents, represents a very important tool for coastal areas studies, sea state and coastal defence works monitoring. From a technology perspective, the main interest lies in the "coastal" configuration of the system. This feature is important since it offers a good flexibility in the choice of the spatial and temporal observation modalities considering also the lack of data related to hydrodynamics in the nearshore area.

References

- [1] Hessner K., Reichert K. Borge J.C.N., Stevens C.L., Smith M.J. - *High-resolution X-band radar measurements of currents, bathymetry and sea state in highly inhomogeneous coastal areas*, Ocean Dyn. (2014) 64, 989 - 998.
- [2] Ludeno G., Flampouris S., Lugni C., Soldovieri F., Serafino F. - *A novel approach based on marine radar data analysis for high resolution bathymetry map generation*, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters (2014a) 11 (1), 234 - 238.
- [3] Ludeno G., Brandini C., Lugni C., Arturi D., Natale A., Soldovieri F., Gozzini B., Serafino F. - *Remocean System for the Detection of the Reflected Waves from the Costa Concordia Ship Wreck*, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (2014b) 7 (7), 1939 - 1404.
- [4] Ludeno G., Reale F., Dentale F., Pugliese Carratelli E., Natale A., Soldovieri F., Serafino F. - *An X-Band Radar System for Bathymetry and Wave Field Analysis in a Harbour Area*, Sensors (2015) 15 (1), 1691 - 1707.
- [5] Nieto B. J. C., Rodriguez R. G., Hessner K., Gonzales, I. P. - *Inversion of marine radar images for surface wave analysis*, J. Atmos. Ocean Technol. (2004) 21, 1291 - 1300.
- [6] Punzo M., Lanciano C., Tarallo D., Bianco F., Cavuoto G., De Rosa R., Di Fiore V., Cianflone G., Dominici R., Iavarone M., Lirer F., Pelosi N., Giordano L., Ludeno L., Natale A., Marsella E. - *Application of X-Band Wave Radar for Coastal Dynamic Analysis: Case Test of Bagnara Calabria (South Tyrrhenian Sea, Italy)*, Journal of Sensors (2016) Article ID 6236925, 9 pages.
- [7] Raffa F., Ludeno G., Patti B., Soldovieri F., Mazzola S., Serafino F. - *X-Band Wave Radar for Coastal Upwelling Detection off the Southern Coast of Sicily*, Journal of Atmospheric and Oceanic Technology (2017), 34, 1.
- [8] Senet C. M., Seemann J., Flampouris S., Ziemer F. - *Determination of bathymetric and current maps by the method DiSC based on the analysis of nautical X-band radar image sequences of the sea surface (November 2007)*. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. (2008) 46, 2267 - 2279.
- [9] Serafino F., Lugni C., Nieto B. J. C, Zamparelli V., Soldovieri F. - *Bathymetry Determination via X-Band Radar Data: A New Strategy and Numerical Results*, Sensors (2010a) 10 (7), 6522 - 6534.
- [10] Serafino F., Lugni C., Soldovieri F. - *A novel strategy for the surface current determination from marine X-band radar data*, IEEE Geosci. Remote Sens. (2010b) Lett. 7, 231 - 235.
- [11] Stanley J., Bernasconi M. P., Toth T., Mariottini S., Iannelli M.T. - *Coast of Ancient Kaulonia (Calabria, Italy): Its Submergence, Lateral Shifts, and Use as a Major Source of Construction Material*, Journal of Coastal Research (2007) 23 (1) 15 - 32.
- [12] Young R., Rosenthal W., Ziemer F. - *Three-dimensional analysis of marine radar images for the determination of ocean wave directionality and surface currents*, J. Geophys. Res. (1985) 90, 1049 - 1059.

VERY HIGH SPATIAL RESOLUTION ORTHOPHOTOS USING SMALL UNMANNED AERIAL VEHICLES: A NEW TOOL FOR COASTAL MARINE HABITATS MAPPING

Daniele Ventura¹, Andrea Bonifazi², Andrea Belluscio¹, Giandomenico Ardizzone¹

¹ Department of Environmental Biology, University of Rome “La Sapienza”,
Viale dell’Università 32, 00185 Rome, Italy; Cell: +3933376320125

e-mail: daniele.ventura@uniroma1.it

² Laboratory of Experimental Ecology and Aquaculture, University of Rome “Tor Vergata”,
Via della Ricerca Scientifica, 00133 Rome, Italy

Abstract – The use of small vehicles capable of autonomous flight (drones) can nowadays become a valid tool of investigation along coastal environments, especially when low-cost and short-term monitoring are required. The aim of this work is to show, through three case studies, the effectiveness of aerial photogrammetry based on Structure from Motion (SfM) algorithms, in representing with high cartographic detail, three key environments for coastal ecosystems: *Posidonia oceanica* meadows, nursery areas for juvenile fish and serpulid reefs.

Riassunto – L'utilizzo di piccoli mezzi capaci di volo autonomo (droni) può diventare oggi un valido mezzo di indagine lungo gli ambienti costieri, specialmente quando i monitoraggi a basso costo e a breve termine sono richiesti. Scopo di questo lavoro è mostrare, tramite tre casi studio, l'efficacia della fotogrammetria aerea basata sugli algoritmi di Structure from Motion (SfM), nel rappresentare con elevato dettaglio cartografico, tre ambienti particolarmente importanti per gli ecosistemi costieri: praterie a *Posidonia oceanica*, aree di nursery di specie ittiche e reef a serpulidi.

Introduction

Unmanned aerial vehicles or systems (UAVs / UASs), commonly known as “drone” are remotely piloted platforms that can be used to collect series of high resolution images from which it is possible to create Digital Terrain Models (DTMs) and very high resolution orthophotos. These emerging technologies offer a viable alternative to conventional platforms (manned aircrafts or satellites) for acquiring high-resolution remote-sensing data at lower cost. In fact, in the past decade the interpretation of photos from airborne and satellite-based imagery has become one of the most popular tools for mapping vast surfaces, as well as to perform environmental monitoring concerning land-use change. However, both airborne imagery and satellite techniques show some disadvantages. For instance, some areas such as humid biotopes and tropical coasts are often obscured by a persistent cloud cover, moreover the temporal resolution is limited by the orbit characteristics (e.g. revisit times 18 days for Landsat) and the high cost per scene of must not be overlooked. Also the constraints of piloted aircrafts must be considered in regard to their reliance on weather conditions, flight altitude, the vicinity of airfields and costs. Due to the functional and

logistical limitations of manned aerial and satellite data, some studies have suggested that UAVs may provide better sampling efficiency and data quality (Colefax et al., 2017). UAVs include various configurations of unmanned fixed-wing aircraft, multirotor helicopters (e.g. quadcopters), and balloons/blimps of different sizes and shapes. The use of UAVs in ecological research has typically utilized small UAV units (<20 kg) due to lower procurement and operating costs, and fewer operational legislative restrictions (Anderson and Gaston, 2013). In fact, miniaturized sensors such as long-range transmitter, real-time kinematic (RTK) GPS devices, embedded inertial systems and enhanced imaging sensors including hyperspectral imagers, LIDAR and thermal infrared sensors are being developed/adapted for UAV payloads.

Thus, all these technologies have led to an upsurge in the availability of UAVs, opening new possibilities for remote sensing applications using commercial off-the-shelf instrumentations. Nowadays, UAVs are used for a wide range of environmental applications, such as: assessment of vegetation dynamics and forests biodiversity (Getzin et al., 2014), wildlife research and management (Linchant et al., 2015; Gonzalez et al., 2016), river habitat mapping (Tamminga et al., 2015) and geological structures characterization (Vollgger & Cruden, 2016).

In this work, we illustrate through case studies the great potential of small UAVs in delivering high-quality imagery for the identification and characterization of three key coastal habitats: *Posidonia oceanica* meadows, juvenile sparid fishes nursery grounds and *Sabellaria* reefs.

Material and Methods

In these case studies, a modified rotary-wing platform (Quantum Nova CX-20) equipped with a consumer-grade RGB, FULL-HD action camera (GoPro Hero 3 Black Edition) was chosen. To perform autonomous fly paths and survey grids we combined the drone's APM with the open-source software (APM Mission Planner v. 1.3.34). The drone was programmed to fly at 30÷40 m above mean sea level in order to get a Ground Sampling Distance (GSD) of ~ 3 cm per pixel. After this step we processed all images by the low cost structure from motion (SfM) software Agisoft photoscan 1.0 (AgiSoft LLC, 2010, www.Agisoft.com) to produce a high spatial resolution orthomosaics of the coast and a coarse Digital Elevation Model (DEM). The final output (Raster GeoTIFF orthomosaics) was imported in Esri ArcMap 10.1 to run both manual and automated image classification routines.

Results

Both the aerial surveys for mapping juvenile sparid fish nursery areas and the upper limit of *Posidonia oceanica* meadow were carried out along a rocky shoreline (~3 km long) south of Giglio Porto (Giglio Island, IT). After image analysis, we were able to identify the most suitable habitats for the settlement of juvenile fish of the genus *Diplodus*.

In particular, we identified four nursery areas: a sandy cove with boulders (673.5 m²), a small pebbly cove (309.6 m²), a small harbour (921.6 m²) and a shallow rocky bay (2521.4 m²). These habitats consisting of sheltered areas with gentle slope of the bottom

and with the presence of pebbles and boulders on sandy patches, often colonized by photophilic algae, showed high densities of juvenile sparid fish during their recruitment periods. The second study case clearly showed the great potential of UAV-imagery in delivering high resolution map of the upper limit of *P. oceanica* meadows in order to check their extent and to assess anthropogenic impacts (boat mooring, illegal fishing, etc.). Finally, the third study case was carried out along a sandy coastline near Tor Caldara, in the south of Rome city (Central Tyrrhenian Sea), characterized by a well established reef-forming honeycomb worm *Sabellaria alveolata* community. Thanks to high resolution images, we were able to produce a detailed thematic map in order to estimate the extension of emerged and submerged areas of the reef.

Discussion

These studies clearly demonstrate how low altitude UAV-based imagery can be a low-cost and time saving tool for the characterization of coastal marine habitats. As technological developments enhance the versatility and functionality, and decrease the cost of commercially available UAVs, their potential as a marine aerial survey tool will also improve (Colefax et al., 2017). In fact, in these kind of environments, fine-scale mapping surveys are often required to describe both ecological aspects regarding species distribution and to assess small-scale variations due to different sources of impact.

References

- [1] Anderson, K., & Gaston, K. J. (2013). *Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(3), 138-146.
- [2] Colefax, A. P., Butcher, P. A., & Kelaher, B. P. (2017). *The potential for unmanned aerial vehicles (UAVs) to conduct marine fauna surveys in place of manned aircraft*. *ICES Journal of Marine Science*.
- [3] Getzin, S., Nuske, R. S., & Wiegand, K. (2014). *Using unmanned aerial vehicles (UAV) to quantify spatial gap patterns in forests*. *Remote Sensing*, 6(8), 6988-7004.
- [4] Gonzalez, L. F., Montes, G. A., Puig, E., Johnson, S., Mengersen, K., & Gaston, K. J. (2016). *Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and artificial intelligence revolutionizing wildlife monitoring and conservation*. *Sensors*, 16(1), 97.
- [5] Linchant, J., Lisein, J., Semeki, J., Lejeune, P., & Vermeulen, C. (2015). *Are unmanned aircraft systems (UASs) the future of wildlife monitoring? A review of accomplishments and challenges*. *Mammal Review*, 45(4), 239-252.
- [6] Tamminga, A., Hugenholtz, C., Eaton, B., & Lapointe, M. (2015). *Hyperspatial remote sensing of channel reach morphology and hydraulic fish habitat using an unmanned aerial vehicle (UAV): a first assessment in the context of river research and management*. *River Research and Applications*, 31(3), 379-391.
- [7] Vollgger, S. A., & Cruden, A. R. (2016). *Mapping folds and fractures in basement and cover rocks using UAV photogrammetry, Cape Liptrap and Cape Paterson, Victoria, Australia*. *Journal of Structural Geology*, 85, 168-187.

SESSION

**MORPHOLOGY AND EVOLUTION
OF COASTLINES AND SEABEDS**

Chairman: Giovanni Sarti
Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Pisa

MORFOLOGIA ED EVOLUZIONE DELLE COSTE E DEI FONDALI

La sessione *Morfologia ed evoluzione delle coste e dei fondali* ha visto la partecipazione di studiosi nazionali e internazionali che hanno presentato le loro ricerche sia attraverso comunicazioni orali sia sotto forma di poster. La selezione dei lavori concernenti la sessione orale, essendo tutti i lavori presentati meritevoli per la buona qualità, è stata condizionata dal tempo reso disponibile dalle necessità organizzative. Proprio per questo, la breve introduzione alla sessione non distingue tra presentazioni orali e poster. L'evidenza a scala globale di un trend di costante aumento della pressione antropica sulle aree costiere, con conseguente incremento della concentrazione d'interessi socio-economici a esse sottesi e la difficoltà di conciliare questo con la preservazione degli aspetti naturalistici, costituisce il contenitore più ampio nel quale la sessione trova la sua più corretta collocazione.

Il titolo della sessione collega volutamente aree emerse (coste) e sommerse (fondali prospicienti) a significare l'importanza di considerare il sistema costa nel suo insieme.

Questo implica l'interazione di una complessità di tematiche la cui composizione in un quadro organico conoscitivo di sintesi, può avvenire solo attraverso un approccio di tipo multidisciplinare. Quest'aspetto è stato fortemente sottolineato (*Sarti et al.*) con la presentazione del Team Coste, un accordo quadro tra le tre università Toscane, coordinate dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa, che vuole caratterizzarsi per un approccio olistico allo studio del sistema coste.

Nello specifico i temi affrontati hanno riguardato, per la porzione emersa, sia le coste rocciose sia quelle in sabbia.

Per le coste rocciose è stata posta attenzione prevalentemente alla prevenzione dei processi di arretramento e di frana, spesso accelerati dall'impatto antropico, com'è stato evidenziato nel geosito di Ripe Rosse in Cilento (*Aloia et al.*) che fa parte del patrimonio Unesco. Qui la concomitanza di tagli artificiali della falesia e sviluppo ripetuto d'incendi ha accelerato notevolmente i processi di frana e arretramento della falesia stessa. L'elaborazione di un modello numerico sulle modalità di sviluppo dei processi nei prossimi 500 anni potrà fornire strumenti di mitigazione e preservazione. Tematica simile è stata affrontata su falesie della città di Split in Croazia (*Pikelj et al.*) costituite da depositi torbiditici che per loro natura sono facilmente erodibili. Lo studio, che ha preso in considerazione i dati riguardanti gli ultimi 5 anni, ha evidenziato che le aree più critiche sono quelle corrispondenti a zone dove non è presente vegetazione.

Per le coste sabbiose in cui è comune il problema dell'erosione, sono stati presentati casi studio in Algeria (spiaggia di Falcon Cape, *Bougherira e Ghodhani*) dove sono stati quantificati in valori compresi tra circa 6 e 12 metri tassi erosivi a partire dal 1959, nella costa ragusana in Sicilia Meridionale e nella rada di Bosa Marina in Sardegna occidentale. In quest'ultimo sito (*Costa et al.*), lo studio si è focalizzato su attività di monitoraggio morfodinamico della parte emersa e sommersa prima durante e dopo un intervento di ripascimento effettuato nel 2016. A Ragusa, invece, all'interno della medesima unità fisiografica tra Pozzallo e Santa Maria di Focallo (*Di Stefano et al.*), è stato evidenziato come negli ultimi 30 anni fattori antropici (costruzione di un porto turistico, distruzione sistema dunale per urbanizzazione e diminuzione generale dell'apporto solido sedimentario) abbiano generato significativi effetti di accrescimento in alcune zone ed erosione in altre, con valori di

variazione superiori ai 100 m. Altro esempio documentato di impatto antropico sulle dinamiche costiere proviene dalle spiagge della baia di Haifa in Israele (*Sarid et al.*) dove sono stati anche valutati gli effetti di operazioni di ripascimento.

Studi sugli effetti di ripascimenti effettuati con ghiaie presso Marina di Pisa (*Bertoni et al.*), attraverso l'utilizzo di tracciamento di ciottoli con la tecnologia RFID, hanno invece evidenziato sia la grande mobilità dei ciottoli, sia l'elevato tasso di abrasione subito dai ciottoli stessi in tempi molto brevi.

In Sicilia è stata testata l'efficacia di processi di rinaturalizzazione di cordoni dunari per contrastare i processi erosivi (*Borzi et al.*) nel tratto di costa di Punta Braccetto (Ragusa).

In Sardegna e in Turchia la trasformazione del sistema costiero è anche stata analizzata dal punto di vista dell'evoluzione geo-archeologica, rispettivamente attraverso lo studio di insediamenti Fenici-punici (*De Falco et al.*) ubicati nella zona del Golfo di Oristano e con l'esempio dell'isola di Vordinisi (*Erylmaz et al.*). Il ruolo di fattori biologici (in primis *le Poseidoniae*) e geologici (quantità di sedimento disponibile) nel controllo dell'evoluzione morfologica di spiagge dell'area mediterranea (*Simeone et al.*) è stato approfondito in relazione ai futuri scenari di variazione del livello del mare.

Un caso particolare di studio su coste sabbiose (*Cohen*) riguarda l'impatto subito dal tratto costiero davanti alla città di Frejus nella costa meridionale francese a causa del cedimento della diga di Malpasset nel 1959 con la possibile generazione di un "onshore tsunami".

Per quanto riguarda la spiaggia sommersa sono stati presentati nuovi dati, acquisiti attraverso video-analisi (*Perugini et al.*), sull'evoluzione spazio-temporale di una barra sommersa situata lungo la costa Adriatica nella zona di Senigallia. Il contributo di *Caiti e Costanzi* ha invece esaminato lo stato dell'evoluzione tecnologica di utilizzo di robot sottomarini per acquisizione multitasking di dati. Sono stati presentati anche i risultati della caratterizzazione sedimentologica e geochimica dei sedimenti dello stretto dei Dardanelli e delle aree limitrofe (*Erylmaz e Erylmaz*) e sempre in Turchia del golfo di Golden Horn (*Erlmaz et al.*). Infine, a completare il quadro, ancora a cura di *Erylmaz e Erylmaz*, è stato illustrato il tipo di distribuzione dei sedimenti in relazioni alle correnti nel golfo di Mersiz in Turchia.

Giovanni Sarti
Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Pisa

GEOMORPHOLOGICAL EVOLUTION OF “RIPE ROSSE”, A COASTAL CLIFF IN CILENTO GEOPARK (ITALY)

Aniello Aloia¹, Fabio Dentale², Domenico Guida², Alessio Valente³

¹ - Cilento, Vallo Diano and Alburni National Park Geopark

² - Department of Civil Engineering, University of Salerno

³ - Department of Sciences and Technologies, University of Sannio, Via Port' Arsa, 11
82100 Benevento (Italy) Tel. 0824 305188 fax. 0824-23013 valente@unisannio.it

Abstract – This paper illustrates the mid-term geomorphological evolution of the "Ripe Rosse", one of the most important rocky coast geosite in the Cilento, Vallo di Diano and Alburni UNESCO Global Geopark. During the last decades, such area was affected by frequent and high-intensity landslide events that induced a significant increase in the landslide risk along the unique state road connecting all the touristic villages of the southern Cilento Coastland. This high risk level was related to the anthropogenic factors (slope cuts and wild fires) on the upslope and to an accelerated downslope cliff retreat, similar to other coastal stretches of Cilento described in the specific literature. Therefore, in order to better identify integrated strategies to both preserve the geosite and prevent the road damages, a geomorphological study was performed, based on detailed field surveys, multi-temporal aero-photogrammetric analysis, digital geomorphological mapping, qualitative geomorphic modelling, supported by orientated numerical engineering modelling.

The “Ripe Rosse” coastal slope has referred to a typical "slope-over-wall" model, composed by a convex, colluvial, debris upper slope, laying on remnants of buried, uplifted marine platform, covered by rounded, gravelly marine deposits, hanging on the cliffed bedrock toe slope. The original, more long convex-concave profile was connected to a lower sea level during the last glacial age. The cliffed toe slope was progressively modelled by pure slope retreat mechanism due to the post-glacial sea level rising until present time. A threshold behaviour of the entire coastal slope profile, with a general gravitational collapse, was recognized after the complete disruption of the buried marine platform. The application of a numerical model has given promising results on how the coast will retreat in the next 500 years and therefore on how to mitigate the risk according to exceptional value of the site.

Introduction

The Cilento, Vallo di Diano and Alburni Geopark has one of the most fascinating and appreciated coastlands in the Mediterranean countries, so as to be included in the UNESCO World Heritage [1] [2]. It is characterized by physical, flora, and fauna diversity, with mild and rainy winters and hot, dry and prolonged summers. Moreover, human attend the coastal area since Palaeolithic epoch, but nowadays civil settlement and tourist infrastructures causes a significant pressure able to damage this landscape. However, in the last decades in Cilento actions for protection, conservation, sustainable mitigation and remediation are performed. More specifically, interventions on beach erosion are carried out, because of their great economic importance in tourism and recreation. However, also the cliffed coasts, which have

a larger spatial extension and scenery relevance in the Cilento coastland, could receive more attention by public institution to prevent hazardous condition. In order to this, increasing studies and suitable researches become more and more essential [3].

Materials and Methods

Studies dedicated to the study of high rocky coasts are not as numerous as those dedicated to low coasts. A smaller number could depend on the use of these spaces, as the low coasts are preferred for tourist-bathing or commercial activities. However, the high and rocky coasts are prevalent in the types of Italian coasts and often call dangerousness for human settlements and for multiple activities on the territory [4]. These hazards are not always fully known and therefore the mitigation interventions are sometimes incorrect. Meanwhile, on these shores natural habitats of valuable value are conserved, which should be safeguarded and not transformed. These conditions have increased the need to develop specific studies with research that should be interdisciplinary in order to improve understanding.

High and rocky coasts, like that of the present study, for their position require specific analyses on their emerged portion and on the submerged portion, respectively subject to subaerial and marine processes [5]. Over time this position can change and with it the portion and intensity of the process that acts there. In particular, the glacio-eustatic oscillations of the Quaternary led to important consequences on the high and rocky coasts, the traces of which are still legible. These oscillations can overlap short-term variations represented by meteorological events of particular intensity that can concentrate on the emerged portion or on the submerged portion. Also in this case, if the conditions allow it, you can easily observe the forms of erosion and accumulation. Moreover, in the last centuries the action of man has become important, able to give transformations on the profile of the coast or on the intensity of the processes that develop it. Therefore, it becomes important to proceed to a detailed geomorphological analysis in order to distinguish the forms inherited from processes no longer active from those deriving from ongoing or potentially triggerable processes.

The geomorphological analysis cannot ignore a field survey, which in the study focused on the emerged portion. This portion was also analyzed through an analysis of photographs taken from the sea, which would allow a complete view. The information obtained, supported by literature data, was essentially of a geological and geomorphological nature. Subsequently, the analysis continued with the reading of topographic maps, covering the area. The most ancient map was made by IGM in 1956 and the most recent map was prepared by Campania Region in 2004. Such maps were supplemented by the observations of different aerial photographs from 1943 up to the most recent ones of 2012. This multi-temporal analysis was completed on the web with the images available on Google Earth attributed to 2015 and those searched on the National Cartographic Portal by the Italian Environment Ministry. From this latter site was extracted the DEM obtained from LIDAR surveyed in 2012. From maps, aerial photos and satellite images available on the web, spatio-temporal information of the area were obtained and digitalized on a geomorphological map. In this reading an important role was played by the structure of the National Park of Cilento, Vallo di Diano and Alburni.

Having qualitatively reconstructed the short and medium term geomorphological evolution of this particular high coast and having obtained information on the role of the processes that have acted in the past, and particularly since the late Pleistocene, we tried to test a numerical model of evolution, physically based. For this purpose the SCAPE software was used, which was able to model the evolution of the basal part of the coast, that in which the wave acts, for the next 500 years. The coastal shape was represented within this software with a series of shore profiles, assembled along the same reference line. The execution of the model generated a series of output files with data on the profiles of the rock faces and the beach below, on the annual sediment flow, on sediment transport and on the accumulated annual volume. This information, through the use of programs such as Excel and Matlab, allowed the graphic representation of what was elaborated by the SCAPE program.

Ripe Rosse

In Cilento (Campania Region) one of the most representative stretches with cliffed coast is named “Ripe Rosse” (Fig. 1). It is located to the north of this area along a slope which reaches quite rapidly the sea. An important road crosses the highest part of the slope with a breath-taking view on the sea almost at the base of the cliff. Both northward e southward, at the ends of it, sandy beaches are developed that allow to reach its base and walk along it, where detritus of all sizes have accumulated in a rather narrow stripe. This accumulation is indicative of the numerous falls of the rocks constituting the cliff.



Figure 1 – Location of Ripe Rosse in Cilento, Vallo di Diano e Alburni Geopark (Campania Region, Italy).

Ripe Rosse is built by a coarse turbiditic succession (Fig. 2) greater than 150 m thick. In particular, this succession consists of coarse and medium sandstone beds, generally with sharp bases, grading upward into finer sand, silt and mud. Sandstone beds could be substitute by conglomerates with erosive and concave bases. Laterally to these coarser deposits finer grained and thin bedded turbidites occur. Intercalated to these turbidites chaotic beds (slumping, sandy flow, etc.) are also present [6] [7].

Such succession belongs to the oldest formation of the Cilento Group (Langhian to Lower Tortonian), which was deposited in a thrust top basin above the early deformed successions of Southern Apennine (e.g. Liguride Unit: Jurassic to Aquitanian). Going northward at the base of the cliff a series of this deformed succession with thin bedded sandstone and muddy siltstone outcrop below the Cilento Group [6] [8]. The same succession is submerged under the cliff as revealed geophysical survey [8]

As said before, loose sediments with a gravel-pebbly grain size protect the foot of the cliff as a beach, while debris of all sizes accumulate in the concavities of the slope as well as at the base of the slope, where its thickness increases.



Figure 2 – Ripe Rosse: note plants on the detritus covered the slope and gravel-pebbly beach at the foot of the cliff; along the cliff the outcrop of thin and finer turbidites.

To complete the geological description transversal normal faults break the continuity of the bedding northeasterly dipping. [8]

Field surveys, analysis of multi-temporal aerial photos and satellite images have allowed us to create a digital geomorphological map from which we can deduce that the shape of “Ripe Rosse” for a great part consists of a moderate slope which descends to a vertical basal cliff into the sea with a very gently coastal platform up to 200 m wide. The cliff section has an extension of about 2 km and a height of more than 10 m up to 100 m. Slopes are between 40°, in the upper part, and 80°, in the lower part. The beach deposits show a limited width from 2 to 4 m. This kind of cliff is generally affected by recession processes

for shortening, especially after the basal part is withdrawn for retreat. The slope is mainly subjected to intense weathering processes associated to the erosive action of waves, causing several gravitational movements such as falls, topples and rotational slides. These characters change towards the ends, more markedly to the north, where the coastline has a degrading slope up to the wide sandy beach, generally with an angle less than 45°. In these cases the slope generally tends to recede for slope decline, due to the subaerial erosion. In these sections the slope is covered on the surface with abundant debris and products of the alteration of the substrate up to its base, thus preventing the erosive action of the waves.

The origin of the coastal slope with composed profile could be structural, even if it was subjected to a long modelling. This is witnessed by some triangular-trapezoidal facets. The modelling phases occurred in periglacial times as well as the formation of talus at the base of the cliff. The demolition of it is also represented by several detachment zones visible along the slope, overall in the middle part. Moreover, in the comparison of aerial photos since last century, carried out by the Geopark management, evidenced important landslides phenomena occurred in 1943 along this coastal slope. The features of such phenomena are well recognized in northern part of the slope.

According to the District Authority this condition is classified with a high to very high hazard. This would put at risk the unique state road connecting all the touristic village of the southern Cilento coastland at the top of the slope as well as the value of this geological site. However, in an area under environmental protection, risk prevention and mitigation measures should not ideally have any impact on the values, authenticity and integrity of a cultural or natural property [3].

The plants that cover the slope belong to the Mediterranean scrub. In this case it is enriched by the Ginestra del Cilento (*Genista cilentina*), an endemic specie distributed in Campania and Sicily, from the Carrubo (*Ceratonia siliqua*), the Phoenician juniper (*Juniperus phoenicea*) and the Aleppo Pine (*Pinus halepensis*). In the adjacent submerged areas seagrass meadows (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*) are widely diffused [9]. These significant biodiversity concentrated along this coast constitute an important ecological function, highly considered also by the programme Man and Biosphere by UNESCO from 1997.

Evolution Model

Therefore, a detailed study was developed to understand the evolution of the high and rocky coast with a composed profile, in which an important road crosses the upper part. As previously said this coastal stretch consists on soft rocks with a lower resistance to erosion. Therefore subaerial processes act along the slope as well as waves attack the foot of the cliffs. The results are an upper part of the coast with a convex slope cut in weathered rock while the lower part is a vertical cliff in more coherent unweathered rock. As indicated in the literature this vertical cliff may correspond to a fault plane or an evolution of it [5] [10]. Definitely, “Ripe Rosse” is a typical “slope-over-wall” profile (Fig. 3).

More specifically, it is composed by a convex, colluvial, debris flow slope, laying on remnants of buried, uplifted marine platform, covered by rounded, gravelly marine deposits, hanging on the cliffed bedrock toe slope. The original, longer convex-concave profile was connected to a lower sea level during the last glacial age. The cliffed toe slope was progressively

modelled by pure slope retreat mechanism due to the post-glacial sea level rising until present time. A threshold behaviour of the entire coastal slope profile, with a general gravitational collapse, was recognized after the complete disruption of the buried marine platform. (Fig. 4)

Such particular profiles could be formed on coasts where cliffs cut in relatively resistant rock are degraded by periglacial freeze-and-thaw actions resulting in solifluction, forming coastal slopes that are then undercut by marine erosion. This process is still active on high latitude coast, but it was more extensive during Pleistocene times, when coasts that are now temperate were subject to the down-slope movement of frost-shattered rubble during cold phases when sea level was lower. The Pleistocene cliffs therefore became slopes mantled by a solifluction deposit with angular gravel. This deposit extended out on to what is now the sea floor in a broad, diminishing apron. Late in Pleistocene times the climate became milder, and these coastal slopes became vegetated. Sea level rose, and marine erosion undercut the slopes (Fig. 4).

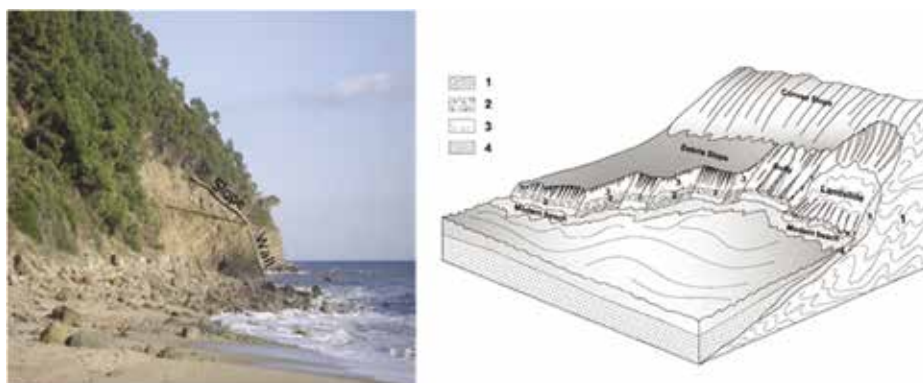


Figure 3 (left) – Ripe Rosse with its “slope-over-wall” profile. Figure 4 (right) – Evolution of “slope-over-wall” profile. Legend: 1. deformed substratum; 2. Solifluction deposits; 3. Debris slope deposits; 4. Modern beach sediments.

This evolution would be simulated in the med-term for “Ripe Rosse”, as the climate tropicalization is now the most acclaimed trend for next hundreds years (Fig. 5). Starting from the current state, and taking into account a slow rise in sea level, the action of marine processes that act at the foot of the cliff has been reconstructed. The removal of the material collapsed from the slope was also considered, as well as the formation of a large coastal erosion platform.

The development of extensive beach at the foot of the cliff, with sediments frequently supplied by the adjacent coastal stretch in erosion or by rockpile materials collapsed from the above slope, plays an important role in the effectiveness of erosion processes and therefore in changing the profile of the cliff. The morphological expression of such change in the shore platform is both the increase of its gradient and the decrease of its size. Hence, the rate of recession will be quicker.

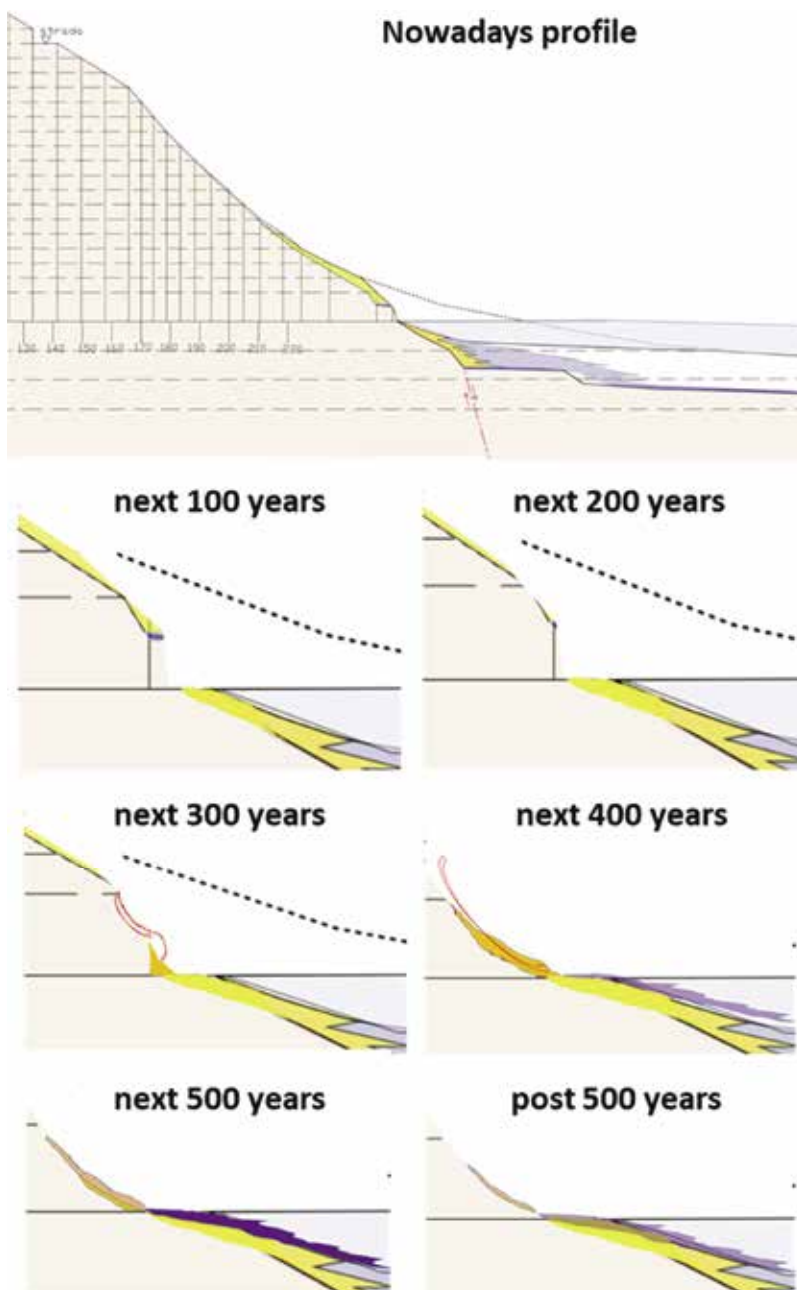


Figure 5 – Qualitative reconstruction (step by step) of the geomorphological evolution for the next 500 years. The dotted line indicates the topographic surface at -15 000 years from the present with the sea level at -130 m from the current position.

In light of the qualitative reconstruction of the geomorphological evolution of this particular type of high coast, widespread in the area of the National Park of Cilento, Vallo di Diano and Alburni, it has been possible to implement a coastal evolution model, trying to simulate a physically model based on mid-term evolution.

The software used is SCAPE, with which it was possible to reproduce a model of evolution of the coast, as already tested to represent the effects of some coasts [11] [12] [13]. These effects are represented on a surface of consolidated material in response to the attack of the waves. In this case the representative coastal form of the "Ripe Rosse" used within SCAPE was built by 21 profiles, each one spaced 25 m, perpendicular to a reference line with a total length of 525 m. Input data included also files describing wave conditions, tidal levels, mean annual sea level, annual sediment flow, sediment transport, and accumulated annual volume. For each profile, the erosive force is calculated according to the height of the breaking waves due to the geometric characteristics of the coast and the peak wave period.

The simulation has been tested for 500 years starting from current conditions and considering the hypothesis of a sea level rise of 1 mm / y on a 10 m high cliff. The result was a cliff pure retreat of 140 m, graphically represented by Excel and Matlab programs both along the modelled stretch in plan and in a representative profile (Fig. 6 and 7).

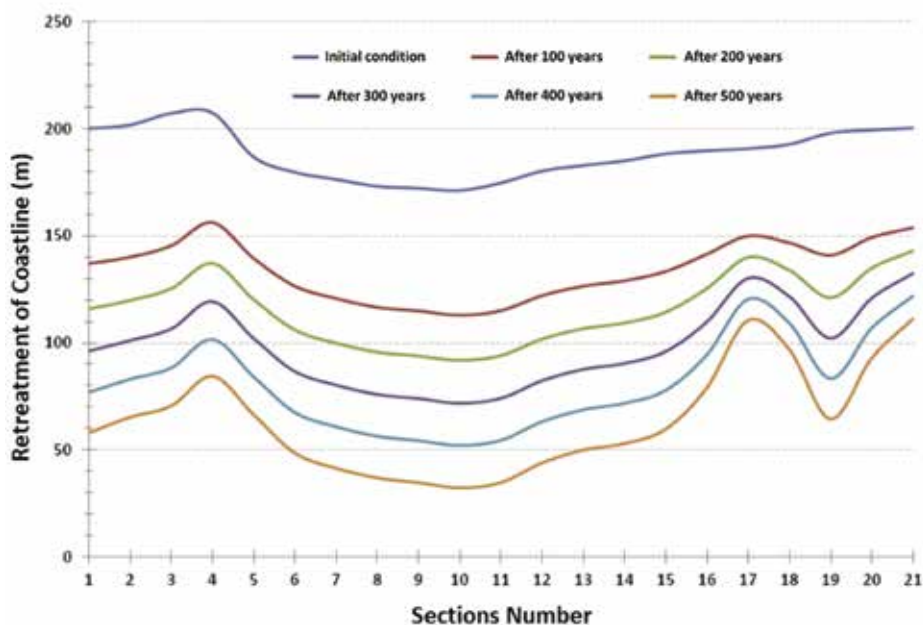


Figure 6 – Contour retreat of the “Ripe Rosse” cliff face simulated by SCAPE software in the next 500 years in correspondence of 21 profile (in plan).

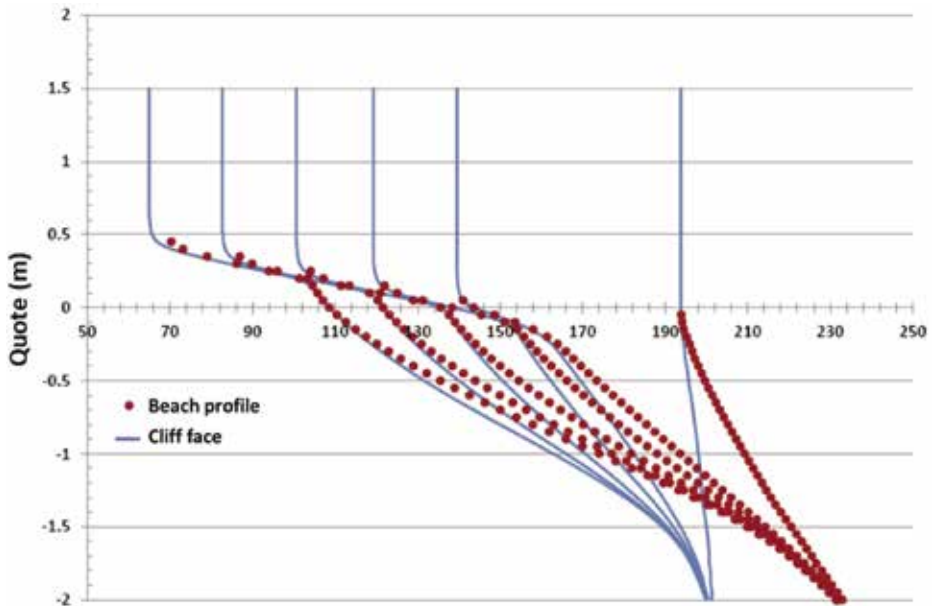


Figure 7 – Parallel retreatment of the “wall” and landward shifting of the beach profile in the next 500 years simulated by SCAPE software

In figure 7 on the x-axis the retreatment of the cliff face are reported whereas on the y-axis are reported the emerged and submerged quote of the same coast. This vertical wall was assumed to have a height of about 10 meters, but the effect was simulated for the first meter. In the same figure, it is evident how the erosion of the waves on the rock wall produces material that forms the beach below.

The simulation showed clearly that the vertical basal part of the coastal slope recedes parallel to itself with uniform denudation intensity if the slope processes are constant and / or the rock resistances are uniform. It is noted that the recession is facilitated by the progressive removal of the debris from the base of the slope and the formation of a partially submerged accumulation [7].

Unfortunately, it has not yet been possible to simulate the entire slope above the wall, however, as seen from the geomorphological reconstruction, the progressive withdrawal of the wall should intercept the threshold of the slope portion with the detrital material would accelerate the evolution of the entire coastal slope. If this were to happen in hot-humid climatic conditions or under high anthropogenic pressure (slope cuts and wild fires) there would be an emphasis on the subaerial processes extended to the entire slope with a consequent evolution of the “substitution” of the slope shape. This evolution could entail the consumption of the top portion and therefore the shortening of the coastal slope. The result of this evolution is the increase in risk to which the road would be subjected, which is the only artery to reach the coastal resorts located southward.

Conclusion

The study carried out on the "Ripe Rosse" has allowed to know in detail the geological and geomorphological characteristics of this particular profile of rocky coast, known as slope-over-wall. This profile was formed in rocks considered soft during the last cold phases of the Pleistocene and subsequently evolved to reach the current form. This evolution made it possible to hypothesize the conditions in which this site will be found in the near future, which is part of the UNESCO network of geoparks. Furthermore, a physically based modeling using SCAPE software was applied, which confirmed how qualitatively it had been imagined up to 500 years. The estimate of the retreat of the cliff, as well as the possibility of the involvement of the convex slope with significant erosion phenomena, makes possible a more sustainable choice of mitigation actions and thus be able to manage the risk without losing valuable environmental assets.

References

- [1] Aloia A., Burlando M. (eds) *Geoparchi Italiani – Italian Geopark*, (2013), Forum Nazionale dei Geoparchi Italiani.
- [2] Valente A., Magliulo P., Russo F. *The coastal landscape of Cilento (southern Italy): a challenge for protection and tourism valorization*. In: M. Soldati, M. Marchetti (eds), *Landscapes and Landforms of Italy*, Springer International Publ (2017), 35 409 - 419
- [3] Aloia A., Calcaterra D., De Vita A., Guida D. (eds) *Acque e terra: risorse e rischi naturali*. Quaderno del Geoparco n.2 (2013), Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni.
- [4] Pranzini E. *La forma delle coste* (2004), Zanichelli
- [5] Bird E. *Coastal Geomorphology: an introduction* (2000), John Wiley & sons.
- [6] Cocco E., De Pippo T., Valente A. *Sedimentologia del Flysch del Cilento*, Geol. Rom. (1986), 25, 25-32.
- [7] Cavuoto G., Valente A., Nardi G., Martelli L., Cammarosano A. *A prograding Miocene Turbidite System*. In: T.H. Nilsen, R.D. Shew, G.S. Steffens and J.R.J. Studlick (eds), *Atlas of Deep-Water Outcrops*, AAPG Studies in Geology (2008), 56, 54.
- [8] ISPRA – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 502 "Agropoli"*, Regione Campania (2015).
- [9] Corbetta F., Pirone G., Frattaroli A.R., Ciaschetti G. *Lineamenti vegetazionali del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano*. *Braun-Blanquetia* (2004) 36, 1-61.
- [10] Trenhaile A.S. *The effect of Holocene changes in relative sea level on the morphology of rocky coast*. *Geomorphology* (2010) 114, 30-41.
- [11] Walkden M., Hall J., *A Mesoscale Predictive Model of the Evolution and Management of a Soft-Rock Coast*. *Journal of Coastal Research* (2011), 27 (3) 529-543
- [12] Ashton A., Walkden M., Dickson M. *Equilibrium responses of cliffed coasts to changes in the rate of sea level rise*. *Marine Geology* (2011), 284, 217-229
- [13] Carpenter N. E., Dickson M. E., Walkden M. J. A., Nicholls, R. J., Powrie, W., *Effects of varied lithology on soft-cliff recession rates*. *Marine Geology* (2014), 354, 40-52

THE IMPACT OF COARSE SEDIMENT TRACING EXPERIMENTS FOR AN IN-DEPTH CHARACTERIZATION (MANAGEMENT; PLANNING) OF ARTIFICIAL PEBBLE BEACHES

Duccio Bertoni¹, Giovanni Sarti¹, Alessandro Pozzebon²

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, via Santa Maria 53 - 56126 Pisa (Italy),
phone +39 050 2215781, e-mail: duccio.bertoni@unipi.it

²Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Scienze Matematiche, Università di Siena

Abstract – In this paper the results of a series of innovative tracing experiments about coarse sediment transport have been put together and compared in order to discern which are the major factors affecting the morphodynamics of coarse-clastic beaches. Gravel beaches are now frequently used as a form of coastal protection against erosion processes, mainly because coarse sediments are not entrained and displaced as easily as finer particles such as sand. Several aspects about the behaviour of these beaches are yet to be fully understood though. The fieldwork activities were carried out at three artificial pebble beaches located in Marina di Pisa (Tuscany, Italy). Pebbles collected from those beaches were marked by means of the radio frequency identification technology, which allows to couple each pebble with a transponder. This technique guaranteed high recovery rates both in the subaerial and underwater environment. The displacement trajectories showed that the movement patterns of the tracers is tightly connected to the sea floor topography, which affects wave motion and how swash flows approach the shoreline. Experiments aimed at analyzing the abrasion rate of the pebbles also showed that mass loss is noteworthy in limited time frames. As it was a somewhat unexpected result, subsequent experiments demonstrated that pebbles are subjected to relevant shifting also during short fair-weather periods. All these novel findings suggest that the use of artificial coarse-clastic beaches to replace sandy shores in order to increase the protection of coastal areas is not just a matter of unloading impressive volumes of particles coarser than those naturally present, because also a coarse grain-size may be subjected to high rate of reworking and transport. In particular, mass loss is a factor that must be taken into proper consideration, even for the possible repercussions to water quality due to the significant amount of calcium carbonate released by the abraded marble pebbles.

Introduction

Coastal erosion is a worldwide issue since the beginning of the Twentieth century. As the number of people living close to the coastline is remarkable - about 86 millions within 10 km just in Europe in accordance with the report by [9] - the risks and hazards related to erosion processes are increasing as well. Coastal areas are paramount for the economy of the countries that have access to the sea, because it makes up for trade expansion, resource exploiting, and tourism, which is the main revenue for many communities, especially in the Mediterranean area. For all these reasons reducing the effects of the erosion is a priority, because those processes are increasing the risks for the people who live in settlements along the coast, emphasizing the need to build expensive and invasive protection structures, and

because beach width loss might also reduce the potential profits from all the activities related to tourism.

Among the many ways that can be chosen from hard (e.g., breakwaters, groynes, sea walls) and soft (e.g., replenishments, sediment redistribution) approaches [10], coarse sediment replenishments are a viable option increasingly taken into consideration by coastal managers, as they maintain the typical soft approach aspects, while acting as a sea wall. In this sense, artificial coarse-clastic beaches are often used in a twofold way to support coastal management: a large replenishment can be either perceived as a form of protection from storm surge and erosion or as a mere reconstruction of a beach to promote summer resort activities and, in turn, revenues. As a matter of fact, the economy of most of the Mediterranean littoral communities is tightly connected to tourism; on the other hand, most of those very coastal areas are also subjected to severe erosive processes and are in dire need of efficient defense schemes. Based on the higher level of stability during storms [12, 14], coarse-clastic beaches have been progressively built in many sites to replace sandy beaches that were completely wiped out by erosion processes. However, the shortcoming of this practice was the low knowledge about coarse-clastic beaches compared to that about sandy beaches [7]. Aside from the fact that sandy beaches are more frequent in nature than the coarser counterpart, they are also easier to analyze and investigate. For instance, in the early 2000s there were few surveying techniques suitable for coarse-clastic beaches in order to gain a thorough understanding of the morphodynamics. A remarkable drive to increase the basic knowledge about this specific environment was given by the application of the radio frequency identification technology (RFID) to trace coarse sediments [1, 3]. This technique provided the chance to track the displacement patterns of individual pebbles, which opened up wide opportunities to shed light on movement processes and, as a consequence, on some textural parameters such as mass loss and abrasion rates. This paper is intended to review recent tracing experiments carried out on artificial pebble beaches in order to highlight which findings are the most important and how to use the resultance of the experiments to improve the management of coastal areas and future planning of such defense structures.

Study Area

The experiments taken into consideration were carried out at Marina di Pisa, a small seaside village about 10 km southwest of Pisa (Tuscany, Italy). The shore of Marina di Pisa extends for about 6 km from River Arno's mouth to the north to the village of Tirrenia to the south (Figure 1A). The sea floor is flat and composed of fine sands with provenance from the only sediment source of the area, the River Arno. The littoral promenade of Marina di Pisa was once characterized by sandy beaches, but this sector of the northern Tuscany coast has been struck by massive erosion processes since the latest stage of the XIX century, which ultimately determined the complete disappearance of the sand. Hard protection structures such as sea walls were built along the promenade, along with a series of detached breakwaters and groynes. These structures prevented the land from further retreat, but they also impeded any chance for natural shore feeding. For this reason, in 2001 local coastal managers decided to start refilling the beach with artificial replenishments: at first 8 to 16 mm gravel was used, but this grain-size was too fine to stand the energy of the waves during severe storms. Therefore, in subsequent replenishments a coarser grain-size was used: huge volumes of

30 mm to 90 mm pebbles were unloaded on the shore in 2006. This scheme led to the formation of three separate artificial pebble beaches: Cella 6, Cella 7 and Barbarossa (Figure 1B, 1C). The first two beaches are identical: 250 m long, bounded at both edges by groynes and seaward by a submerged breakwater. The latter is just shorter, about 180 m, and does not have any offshore protection. Recently, two other artificial beaches (Cella 4 and Cella 5) akin to the above mentioned twin beaches were built to further protect the littoral promenade.

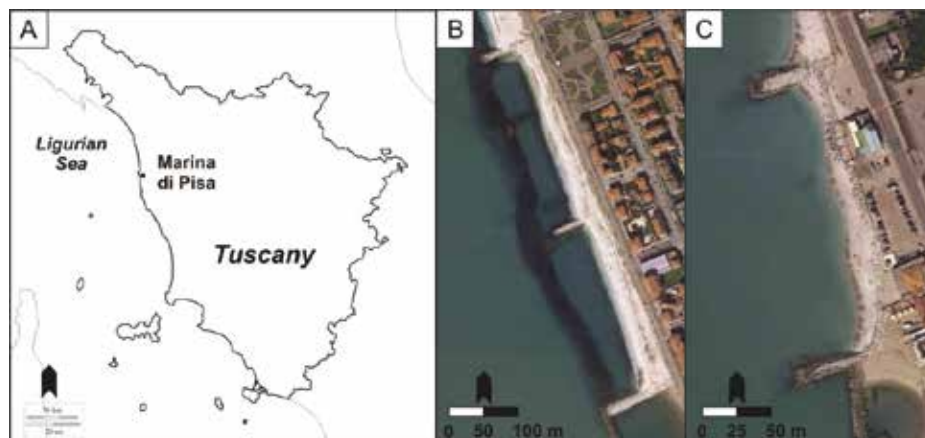


Figure 1 – Geographic location of the study area. Map of Tuscany (A); satellite picture of Cella 6 and Cella 7 (B) and Barbarossa (C) beaches.

In terms of sea-weather climate, southwesterly winds present the highest velocities and consequently the strongest storms; westerly waves represent the typical wave direction, but usually they generate just mild storms. The northern Tuscany coast is a microtidal environment, tides rarely exceed 30 cm in tidal range [8]. The longshore drift is directed southward throughout this sector of the coast [11].

Materials and Methods

The experiments were designed to analyze the behaviour of pebble-sized sediments in different timespans, which means that the recovery campaigns were carried out after specific time frames. The differential residing time of the tracers would end up affecting a given aspect of coarse sediment morphodynamics. The short-term experiment envisioned two recovery campaigns 6 and 24 hours after pebble injection and addressed tracer movement in short, fair-weather periods [2]. The medium-term experiment involved just one recovery campaign, which was carried out 2 months after the injection in order to appreciate coarse sediment transport trajectories and abrasion rate [3, 4, 5]. The last experiment was meant to confirm in the long term (four recovery campaigns after 3, 8, 10 and 13 months) the preliminary data resulted from the medium-term test about the abrasion rate [6].

All the experiments involved the injection of a specific amount of tracers on the main geomorphologic features of the beach, that is the step crest, the swash zone and the fair-weather berm. Both the initial and the recovery positions of the tracers were recorded by an RTK-DGPS instrument (accuracy ~1 mm). A representative displacement was considered to be over 0.5 m of horizontal shift from the injection position. The pebbles were marked by means of the RFID technology, which was refined and improved over time. This technique is an automatic identification system based on the use of electromagnetic field to identify people, animals or objects. A standard RFID system is basically composed of two typologies of devices: the Transponder and the Reader. The Transponder is the Smart Label to be placed on the item to be identified: it is provided with a microchip storing a unique ID and with an antenna that is used to transfer the code. The Reader is the device used to detect the presence of the Transponder and to read its ID code: it is able to generate an electromagnetic wave at a specific frequency that is used to communicate with the Transponder, at a distance that can range from few centimeters to a hundred of meters (according to the specifications of the system). In the context of pebble tracking, a Low Frequency (LF) passive RFID infrastructure was used: this system operated at a 125 kHz frequency, providing reading ranges that can reach 80-90 cm. In particular, while the presence of water usually attenuates the electromagnetic fields, at low frequencies it is possible to set up a communication channel even under water. This feature makes the developed system suitable to track the movements of the pebbles for both the submerged and the subaerial portions of a beach.

For the experiments, disc shaped transponders were used. These devices were embedded in the pebbles to be marked: the pebbles were pierced with a drill press, and the transponders were glued on the bottom of the hole and then sealed using a waterproof resin. During fieldwork activities, the reader was used as a sort of metal detector, scanning the whole beach to retrieve the presence of buried pebbles. The identification of the specific pebble was made by reading the ID code of the embedded transponder on a laptop connected to the reader through an RS232 cable.

While this kind of system was employed in several experiments, following the first set of tests a series of improvements was carried out. First of all, additional transponders were tested to identify new typologies that were more easily embeddable inside the pebbles while providing the same performance level. After several laboratory tests, for all the following tracking campaigns, cylinder glass transponders were employed. The following improvement focused on the connection of the reader with the laptop in charge of receiving and recording the ID of the transponders: in this case, the RS232 cable was replaced with a Bluetooth connection: the ID code was then sent wireless to a smartphone instead of the laptop, notably easing the whole localization process. Finally, to speed up even more the localization procedures, an ad-hoc sledge to drag the reader all over the beach was employed: this led to a noteworthy time reduction in the whole process, allowing the scanning of a medium sized beach in few hours.

Results and Discussion

The first experiment dealt with coarse sediment transport mechanism and took place in the spring of 2009 at Cella 7 and Barbarossa beach (Figure 1B, 1C). The marked pebbles (96 and 102 respectively) were injected in March and the recovery campaign was carried out

after two months. Three significant storms occurred during that timespan, the third one being the strongest with offshore wave height of more than 4 m [3, 5]. The recovery rate was quite different between the two sites: 74 tracers were retrieved at Cella 7 (77%), just 53 at Barbarossa (52%). Such a discrepancy in recovery rate has been related to the different distribution of waves at each beach: Cella 7 has the offshore submerged breakwater that contributes to dissipate part of the incoming wave energy, whereas at Barbarossa waves hit the coastline with no dissipation other than that derived from sea bottom friction. The vectors showing pebble displacement at Cella 7 indicate an apparent random movement of the tracers in the southern sector of the beach; a more organized, divergent area can be pointed out to the north though (Figure 2A). The reasons for such a differential movement between the two sectors of the beach has to be ascribed to the sea bottom topography, in particular to the configuration of the submerged breakwater (Figure 2B). Contrary to project design, the crest width is not even throughout its length, as it is narrower to the north and wider to the south. The constriction in the northern part is likely responsible of a concentration of wave energy in that sector because waves flow into it preferentially during storms, focusing the accumulated energy at shore exactly at the point in front of the constriction. This process leads to the formation of a divergent movement of sediments in that area. Tracer displacement at Barbarossa is driven by sea bottom topographic features as well (Figure 2C, 2D). In this case displacement vectors describe two separate convergence areas, both facing two shoals that characterize the nearshore. If frequently monitored and surveyed, sea bottom morphology can support modelists to predict the evolution of a coarse-clastic beach as sediment movement is tightly related to topography.

The second experiment concerned the actual demonstration that pebble-sized sediments do move under fair-weather wave conditions and in short timespans. The test was carried out at Barbarossa beach in September 2011, injecting 78 marked pebbles and completing two recovery campaigns 6 and 24 hours after tracer release; within that timespan, the maximum offshore wave height recorded by the wave gauge just reached 0.3 m. Tidal range was just 0.2 m [2]. The first campaign produced a recovery rate of about 92%, whereas after 24 hours it decreased to 85% (Table 1).

Table 1 – Recovery rate and percentage of displaced tracers after the first (6 h) and second (24 h) surveys at Barbarossa beach as a function of the injection position of the pebbles.

Injection position	Recovery rate		Displaced tracers	
	6 h	24 h	6 h	24 h
Fair-weather berm	100 %	85 %	8 %	19 %
Swash zone	81 %	73 %	65 %	69 %
Step	96 %	96 %	0 %	35 %
Total	92 %	85 %	24 %	41 %

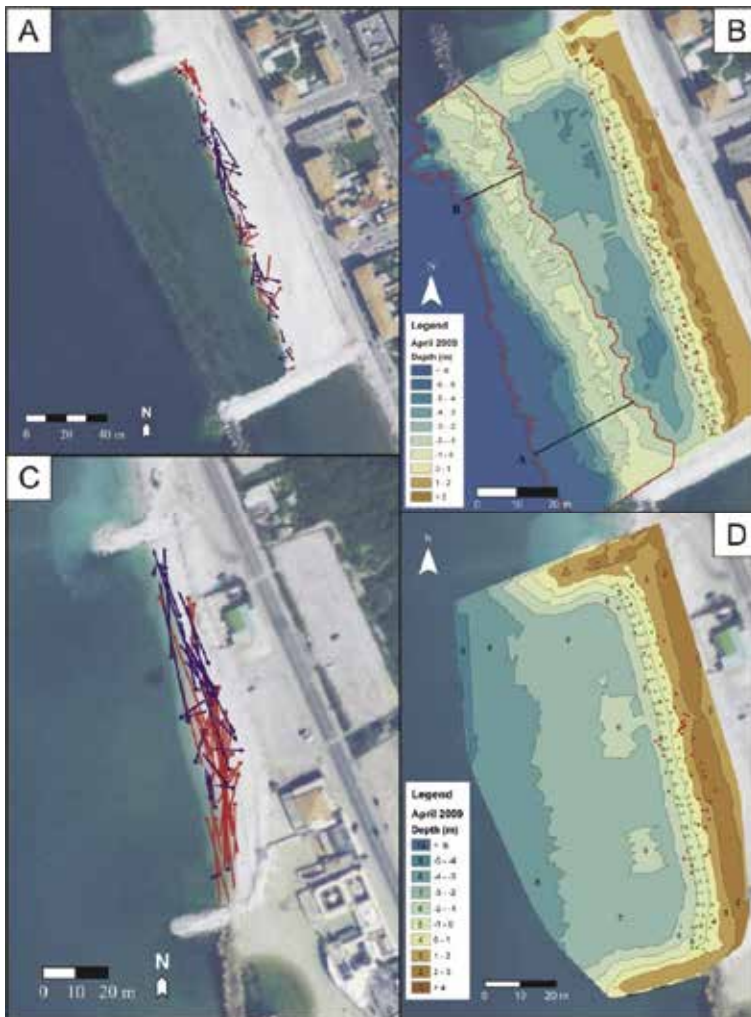


Figure 2 – Maps resulting from the first coarse-sediment tracing experiment, showing tracer displacement vectors (A) and sea bottom topography (B) at Cella 7, and tracer displacement vectors (C) and sea bottom topography (D) at Barbarossa (modified after [3, 5]).

That means that already after 6 hours some pebbles moved away from the injection position so as to go undetected even though swash action, the only feasible physical force driving pebble movement under such conditions, was barely active. During the next hours some other pebbles went undetected: as no particular difference to the backshore was pointed out in terms of morphological characteristics, the undetected tracers may have likely rolled down the beachface and wound up at the step base. As mild as it was, swash flows triggered

the initial movement, which was then emphasized by gravity. The notion that pebble-sized sediments move significantly when wave motion is very low is crucial especially when it comes down to abrasion rates. In fact, intuitively it was expected that the highest mass loss would have been recorded during storms, that is when wave energy is capable to entrain and displace further the coarse sediments. Even though it is limited to the swash zone, pebbles have to be considered in a state of constant movement, and consequently in constant attrition, which leads to the severe mass losses recorded in dedicated experiments both in the short and the long terms [4, 6]. Mass loss recorded at Cella 7 was about 2 % after a residing time of two months; mass loss increased to 8 % at Barbarossa beach in that very timespan. As for transport distance, the discrepancy between the two sites is dependent on the lower wave energy recorded at Cella 7 because of the presence of the submerged breakwater.

This tendency has later been confirmed by the longer term experiment carried out at Barbarossa beach in November 2013. This test was designed to prove the preliminary data observed at the end of the first experiment: a population of 240 marked pebbles was released on the beach, taking care to couple at each injection point one rounded pebble with one angular pebble. The rationale that drove this choice was that the abrasion rate was never analyzed as a comparison between angular and rounded sediments. The results showed that mass loss after 13 months reached an average of 61 %, which basically means that at least in the swash zone where pebble movement is higher the beach loses more than half the mass each year [6]. Worth to be note is the fact that mass loss recorded on angular pebbles is almost identical to that recorded on initially rounded tracers (Figure 3).

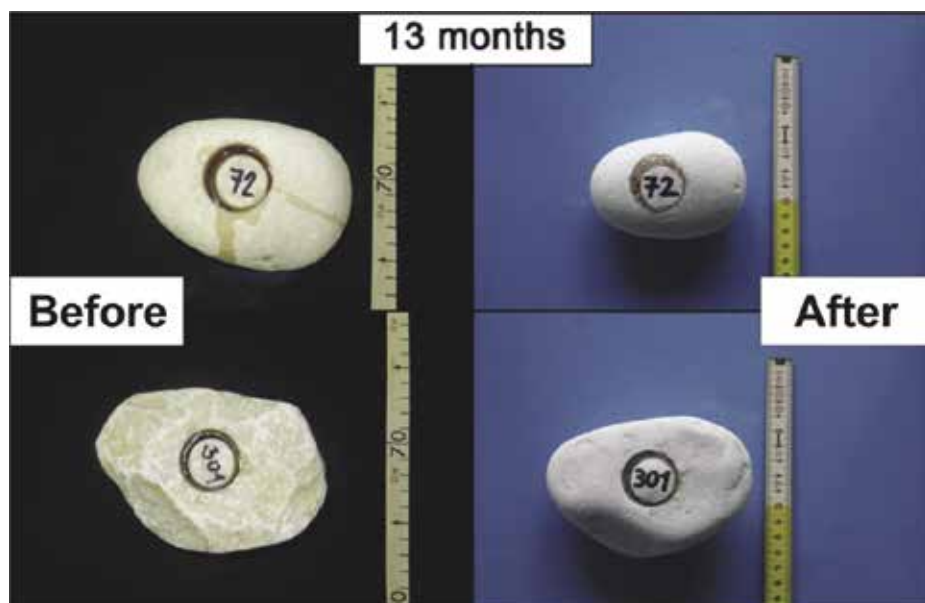


Figure 3 – Examples of rounded (top panels) and angular (bottom panels) tracers before the injection and after the recovery (modified after [6]).

Parallel experiments about particle mass loss performed on different settings (laboratory, aeolian dune, and river) helped pointing out a universal trend in the evolution of several shape descriptors such as circularity, axis ratio, number of stable and unstable points [13].

Conclusion

Coarse-clastic beach environment still has several aspects lacking of a full comprehension. In this sense sediment tracing techniques proved to be reliable to acquire sensible datasets about particle movement, transport and displacement. Among others, the RFID technology enabled to increase the accuracy of the tests because the investigations are based on individual tracked tracers and not on a mere statistical analysis. The critic review of a series of sediment tracing experiments carried out during the last 10 years at two artificial coarse-clastic beaches along the northern Tuscany coast (Marina di Pisa, Italy) provided novel insights about the morphodynamics of those sites. In particular, the high mobility of pebble-sized particles even under fair-weather conditions must be taken into consideration because it led to a severe abrasion rate. Likely, storm conditions imply higher chance of pebble breakage, but the wear attained during longer, mild-energy wave conditions is the probable responsible of the impressive mass loss that was measured on the marked pebbles.

In conclusion, coastal managers who intend to follow the artificial gravel replenishment route must not neglect the importance of sediment mass loss in brief timespans, which obviously leads to a shorter than expected lifetime of the beach fill intervention. Furthermore, as is the case in Marina di Pisa's beaches, the logical choice of using marble pebbles due to the proximity to the Carrara's quarries should be re-considered as far as the water quality worsens due to the considerable amount of calcium carbonate released during pebble physical and chemical deterioration. In this sense, ongoing geochemical analyses carried out on water samples from these sites may be useful to figure out this environmental aspect as well.

Acknowledgments

The Authors are thankful to prof. Paolo Ciavola and Dr Edoardo Grottoli, both from the University of Ferrara (Italy), for their useful remarks and support for fieldwork activities during these past years. Thanks are also due to prof. Giuliano Benelli from the University of Siena (Italy).

References

- [1] Allan J. C., Hart R., Tranquilli J. V. - *The use of Passive Integrated Transponder (PIT) tags to trace cobble transport in a mixed sand-and-gravel beach on the high-energy Oregon coast, USA*, Mar. Geol. (2006) 232, 63-86.

- [2] Bertoni D., Grottoli E., Ciavola P., Sarti G., Benelli G., Pozzebon A. - *On the displacement of marked pebbles on two coarse-clastic beaches during short fair-weather periods (Marina di Pisa and Portonovo, Italy)*, *Geo-Mar. Lett.* (2013) 33 (6), 463-476.
- [3] Bertoni D., Sarti G., Benelli G., Pozzebon A., Raguseo G. - *Radio Frequency Identification (RFID) technology applied to the definition of underwater and subaerial coarse sediment movement*, *Sed. Geol.* (2010) 228, 140-150.
- [4] Bertoni D., Sarti G., Benelli G., Pozzebon A. - *In situ abrasion of marked pebbles on two coarse-clastic beaches (Marina di Pisa, Italy)*, *It. J. Geosci.* (2012) 131 (2), 205-214.
- [5] Bertoni D., Sarti G., Benelli G., Pozzebon A., Raguseo G. - *Transport trajectories of "smart" pebbles on an artificial coarse-grained beach at Marina di Pisa (Italy): Implications for beach morphodynamics*, *Mar. Geol.* (2012) 291-294, 227-235.
- [6] Bertoni D., Sarti G., Grottoli E., Ciavola P., Pozzebon A., Domokos G., Novák-Szabó T. - *Impressive abrasion rates of marked pebbles on a coarse-clastic beach within a 13-month timespan*, *Mar. Geol.* (2016) 381, 175-180.
- [7] Buscombe D., Masselink G. - *Concepts in gravel beach dynamics*, *Eart-Sci. Rev.* (2006) 79, 33-52.
- [8] Cipriani L. E., Ferri S., Iannotta P., Paolieri F., Pranzini E. - *Morfologia e dinamica dei sedimenti del litorale della Toscana settentrionale*, *Studi Costieri* (2001) 4, 119-156.
- [9] ETC-CCA - *Methods for assessing coastal vulnerability to climate change*, in: *Vulnerability and Adaptation Technical Paper* (2011) 1, European Topic Centre on Climate Change Impacts, Bologna.
- [10] French P. W. - *Coastal defences: Processes, Problems and Solutions*, (2001), Routledge, Abingdon-on-Thames.
- [11] Gandolfi G., Paganelli L. - *Il litorale pisano-versiliese (Area campione Alto Tirreno)*, *Boll. Soc. Geol. It.* (1975) 94, 1273-1295.
- [12] Masselink G., Hughes M. J. - *Introduction to Coastal Processes and Geomorphology*, (2003), Arnold, London.
- [13] Novák-Szabó T., Sipos A. Á., Shaw S., Bertoni D., Pozzebon A., Grottoli E., Sarti G., Ciavola P., Domokos G., Jerolmack D. J. - *Universal characteristics of particle shape evolution by bed-load chipping*, *Sci. Adv.* (2018) 4 (3), aao4946.
- [14] Pranzini E. - *La forma delle coste*, (2004), Zanichelli, Bologna.

EVOLUTION AND DYNAMICS OF THE SANDY SHORELINE OF FALCON CAPE BEACHS (ORAN, ALGERIA); QUANTIFICATION OF CHANGE, ORIGINS AND IMPACTS

Abdeldjalil BOUGHERIRA^{1,2}, Tarik GHODBANI²

¹University of Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem, Algeria.

²Laboratory Geographical Space and Land Planning (EGEAT), University of Oran 2.

Contacts: abdeldjalilbougherira@gmail.com^{1,2} (+213 671 19 97 88^{1,2}); ghodbani_tarik@yahoo.fr^{1,2}

Abstract – The coastline is in perpetual morphological evolution, it's often affected by erosion or accretion of the shoreline. The analysis of shoreline fluctuations is of great importance to decision-makers in order to guide regulation and decisions regarding coastal planning.

By diachronic approach, this study focuses on the quantification and analysis of historical changes in the position of Falcon cape beach shoreline in western Algeria. Changes in shoreline position were studied through multi-date aerial photographs (1959, 1980) and a satellite images from Google Earth Pro (2016). Also, we conducted field work and ground investigations to identify the causes of environmental degradation.

The corrections made to the aerial photographs and the satellite images were the important stape to build our Geographic Information System (GIS). Shorelines were digitized and integrated into the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) [19], which was used to compute statistics on erosion and accretion rates along the Falcon Cape shoreline over two time intervals (1959-1980, 1980-2016), and then on the entire period (1959-2016).

The result shows that the study area is in an erosion state, with a mean recession equivalent to 12.9 m on the Ain El-Turck bay segment and 6.3 m of Andalouses-Bousfer bay segment, which has led to a loss approximately 12.01 ha over the entire study area from 1959 to 2016.

Keywords - *Shoreline, Anthropogenic impact, Dune area, Falcon cape, GIS.*

Introduction

The coastal zone is in perpetual morphological evolution resulting from coastal forcing (wave, wind, current, etc.) and human interventions (defense works, urbanization, tourism, etc.) [3, 4, 17]. These coastal variations are reflected in erosion and accretion of coastal areas.

Coastal erosion is one of the main environmental problems affecting coastlines around the world. The extension of this phenomenon on sandy coasts, which are, by definition, forms of accumulation, has led to a reversal in the evolution trend of coasts [15, 16]. Indeed, about 70 % of sandy coastlines are in retreat, 20 % are stable and only 10 % in accretion [16].

In Algeria, the phenomenon of coastal erosion has been important only recently, and studies on this subject are still few [1, 2, 6, 8, 9, 11].

The complex dune-beach of Falcon Cape does not escape this trend that threaten the various amenities that are located by the sea and tourism potential of this attractive coast.

Understanding trends in shoreline change is a necessary step for the control and management of the coastal zone environment [4]. This led us to monitor the evolution of the Falcon Cape shoreline over a long period (over 50 years).

Using Geographic Information System (GIS), we analyzed shoreline changes in coast of Falcon cape. Also, *in situ* investigations were conducted to see the consequences and impacts of this evolution.

This work aims, according to a systematic method, to analyze and evaluate the erosion and the sedimentary accumulation along the sandy coastline of Bousfer and Ain El-Turck (Falcon cape coastline), as well as their causative processes and the impacts generated on the coastal environment.

Material and methods

Study area

Located in a twenty kilometers west of Oran city, the study area is characterized by the presence of a large dune field straddling the two communes of Ain El-Turck and Bousfer, protected in its northern part by a rocky mole, and opens onto the Mediterranean Sea by; to the east the bay of Ain El-Turck and to the west the bay of Andalouses-Bousfer.

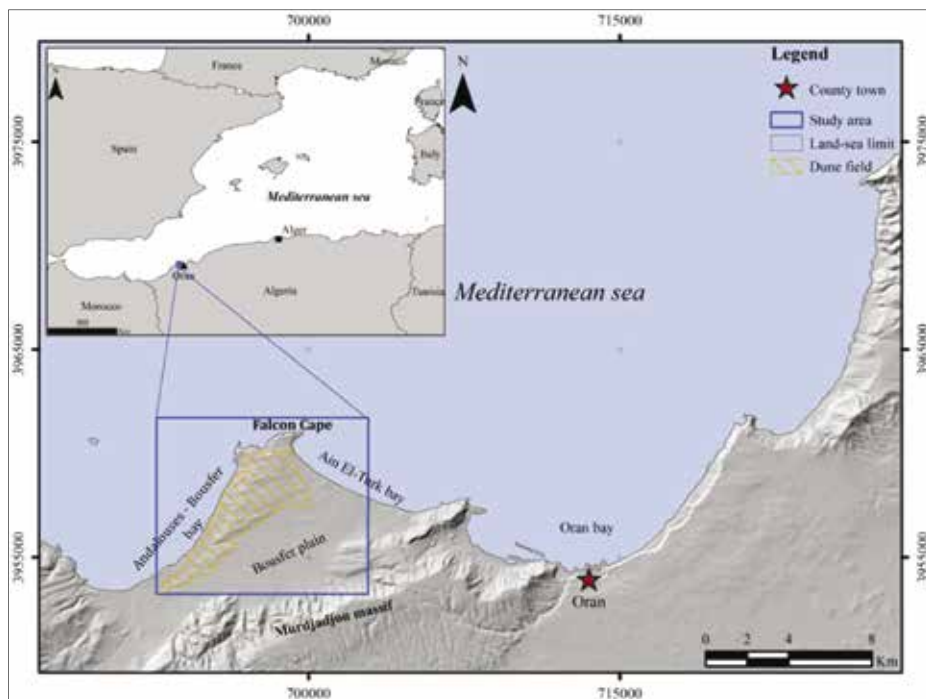


Figure 1 – Geographical location and main landscape units forming the study area.

This situation puts it in direct exposure to winds and marine influences. To the south-east, are the plains of Andalouses-Bousfer, which are bordered to the south by the foothills of the Murdjadjou mountain range (Fig.1).

The Falcon cape region is subject to a semi-arid Mediterranean climate characterized by a dry season expanding approximately seven months from March to October, with an average annual temperature of 18.4 °C, and low annual rainfall (an average of 357 mm) [14].

There are three sectors of predominant wind (Tab.1): West, Southwest and Northeast. The first two, which are more violent and have a high frequency throughout the year, with a maximum in winter, as for northeasterly winds, acquire a relatively dominant frequency only during the summer. The dune morphology shows that the west sector winds are the most efficient.

Table 1 – Wind direction according to its average frequency from 1996-2008 (source: [14])

Direction	Northern	Northern-east	Eastern	Southern-east	Southern	Southern-west	Western	Northern-west
Frequency %	4	27	5	2	3	16	37	6

Methodology

In this study, the methodology adopted for the analysis of shoreline evolution is the one used by several authors [1, 5, 9, 10, 12, 13, 18, 20]. To do this, a series of aerial photographs (1959 and 1980) and a satellite image of Google Earth Pro (2016) were collected, geometrically corrected and geo-referenced under the ArcGIS software in order to extract the coast lines of a homogeneously, the water level line “foreshore lines” was chosen as a reference line.

Digitization of the shorelines and estimation of the margin of error

We used the technique of photo-interpretation in a GIS, to draw the line of contact between the wet and dry beach. Once all the features of coast are digitized, we note a number of errors and uncertainties related to the resolution of the pixel (E_p) (quality of the data used), the geo-referencing of the images (ERMs), the extraction and digitization of the features of coast (E_d), thus the uncertainty related to the fluctuation of the tide (E_v). Their combination, in the formula below (01), allowed us to appreciate the total errors (E_t) [1, 9] (Tab.2).

$$E_t = \sqrt{E_p^2 + E_d^2 + E_v^2 + ERMs^2} \quad (01)$$

Table 2 – Estimation of the errors related to the calculation of the shoreline evolution.

Years	1959	1980	2016
Total error E_t (m)	3.55	3.51	3.49
Annualized total error (m/yr) (57 years)	0,11		
Periods	1959-1980	1980-2016	1959-2016
Annualized partial error (m/yr)	0.24	0.14	0.09

Automated analysis of shoreline evolution and Estimation of the surface balance

The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) [19] is the predominant analysis tool used to analyze shoreline position changes and it is run as an extension in ArcGIS. To analyze the change, DSAS requires the creation of a database containing the various digitized coastlines, a baseline drawn parallel to the oldest coastline, perpendicular transects from baseline, and record the position of the intersection between the transect and each shore (Fig.2).

Several statistics are generated automatically by DSAS including the Net Shoreline Movement (NSM), which were used in this study.

Also, the creation of polygons between two shorelines allowed the estimation of the surface balance, and gives a two-dimensional overview of shoreline changes. In this study, surface balances “sedimentary budget” were evaluated for each time period and for the overall period of 57 years. The areas of each polygon represent the area of the beach lost in the case of shoreline recession (negative balance) or the fattening area in the case of shoreline advancement (positive balance).

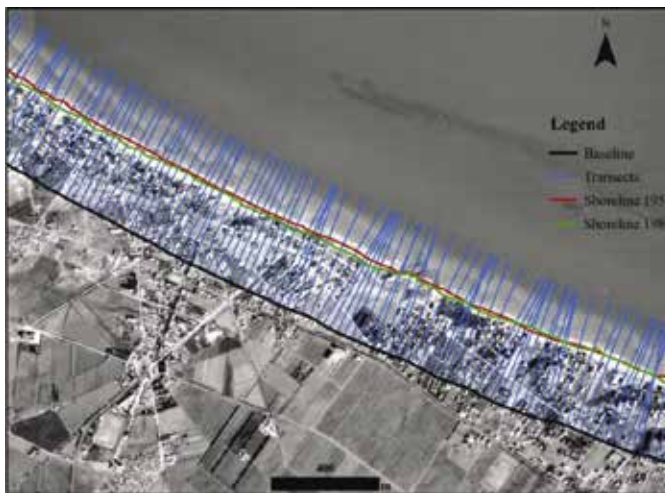


Figure 2 – Shorelines, baseline and transects drawn for analysis of shoreline evolution.

Results and discussion

Diachronic analysis of the kinematics of the coastline

Variations of shoreline position in the study area are shown in the Fig. 3, 4, 5 and Tab. 3. These show the evolution of the Paradis beach shoreline to the Falcon cape on Ain El-Turck Bay to the east and Madrague to Bousfer, on the Bay of Andalouses-Bousfer to the west, in the following periods: 1959-1980, 1980-2016 and 1959-2016.

Period 1959-1980

The stastic results obtained (Tab.3) during this period (21 years) show an average retreat of about -5 m and can sometimes reach -30 m on the Ain El-Turck bay. However, some beaches have been prograded like Falcon cape and Paradis beach. On the other hand, on the side of Bousfer there is a progradation of more than 2.5 m over the entire area, but we record the retreat of the beaches Bousfer and Bomo (Fig.3). This period was marked by a loss of more than 3 ha on the bay of Ain El-Turck. On the other hand, on the Andalouses-Bousfer bay, there is a slight accretion of 0.1 ha (Tab. 3).

Period 1980-2016

During this period (36 years), the shoreline shows an erosive trend along the study area (Fig.4); the overall result shows negative values in the evolution of the coastline, but there is a slight advance of the coastline on the beach of Ain El-turck (about 1 m) (Tab.3). The phenomenon of erosion accelerated in this period with losses of about 8.5 ha over the entire study area (i.e. a linear of 12 km of coast).

Period 1959-2016

The results of the analysis of shoreline position changes over the last half-century (1959-2016) showed that the study area is retreating, with more than 96 % of the shoreline in an erosion state (Fig.5). In addition, we recorded extreme values of the decline that reach sixty meters (- 60 m). The surface balance of this period also confirms this regressive trend. We note in this case a loss of more than 11 ha of land to the benefit of the sea (Tab. 3).

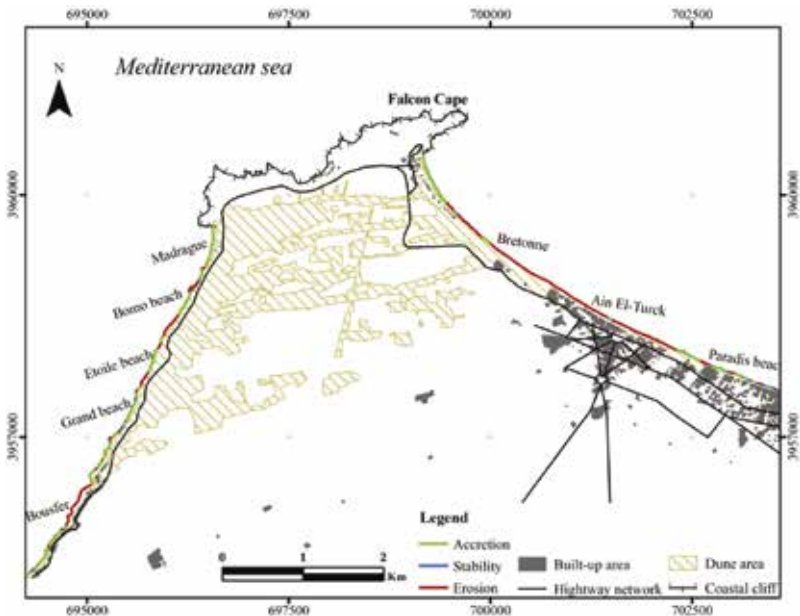


Figure 3 – Shoreline evolution from 1959 to 1980 (1959 land cover).

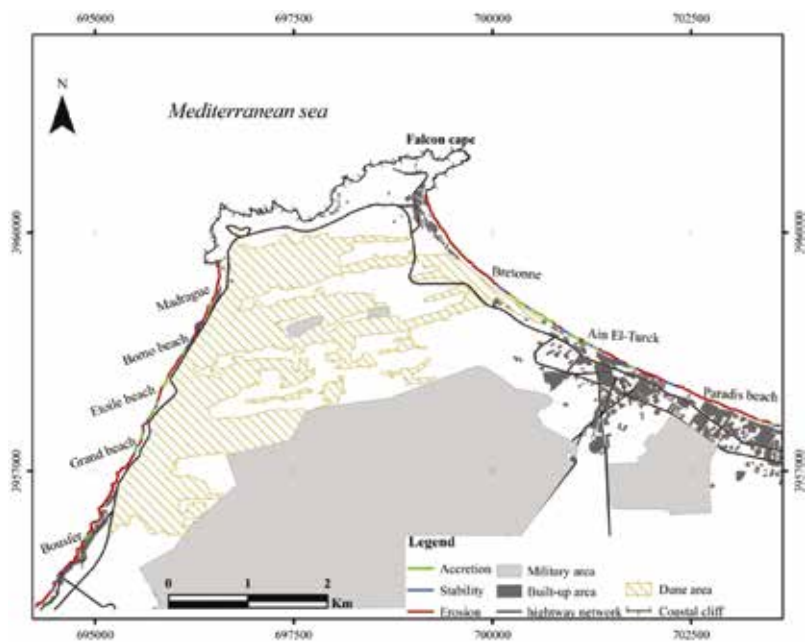


Figure 4 – Shoreline evolution from 1980 to 2016 (1980 land cover).

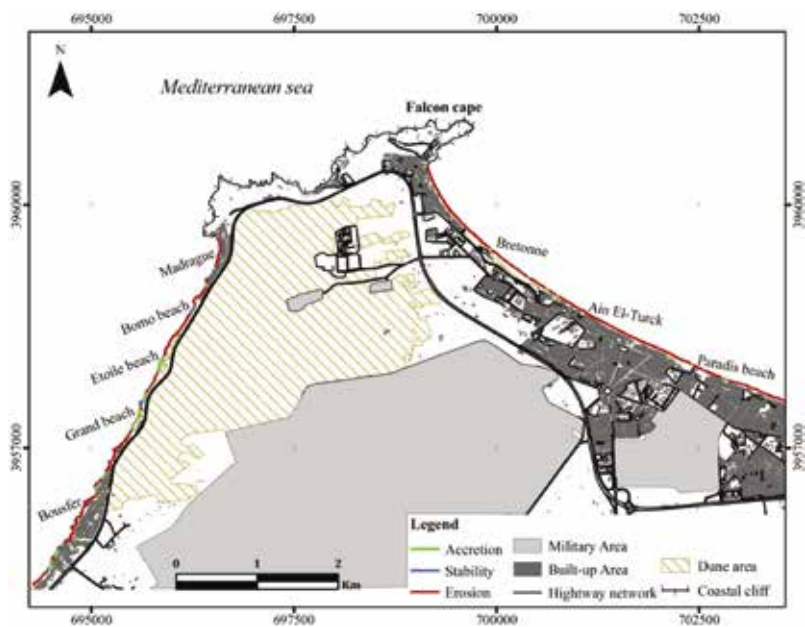


Figure 5 – Shoreline evolution from 1959 to 2016 (2016 land cover).

Table 3 – Statistical synthesis of the results in Falcon Cape coastline change.

Periods	Evolution (m)	Ain El-Turck bay	Andalouses-Bousfer bay	Surface balance (ha)
1959 to 1980	Min	-31.40	-47.450	
	Max	+25.65	+29.940	
	Average	-5.06	+2.763	
1980 to 2016	Min	-44.620	-38.360	
	Max	+24.660	+16.600	
	Average	-6.539	-7.791	
1959 to 2016	Min	-35.240	-60.760	
	Max	+10.330	+25.080	
	Average	-12.896	-6.265	

Discussion

The overall evolution of the position of the coastline, between 1959 and 2016, shows that the study area has a negative rate of evolution. This work revealed that during the last half-century, about 96 % of the coastline is eroding and only 1 % and 3 % are stable and in progradation respectively. This regressive trend of the coastline of Ain El-Turck and Bousfer can be explained by several factors, both natural and anthropogenic.

This situation has led to several places, such as Cape Falcon, Bomo Beach and Ain El-Turck, the partial and sometimes total disappearance of the beaches causing the degradation of various amenities and alteration of the landscape quality of coastal environment (Photo 1).



Photo 1 – Difference in the state of the Falcon cape beach: **(a)** Falcon Cape beach in the 1980s: a wide beach with some buildings set back from the coastline (Photo credit: Archive of Ain El-Turck). **(b)** Falcon Cape beach in July 2017: densification of buildings, erosion of the foreshore and retreat of the coastline (Photo credit: A. Bougherira).

A physical setting that did not predestine Falcon Cape's shoreline at this juncture

The study area, due to the geology and topography of the lands bordering it, as well as its location, sheltered by a rocky mole in its northern part and the enormous sand dune

(about 694 ha of surface) which represents a source of sediment supply for beaches, the Falcon Cape coastline does not appear to offer favorable conditions for coastal erosion. In addition, the shape of the coastline which gives a large place to the two bays of Bousfer and that of Ain El-Turck, which are inherently favorable environments for accumulation.

However, marine erosion dominates most of the Ain El-Turck and Bousfer shorelines. This is probably due to coastal natural forcing, which has been accentuated in many places by human pressures.

Human intervention and shoreline evolution

This vulnerability towards the hazard of coastal erosion was exacerbated by human intervention, and put on exposition facing this risk various tourist and urban equipment's. The human responsibility is evident on the coast of Ain El-Turck and Bousfer. It has manifested through the urban extension, the development of the road network near the sea and the tourist amenities that have become more numerous and dense (Photo 2 and Fig. 3, 4 and 5).

Ghodbani and Semmoud, 2010 put forward the idea that the disruption of cross-shore exchanges between different parts of the shoreline by the fixation and the "concreting" of the maritime public domain (MPD). Nevertheless, several cases of human's intervention, on morphodynamic equilibrium, exist on the shore of Ain El-Turck and Bousfer.



Photo 2 – Ain El-Turck beach in July 2017, saturation of the coastal area by urbanization and tourist amenities (Photo credit: A. Bougherira and T. Ghodbani).

From Bretonne to Falcon Cape, the amenities belong to a tourist zone, in which the hotel units have generally kept a distance to the sea which often exceeds one hundred meters, but their implantation caused the destruction of the foredunes, deforming the transverse profile of the dune-beach complex.

The same site has seen the opening of several sandpits (with an extraction rate ranging from 100 000 to 220 000 m³ / year) to satisfy the needs of the supply of building materials for local lottings (ex: housing estate 431 lots of Hai Beni Smir in the center of the city of Ain El-Turck in 1996) and hotel units on the one hand, and for the preparation of the ground for the establishment of other tourist complexes, moreover. This led to the stripping and the fixing of the dune edifice supporting the beach.

Across side, on the western part of the study area, the development of the road network, in such a way as to bypass the dune area, make an obstacle to wind transfers between the beaches and their dunes. This triggered, on the one hand, a local marine erosion following the reduction of the sedimentary inputs, and on the other hand, the sanding of the wilaya road number 84. The latter led the local authorities to maintain reforestation actions. This intervention, usually appreciated for the fight against silting and considered as enriching for the natural environment, caused on the other hand a disturbance in the sedimentary dynamics and limited the aeolian contributions of the sediment by the winds of the north-east sector which arise usually during the summer period (Photo 3).



Photo 3 – Difference in the state of the Bomo beach: **(a)** Bomo beach in the 1980s: a wide beach supplied by the aeolian effects of the foredune behind the wilaya road No. 84. **(b)** Bomo beach in July 2017: fixing the foredune by reforestation and establishment of a rockfill to protecting the road for wave action. (Photo credit: A. Bougherira).



Photo 4 – Crumbling dune cliffs shattered by the action of the sea, causing the destruction of fishing shelters and houses that encroach into the sea at Bousfer beach. (Credit photo: A. Bougherira).

The beaches of Bousfer, on the southwestern part of the study area, are often carved into sandstone dune cliffs. The development of fishing shelters and houses in the face of accelerated erosion of the beaches has exposed them not only to the risk of erosion, but also to the risk of sliding and collapse cliffs, which have caused serious damage in several sites (Photo 4).

Following this strong erosion, which affected the majority of the beaches of Ain El-Turck and Bousfer, several tourist complexes and houses that were built below the limits of the maritime public domain (MPD) and began to suffer the direct action of the waves.

Conclusion

The study of the evolution of the coastline of Ain El-Turck and Bousfer between 1959 and 2016 is of great importance for the determination of areas with high marine erosion hazard.

The main results show that the study area is in a state of advanced erosion, with a mean recession equivalent to 12.9 m on the Ain El-Turck segment and 6.3 m on Bousfer segment, which induced a loss of about 12.01 ha over the entire study area from 1959 to 2016. Most of the beaches are in difficulty. Some have already disappeared, others are threatened or about to suffer the same fate.

The confrontation of the results with the direct observations of the field, allowed us to improve our understanding of the evolution of the littoral, and to identify the main causes of the current tendency (retreat of the littoral) in the region.

There has been a proliferation of forms of human pressure on the shore. Indeed, the degradation of the dune areas and the linear and uncontrolled extension of urbanization along the coast of d'Ain El-Turck and Bousfer are the main causes of erosion on this coastline.

In the present situation, the value of coastal dunes is important. However, planning studies have always neglected it. It is necessary to consider the littoral space in its entirety and to maintain the mobility between the different parts of the shore.

References

- [1] Ayadi K., Boutiba M., Sabatier F., and Guettouche M. S. – *Detection and analysis of historical variations in the shoreline, using digital aerial photos, satellite images, and topographic surveys DGPS: case of the Bejaia bay (East Algeria)*, Arabian Journal of Geosciences. (2015) 9 (1), 26. <https://doi.org/10.1007/s12517-015-2043-9>
- [2] Boutiba M., Zaourar N., Guettouche M. S., Briqueu L. – *Analyse par ondelettes des variations historiques de la ligne de rivage entre l'oued Réghaïa et l'oued Mazafran (Wilaya d'Alger)*, Bulletin du Service Géologique National. (2009) 20 (2), 124-134.
- [3] Carter R. W. G. – *Coastal Environments. An Introduction to the Physical, Ecological, and Cultural Systems of Coastlines*. (1988), Academic Press, London.
- [4] Clus-Auby C. – *La gestion de l'érosion des côtes : l'exemple aquitain*. (2003), Pessac: Presses universitaires de Bordeaux, France.
- [5] Ford M. – *Shoreline changes interpreted from multi-temporal aerial photographs and high resolution satellite images: Wotje Atoll, Marshall Islands*, Remote Sensing of Environment. (2013) 135, 130-140. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.03.027>

- [6] Ghodbani T. - *Impacts des aménagements portuaires sur l'environnement côtier. Le cas des deux ports Bouzedjar et Béni-Saf, Algérie*, In *Gérer les risques naturels : pratiques et outils*. (2017) 7, 25-34, Presses universitaires de la Méditerranée, Université Paul-Valéry Montpellier 3 (France).
- [7] Ghodbani T., and Berrahi-Midoun F. – *La littoralisation dans l'Ouest algérien : analyse multiscale des interactions hommes-espaces-écosystèmes*, Espace populations sociétés. Space populations societies. (2013) 1-2, 231-243. <https://doi.org/10.4000/eps.5488>
- [8] Ghodbani T., and Semmoud B. – *Urbanisation côtière en Algérie, Processus et impacts sur l'environnement : Le cas de la baie d'Aïn el Turck*, Études caribéennes. (2010) 15. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.4431>
- [9] Kermani S., Boutiba M., Guendouz M., Guettouche M. S., Khelfani D. – *Detection and analysis of shoreline changes using geospatial tools and automatic computation: Case of jijelian sandy coast (East Algeria)*, Ocean and Coastal Management. (2016) 132, 46-58. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.08.010>
- [10] Kumar A., Narayana A. C., and Jayappa K. S. – *Shoreline changes and morphology of spits along southern Karnataka, west coast of India: A remote sensing and statistics-based approach*, Geomorphology. (2010) 120 (3), 133-152. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.02.023>
- [11] Larid M. – *Recul des plages en Algérie, problèmes et perspectives*, Érosion littorale en méditerranée occidentale : dynamique, diagnostic et remèdes, Tanger (Morocco), 2002, 39-49.
- [12] Manca E., Pascucci V., Deluca M., Cossu A., Andreucci S. – *Shoreline evolution related to coastal development of a managed beach in Alghero, Sardinia, Italy*, Ocean and Coastal Management. (2013) 85, 65-76. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.09.008>
- [13] Moussaid J., Fora A. A., Zourarah B., Maanan M., and Maanan M. – *Using automatic computation to analyze the rate of shoreline change on the Kenitra coast, Morocco*, Ocean Engineering. (2015) 102, 71-77. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.04.044>
- [14] N. O. M. – *Digital climate database of the Falcon Cape station in Oran from 1996 to 2008*, National Office of Meteorology. (2009), Algiers.
- [15] Oueslati A. – *Littoral et aménagement en Tunisie: des enseignements de l'expérience du vingtième siècle et de l'approche géoarchéologique à l'enquête prospective*. (2004), Publications de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Tunis (Tunisie).
- [16] Paskoff R. *La crise des plages: pénurie de sédiments*, Mappemonde. (1998) 52 (4), 11-15.
- [17] Paskoff R. – *Les littoraux, impacts des aménagements sur leur évolution*, 2nd ed. (1993), Masson, Paris (France).
- [18] Shoshany M., and Degani A. – *Shoreline Detection by Digital Image Processing of Aerial Photography*, Journal of Coastal Research. (1992) 8 (1), 29-34. <https://doi.org/10.2307/4297949>
- [19] Thieler E. R., Himmelstoss E. A., Zichichi J. L., and Ergul A. – *The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change*. (2009), U.S. Geological Survey (USGS).
- [20] Thieler E. R., and Danforth W. W. – *Historical Shoreline Mapping (I): Improving Techniques and Reducing Positioning Errors*, Journal of Coastal Research. (1994) 10 (3), 549-563. <https://doi.org/10.2307/4298252>

SEA BOTTOM EVOLUTION ASSESSMENT THROUGH UNDERWATER ROBOTS

Andrea Caiti^{1,2,3,4}, Riccardo Costanzi^{1,2,3,4}

¹DII – Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione – Università di Pisa,

Largo Lazzarino 1 - 56122 Pisa (Italy),

phone +39 050 2217314, e-mail: andrea.caiti@unipi.it; riccardo.costanzi@unipi.it

² Centro di Ricerca “E. Piaggio” - Università di Pisa

³ ISME – Interuniversity Center of Integrated Systems for the Marine Environment

⁴ Team COSTE

Abstract – The possibility of exploiting advanced remote sensing technologies plays a fundamental role for the collection of information about the submerged part of the coastal area. The morphology of the sea bottom and its modification during the time are precious data to understand the dynamics of the target coastal system. Underwater Robots, in particular Autonomous Underwater Vehicles (AUVs), represent the ideal tool to perform the necessary tasks for their acquisition, limiting or totally avoiding the presence of human operators in the water, with immediate positive consequences in terms of safety. Team COSTE plans to extensively and systematically base the activity of sea bottom mapping and monitoring on the use of AUVs. This work describes the potentialities of this kind of technological tool with reference to the envisaged applications in the framework of the coastal monitoring and, in particular, sea bottom morphology evolution. A description of the main sensors that are planned to be used is provided along with some considerations about the problem of data georeferencing and the possible approaches to address it. Experimental campaigns aimed at the evaluation of this kind of tools are planned for the coming months.

Introduction

Numerical models that can reliably predict the environmental dynamics are a crucial tool for the planning of several different kinds of coastal activities (e.g. the civil engineering or the erosion defense). This is particularly true for coastal or riverine areas where, according to weather and sea conditions, the environment may rapidly change. Simulation software (e.g. SWAN, ROMS, Delft3D, COAMPS) is the tool currently used most often for prediction purposes. The reliability of the results computed by simulation software can be improved thanks to the increasingly widespread availability of heterogeneous remote sensing and *in situ* data. A wide variety of sensors can be deployed in the coastal area to constitute a network for data collection. A considerable added value in the study of these processes, with the goal of obtaining a description of the dynamics complete as much as possible, is the possibility of collecting systematically data from the submerged area. Within this process, a significant support, made available thanks to the recent technological developments in the field, is represented by Unmanned Underwater Robots. In particular, Autonomous Underwater Vehicles (AUVs) represent the ideal tool to perform the necessary tasks for data acquisition in the submerged domain, limiting or totally avoiding the presence of human operators in the

water, with immediate positive consequences in terms of safety [3]. At the same time, AUVs technology became mature and reliable enough in the last years to guarantee advantageous operational costs and associated mission time, turning to be the convenient choice for a wide range of different applications. Team COSTE plans to extensively and systematically base the activity of sea bottom mapping and monitoring on the use of AUVs [4]. A solid experience in underwater robotics and in AUVs development is among the skills and the expertise of Team COSTE. In particular, DII (Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione) and Centro di Ricerca "E. Piaggio" of the University of Pisa (UNIPI) along with DIF (Dipartimento di Ingegneria Industriale) of the University of Florence – both of them ISME (Interuniversity Center of Integrated Systems for the Marine Environment) nodes – collaborated during recent years in projects that, among their goals, had the development of AUVs. The main result in the framework of this collaboration is the outcome of the regional (Tuscany) project THESAURUS: a dyad of 300 m rated AUV prototypes – respectively named TifOne (Figure 1¹) and TifTwo (Tifone class) – were produced, for underwater archaeology applications.



Figure 1 – TifOne AUV during the final demonstration of the THESAURUS project with part of the project team.

AUVs in general, and Tifone class AUVs in particular, are thought to be vector vehicles for the transportation on the target area of the desired payload sensors. Team COSTE plans to exploit AUVs to periodically cover the submerged area of the target coastal system with acoustic sensors suitable of providing a set of information including, according to the necessity, bathymetry, morphology or stratigraphy (e.g. by means of Side Scan Sonar, Multi Beam Echosounder or Sub Bottom Profiler). Through the analysis of the data collected by the AUVs and their integration with heterogeneous information from different sources it will be possible to understand e.g. the local dynamics of volume shifts under nominal conditions and, potentially, as a consequence of extraordinary phenomena. The manuscript continues

¹ Source is reference [5].

with a section dedicated to the description of the Tifone class AUVs including a paragraph about the sensors that may be integrated onboard for the considered applications. Some details are also provided about the main solutions typically adopted to overcome the lack of the GPS signal underwater and, thus, to deal with the data georeferencing problem. Finally, a conclusion section reporting the discussion of the main addressed topics is reported.

AUVs and coastal monitoring

In the framework of the Tuscany region THESAURUS project, between 2011 and 2013, a team of Autonomous Underwater Vehicles (AUVs) was developed to cooperate for archaeological purposes. The main aim was the support to the activities of the marine archaeologists in the Tuscan Archipelago. The project successfully concluded in August 2013 with a demonstration on a well-known archaeological site off the coast of Livorno (Italy). The class of AUVs resulting from the THESAURUS project is named Tifone. Two AUVs of Tifone class are currently operative. They differ from the sensors set point of view, whereas the vital hardware is the same one for the two of them. The length of the Tifone AUVs is about 3.8m for a total weight between 150kg and 180kg according to the payload housed on board. The energy autonomy is about 8h for a cruise speed of 4knots. The actuation system of the Tifone class AUVs is composed of six propellers [5]: two main longitudinal ones and four thrusters (two vertical and two lateral) to allow an attitude control also with null surge motion (Figure 2²). Thanks to this configuration, from the manoeuvrability point of view, AUVs like Tifone class ones can navigate near the shore exploiting the redundant propulsion acting along the various degrees of freedom.

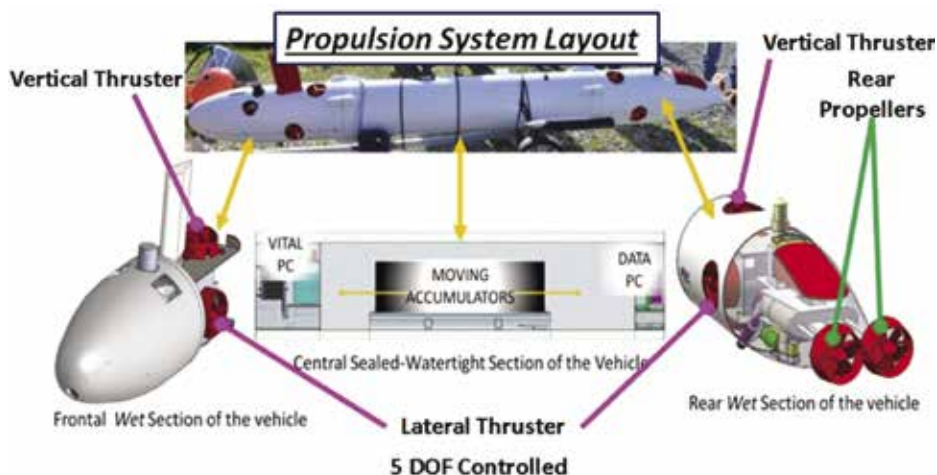


Figure 2 – Tifone class AUVs propulsion system.

² Figure is taken from reference [5]

Thanks to a design effort aimed at providing them with modularity features from the point of view of payload sensors, Tifone class AUVs have been extensively involved in different follow-up activities in the years after the end of the project. These include besides archaeological applications, among which the main one is the European FP7 ARROWS project³, also very different ones, e.g. underwater localisation and communication study in the framework of the experimentation CommsNet13, led by the NATO Science and Technology Organization Centre for Maritime Research and Experimentation (STO CMRE) [2]. The versatility of these technological tools is related to the fact that AUVs in general, and Tifone class AUVs in particular, are thought to be vector vehicles for the transportation of devices suitable for the specific application. Sensors that have been considered for their installation on AUVs for the described purpose are acoustic devices (Figure 3⁴), namely:

- **Side Scan Sonar (SSS):** sensor allowing a quick coverage of wide areas, the information that can be extracted from SSS data is a rough bathymetry in addition to the morphology of the sea bottom;
- **Bathymetric Multi Beam EchoSounder (MBES):** sensor providing a detailed (seabed elevation is measured with a down to centimetre resolution) representation of the sea bottom profile suitable for a 3D reconstruction as e.g. in the format of a Digital Elevation Model (DEM);
- **Sub Bottom Profiler (SBP):** sonar sensor working at a low frequency, it emits acoustic waves capable of penetrating the sea bottom. The echo coming from the first meters is then interpreted for discriminating the nature of the different stratigraphic layers.

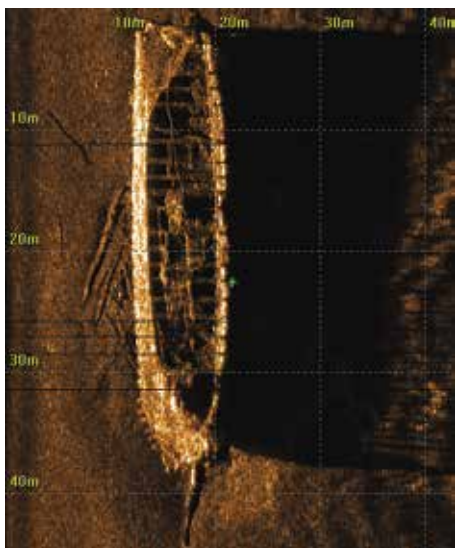


Figure 3 – Example of Side-scan sonar acoustic image, it shows the shipwreck "Aid" in Estonia. The image has been retrieved.

³ <http://www.arrowsproject.eu/>

⁴ The image has been retrieved at: https://en.wikipedia.org/wiki/Side-scan_sonar on June 15th, 2018

All the sensors here described are commercially available in versions suitable for their integration on a limited size vehicle (as e.g., AUVs). Acquired payload data are integrated with the navigation state estimation for an absolute georeferencing: this is one of the most critical aspects of the processing activity. The geographical position of the payload measurements is affected by an error that may vary up to few tens of meters according to the quality of the available sensor set for georeferencing. This main reason is the lack underwater of GNSS signal that is commonly used for ground or aerial applications. Alternative solutions have to be considered. This problem is widely deepened within the scientific community of Underwater Robotics and recently led to related reference surveys (e.g., [7,8]). A considerable effort in last years was dedicated also by the authors of this manuscript to the problem of AUV localization and, thus, payload data georeferencing. The research work developed along two different and complementary paths:

- **Estimation based on proprioceptive data:** methods, mainly exploiting the Kalman filter approach, for the integration of heterogeneous proprioceptive sensor (e.g., DVL – Doppler Velocity Log, AHRS – Attitude and Heading Reference Systems) signals and the knowledge of a dynamic model of the robot, have been investigated and experimentally validated.
- **Estimation aided by acoustic systems and cooperative navigation:** strategies based on different measurements e.g. of distance and/or direction of the AUV with respect to a set of a priori known or unknown acoustic nodes. This includes also cooperative localization strategies based on relative measurements between different AUVs and on communication of synthetic navigation data [6].

Navigation systems exploiting both the approaches could achieve very low errors on the estimated position: down to few meters of error with respect to the GNSS signal assumed as ground truth [1].

Conclusions and Future Perspectives

This manuscript reported some details about a technological tool relatively innovative that may play a fundamental role in the coming future in the framework of sea bottom evolution assessment. Unmanned Underwater Vehicles, in particular, AUVs equipped with acoustic sensors may periodically survey the submerged part of the coastal area with the aim of deriving volume shifting maps to support the comprehension of the dynamics phenomena interacting in this quickly modifying environments. AUVs will be used as mobile sensors extending to the underwater domain the operative range of remote sensing techniques and wireless sensor networks currently adopted for continuous monitoring in the subaerial region of the shore. AUVs developed by the ISME nodes of University of Pisa and University of Florence will be involved in the process of coastal dynamics monitoring that is planned to be carried out by the Team COSTE in Tuscany.

Acknowledgments

The authors would like to thank all the research group of ISME within which the research activity here described has been carried out in recent years and the whole research group of Team COSTE for the fruitful collaboration in the field of coastal monitoring.

References

- [1] Allotta B., Caiti A., Costanzi R., Fanelli F., Meli E., Ridolfi A., *Development and Online Validation of an UKF-based Navigation Algorithm for AUVs* IFAC-PapersOnLine 2015, 49, 69–74.
- [2] Allotta B., et al. *typhoon at CommsNet13: Experimental experience on AUV navigation and localization* Annual Reviews in Control 40 (2015): 157-171.
- [3] Antonelli G. – *Underwater robots*, (2014) Springer International Publishing: Berlin Heidelberg, Germany.
- [4] Bartolini S., Bertoni D., Sarti G. et al. – *Augmented Virtuality for Coastal Management: A Holistic Use of In Situ and Remote Sensing for Large Scale Definition of Coastal Dynamics* ISPRS International Journal of Geo-Information 7.3 (2018): 92.
- [5] Caiti A., et al. *Thesaurus: AUV teams for archaeological search. Field results on acoustic communication and localization with the Typhoon* Control and Automation (MED), 2014 22nd Mediterranean Conference of. IEEE, 2014.
- [6] Di Corato F., Fenucci D., Caiti A., Costanzi R., Monni N., Pugi L., Ridolfi A., Allotta B., *Toward underwater acoustic-based simultaneous localization and mapping. Experimental results with the Typhoon AUV at CommsNet13 sea trial*, Proceedings of the 2014 Oceans-St. John's, St. John's, NL, Canada, 14–19 September 2014, pp. 1–7.
- [7] Kinsey J.C., Eustice R.M., Whitcomb L.L., *A survey of underwater vehicle navigation: Recent advances and new challenges*, Proceedings of the IFAC Conference of Manoeuvring and Control of Marine Craft, Lisbon, Portugal, 20–22 September 2006, Volume 88, pp. 1–12.
- [8] Leonard J.J., Bahr A., *Autonomous underwater vehicle navigation*, Springer Handbook of Ocean Engineering; Dhanak, M.R., Xiros, N.I., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2016, 341–358.

IMPACTS OF THE 1959 MALPASSET DAM BREACH ON THE FRÉJUS SHORELINE EVOLUTION (FRENCH RIVIERA): A CASE OF AN “ONSHORE TSUNAMI”?

Olivier Cohen

Université du Littoral Côte d’Opale, Université de Lille, CNRS, UMR 8187, LOG - Laboratoire d’Océanologie et de Géosciences - 32, avenue Foch, 62930 Wimereux (France)

Tel: +33 03.28.23.76.21, e-mail: olivier.cohen@univ-littoral.fr

Abstract – On 2 December 1959, the breach of the Malpasset arch-dam in Fréjus (Var, French Riviera) caused the sudden release of 48 million m³ of water what flooded and devastated the Reyran valley and the coastal low-lying plain of the Argens River. The small town of Fréjus was submerged by a 2 meters high wave of water and mud. There were 423 victims. The dam flood moved large amount of sediment in the rivers channels and on the ground in the valley and in the plain as well as on the shoreface and the continental shelf. In some places, the soil has been stripped; in other places, accumulation of several tens of centimeters thick was measured. A diachronic analysis of vertical aerial photographs from 1944 to 2015 in a Geographic Information System highlights the short-term impact of the disaster on the shoreline: it was before stable in the medium term, and then experienced an accretion phase from 1959 to 1962 which can be put into relation with sediment deposition on the shoreface du to the flooding. It finally returned to its former position.

Introduction

59071 dams are listed in the world in 2018¹. 1600 dam failure cases were compiled throughout the world excluding China [27] including 300 breaches on 36000 large dams. Most of these ruptures occurred on earth, gravity and tailing dams [21, 27, 2]. However, such events are extremely rare on concrete arch-dams. The Vajont drama (Province of Belluno, Italy) in 1963, during which 1900 people died, was generated by a massive landslide in the dam reservoir and the consecutive flood over the arch-dam which did not break [6]. The breach of the Malpasset dam is probably the only one in the world [11, 12].

The 2 December 1959 at 9:13 pm the Malpasset dam, located a few kilometres uphill to Fréjus on the Reyran river, broke, released 48 m³ of water, flooded the city and caused 423 victims. This major catastrophe is the 2nd most important technological disaster in France during the 20th century in term of victims after the explosion of a mine in the early beginning of the 20th century (1099 victims in Courrières, 1903). This is an original case study because the catastrophe directly impacted a coastal area. The consequences related by witnesses and visible on photographs can be compared to those of a tsunami; for example: major flooding, extensive damage, numerous casualties, massive sediment deposits and shoreline retreat.

¹ International Commission On Large Dams (ICOLD) – *Dams’ safety*, http://www.icold-cigb.net/GB/dams/dams_safety.asp

Numerous studies on the history of the disaster, on the geotechnical and human causes of the breach of the Malpasset dam were published [e.g. 11,12, 14, 15, 16, 26], but during our careful literature search, we found very few scientific references on the geomorphological impacts of the flood in the valley and the plain downhill [e.g. 3, 21, 25], and almost none on the effects on coastal ecosystems and landscapes [18].

In this paper, we will use a geo-historical perspective, as we already did studying the shoreline evolution of the bay at a longer historical term [9]. By crossing the analysis of aerial and in the field photographs, we have two main objectives: (1) (Re)discover the catastrophe, that was almost forgotten by young and recent inhabitants of Fréjus, as the 60th anniversary of this event will be commemorated next year; (2) Mainly assess the short-term geomorphological impacts on the shoreline: using a diachronic analysis in a Geographic Information Systems of a new set of historical aerial photographs provided by the French National Geographical Institute (IGNF), it is possible to confirm the testimonies saying that the disaster caused shoreline erosion and that, in the following years, it came back to its previous position. We will discuss finally whether the comparison between this flooding and a marine tsunami is appropriate.

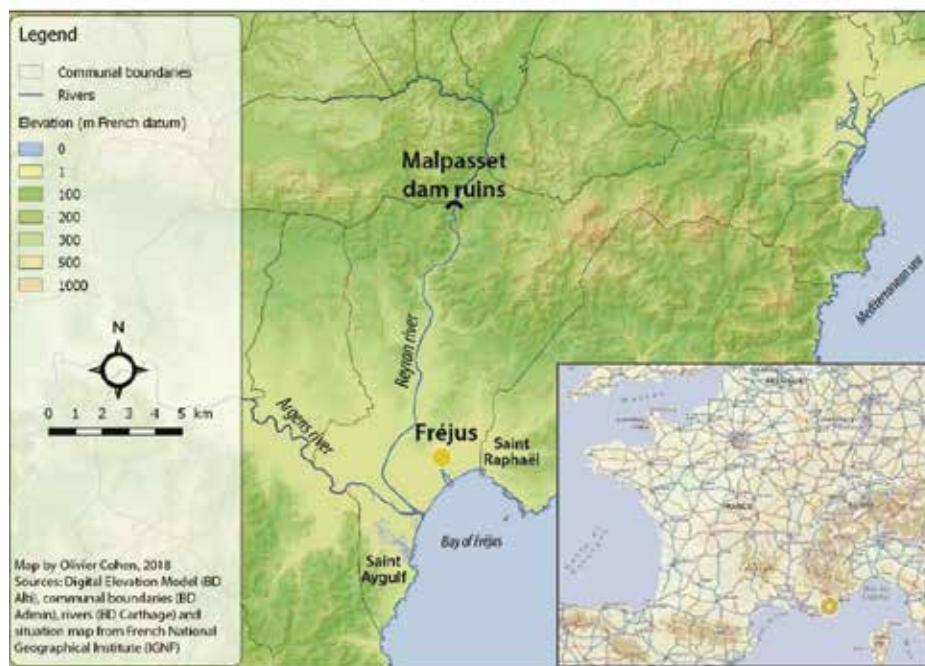


Figure 1 – Location of the study site and of the dam.

Figure 1 – Situation de la zone d'étude et localisation du barrage.

The disaster

Fréjus is located on the French Riviera, in the Var department (figure 1). The municipal territory is mainly composed of a low lying plain (the Argens plain), hills and low mountains (the Maures to the South and the Estérel to the North). This area is drained by two main rivers (The Argens and the Reyran) opening out at sea in the centre of the bay, on the longest beach of the French Riviera (4,8 km).

The Malpasset dam was built circa 12 km North of Fréjus in the Reyran river narrow valley (figure 1). It was constructed between 1952 and 1954 and was a 66 m high and 222 m long arch (figure 2). The purpose of this dam was to regulate the river floods and to create 2 square kilometres and 50 million cubic meters water tank for agriculture and domestic uses (figure 2a). The dam was gradually filled from 1954 to 1959 thanks to autumn and winter rainfalls. In 1959, it was filled out for the first time. In December 1959, very heavy precipitations² contributed to fill it more rapidly than expected. In 4 days, the water level risen by 5 m (figure 2b).

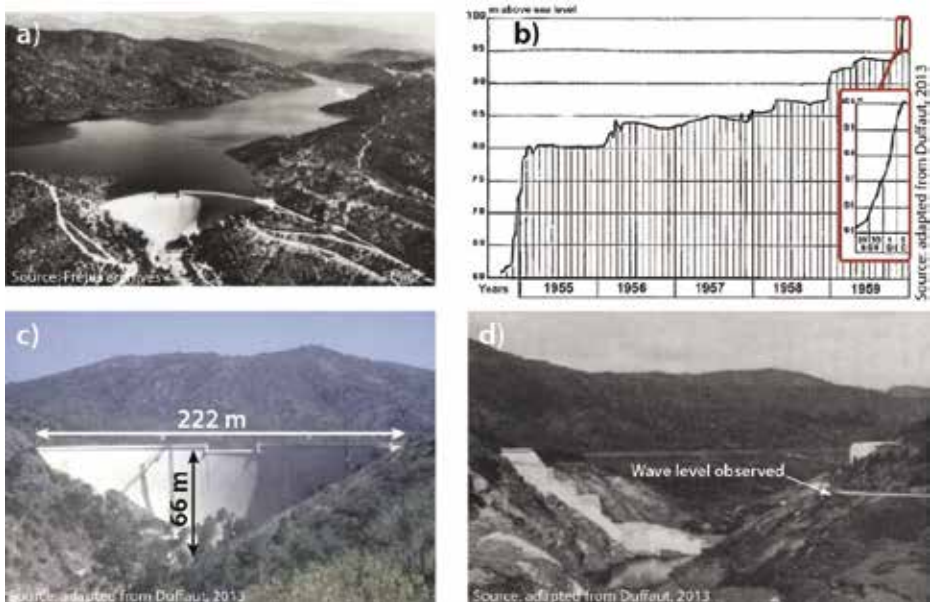


Figure 2 – a) the dam and the lake, b) hydrograph of the lake, c) and d) the Malpasset dam before and after the failure.

Figure 2 – a) le barrage et le lac, b) hydrogramme du lac, c) et d) le barrage de Malpasset avant et après la rupture.

² According to the Fréjus weather station rain gauge, 527 mm in 10 days from the end of November to December 2, including 296 mm in 2 days in December and 128 mm in 24 h on December 1; the average annual rain in Fréjus is 837 mm (Météo France – *Pluies extrêmes en France métropolitaine*, <http://pluiesextremes.meteo.fr/france-metropole/Catastrophe-du-barrage-de-Malpasset.html>)



Figure 3 – Fréjus after the dam breach (source: Fréjus municipal archives).

Figure 3 – Fréjus après la rupture du barrage (source : archives municipales de Fréjus).

On 2 December 1959 at 9:13 pm the dam broke. The sudden release of 48 million m³ of water generated a 40 meters high flooding wave in the upper Reyran valley (figure 2d) at a speed estimated of 70 km h⁻¹. The flood devastated the Reyran valley and the coastal low-lying Argens plain. It reached Fréjus 20 minutes later. The population was not warned. The small town of Fréjus (13452 inhabitants in 1954) was submerged by a 2 meters high wave of water and sediments. There were 423 victims and circa 7000 people suffered very extensive damage. 951 buildings were affected, 155 of which were completely destroyed, 2.5 km of railway were torn off, 1350 hectares of farmland were ravaged [13, 26]. The global cost of damages estimated using the funds attributed for rebuilding affected areas is around 110 million euros (value in 2015 [5]). The French President Charles de Gaulle came to support the inhabitants. This event was declared a national disaster.

The flooding moved huge concrete blocks of several tens of tons kilometers downstream from the dam. In the upper Reyran valley, the river banks and bottom were eroded (up to 1 m) while thick sedimentation was measured in the lower part, in the Argens plain and on the coast (up to 1.5 m [3]). On aerial photographs of December 4, 1959, it is possible to see that the small dune ridge on the upper beach was stripped and that the beach was also eroded (see further).

Methods

This study was made possible thanks to the European Directive INSPIRE aiming to facilitate public access to spatial information across Europe³. Free historical vertical aerial photographs were downloaded in digital format from the *Géoportail/Remonter le temps* Internet site of the French National Geographical Institute⁴. The pictures are scanned at high spatial resolution (from 0.2 to 0.5 m per pixel). 45 campaigns were available from 1926 to 2015 on the Fréjus territory. 10 campaigns were selected where the bay coverage was complete with good quality and fine scale pictures (1/5000 to 1/25000) with a focus on the near disaster years.

The aerial photographs were treated using a classical geomatic method [25, 26] in a Geographical Information System (QGIS 2.18) except on the first stage (figure 4):

- 1) As it was difficult to find several invariant ground control points on each picture to georeference, then mosaic them, they were first assembled into a unique orthomosaic using a photogrammetric process with Agisoft Photoscan.
- 2) The shoreline of each campaign was precisely digitized (shoreline = limit of sand and water) at a scale from 1/500 to 1/1000. The shoreline is defined as the sand/water limit which is a convenient and usual index in microtidal environment [4]. In addition, it has to be precised that all the campaigns were shot during calm weather conditions with few wind, waves and probably no surge (no tide data are available here).
- 3) 98 transects were plotted every 50 m along which the position of each historical coastline is measured. The transects are numbered from 1 to the South (Saint-Aygulf) to 98 to the North of the bay (Saint-Raphaël).
- 4) A statistical analysis of the shoreline position was performed (computation of neat evolution and evolution rates by linear regression during different periods).

For the 2 first steps of the processing, an error margin was estimated. The global error is the sum of the 2 previous ones, $GEM = em1 + em2$, where GEM = global error margin (8 m); $em1$ = Root Mean Square of the photogrammetric process, including errors of the ground control points positions and the process itself (5 m); $em2$ = error in shoreline detection on the photographs (3 m). The GEM margin for the evolution rates is 0.11 m y^{-1} (neat GEM divided by the duration of the study period). Statistical results within the error margin are supposed not to be significant or are depicting stability, results above the error margin are reliable.

³ European Commission - *INSPIRE Knowledge Base*, <https://inspire.ec.europa.eu/>

⁴ Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN) - <http://remonterletemps.ign.fr/>

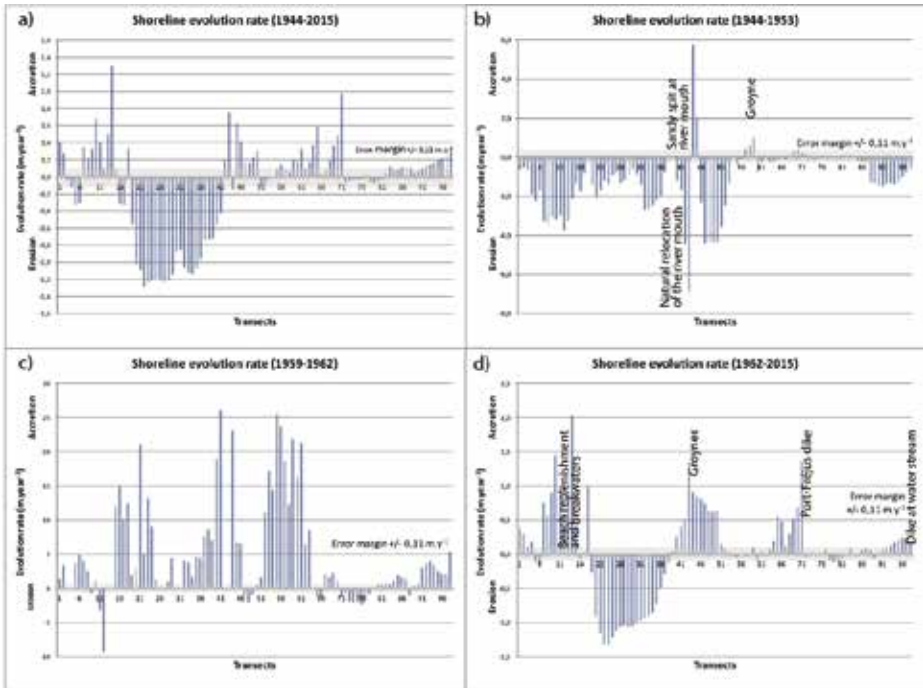


Figure 4 – Shoreline evolution during several periods.
Figure 4 – Evolution du rivage pendant plusieurs périodes.

Results

The analysis of evolution rates from 1944 to 2015 shows a trend to erosion in the south part of the bay (except in the zone equipped with breakwater and replenish in the late 80's) and stability in the northern part of the bay with some accretion updrift of groynes and dikes (figure 5a). NB: the grey rectangle represents the global error margin ($\pm 0.11 \text{ m y}^{-1}$). But global evolution does not highlight detailed evolution of different periods, especially around the Malpasset dam breach. So the study period was divided in 3 phases.

From 1944 to 1953 a trend to erosion all along the bay, except at the river mouth (a sandy spit developed at the former position of the mouth) and updrift of groynes, is detected (figure 5b). The high value of erosion (transect 44) can be related to the natural relocation of the river mouth (translation to the South).

From 1959 to 1962, the situation is totally different: a very quick accretion (20 to 25 m y^{-1}) is highlighted, mainly in the south and central part of the bay, while the north part of the bay is stable or in low accretion (figure 5c).

From 1962 to 2015, the south of the bay is in accretion; erosion is obvious on the natural beach in the south of the river mouth; the central zone of the bay is stable and the north part of the bay is stability and local accretion (figure 5d).

Discussion and conclusion

Using a sedimentary scale-model of the bay of Fréjus developed by the French Central Hydraulics Laboratory (LCHF), Chavand & Migniot [7] provided interesting elements to be taken into account to understand the shoreline evolution from the beginning of the study period until the late 80's. The main longshore drift is directed from the South to the North ($7000 \text{ m}^3 \text{ y}^{-1}$ between the Saint-Aygulf and the river mouth and $10\,000$ to $15\,000 \text{ m}^3 \text{ y}^{-1}$ between the mouth and Saint-Raphaël). Hence, the beach to the South receive less sediment than to the North. These authors state that the Malpasset flooding was also an erosion factor of the shoreline. However, this is inconsistent with our results.

In the last period, from 1962 to 2015, the evolutions can be directly linked with human actions and infrastructures at the end of the 20th century. Massive sand extractions in the mouth of the Argens between 1962 and 1978, at a rate higher than the river inputs ($20\,000 \text{ m}^3 \text{ y}^{-1}$) contributed to the coastal sediment deficit. In addition, we suppose that the construction of the Carcès dam (1934) upstream of the Argens catchment area could have led to sediment input reduction before the sand extraction. In the very south of the bay, waves reflection on the seawall protecting the road could have locally accentuated the erosion phenomena until the beach nourishment. But this effect is hidden at the scale of the last phase where this zone tends to be in accretion due to beach replenishment ($200\,000 \text{ m}^3$) and breakwaters construction in the late 80's [7]; erosion is obvious on the natural beach in the south of the river mouth; the central zone of the bay is stable and the north part of the bay is stability and local accretion due to several groynes and the dikes of Port-Fréjus and at the mouth of a small river in the very North.

An important question still needs to be answered: during the second phase of the study (1959-1962), how can such an accretion, such a geomorphological resilience in such a short term after a period of erosion be explained? We put forward here some elements of an answer in relation with the Malpasset flooding.

To be in accretion, a coastal sediment system needs a positive sediment budget [e.g. 10]. Bellaiche [3] showed a thick sedimentation (until 1.5 m) in the lower Reyran valley and in the Argens plain. This sedimentation was clearly obvious on the pictures taken in the field. We assume that part of these sediments provided massive inputs of on the shoreface due to the flood wave and emptying of the flood in the following days, coming from the main rivers, from the lagunas and also from the plain (clearly obvious on aerial photographs of December 4th 1959, figure 6). During the following weeks of quiet weather conditions, these sediments could have been transferred to the beach. Two weeks after the disaster (December 16th 1959) and at the end of the drainage of the plain, the lagunas inlets began to close, a large sand bar appeared in the centre of the bay, in front of the military base, offshore the previous shoreline, in the central part of the bay (figure 6). It may be a proof of sand migration from the shoreface to the beach. Such transfers of sediment leading to beach accretion have already been observed and explained by several authors in different kinds of coastal environments (muddy, sandy, e.g. [1, 23]).

Analyzing cores collected on the shoreface and the inner continental shelf, Bellaiche [3] and Mulder et al. [18] discovered a dark, sandy terrigenous layer of 10÷40 cm thickness lying above an erosion surface. The deposits are composed of ungraded, non-bioturbated sands and silts showing no apparent sedimentary structure, but rich in organic matter and rock or shell fragments. According to these authors, these sedimentary layers can be related

to a flow generated by a surge-like flood and bedload-dominated hyperpycnal flow due to the failure of the Malpasset dam. Only the sediments on the shoreface above the “closure depth” could have been transported to the shore and lead to beach accretion.

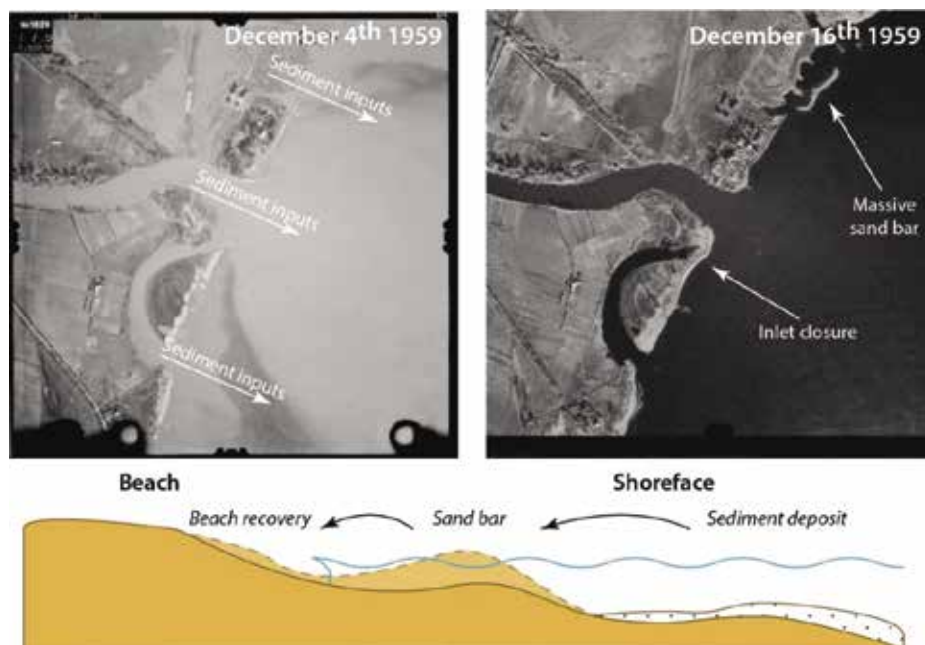


Figure 5 – Photographs of the evolution of the shoreline during the two weeks after the disaster; conceptual explanation model.

Figure 5 – Photographies de l'évolution du rivage pendant les deux semaines suivants la catastrophe ; modèle explicatif conceptuel.

Finally, the expression “onshore tsunami” has to be discussed to assess if it is scientifically acceptable. These two kinds of disasters occurred on coastal areas. They have very analogous human consequences (numerous casualties and damages). There are also similarities between tsunamis and the Malpasset flooding in terms beach evolution: when comparing Fréjus and two places impacted by the 2004 tsunami in India Ocean (Phang-nga, Thailand, [10]; Banda Aceh, Indonesia, [15]), short-term beach erosion and then rapid recovery were measured.

However the sedimentation patterns of both events are slightly different. The sedimentation of the Malpasset disaster is characterized by a one direction seaward “flow” (terrigenous origin) as well on the plain and on the shoreface [3, 19]. In Aceh, Indonesia, marine sand deposition was detected until 5 kilometers inland [17] resulting from the landward inundation. In Lko Nga, Indonesia, two directions of sediment transport were identified related to the runup and the backwash of the tsunami [19]. The conceptual model developed

by these authors supposes that a large tsunami wave can also be a factor of sediment transport from the land to the sea/shoreface. Such a phenomenon could lead to shoreline resilience in the following weeks and month [8, 15]. The main differences are the best known: the generation process of tsunamis are earthquakes and submarine landslides, in Fréjus, it was the dam failure; the flood origin is offshore for the tsunamis and was onshore for the Malpasset disaster.

If the term “onshore tsunamis” attracts attention and evokes similar consequences for both kinds of events, it is not adapted to the Malpasset disaster that was a very exceptional flash-flooding.

Table 2 – Comparison of marine tsunamis and the Malpasset flooding.

Tableau 2 – Comparaison de tsunamis et de la catastrophe de Malpasset.

	Marine tsunamis	Malpasset flooding
Impacted area	Coastal plains	Argens coastal plain and Reyran Valley
Human consequences	Numerous casualties and damages	Numerous casualties and damages
Short-term beach evolution	Erosion	Erosion
Beach recovery	Rapid in 2 or 3 years (Indonesia, Thailand after the December 2004 tsunami)	Rapid in 2 or 3 years
Sedimentation	Two directions: first deposits in the coastal plains, then on the shoreface after the flood drainage	On the coastal plain and on the shoreface but in one direction:
Generation process	Earthquakes, submarine landslides	Dam breach
Flood origin	Offshore	Onshore

References

- [1] Anthony E.J. Gardel A. Dolique F. Brunier G. Péron C. - *Mud Banks, Sand Flux and Beach Morphodynamics: Montjoly Lagoon Beach, French Guiana*, in: Maanan, M., Robin, M. (Eds.), *Sediment Fluxes in Coastal Areas*, (2015), Springer Netherlands, Dordrecht, 75 – 90.
- [2] Azam S. Li Q. - *Tailings Dam Failures: A Review of the Last One Hundred Years*, *Geotechnical News* (2010), 60 - 63
- [3] Bellaiche G. - *Etude géodynamique de la marge continentale au large du massif des Maures (Var) et de la plaine abyssale ligurienne*, Ph.D thesis (1969), Univ. Paris, 221 p.
- [4] Boak E.H. Turner I.L. - *Shoreline Definition and Detection: A Review*, *Journal of Coastal Research* (2005) 214, 688 – 703
- [5] Boudou M. Moatty A. Lang M. 2017. *Analysis of Major Flood Events: Collapse of the Malpasset Dam, December 1959*, in *Floods* (2017), Elsevier, 3 – 19.
- [6] Castanier G. - *Le glissement de Vajont, ses enseignements et ses retombées pour EDF et les exploitants de barrages*, *Revue Française de Géotechnique* (2010), 53 – 63.
- [7] Chavand M. Migniot C. - *Exemple de protection du littoral : reconquête de la plage de Saint-Aygulf (département du Var*, *La Houille Blanche*, (1992), 315 – 321.
- [8] Choowong M. Phantuwongraj S. Charoentitirat T. Chutakositkanon V. Yumuang S. Charusiri P. - *Beach recovery after 2004 Indian Ocean tsunami from Phang-nga, Thailand*, *Geomorphology* (2009) 104, 134 – 142.

- [9] Cohen O. 1997. *La baie de Fréjus : 2000 ans d'évolution du rivage*, Mappemonde (1997) 1, 6 - 12.
- [10] Cowell P. Thom B. - *Morphodynamics of coastal evolution*, in R. Carter & C. Woodroffe (Eds.), *Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline Morphodynamics*, (1995), Cambridge University Press, Cambridge, 33-86.
- [11] Duffaut P. - *Malpasset, la seule rupture totale d'un barrage-voûte*, Revue Française de Géotechnique (2010), 5 – 18.
- [12] Duffaut P. - *The traps behind the failure of Malpasset arch dam, France, in 1959*, Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering (2013) 5, 335 – 341.
- [13] Foucou M. - *Malpasset : une tragédie déjà entrée dans l'histoire : naissance, vie, mort d'un barrage*, (1978), Fréjus, 40 p.
- [14] Habib, P., 1987. *The Malpasset dam failure*, Engineering Geology 24, 331 – 338.
- [15] Liew S.C. Gupta A. Wong P.P. Kwok L.K. - *Recovery from a large tsunami mapped over time: The Aceh coast, Sumatra*, Geomorphology (2010) 114, 520 – 529.
- [16] Londe P. - *The Malpasset dam failure*, Engineering Geology (1987) 24, 295 – 329.
- [17] Moore A. Nishimura Y. Gelfenbaum G. Kamataki T. Triyono R. - *Sedimentary deposits of the 26 December 2004 tsunami on the northwest coast of Aceh, Indonesia*, Earth, Planets and Space (2006) 58, 253 – 258.
- [18] Mulder T. Zaragosi S. Jouanneau J.-M. Bellaiche G. Guérinaud S. Querneau J. - *Deposits related to the failure of the Malpasset Dam in 1959*, Marine Geology (2009) 260, 81 – 89.
- [19] Paris R. Lavigne, F. Wassmer P. Sartohadi J. - *Coastal sedimentation associated with the December 26, 2004 tsunami in Lhok Nga, west Banda Aceh (Sumatra, Indonesia)*, Marine Geology (2007) 238, 93 – 106.
- [20] Rico M. Benito G. Salgueiro A.R. Díez-Herrero A. Pereira H.G. - *Reported tailings dam failures: A review of the European incidents in the worldwide context*, Journal of Hazardous Materials (2008) 152, 846 – 852.
- [21] Rollet A. Dufour S. Morhange C. - *La rupture du barrage de Malpasset 50 ans après : un observatoire privilégié pour l'étude des événements extrêmes ? Méditerranée* (2012) 118, 75 – 83.
- [22] Ruz M.-H. Héquette A. Marin D. Sipka V. Crapoulet A. Cartier A. - *Development of an incipient foredune field along a prograding macrotidal shoreline, northern France*, Géomorphologie : relief, processus, environnement (2017) 23, 37 – 50.
- [23] Smith G.L. Zarrillo G.A. – *Calculating long-term shoreline recession rate using aerial photographic and beach profiling techniques*, Journal of Coastal Research, (1990), Vol. 6, n°1, 111 - 120
- [24] Thieler R.E. Danforth W. - *Historical Shoreline Mapping (I): Improving Techniques and Reducing Positioning Errors*, Journal of Coastal Research, (1994) Vol. 10, No. 3, 549 - 563
- [25] Tricart J. - *Les aspects morphodynamiques de la catastrophe de Fréjus (décembre 1959) et leurs conséquences pour la remise en état de la vallée*, Revue de Géomorphologie Dynamique (1960) 11, 64 – 71.
- [26] Valenti V. Bertini A. (2003), *Barrage de Malpasset : de sa conception à sa rupture*, (2003), Société d'histoire de Fréjus et de sa région, Ed. du Lau, Le Pradet, 224 p.
- [27] Zhang L.M., Xu Y., Jia J.S. - *Analysis of earth dam failures: A database approach*, in Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards (2009) 3, 184 – 189.

MONITORAGGIO DELLA DINAMICA COSTIERA NELLA RADA DI BOSCA MARINA (SARDEGNA OCCIDENTALE): RISULTATI E TENDENZE EVOLUTIVE DELLA SPIAGGIA EMERSA E SOMMERSA

Maurizio Costa¹, Roberto Ledda², Arturo Leboni³, Enrico Maria Paliaga⁴, Antonio Pitzalis²

¹ CRITERIA srl – Città_Ricerche_TERritorio_Innovazione_Ambiente, via Cugia 14 - 09129 Cagliari, tel. 070 303583, fax 070 301180, e-mail: m.costa@criteriaweb.com

² CRITERIA srl, Cagliari

³ Libero Professionista, Roma

⁴ Libero Professionista, Cabras (OR)

Riassunto – Il presente lavoro espone le esperienze condotte ed i risultati raggiunti nell’ambito delle attività di monitoraggio ambientale *ante* e *post-operam* dell’intervento “Consolidamento dei versanti e messa in sicurezza dei tratti stradale e ferroviario tra Bosa Marina e Turas”. Il monitoraggio è stato eseguito con il rilevamento topografico e batimetrico della spiaggia emersa e sommersa e con la misurazione dei parametri correntometrici, ondametrisi e torbidimetrici all’interno della baia di Bosa.

L’analisi e l’elaborazione dei dati raccolti ha permesso di studiare la morfodinamica della spiaggia e di interpretare le tendenze evolutive del sistema sabbioso a seguito della realizzazione degli interventi progettuali.

Abstract – This present paper includes the experiences and results achieved by the environmental monitoring before and after the project of the "Consolidation of the slopes and safety of the road and railway between Bosa Marina and Turas". The monitoring was performed with the topographic and bathymetric surveys of the emerged and submerged beach and with the measurement of the current profiles, waves' spectrum and turbidity in the Bosa bay.

The analysis and processing of the data collected were useful for studying the morphodynamic and the evolutionary trends of the beach after the realization of the project.

Introduzione

Il presente lavoro espone le esperienze condotte ed i risultati raggiunti nell’ambito delle attività di monitoraggio ambientale *ante* e *post-operam* dell’intervento “Consolidamento dei versanti e messa in sicurezza dei tratti stradale e ferroviario tra Bosa Marina e Turas”, richiesto dall’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Sardegna (ARPAS) ed eseguito nella rada di Bosa (Figura 1), nell’intervallo temporale di circa 2 anni, tra settembre 2015 e ottobre 2017.

Il monitoraggio è stato condotto con lo scopo di controllare gli effetti generati dall’esecuzione delle opere marittime previste, comprendenti in particolare il rifiorimento della scogliera aderente, posta a protezione della strada litoranea Bosa-Turas e la rimozione

di un pennello in blocchi lapidei dalla parte mediana dell'arco sabbioso di spiaggia, realizzato intorno alla metà del secolo scorso e conosciuto con il nome di "Su Pinnellu".

La campagna di acquisizione dati è stata condotta con lo scopo di misurare i parametri correntometrici, ondametrici e torbidimetrici dello specchio acqueo, oltre all'assetto morfo-topografico della spiaggia emersa e sommersa, compresa la variazione della linea di riva durante l'arco temporale stabilito. In questi termini il monitoraggio è stato finalizzato alla valutazione delle variazioni morfodinamiche indotte dagli interventi previsti ed alla stima delle tendenze evolutive del compendio sabbioso della rada di Bosa.



Figura 1 – Inquadramento dell'area interessata dal monitoraggio ambientale.
Figure 1 – Territorial framework of the area affected by environmental monitoring.

Materiali e metodi

Il monitoraggio si è sviluppato nell'arco di tre intervalli temporali:

- 1) *ante-operam*, comprendente l'intervallo tra il 25 settembre 2015 e il 25 aprile 2016, con un'interruzione nel periodo 1 dicembre 2015 – 18 febbraio 2016, per cause procedurali e tecnico-amministrative legate alle autorizzazioni del progetto;
- 2) *in-operam*, compreso tra il 26 aprile 2016 e il 15 giugno 2016;
- 3) *post-operam*, tra il 16 giugno 2016 e il 20 ottobre 2017.

Il monitoraggio delle dinamiche meteomarine è stato condotto con la registrazione in continuo dei parametri correntometrici, ondametrici e torbidimetrici mediante la strumentazione installata sul fondale a circa 5 m di profondità, in un punto mediano dell'arco sabbioso emerso (Figura 1).

I rilievi morfo-topografici del settore emerso e sommerso hanno interessato l'intera falcata sabbiosa e lo specchio acqueo antistante di circa 30 ha, fino alla profondità di 12 m circa e sono stati ripetuti stagionalmente nei periodi autunnale e invernale.

Le attività di monitoraggio sono quindi state strutturate in relazione a tre ambiti tematici: assetto morfologico della spiaggia emersa, della spiaggia sommersa e dinamiche meteomarine del paraggio. Di seguito, per ciascuno dei tre ambiti, sono descritte le procedure metodologiche e le strumentazioni adottate.

Monitoraggio della spiaggia emersa

Il rilievo morfo-topografico è stato eseguito con un ricevitore satellitare GNSS (*Global Navigation Satellite System*) Trimble R6 5800, in modalità RTK (*Real Time Kinematic*) fisso (*fixed*). La modalità RTK *fixed* è una tecnica di misura GPS cinematica con correzione differenziale in tempo reale, ottenuta, nel caso in questione, tramite comunicazione via radio-modem dei ricevitori con la rete di stazioni permanenti della Sardegna SARNET. La conversione delle quote ellissoidiche in quote geoidiche sul livello medio del mare è stata eseguita mediante il software IGM VERTO 3K ed il grigliato IGM dell'area di interesse nel formato *.GK2.

Il rilievo topografico ha interessato la spiaggia emersa e il settore della scogliera oggetto di intervento ed è stato condotto mediante profili equidistanti circa 50 m lungo il litorale. La linea di riva della spiaggia è stata rilevata con brevi transetti lungo la battigia, con interasse ogni 20 m circa, acquisendo le quote negative e positive rispetto al livello medio del mare. In questi termini, i transetti sono stati estesi fino alla batimetrica -0,5 m circa, ciò al fine di interpolare le quote del rilievo batimetrico e determinare la linea di riva rispetto al livello medio del mare.

Il rilievo topografico è stato integrato da tecniche indirette di fotointerpretazione della linea di riva dalle ortofoto storiche dell'area (periodo 1954 - 2013), analizzando la variazione storica della linea di costa tramite l'estensione DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) di ESRI ArcGIS Desktop sviluppata dall'USGS [1], generando transetti ortogonali rispetto a una *baseline* e calcolando i tassi di variazione dell'erosione/avanzamento [2] (Figura 2).

I dati sono stati acquisiti nel sistema di coordinate piane WGS84-UTM-32 Nord.

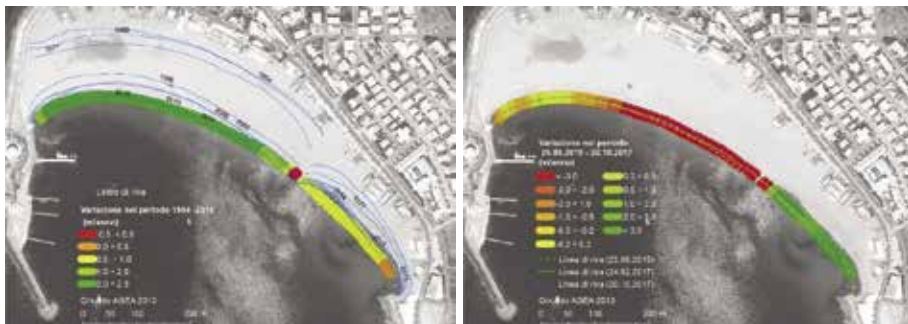


Figura 2 – Variazione della linea di riva (m/anno) nel periodo 1954/2015 (a sinistra) e nel periodo 25.09.2015 / 20.10.2017 (destra).

Figure 2 – Change of the shoreline (m/year) in the period 1954/2015 (left) and in the period 25.09.2015 / 20.10.2017 (right).

Monitoraggio della spiaggia sommersa

Il rilievo batimetrico è stato condotto con tecnologia a singolo fascio (*Single Beam*), interfacciato con sistema GPS operante con metodologia RTK *fixed*. Allo scopo è stato utilizzato i seguenti strumenti:

- un ecografo idrografico *single beam* Odom Echotrac CVM, equipaggiato di un trasduttore doppia frequenza (30kHz /200 kHz);
- un sistema GPS GNSS Trimble R6 5800 in modalità RTK *fixed*, appoggiato per la correzione differenziale alla rete di stazioni permanenti della Sardegna SARNET;
- un *laptop rugged* dotato del software di navigazione, acquisizione e *processing* dei dati Teledyne PDS 2000, il quale permette di interfacciare gli strumenti e visualizzare in tempo reale le *runlines* teoriche lungo cui acquisire i dati batimetrici.

Il rilievo è stato eseguito con un natante pneumatico di 4,30 m equipaggiato con un motore fuoribordo capace di navigare in prossimità della riva e quindi a profondità estremamente ridotte (Figura 3).



Figura 3 – Installazione del Nortek Current Profiler ed esecuzione dei rilievi batimetrici.

Figure 3 – Installation of the Nortek Current Profiler and bathymetric surveys.

Il rilievo batimetrico, condotto in condizioni meteo-climatiche ottimali ad una velocità costante non superiore a 3 nodi, è stato eseguito su allineamenti (*runlines*) equidistanti 50 m circa e perpendicolari alla costa, con linee di controllo parallele alla costa ed equidistanza di circa 100 m, corrispondenti alle batimetriche circa -3,0 m e -5,0 m.

Nella fase di *post-processing* i dati acquisiti sono stati sottoposti a procedure di verifica e validazione mediante l'eliminazione dei valori anomali (*spikes*), derivati da disturbi nella ricezione del segnale o da turbolenze lungo la colonna d'acqua e le correzioni di marea, adottando la Stazione Mareografica di Porto Torres (SS) come mareografo di riferimento. I dati sono stati infine sottoposti ad interpolazione per ottenere il Modello Digitale di Elevazione (DEM) del fondale e le curve isobatimetriche con equidistanza pari a 1 m, utilizzati successivamente per le elaborazioni spaziali dei volumi sedimentari movimentati nei diversi intervalli temporali (Figura 5).

Monitoraggio delle dinamiche meteomarine

I monitoraggi correntometrici ed ondometrici sono stati realizzati tramite il sensore Nortek Aquadopp *Current Profiler Right Head Angle*, basato sul principio *Acoustic Doppler Profiler* e calibrato per l'esecuzione di rilievi su basso fondale. Le principali caratteristiche del sensore riguardano: la frequenza acustica pari ad 1 MHz e il metodo PUV per la stima dei dati ondometrici, basato sulla misura della pressione dinamica (P) e delle velocità orbitali (U e V) delle onde (Figura 4).

Il monitoraggio della torbidità è stato realizzato mediante il sensore Campbell OBS3+, configurato e calibrato per un intervallo di valori compreso tra 0 NTU e 250 NTU. Il torbidimetro è stato collegato direttamente al correntometro/ondametro mediante un cavo di poliuretano con connettore *wet-pluggable*.

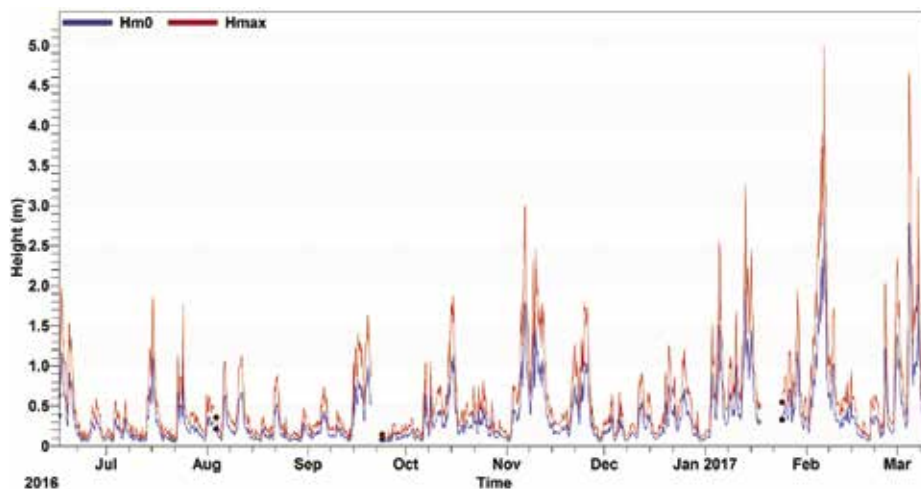


Figura 4 – Spettro dell'altezza significativa dell'onda (Hm0) e altezza massima (Hmax).
Figure 4 – Spectrum of Significant Wave Height (Hm0) and Maximum Wave Height (Hmax).

Tutta la strumentazione è stata posizionata a circa 5,3 m di profondità su fondale sabbioso, ad una distanza di circa 160 m dalla riva, dopo la calibrazione dei sensori interni di pressione atmosferica e di orientamento. Il profilo della corrente sulla colonna d'acqua è stato rilevato in 9 celle di altezza 0,5 m a partire da circa 1,0 m dal fondo. Mentre la dimensione della cella usata per la costruzione dello spettro delle velocità dell'onda è pari a circa 2,00 m. La frequenza di campionamento è stata di 3 ore, con durata della singola misurazione di 60 s. I *log data* sono stati acquisiti circa ogni 40 giorni e sono stati processati, validati ed analizzati mediante i *software* dedicati Nortek AquaPro, Nortek Storm e il *software* di analisi statistica R.

Risultati e analisi interpretativa

I risultati ottenuti, per quanto rappresentativi di un intervallo temporale relativamente breve, ai fini di una valutazione quantitativa della tendenza evolutiva del paraggio costiero nel lungo e medio periodo, hanno comunque consentito di acquisire validi elementi conoscitivi, utili per la comprensione degli effetti indotti dagli interventi eseguiti sul sistema sabbioso emerso e sommerso. Inoltre, partendo dal confronto ragionato tra le serie temporali dei dati acquisiti e quelli pregressi, quali l'evoluzione della linea di riva, derivata da tecniche indirette di telerilevamento [3], è stato possibile approfondire le conoscenze sulla dinamica marino-costiera della rada di Bosa e stimare i volumi sedimentari in gioco, specie in riferimento agli assetti stagionali della spiaggia.

Nel periodo 1954-2015 l'analisi diacronica delle foto aeree rileva un avanzamento della linea di riva di circa 2 m/anno nel settore occidentale, compreso tra la Torre Aragonese e il vecchio pennello, nel punto mediano dell'arco di spiaggia. Il settore sud-orientale della falcata sabbiosa, nel medesimo intervallo temporale, manifesta un avanzamento dell'ordine di $0,3 \div 1$ m/anno, indicando quindi una discontinuità evolutiva tra i due settori di spiaggia.

Il periodo di osservazione compreso tra giugno 2016 e ottobre 2017, immediatamente successivo alla rimozione del pennello, indica un marcato cambiamento nella tendenza evolutiva della spiaggia rispetto all'arco temporale 1954-2015. In particolare, si osserva una stabilizzazione o addirittura un debole arretramento della linea di riva nella settore nord-occidentale, mentre la falcata sabbiosa sud-orientale è caratterizzata da un avanzamento significativo, variabile tra i 6,5 m e i 15 m, quindi con un accrescimento medio di circa 9,5 m. Il settore interessato dalla rimozione di "Su Pinnellu" manifesta invece variazioni significative, con un arretramento della linea di riva dell'ordine dei 3 m, dovuto alla rettificazione spontanea dell'arcata sabbiosa, per la rimozione del manufatto.

Valutando complessivamente il periodo di osservazione tra settembre 2015 e ottobre 2017, prevale la dinamica sopra descritta, con una inversione di tendenza rispetto a quanto rilevato nel periodo storico, mostrando nel settore nord-occidentale un'estensione ed amplificazione del fenomeno dell'arretramento nel periodo 02/2017-10/2017 e confermando nel settore sud-orientale il processo di avanzamento della linea di riva, variabile tra i 3 m e gli 11 m, con un accrescimento medio di circa 7,5 m.

Le variazioni della linea di riva dell'intera baia sabbiosa, nel complesso, identificano comunque una generale stabilità o un minimo deficit sedimentario dell'avanspiaggia, con una perdita di volume stimata in -1500 m³ circa, nell'intervallo temporale compreso tra settembre 2015 e ottobre 2017. Tuttavia, le variazioni della linea di riva e della spiaggia emersa, valutate congiuntamente ai dati batimetrici rilevati nel medesimo

periodo, consentono di definire che il lieve deficit sedimentario del settore emerso è largamente compensato da un significativo incremento dello *stock* sedimentario (superiore a 100000 m³) nel settore sommerso (Figura 5), confermando che il paraggio in questione sia alimentato da fonti esterne che ricadono nell'unità fisiografica di appartenenza.



Figura 5 – Tavola delle batimetrie e variazioni tra settembre 2015 e febbraio 2017.
Figure 5 – Bathymetric map and changes between September 2015 and February 2017.

Conclusioni

Le serie temporali correntometriche ed ondametriche *ante, in e post-operam* hanno permesso l'analisi comparata delle dinamiche meteomarine in relazione alle diverse

configurazioni del litorale, prima degli interventi e successivamente ad essi. Inoltre i rilievi topografici e batimetrici, ripetuti stagionalmente nel periodo di monitoraggio, hanno contribuito a comprendere le dinamiche evolutive dell'arco sabbioso e dei flussi correntometrici del paraggio, in particolare a seguito della rimozione di "Su Pinnellu".

L'analisi e l'elaborazione dei dati acquisiti, in particolare confrontando i risultati *ante-operam* rispetto a quelli *post-operam*, ha consentito di sviluppare le seguenti considerazioni conclusive:

- il paraggio oggetto di indagine manifesta un incremento volumetrico significativo dello *stock* sedimentario soprattutto nel settore sommerso e in particolare *Foreshore* e *Nearshore* (il cui limite inferiore è intorno alla batimetrica -4,0 m);
- gli incrementi volumetrici del settore marino sommerso hanno origini esterne alla baia e producono uno *stock* sedimentario significativo che confermerebbe la tendenza evolutiva della linea di riva all'avanzamento, anche se con una progressione più lenta rispetto al passato, ma omogeneamente distribuita lungo l'intero arco sabbioso (diversamente dal periodo storico precedente, quando il settore nord-occidentale manifestava un accrescimento più veloce rispetto al settore sud-orientale);
- significativi cambiamenti nella configurazione planimetrica dell'arco di spiaggia, sono determinati dallo spontaneo adattamento stagionale e dal riequilibrio morfo-sedimentario della spiaggia a seguito della riattivazione della corrente di deriva litoranea per la rimozione di *Su Pinnellu*, con prevalenza da nord-ovest verso sud-est nel periodo di osservazione;
- la propagazione del moto ondoso all'interno della baia, durante le mareggiate di Maestrale, è fortemente condizionata dai fenomeni di rifrazione e diffrazione delle onde a largo ad opera del molo foraneo;
- la dinamica correntometrica della baia è dominata dal moto ondoso proveniente dai quadranti occidentali, con incidenze più significative in termini di frequenze e altezze d'onda provenienti da 230°-240° N, che hanno manifestato altezze significative d'onda talvolta superiori a 3 m e picchi massimi di 5 m;
- i flussi correntometrici lungo la colonna d'acqua sono quasi esclusivamente imputabili ai fenomeni meteomarini spontanei, ad eccezione delle correnti di fondo trasversali (*rip current*) nel settore mediano della spiaggia, che erano indotti dalla presenza del pennello e che hanno avuto un significativo decremento in termini di frequenza e intensità a seguito della sua demolizione e rimozione.

Bibliografia

- [1] Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan - *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change*, U.S. Geological Survey *Open-File Report 2008-1278* (July 2017).
- [2] Thieler, E.R., and Danforth, W.W. - *Historical shoreline mapping (I): improving techniques and reducing positioning errors*, *Journal of Coastal Research* (1994) 10(3), 549 – 563.
- [3] Thieler, E.R., and Danforth, W.W. - *Historical shoreline mapping (II): application of the Digital Shoreline Mapping and Analysis Systems (DSMS/DSAS) to shoreline change mapping in Puerto Rico*, *Journal of Coastal Research* (1994) 10 (3), 600-620.

THE SUNKEN ISLAND OF MARMARA SEA; THE VORDİNİSİ (PRINCE ISLANDS OF ISTANBUL - TURKEY)

Mustafa Eryılmaz¹, Engin Meriç², Fulya Yücesoy Eryılmaz³, Umutcan Eryılmaz⁴

¹ and ³ Mersin University, Faculty of Engineering, Geological Eng. Department,
Çiftlikköy Campus, Mersin-Turkey. e-mail: meryilmaz@mersin.edu.tr

² Moda, Hüseyin Bey Sokak 15/4, Kadıköy-İstanbul-Turkey.

⁴ Hacettepe University, Faculty of Engineering, Geological Eng. Department,
Beytepe Campus, Ankara-Turkey.

Abstract –Vordisi Island is the 10th island in the Prince Islands of Istanbul. It is clearly seen in historical records, especially in Byzantine maps. However, such an island is not seen in Ottoman period maps.

Actually, "Bostancı Çakar Lighthouse" is called "Star Lighthouse" on sea maps. Today, the shallow sea area with the Bostancı Çakar lighthouse on it is the place where Vordinisi Island is located. The survey site is located between: 40° 56' 11.7" N, 29° 05' 09.9" E; 40° 56' 14.6" N, 29° 05' 16.7" E; 40° 56' 06.0" N, 29° 05' 22.9" E; 40° 56' 04.5" N, 29° 05' 13.7" E coordinates. The water depth in this area varies from 0 m to -7 m. Vordinisi Island is thought to have collapsed and disappeared in an earthquake that took place in the years of M.S.1000. Historical records indicate that there is a small monastery on it. Today, divers have taken photos of the submerge walls of this monastery.

In this study, the marine maps of the region from 1950 to the present day were researched and the location of the island was determined. This position is have been compared with the most up-to-date map. The area, between Fenerbahçe Cape-Maltepe-Kartal and Kınalı Island was digitized by Surfer 13 program. First, a two-dimensional map of the region was created. Then, the shallowest points were found where the island was located. These points are considered to be the highest segment of the island. And taken as a reference point. The current sea level has been reduced by a few meters from these points, and various 3D maps showing underwater morphology have been created. The map, which is made by lowering the current sea level by 10 m, is the most accurate result. Thus the Vordinian Islands (Grand Vordinis and Little Vordinis) were brought to the surface.

Key Words: Vordinisi Island, Prince Islands, bathymetry, digital map, underwater morphology.

Introduction

Vordisi Island is the 10th island in the Prince Islands of Istanbul. It is clearly seen in historical records, especially in Byzantine maps. However, such an island is not seen in Ottoman period maps.

Today, the islands of Istanbul, known as "Islands", consist of a total of 9 islands (Figure 1). Although Istanbul islands are most commonly referred to as the Prince Islands, they have also been named with names such as the Marmara Islands, the Monk Isles, and the Cina Islands. The names of the Prince Islands, which consist of 9 islands, are named as

Büyükada (Prinkipo, Pityoussa), Heybeliada (Halkis, Halki, Khalkitis), Burgazada (Antigone, Antigoni, Panarmos), Kınalada (Proto, Proti), Kaşıkadası (Pita), Sedefada Terevinthos), Tavşanadası (Neandros), Yassıada (Plati, Plate), Sivriada (Oksiya, Oxya). However, in historical records, a tenth island is seen in Byzantine maps (Figure 2). Bostancı Çöken Vordonos (Vordonos and Vordonos), which are known as Ada and Höreke and consist of two islands (Figure 1) [1, 2].

Vordisi Island is the 10th island in the Prince Islands of Istanbul. It is clearly seen in historical records, especially in Byzantine maps. However, such an island is not seen in Ottoman period maps. The name is "The collapsing island of Bostancı". The islands are known also names great Vordonion (Vordonoz) and small Vordonion (Vordonoz) and consist of two islets.

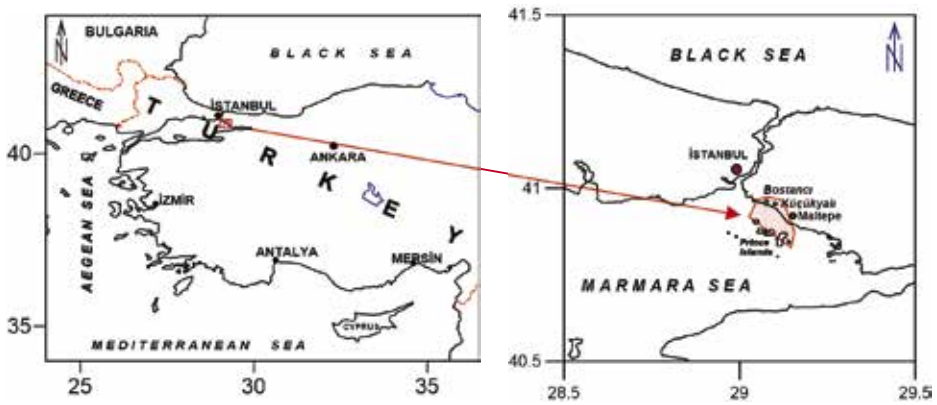


Figure 1 – Study area location map.

Location of Vordonisi Island

Vordonisi Island is located under Yıldız Lighthouse (Bostancı Lighthouse) at 3 km off Bostancı Pier (Figures 1, 5 and 6). Vordonisi Island, $40^{\circ} 56' 11.7''$ N, $29^{\circ} 05' 09.9''$ E; $40^{\circ} 56' 14.6''$ N, $29^{\circ} 05' 16.7''$ E; $40^{\circ} 56' 06.0''$ N, $29^{\circ} 05' 22.9''$ E; $40^{\circ} 56' 04.5''$ N, $29^{\circ} 05' 13.7''$ E is located between the coordinates. When you look at this area from the beach, the sparkling area seen from time to time in the sea points to Vordonisi Island (Figure 1). It is seen in the Byzantine records that it faces the Satyros Monastery. Remains of the Satyros Monastery are seen in Küçükalyı neighbourhood and are called Maltepe Archaeological Park [3].

History of Vordonisi

In the Byzantine period, the most important structure of the island of Vordonis, which was home to exile and clergy, was the monastery. Vordonis Monastery was built by

monk Photios. Photios's brother Sergios married the Empress Theodora's sister. Photios came to the palace. Empress Theodora assigned various duties here. And finally, became the Patriarch of the Orthodox Church, who could be considered very young about the removal of the Patriarch Ignatios from duty. The former Patriarch Ignatios was sent to exile in a monastery in the region where the Küçükyalı was. The main reason for the clash of the two Patriarchs is the iconoclastic "iconoclasm". The overturned Patriarch Ignatios, built a beautiful monastery on the remains of the Bryas Palace in Kucukyali. This monastery is called Satyros (Satiros) Monastery. After a while everything turned. This time Patrik Photios was removed from office and sent to exile from Vordonisi Island. Instead, the overthrown Patriarch Ignatios became Patriarch again. When Ignatios died, Photios was again Patriarch. He was a Patriarch for 11 years. Rejected again in 867. And spent the last years of his life in the monastery on Vordonisi Island [3, 4].

In 1010, there was a great earthquake in the capital of the Byzantine Empire (Istanbul). As a result of this earthquake, Vordonisi Island was flooded.

History of the Vordonisi Island is transferred from generation to generation, but over time it has become a city myth. Today, the Fener Greek Patriarchate (dated to M.S.500) was discovered again as a result of an examination of the Istanbul map (Figure 2A). In the Byzantine writings, a tenth island is mentioned. The island, also known as Lost Island or Sunken Island, is mentioned in the maps prepared by the Ottomans in 1500's years, but it is not included in the maps (Figure 2B).

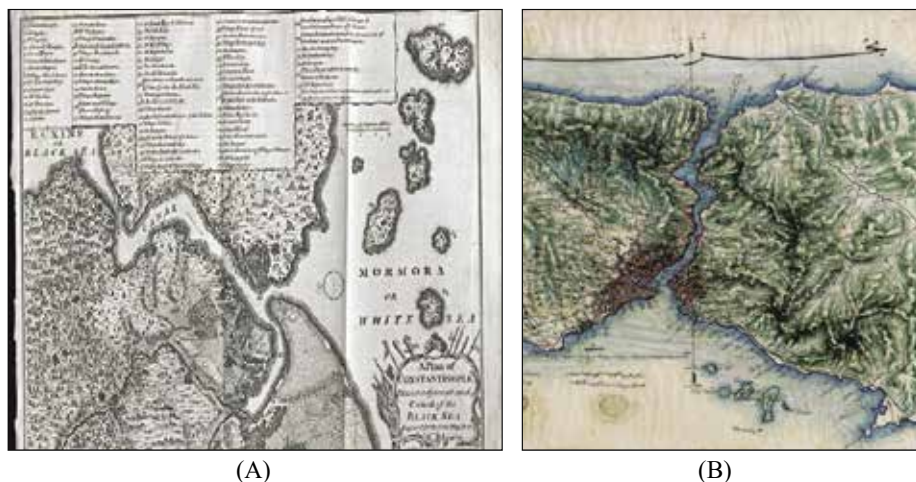


Figure 2 – Vordinisi Islands of in historical maps. A) Byzantine map, B) Ottoman map (Not seen Vordinisi Islands).

Today, it is determined that the ruins seen in the Küçükyalı district are Satyros Monastery or Bryas Palace. This historic building was discovered in 1936 by Prof. Dr. Semavi Eyice [5]. According to the argument, there are gallery passages connecting the two monasteries. The name that lately discovered the missing candidate is Dr. Akilla

Millas'dır (from Büyükada). Alessandra Ricci, (from University of Salerno University, Department of Medieval Latin Studies) explored the Satyros Monastery and he said that "the twin of the monastery was on Vordonisi Island." [6, 7].

Method

In this research, we were used charts of Turkish Naval Forces Command Office Of Navigation, Hydrography And Oceanography Department. These charts; 1:100.000 scale Turkey, Marmara Sea, Istanbul-Mudanya (no: TR-292) [8], 1:50.000 scale Turkey, Marmara Sea, Yesilköy-Yelkenkaya (no:TR-2923) [9], 1:20.000 scale Turkey, Marmara Sea, Maltepe-Adalar (no: TR-2920) [10]. In addition, Blue Chart Atlantic 7.5 was used as an electronic map showing the region in detail [11].

After the coordinates of the study area were determined, the bathymetry data of the research area and the shoreline were digitized with computer program. And the detailed bathymetry map of the region was reconstructed.

In addition, in this study, we have used "Sea of Marmara, Surface Sediment Dispersion Map" (1: 300.000 scale), which Eryılmaz and Kırca (1998) have made [12].

In this study, the marine maps of the region from 1950 to the present day were researched and the location of the island was determined. This position is have been compared with the most up-to-date map. The area, between Fenerbahçe Cape-Maltepe-Kartal and Kınalı Island was digitized by computer program. First, a two-dimensional map of the region was created. Then, the shallowest points were found where the island was located. These points are considered to be the highest segment of the island. And taken as a reference point. The current sea level has been reduced by a few meters from these points, and various 3D maps showing underwater morphology have been created. The map, which is made by lowering the current sea level by 10 m, is the most accurate result. Thus the Vordinian Islands (Grand Vordinisi and Little Vordinisi) were brought to the surface.

Discussion

Batimetry and Recent Underwater Morphology Analysis

Vordinis Island and Prince Islands The Marmara Sea is located on the northern shelf. The area where the islands are located is the most wide of the northern Marmara Sea shelf (Figure 3). It is a rather shallow sea area. Yıldız Rocky is defined as a rock over the water, and near this rock is underwater rocks. Likewise, the Dilek Rocky are defined as over-water and underwater rocks (rocks just below the surface of the water). Yıldız and Dilek Lighthouses are located on the top of the Yıldız and Dilek Rocks (Figures 4, 5 and 6). The average water depth in the region is around 20 m. In the southern part of the Prince Islands, the water depth suddenly increases and reaches up to 1200 m (Figure 3) [8, 9, 10, 11 and 12].

When we look at the bathymetry map of the region, the contours of -5 m, -10 m, -20 m and -50 m that generally go parallel to the shore are distorted in this region. While this contours continuing in the direction of NW-SE, it suddenly turns towards N-S direction. It continue from behind the islands towards the entrance of the Bosphorus. Depths are decreasing considerably in Bostanci-Maltepe openings where Vordinisi islands are located.

When the sea level is low, rocks are seen outside the water. This area shows a defective structure in terms of underwater morphology (Figures 4, 5 and 6).

When the bathymetry data are examined, the current underwater depth is very low in the research on the Bostanci-Maltepe coast. The area called Maltepe Bank is generally less than 10 meters in depth. In the middle of the shallow area in front of Küçükalyalı and İdealtepe there is a relatively pit area reaching 12 meters in the middle. In the regions forming the Vordinian Islands, the depth varies between 2.8 m and 2.2 m at the edges of the rocky section (the Yıldız Rocks -K.Vordinisi Ad.- and Dilek Rocks -B. Vordinisi Ad.-). In particular, Dilek Kayalığı extends as a ridge towards Bourgas Island.

The current water morphology of the research field does not conform to the general structure of the region. In the KD Marmara shelf (Figures 4, 5 and 6), the depth contours are generally parallel to the shore, maintaining a certain distance between them. This area more complicated is seen. Normally expected is that the same depth contours continue to maintain the same line and feature. This sudden change of direction indicates that the morphology of the region changed suddenly (Figure 4, 5 and 6). This sudden change of direction indicates that the morphology may be caused by internal forces (landslide caused by faulting and earthquake, etc.) not by external factors.

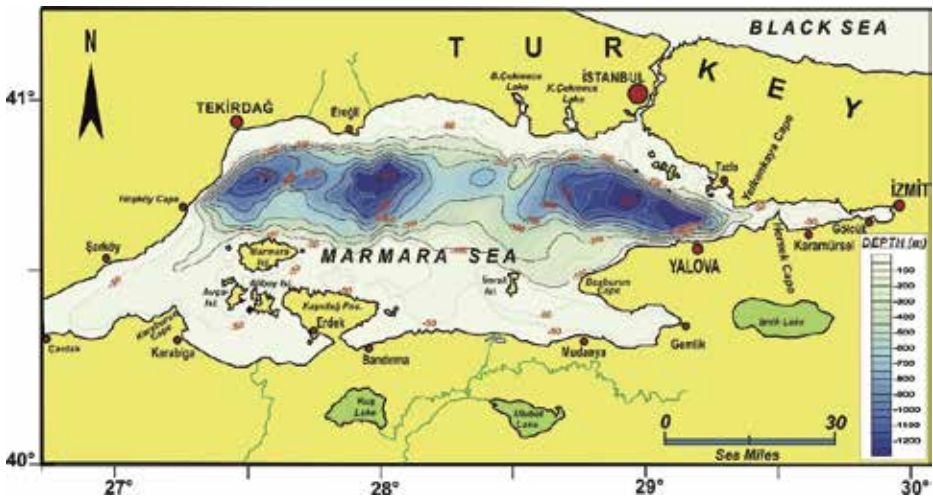
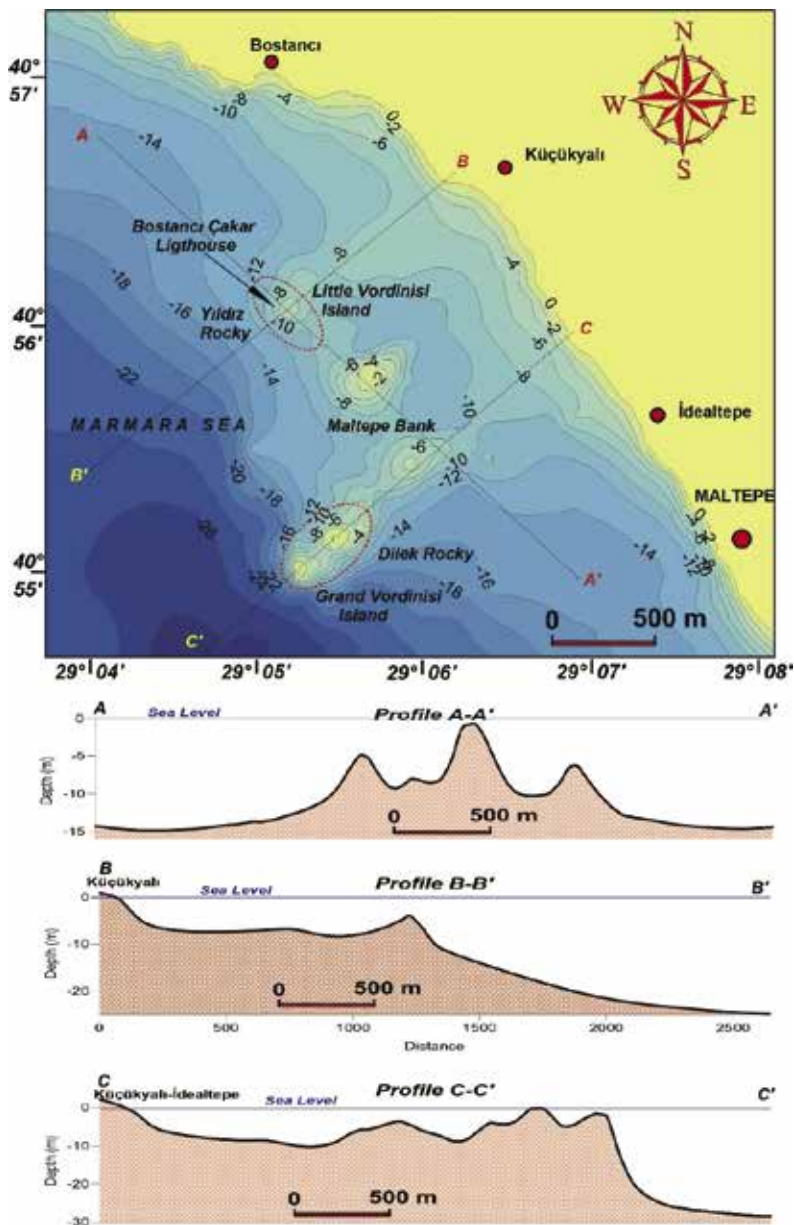


Figure 3 – Bathymetric map of the Marmara Sea.

Recent Underwater Sediment Distribution Map

The research area is an alluvial site (Figure 7). The area where the crushed materials transported by the waves with abrasion and transport are stored is a typical alluvial site. In addition, the materials (silty and clay weighted) brought by the rivers (Küçükalyalı D., İdealtepe D., Cleridor D., Turşucu D.) and sandy-pebbly sediments that the marine brings are

confused. This area has accumulated. These sediments are like a nose, protruding from the shore to the open [12, 13, 14 and 15].



Figures 4 and 5 – Bathymetric map and morphological cross-sections of the study area.

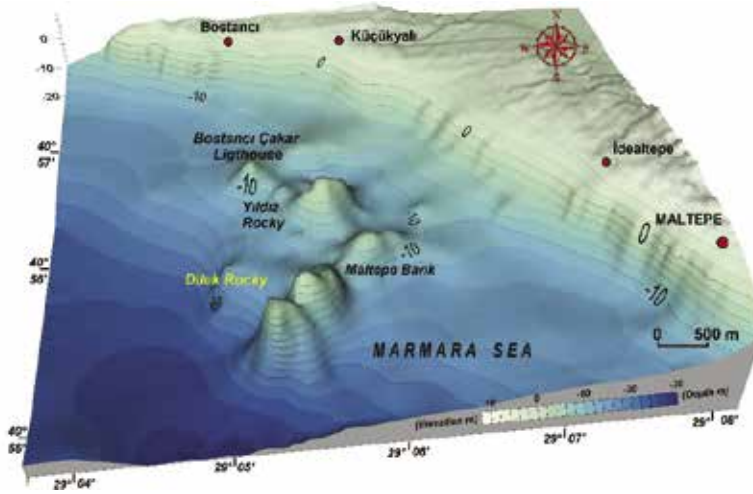


Figure 6 – 3-dimensional underwater morphology of the Yıldız and Dilek Rocks in NE Marmara Shelf.

The current sediment distribution of the region is quite complex (Figure 7). In general, coastal areas have a narrow band of sandy units containing medium-small gravel. There are rock and block materials in the form of debris on this unit. However, they are seen in a very limited area. The fine cohesionless silt and sandy silt have been deposited on the sandy units (the effects of current and wave, the erosion materials brought by large and small creeks). As you move from the coast to the offshore, you can see the passage from the sand to the silt. As the water depth increases towards the islands, the sludge unit which is a mixture of sand-silt and clay is common. There are sandy units in a narrow band around the islands. Generally, the study area is located on the seabed and coastal areas and the sediments are crumbly sediments. The ones in the upper layers sediments of the bottom are very soft and somewhere fluent. The lower layers are have been relatively the solidify.

The sediment thickness is higher at 20 m depth (SHOD 1988, Fenerbahçe-Maltepe-Adalar, high-seismic shallow seismic study). Existing sediments are show as delta sediments. Especially in historical periods, it is thought that today's small rivers show a bigger river characteristic.

In particular, Kurbağalı Dere was in a great stream [16]. The alluvial material which rivers brought formed a large and shallow sea area between Fenerbahçe-Kartal. Islands forms a sheltered area against the waves. The low rate of current in the region is important. One of the surface currents line coming out of the Bosphorus is headed towards Kadıköy-Maltepe direction. In the research area, (Figure 8) this current was an important factor of accumulation for the sedimentation [17, 18]. Particularly in coastal areas where the rocks are located, the flow speed is cut off. Here sediment sedimentation is more and faster due to the absorption of wave energy. As a small island have been formed by the accumulation of alluvial materials such as the islands, which are seen in places in a large riverbed. Over time, the island is a little more developed, the connection with the coast is formed by means of a ridge covered with shallow waters.

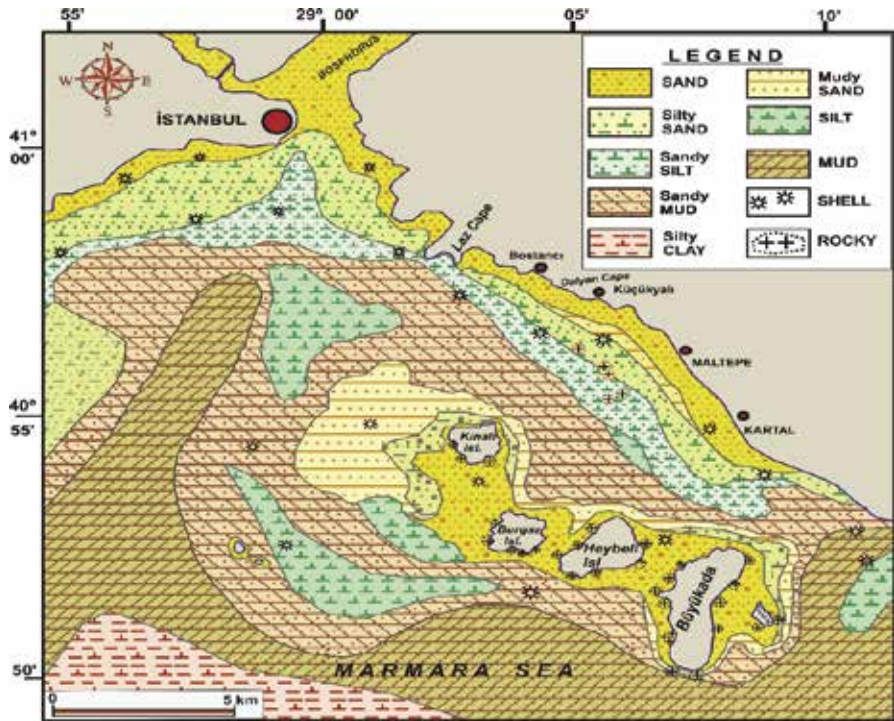


Figure 7 – Recent underwater sediment distribution map [12, 13].

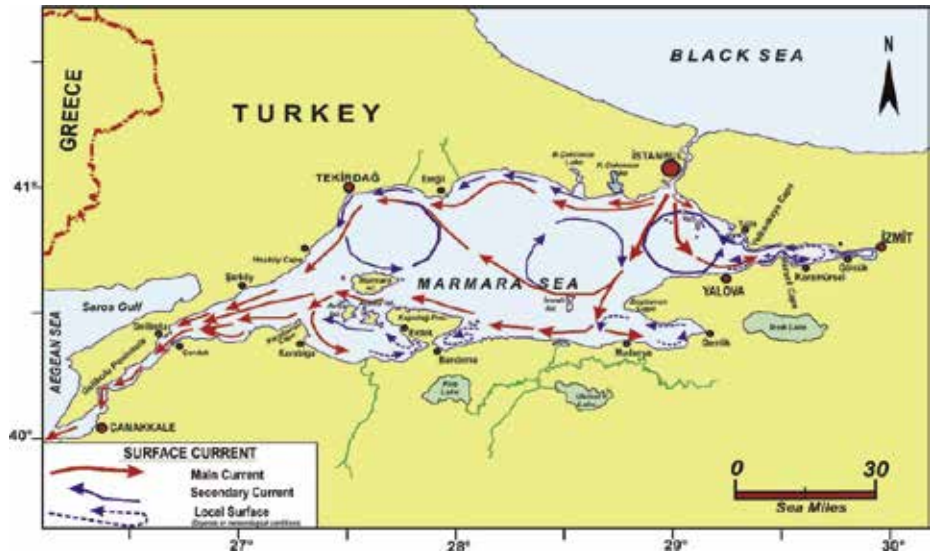


Figure 8 – Surface current map of the Marmara Sea [12, 18].

Results

Vordinisi islands are located on Bostancı-Küçükalyı openings on the northern shelf of Marmara Sea. The -10 m depth contour, forms the "shore line" of the sea land boundaries of the islands. Vordinisi Islands consists of 2 islands (Small Vordinisi and Grand Vordinisi). In this area is visible in other small islands than these islands.

Before the islands collapse, it is a more shallow sea area this area. And this region have been consisted alluvial deposits. In the study area is located an upper sediments thick made of soft materials. This soft sediments not have load-bearing feature. Earthquake formed underwater landslide. Landslide materials have piled up towards the seafloor to form a wrinkled sea floor morphology. And the landslide effects have reflected in the complex underwater morphology of the region.

In the map showing the three-dimensional morphology of the region (Figures 5, 6 and 9), today's underwater morphology is seen. The flowing material of the landslide is seen as an aggregation-corrupt morphology at the study area sea bottom.

In addition, the buildings on the island of Vordinisi are made of stone. It is a great possibility that there is liquefaction in the ground during the earthquake with heavy load effect. With this effect of ground liquefaction, the buildings on the island are embedded into the saturated fine-grained ground and water.

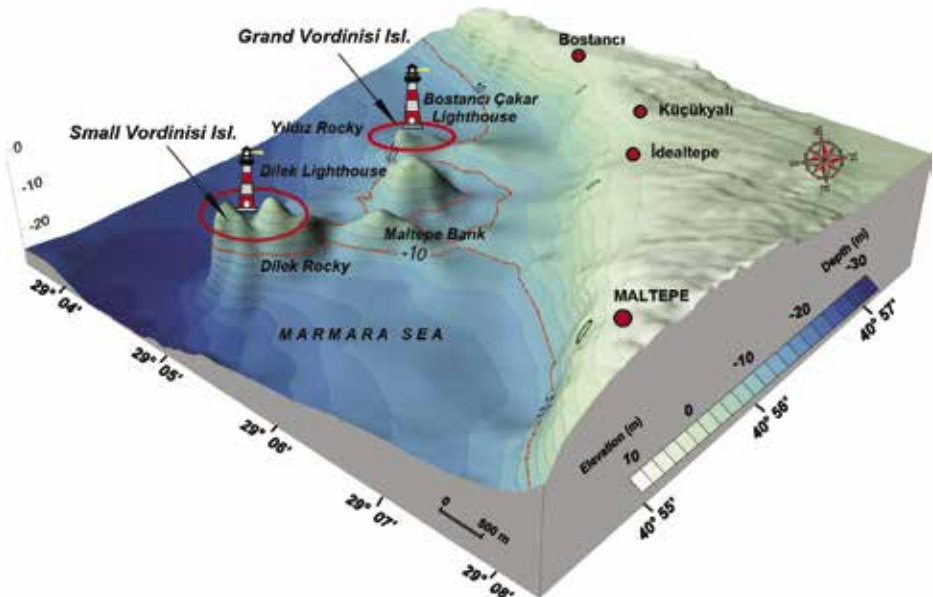


Figure 9 – Three-dimensional image of the Small Wordinisi and the Great Wordinisi Islands.

References

- [1] <http://www.wikiwand.com/tr/İstanbul> İline bağlı adalar listesi
- [2] Meriç, E. *Jeoloji ve Arkeoloji: İstanbul ve Yakın Çevresinin 8500 yıllık Geçmişinden Kesitler*. TMMOB, Mimarlar Odası, İstanbul Büyükşehir Şubesi, Bakırköy Temsilciliği, (2010) 80 sayfa, ISBN978-975-00625-3-7.
- [3] <https://onedio.com/haber/istanbul-un-bilinmezliklerle-dolu-onuncu-adasi-vordonisi>
- [4] <http://www.maltepe.bel.tr/tr/detay/index/8113/istanbul-un-kayip-adasi-gun-yuzunecikartiliyor>.
- [5] <https://turizmreport.com/istanbulun-10-adasi-gizemli-vordonisi-unesco-yolunda/>
- [6] Gülen, N. *Heybeliada*, Tekin Yayınevi, (1985), 232 s. İstanbul / Turkey.
- [7] *Dünden bugüne İstanbul Ansiklopedisi*, Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı, (1997), ISBN 9757306002, 9789757306009, İstanbul /Turkey.
- [8] TR-292. *Türkiye Marmara Denizi İstanbul-Mudanya Seyir Haritası (1:100.000 Ölçekli)*, Dz.K.K. Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı Yayınları, İstanbul / Turkey, (1994).
- [9] TR-2923. *Türkiye Marmara Denizi Yesilköy-Yelkenkaya Seyir Haritası (1:50.000 Ölçekli)*, Dz.K.K. Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı Yayınları, İstanbul/ Turkey, (1994).
- [10] TR-2920. *Türkiye Marmara Denizi Maltepe-Adalar Seyir Haritası (1:20.000 Ölçekli)*, Dz.K.K. Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı Yayınları, İstanbul / Turkey, (1993).
- [11] *Blue Chart Atlantic 7.5*. <https://buy.garmin.com/en-US/US/p/6452>
- [12] Eryılmaz, M., Kırca, Z. *Türkiye, Marmara Denizi, yüzey sediment dağılım haritası (Ölçek, 1: 300.000) ve Oşinografik Özellikleri*, Dz.K.K. Sey. Hid. ve Oşi. Dairesi Başkanlığı, İstanbul / Turkey, (1998).
- [13] Eryılmaz M. *Marmara Denizi yüzey çökel dağılım haritası*. 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri özleri. TBMMB Jeoloji Mühendisleri Odası 21-25 Ankara /Turkey, (2000), 364-365.
- [14] Yücesoy-Eryılmaz F. ve Eryılmaz M. *Marmara Denizi şelfi güncel çökellerinde tane boyu, toplam karbonat ve organik karbon dağılımı*. Mersin Ü. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl. 10.yıl Sempozyumu Bildiri özleri kitabı, Mersin / Turkey, (2003), 101.
- [15] Çağatay, N., Balkıs,N., Sancar, Ü., Çakır, Z., Yücesoy-Eryılmaz, F., Eryılmaz,M., Sarı, E., Erel, L., Akçer, S. Ve Biltekin, D. *Marmara Denizi Çökel Jeokimyası Atlası*. 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı, Ankara/ Turkey, (2007), 350-351.
- [16] Eriş, K.K., Çağatay, N. *Marmara Denizi'nde Son Buzul Döneminden Günümüze Deniz Seviyesi Değişimleri*. İTÜ Dergisi / Cilt:7, Sayı: 6, İstanbul, (2008), 13-23.
- [17] Eryılmaz, M., Türkiye, *Marmara Denizi, yüzey sediment dağılım haritası (Ölçek, 1: 300.000) ve akıntı yapısı (1987-1998 SHOD Marmara Denizi Mevsimsel Oşinografik ölçmeleri verilerinden yararlanılmıştır)*, Yayınlanmamış Rapor, Dz.K.K. Sey. Hid. ve Oşi. Dairesi Başkanlığı, İstanbul / Turkey, (1999).
- [18] Eryılmaz M., Meriç E., Yücesoy Eryılmaz F. ve Eryılmaz U. *İstanbul'un 10'uncu ve Batık Adası, Vordonisi. SBT 2017, 20. Su Altı Bilim ve Teknoloji Toplantısı Bildiriler Kitabı, Urla- İzmir / Turkey(2017), 64-77.*

OCEANOGRAPHY AND SEDIMENT DISTRIBUTION OF THE MERSİN GULF (EAST MEDITERRANEAN - TURKEY)

Mustafa Eryılmaz¹, Fulya Yücesoy Eryılmaz²

¹ and ² Mersin University, Faculty of Engineering, Geological Engineering Department, Çiftlikköy Campus, Mersin-Turkey. e-mail: meryilmaz@mersin.edu.tr

Abstract – Mersin Gulf is one of the widest gulfs in Turkey. It is in the northeast of the Levantine Sea between the gulfs of İskenderun and Antalya. Mersin Gulf located between Taşucu (36°18' N 34°02' E) in the west and Karataş (36°32' N 35°22' E) in the east. The distance between these two points is approximately 115 km. The city of Mersin is at the center of the coastline. The total water surface is about 2300 km². The deepest point is 365 m. The western region of the gulf is slightly deeper than the eastern region.

Main rivers emptying into the gulf are Göksu in the west, Berdan (Tarsus) and Seyhan in the east. There are also a number of smaller rivers such as Alata, Limonlu, Tece, Mezitli and Müftü (the smaller rivers usually have irregular flow rates depending on the season).

The present cover new oceanographic and modern sediment distribution data along Mersin Bay. Therefore, water temperature and salinity content were measured and mapped for this region. Furthermore, we made short-term current speed measurements at the surface, 20 m depth and the sea floor and use this data to interpret sediment movement. Orange peel and other types of grabs were used for surface sediment sampling. Samples were processed with Standard Methods of grain size analysis. Our regional maps of sediment distribution is reflect 1:50.000 scale.

Sediment distribution in this region is affected by current systems, bathymetry, submarine, and terrestrial topographic features of the region. Fine materials do not accumulate in regions with high wave and current energy. We find mostly thin accumulations in our study region. Either sediment does not accumulate at all along continental slopes exceeding 10 degrees or very little sediment accumulates there. Generally, grain size distribution in this region is transitional from coarse to fine and trends parallel to the coastline. Sediments in our study area consist of five types of basic sedimentary material: rock, gravel, sand, silt, clay and mud. Gravelly materials are gravel, sandy gravel and muddy sandy gravel. Sandy materials are sand, gravelly sand, gravelly muddy sand, muddy sand, silty sand and clayey sand. Silty material is composed of silt and sandy silt. Muddy materials consist of mud, gravelly mud and gravelly sandy mud.

Deep parts of the area contain mud which is high ratio as well as clay. Generally, gravel and sandy gravel material are found in shallow areas (max -5 meter).

Mersin Gulf coast in some places beach, some places are made up of steep coasts. There are limestone blocks on the steep coast. Sandy materials accumulate at approximately 0÷10 meters water depth. Silty materials are deposited at 10÷50, sometimes 50÷120, meters depth at the sea floor. Muddy materials are found at 100÷350 meters water depth and clayey materials spread further below 100 meter depth.

Key Words: *Mersin Gulf, bathymetry, current, sea temperature-salinity, sediment.*

Research Area

Mersin Gulf, located between Taşucu ($36^{\circ}18'N$ $34^{\circ}02'E$) in the west and Karataş ($36^{\circ}32' N$ $35^{\circ}22' E$) in the east. The distance between these two points is approximately 115 km. The city of Mersin is at the center of the coastline. The total water surface is about 2300 km². The deepest point is 365 m. The western region of the gulf is slightly deeper than the eastern region (Figure 1).

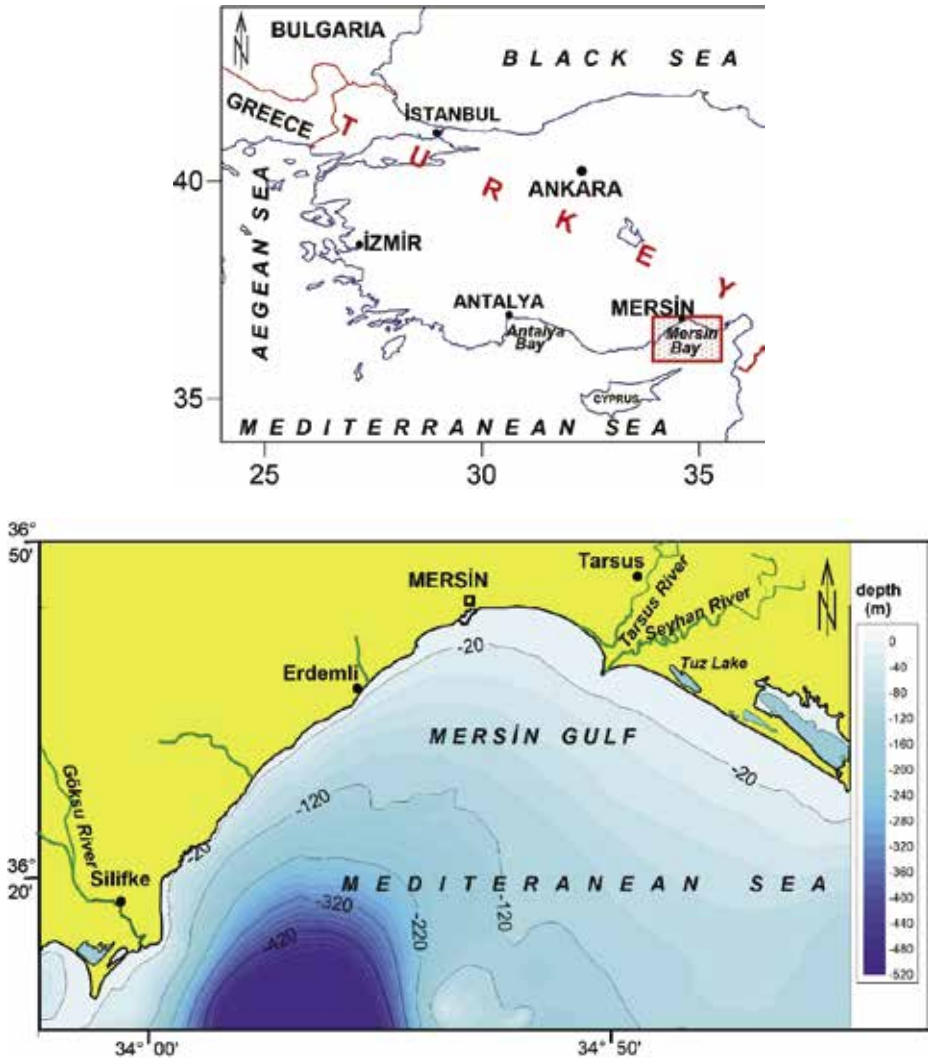


Figure 1 – Study area location map.

General Geology of The Study Area

The study area, the Taurus orogenic belt is located in the south-eastern sector [1, 2].

1. Basic units: Tertiary in the region is based on the Paleozoic (Permo-Carboniferous) (Karahamzaşağı Formation) old autochthonous rocks, metamorphic limestone and schist (Mersin Ophiolitic Melange). Tertiary units are unconformably on top of the unit (Figure 2).
2. Tertiary units: It is transitional in the lateral and vertical directions with each other. Oligo-Miocene, Gildirli Formation; Lower-Middle Miocene; Güvenc Formation and Karaisali Formation, Middle-Upper Miocene; Kuzgun Formation Upper Pliocene; Handere Formation (Figure 2).
3. Quaternary Sediments: On the Terrace, caliche, talus, delta sediments, river terrace, sand dunes [3, 4, 5, 6, 7]. Quaternary units are common in study area (Figure 2).

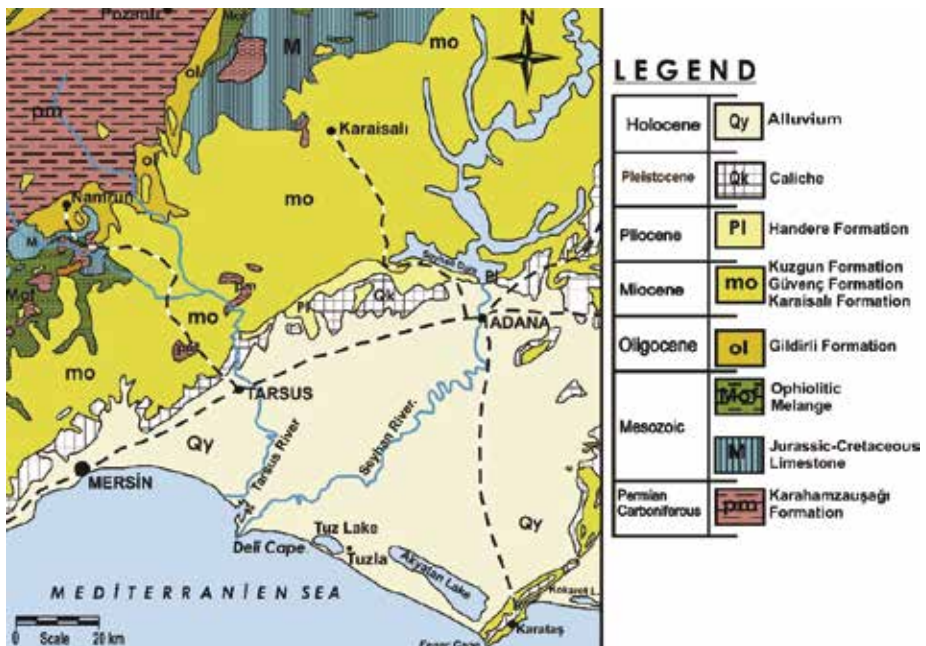


Figure 2 – Study area and geological map and generalized stratigraphic section (Şenol et al., 1998).

Materials And Methods

In the study area, physical parameters (water temperature, salinity, pH, conductivity, resistivity) of the sea water had been measured in 26 stations seasonally in place using by the CSTD equipment. In addition, water current (velocity-direction) had been measured 4 stations by currentmeter. Current measurements made in short-term, with three different levels; surface, 20 m and bottom. 162 surface sediment samples were taken with

orange-peel and snapper types grab sampler (Figure 3). Samples were processed with Standard Methods of grain size analysis. We used Folk's (1974) [10] ternary diagram for sediment classification (Figure 4). Our regional maps of sediment distribution reflect grain size on a 1:50.000 scale. We generated a recent sediment distribution map for the region by combining our sedimentary data with a regional bathymetric map.

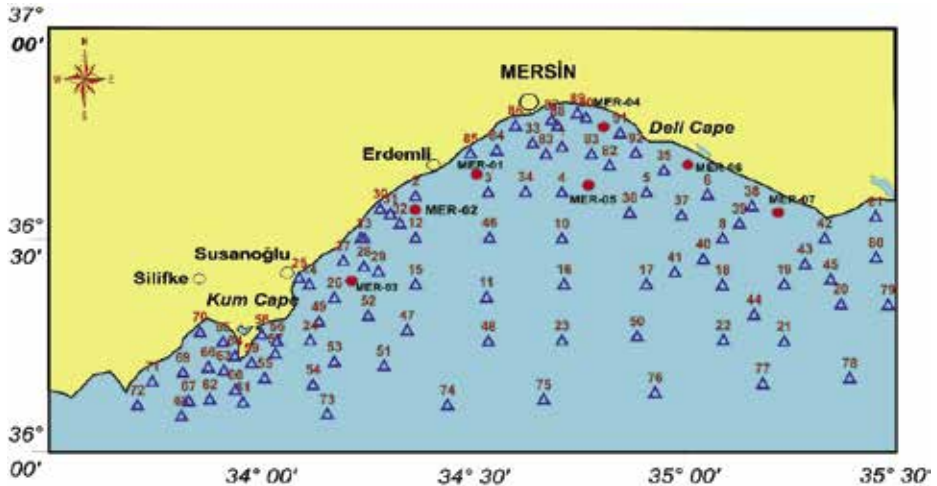


Figure 3 – Oceanographic station map.

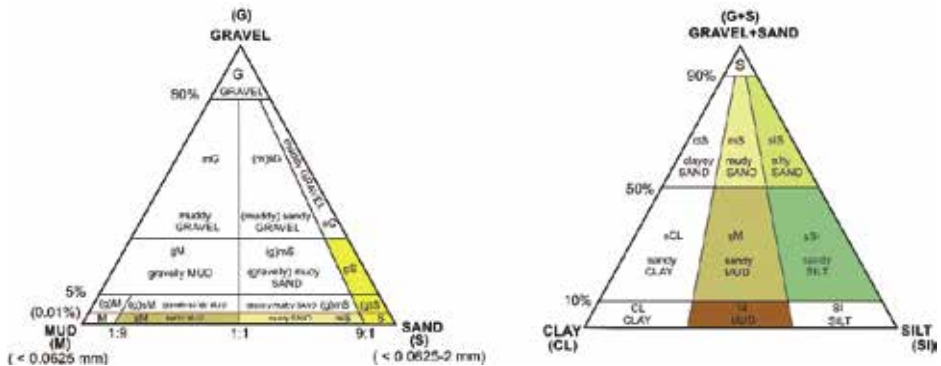


Figure 4 – Ternary sediment classification diagram (Folk, 1974).

Discussion

Underwater Morphology

The submarine topography in the Mersin Gulf deepens in accordance with the shoreline. Shelf area in the west of the gulf is narrow. At this area, depth increases rapidly

from the shore to offshore. In the eastern part of the gulf, the shelf area is very wide in front of the Çukurova Delta (Figure 5A and 5B). The slope and depth here are less according to central and west parts. In the western part of the gulf, the average slope is 3.3 %. In the central part (around Erdemli) the average is 2.0 %. In the east, it is 0.7 %. In the shelf area, depths are often less than 200 m [8, 9, 10,11].

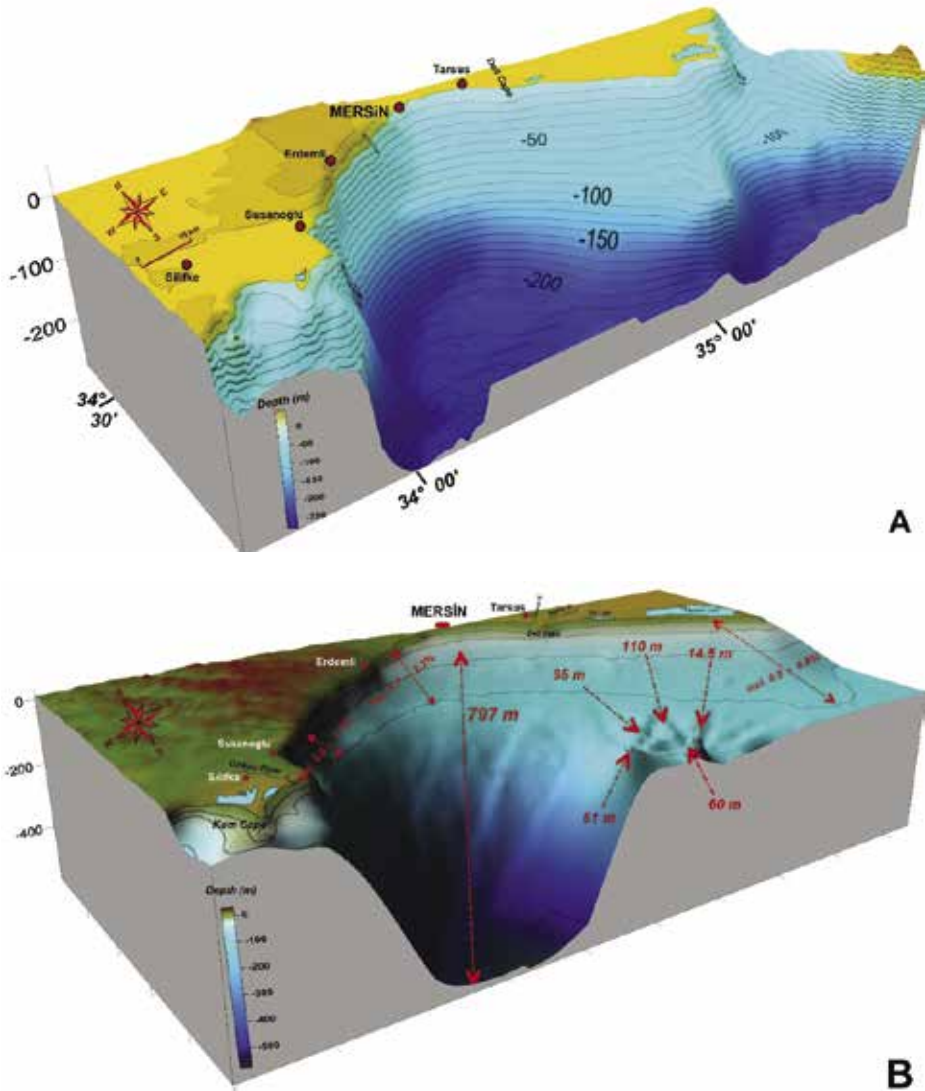


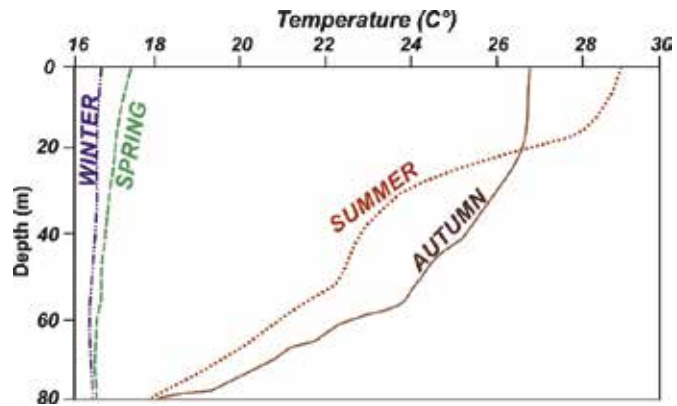
Figure 5 – 3 dimensional bathymetric map (A) and underwater morphology (B) of the Mersin Gulf (depths are in meter).

Physical Characteristics of Sea Water

Temperature

In the Mersin Gulf water temperature at the surface and at 50 m are as follows: in spring, surface: $16.99 \div 17.00$ °C, at 50 m depth $15.70 \div 16.27$ °C; in summer, surface, $17.80 \div 25.55$ °C, at 50 m depth $16.77 \div 17.26$ °C; in autumn, surface, $21.26 \div 22.27$ °C, at 50 m depth, $17.52 \div 19.88$ °C; in winter, surface, $14.90 \div 15.20$ °C, at 50 m depth, $14.93 \div 15.20$ °C. Seasonal temperature variations according to depth are given in Figure 6 illustrating the development of a thermocline in the summer (0÷55 m) and autumn (13÷37 m) [4, 5, 13].

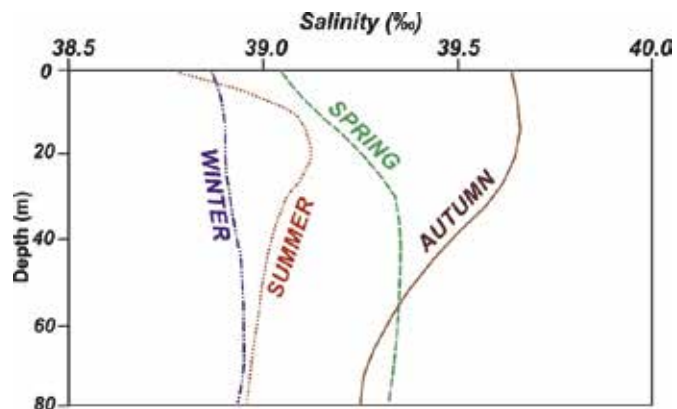
Figure 6 – Seasonal change of average sea water temperature by depth in the Mersin Gulf.



Salinity

Seawater salinity seasonal variations in Mersin Gulf are as listed: In spring (April), surface 39.04 ‰, 75 m 39.33 ‰; in summer (July), surface 38.78 ‰, 75 m 38.96 ‰; in autumn (September), surface 39.64 ‰, 75 m 39.27 ‰; in winter (February), surface 38.87 ‰, 75 m 38.96 ‰ (Figure 7) [4, 5, 12].

Figure 7 – Seasonal change of average sea water salinity by depth in the Mersin Gulf.



Sea Water Density (Sigma-t)

Seawater density (σ_t), seasonal variations in the Mersin Gulf as listed: In spring (April), surface 28.54, 75 m 28.97; in summer (July), surface 24.89, 75 m 28.22; in autumn (September), surface 26.31, 75 m 28.29; in winter (February), surface 28.55, 75 m 28.66 (Figure 8).

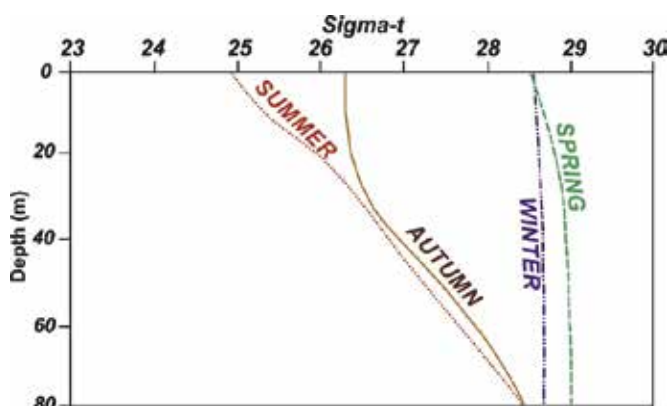


Figure 8 – Seasonal change of average sea water σ_t by depth in the Mersin Gulf.

Currents and Sea Level Variations

Surface currents directions in the region follow general current patterns of the Mediterranean Sea, running parallel to the shoreline in W-E direction. In the study area, the discharge system moves slowly from east to west. This mass movement is transformed into the coastal currents at the northern coast of the Gulf of Mersin. At the inner bay, this type of coastal current is observed. In the east coast of the Mersin Gulf, this current system creates local current anticlockwise through. In addition to, from time to time continuous and strong winds blowing from southern directions create counter clockwise surface currents. In summer, increase in the salinity on the surface due to evaporation, and temperature differences between layers can produce local currents in the shore. These are usually more effective in the inner parts of the gulf. Velocity of surface currents vary between 10 and 25 cm/s. The surface current system is stable, but its velocity depends on seasonal changes and meteorological factors. Surface currents do not have a noteworthy effect on seasonal water mass changes.

Recent Sediment Distribution of the Region

Dominant grain size fractions sedimentary units in the region are sand, silt, and mud. Gravelly deposits are also observed along a discontinuous narrow belt. Similarly, dispersed rocky structures are found in sandy sediments along steep and high coastlines just like karst topography. Gravel deposits are common in high energy marine regions, such as coves and shore which are open to waves from the south and southwest. This type of coarse sediment

is observed along the shoreline to maximum depth of a few meters. Beyond this depth sandy deposits predominate. We are unable to show the gravel, sandy gravel, gravelly sand and gravelly muddy sand deposits on our sediment distribution map (Figure 9) because these deposits are localized and form very narrow belts in the study area. Thus, they are included within the sand deposits shown on our map. They form a narrow belt running parallel to the shoreline. The fine grained fractions ratio increases in regions with lower wave energy, mainly in river mouths. Sand size materials deposits are between 0 and 25 m depth. However sandy deposits commonly found until -50 m depth. Other sandy deposits like as silty sand accumulate between 20 and 50 m [4, 8, 9, 12, 13, 14, 15 and 16].

Also, muddy sand accumulate between 10 and 50 m depth. In very shallow waters along some coastal regions, shells, shell fragments, plants and other organic remains are found in the gravelly and sandy sediment deposits. Sandy silt deposits also cover a parallel to coast to line of our study area. Sandy silt deposits are common between 15 and 40 m, but occasionally extend down to 50 m. Mud sediments are dominant at depths below 50 m. Beyond the sandy silts, a thick mud and sandy mud deposit is observed at from 20 m to 450 m depth, forming the most dominant sediment type observed in Mersin Gulf. In addition, we find at muddy sand of limited area in middle of the gulf. These constitute surface sediments down to 50 ÷ 150 m of water depth.

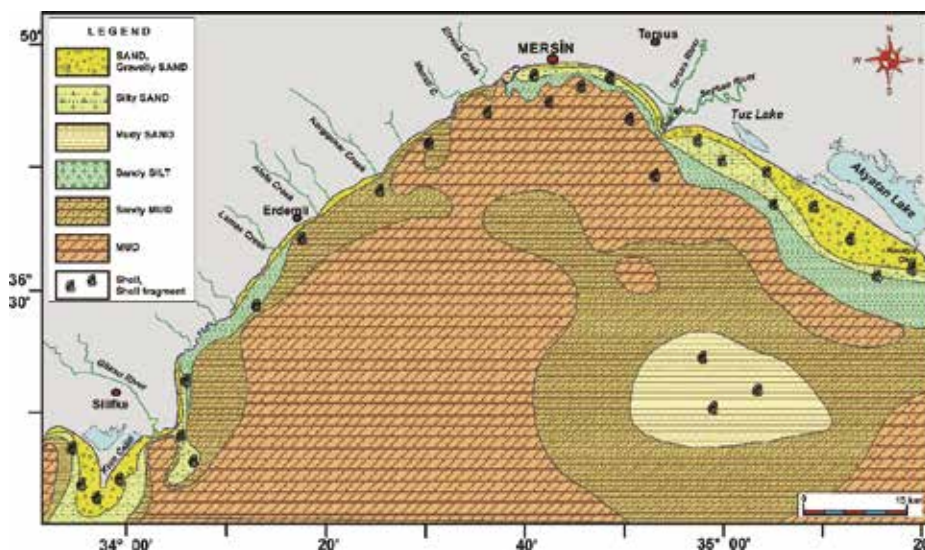


Figure 9 – Recent sediment distribution map of Mersin Gulf [4, 9, 16].

Results

Seawater temperature measurements from Mersin Gulf reveal a three part seasonal stratification of the water column. The thickness and temperature of the surface layer

changes seasonally. The transitional zone is found at roughly 20÷55 m depth and this zone thins or completely disappears during the spring and winter months. After 60 m depth, we find the bottom water layer where water temperature begins to drop from 22 °C and in 80 m depth stabilizes at 18 °C. Surface water salinity in our study region is clearly influenced by seasonal changes in precipitation and freshwater supply from local watersheds and the lateral distribution of salinity in bottom waters also varies seasonally. While the salinity of surface water during the spring, summer and winter varies between 37.35-39.35 ‰, it ranges between 38.25 to 39.39 ‰ at 40 m water depth.

Most of the sediment samples showed a mixture of sand, silt and clay in various percentages. Coarse material of shore origin (sand mixed with gravel and debris) covers the deep and wide shelf area of Mersin Bay. Small patches of sand or gravel in rocky bottom are often found in shallow water but are not often likely to be found beyond continental slope. In the deep area, within the West of the Mersin Bay, on the sea bottom sediments are changed from sand up to silt-clay size.

The distribution of sediments types and the local bottom types and the local bottom relief suggest that an important depositional process may be caused by occasional turbidity currents of shore origin. Mixed coarse material and debris in fact were found along the bottom and the mouth of the canyons of rivers at the region and coast that run from East Mersin Bay coasts (Seyhan River) and West Mersin Bay coasts Silifke coasts (Göksu River) and meet area surveyed. Turbidity currents and the shifts by local tidal currents could be the cause of relatively short-term changes in the local distribution of sediments.

Based on our 1:50,000 sediment grain size distribution map for the region, nearshore areas are consist of rocky, gravelly and sandy materials while deeper areas contain silty, clayey, muddy units. However, units consisting of gravelly materials comprise thin bands which are too narrow to be shown on our map. The sandy units are sand, gravelly muddy sand, gravelly sand and silty sand. Silty units consist of sandy silt. And muddy materials, contain mud and sandy mud. Clayey material in our study region is mostly found in deep sea areas greater than 200 m water depth. Clays are generally found mixed within muddy units. Biogenic material in the region consist of shells, fragmented shells, plant debris, and organic remains in sedimentary matter. These biogenic materials are not common but are found in shallow near-shore regions with good light availability.

References

- [1] Şenol, M., Şahin, Ş. ve Duman, T., *Adana-Mersin Dolayının Jeoloji Etüt Raporu*, M.T.A Yayınları, Adana/Turkey, (1998).
- [2] Şahin, Ş., Böke N., Yalçın, N. and Mengeloğlu, M. K. *İçel İli Jeolojik Özellikleri*. MTA Doğu Akdeniz Genel Müdürlüğü, Adana / Turkey, (2003).
- [3] Kaya, C. *The geological development of the Quaternary sediments of Tarsus, Tarsus River-Salt Lake*. Master's Thesis, Mersin/Turkey. (2008), 98p.
- [4] Eryılmaz, M, and Yücesoy-Eryılmaz, F. *Recent Underwater Morphology of Mersin Bay*. Mersin Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Mersin/Turkey, (2009 a), 2785-2795.
- [5] Eryılmaz, M, and Yücesoy-Eryılmaz, F. *Mersin Körfezi Mezitli-Susanoğlu Beldeleri Arası Denize Boşalan Yeraltı Sularının Oşinografik Parametrelerle Saptanması*. Mersin Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Mersin/Turkey, (2009 b), (3) 2805-2815.

- [6] Eryılmaz, M. and Kaya C., *Tarsus Çayı-Tuzgölü Arası Kuvaterner Çökellerin Jeolojik Gelişimi*. Uluslararası Katılımlı 35. Yıl Jeoloji Sempozyumu. Selçuk Üniversitesi, Bildiri Özetleri Kitabı, Konya / Turkey, (2010), 32-33.
- [7] Hatipoglu, Z., Motz, L., Bayari, S. *Characterization of the groundwater flow system in the hillside and coastal aquifers of the Mersin-Tarsus region (Turkey)*. Hydrogeology Journal 17-7, (2009), 1761-1778.
- [8] Ergin, M., Timur, K. ve Okyar, M. *Mersin Körfezi'ndeki Kıta Sahaneliğinin İç ve Orta Kesimlerindeki Geç Kuvaterner Sedimentlere Ait Tabakalaşma Durumunun Yüksek-Ayrımlı Sürekli Sismik Kayıtlarla Saptanması*. TJK. Bülteni, Ankara/Turkey, (1991), (6) 40-53.
- [9] Eryılmaz M., Yücesoy Eryılmaz F. ve Eryılmaz U. *Recent Underwater Morphology And Sediment Distribution Of Mersin Gulf (Northeast Mediterranean Sea)*. 71st Geological Congress of Turkey, Abstracts Book, Ankara /Turkey, (2018), 231-232.
- [10] Ergin, M., Alavi, S.N., Bodur., M.N., Ediger, V. and Okyar, M. *A Review Of The Geology And Geochemistry Of The Northeastern Mediterranean Basin*. (Technical Report), ODTU. Deniz Bilimleri Enstitüsü, Mersin / Turkey, (1998), 145 p.
- [11] Folk, L.J. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Publ.Co., (1974), Austin, Texas.
- [12] Okyar, M. *Late-Quaternary Transgression And Associated Submarine Stratigraphy of Mersin Bay Between Göksu And Seyhan Deltas; A Geophysical Approach*. ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, (1991), Mersin /Turkey.
- [13] Eryılmaz, M, and Yücesoy-Eryılmaz, F. *Mersin Körfezi Batı Kıyılarında Yeraltısu Çıktıları*. TMMOB Mersin Kent Semp., Bildiriler Kitabı, Mersin/Turkey, (2008), 8.
- [14] Özsoy, E., Hecht, A and Ünlüata Ü. *Circulation And Hydrography Of The Levantine Basin*. Prog.Oceanog., Mersin / Turkey, (1989), (22) 125-170.
- [15] Ediger, V. *Recent Sedimentology And Holocene Evolution Of The Western Shelf of The Mersin Bay (NE-Mediterranean Sea)*. ODTÜ, Doktora Tezi, Mersin /Turkey, (1991).
- [16] Yücesoy-Eryılmaz, F. and Eryılmaz, M. *Mersin Körfezi Güncel Çökel Dağılımı Ve Etken Faktörler*. Türkiye Denizlerinde Jeoloji-Jeofizik Araştırm. Workshop V., Ankara/Turkey, (1999), 40-47.

VIDEO-MONITORING TO SAND BAR ANALYSIS IN A MIDDLE ADRIATIC BEACH

Eleonora Perugini¹, Luciano Soldini¹, Carlo Lorenzoni¹, Margaret L. Palmsten²

¹ DICEA - Università Politecnica delle Marche, via Brecce Bianche 12, 60131 Ancona (Italy), phone +39 071 2204912, telefax +39 071 2204525, e-mail: e.perugini@pm.univpm.it

² Naval Research Laboratory - Marine Geosciences Division, Stennis Space Center MS (USA)

Abstract – A video monitoring station was installed at the Senigallia Harbour, along the Central Adriatic Sea (Italy) in July 2015. The station is composed by four cameras located on top of a tower at 25 m above mean sea level and is used to quantify hydro-morphodynamics of the coastal region.

This paper presents preliminary analyses of the submerged bar evolution obtained by post-processed video data. Sand bar positions identified in images are consistent with the presence of three sand bars identified in bathymetric surveys between 2010 and 2013. Changes in the position of the outer bar are related to storm events and variation in the multi-bar system are related to changes in wave direction.

Introduction

Knowledge of the dynamic nearshore environment (water depths less than 10 m) is of great importance for coastal management from social, economic, and environmental points-of-view. However, the hydro-morpho-dynamics of this area are complex, with phenomena occurring over a range of temporal and spatial scales. Interaction between the waves, currents, and the sea bottom produce significant morphological changes, which can influence human activity and life.

In situ instruments were widely used to sampling physical characteristics of the nearshore region. However, over the last 30 years, optical remote sensing has developed as an alternative tool for monitoring coastal evolution. Traditional field surveys continue to be essential to know hydro-morphological characteristics, but this approach is expensive and often limited in space and time. To supplement in situ observations, remote sensing methods offer the capability to collect a high volume of data at high temporal and spatial resolution with relatively low cost over a long period. Additionally, remote sensing methods are not limited by high-energy storms and therefore may be employed when more traditional sampling methods must be abandoned.

The use of images to study the nearshore zone dates back to the thirties, when aerial photography was first used to map the coastline. Then, the field of coastal remote sensing was developed to quantify hydro-morphodynamic characteristics from shore-based video observations using photogrammetric and computer vision techniques. Since the eighties these new methods developed at the Coastal Imaging Lab (CIL) at Oregon State University led to the network of Argus coastal monitoring stations (e.g. [3]) and the Coastal Imaging Research Network (<https://coastal-imaging-research-network.github.io>). Presently, shore-based video systems are widely used in coastal research.

In Italy, the first Argus station was installed in the North Adriatic coast at Lido di Dante beach in 2003 (e.g. [1], [2]). Subsequently, other video-monitoring stations, based on EVS (Erdman Video System) were installed in many sites along the peninsula such as Igea Marina (RN), Sabaudia (LT), Terracina (LT), Pineto (TE), Senigallia (AN). These installations have been used to study coastline evolution and monitoring the effects of nourishment and works for coastal defence.

The aim of this paper is to evaluate the capabilities of the newest tower based video monitoring station, installed in Senigallia (AN, Italy), to support analysis of the evolution of a multiple sand bar system in a semi-enclosed sea, as the Adriatic Sea. In the following section we describe the new video-monitoring station (SGS) and the characteristics of the study site. Then we illustrate the method used to extract information on the bars crests position from the images collected by the cameras. We present preliminary results of these analyses and some final considerations conclude the work.

The video-monitoring station and the study site

A new video-monitoring station was installed in Italy, along the Adriatic Sea, at the Senigallia harbour, in 2015. The new station, called Sena Gallica Speculator (SGS) from the Latin name of that site, is part of the Coastal Imaging Research Network (CIRN), which grew out of the Argus camera system from Coastal Imaging Lab at Oregon State University. The station is equipped with four cameras located on the top of a light tower, at 25m above mean sea level (Figure 1b). The cameras are FLIR/Point Grey Grassopher3 with 9.1 MP resolution. They are connected to a computer where a software controls data collection and an external trigger synchronizes the data collection. The camera field-of-view is 53° , and the four camera system images an overall angle of 200° . The resolution ranges between 0.05 m and 0.50 m and the useable distance from the cameras is 700 m.

In contrast to traditional Argus imaging stations, which collect only subsampled pixel time series, ten minutes of full frame video data are collected at 2Hz every hour during daylight hours. The videos are stored in an external drive. The camera system is located at the north pier of the port channel of Senigallia (Figure 1a) and its importance is related also to the possibility to observe both the seaboard and the estuary of the Misa River. Therefore, three cameras face south toward the 500 m long beach between the harbour and the Rotonda pier, while the fourth camera faces northward toward the estuary of the Misa River (Figure 1a).

The coastline within the SGS field-of-view is representative of Adriatic beaches near river mouths and it is the northern part of a 12 km stretch of unprotected coast, so it can be considered a “natural” beach. The maximum tidal range of this area is around 0.6 m, therefore the environment is wave-dominated. The subaerial beach is characterized by medium and fine sand, while the subaqueous beach is characterized by fine sand.

Characteristics of the study site were determined using four bathymetric surveys executed between 2010 and 2103 and historic observations of wave conditions. The swash zone is characterized by slopes ranging from 1:30 to 1:40, while depths deeper than 3 m are characterized by slopes of 1:200. Multiple submerged bars in water depths 0 to 3 m were also identified in surveys (Figure 2).

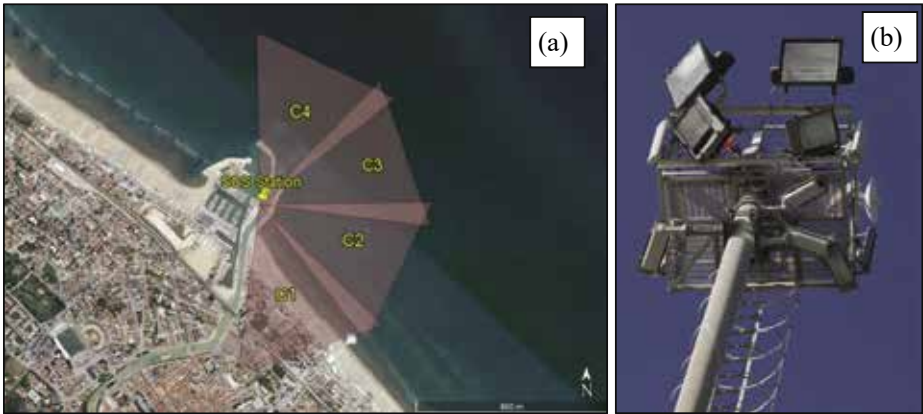


Figure 1 – (a) General view of Senigallia harbor with SGS Station position and cameras field of view. b) Particular of camera installation.

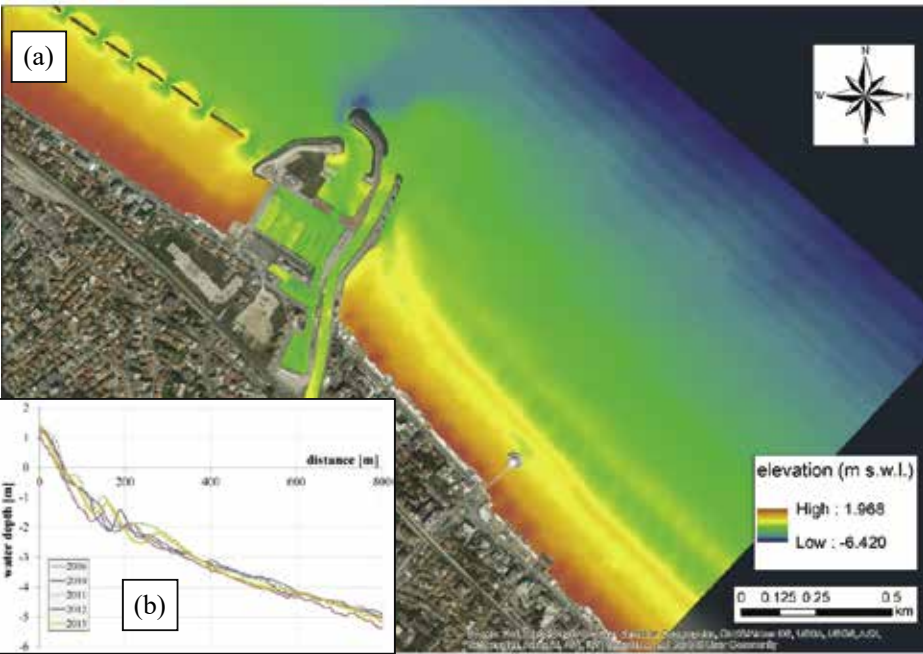


Figure 2 – (a) Bathymetric survey of the study area. (b) Changes of the cross-shore profile highlighted during the available surveys.

Previous studies (e.g. [8]) have demonstrated that the beach is stable over inter-annual timescales and that the equilibrium profile is representative. Annual bathymetric surveys indicate that the multiple bar system is mobile, but the surveys do not resolve sand bar movement over seasonal to storm time scales. We hypothesize that sand bar evolution at intra-annual timescales in Senigallia is related to the wave climate, similar to previous studies relating wave climate and cross-shore sediment transport to cyclic multi-bar systems (e.g., [6]). In this context, the new video-monitoring station is of great importance for studying both short and medium term seaboard evolution.

Waves from the ESE and NNE, induced by Scirocco and Bora winds respectively, dominate the local wave climate. This variability does not depend on two distinct (seasonal) behaviours of the weather through the year, on the contrary it can be based just on a pronounced temporal variability of the wave climate whether during the year or from one year to another [5].

Method

The hourly videos recorded from the SGS station were post-processed to produce darkest (dark) and brightest (bright) images. These images are created by saving the lowest and highest intensity value in each pixel over the sampling time. Time exposure (timex) images are created by averaging the intensity values of each pixel over the 10-minute sampling period (Figure 3a). After processing, regions of wave breaking are visible as high intensity values. A time series of image intensity values is extracted from the videos and is used to estimate wave, current, and bathymetric characteristics.

Together with the snapshots, the processed images are merged and rectified to obtain panoramic and plan view images. The transformation between ground control points (GCP) in world coordinates (WGS84-UTM) and the corresponding image coordinates was determined through standard photogrammetric and computer vision techniques. The transformation matrix between real and image coordinates, is usually calculated only for one image and then it is assumed that the matrix remains the same, but, sometimes, the camera moves a bit due to temperature differences or wind. For this reason, in the present analysis, the timex images are stabilized.

To analyse the characteristics of the submerged sand bars, we used the stabilized time exposure images, where areas of preferred wave breaking are evident as white bands. Detection of submerged bars by video-monitoring is possible due to the correlation between bar and wave breaking. Waves tend to break as they pass over shallow sand bars and previous studies demonstrated that the bar crest position can be correlated with a maximum in image intensity when waves break over the sand bar (e.g. [4]).

We used an Argus toolbox based on the semi-automated Barline Intensity Mapper (BLIM) algorithm developed by van Enckevort & Ruessink [10] to identify the position of the sand bars at Senigallia beach. In this algorithm, each vertical row of pixels in a region of interest is searched from left to right for the maximum intensity value. The vertical positions of the pixels with maximum intensity are then smoothed which results in a continuous smooth line that follows the location of the high-intensity band in the image.

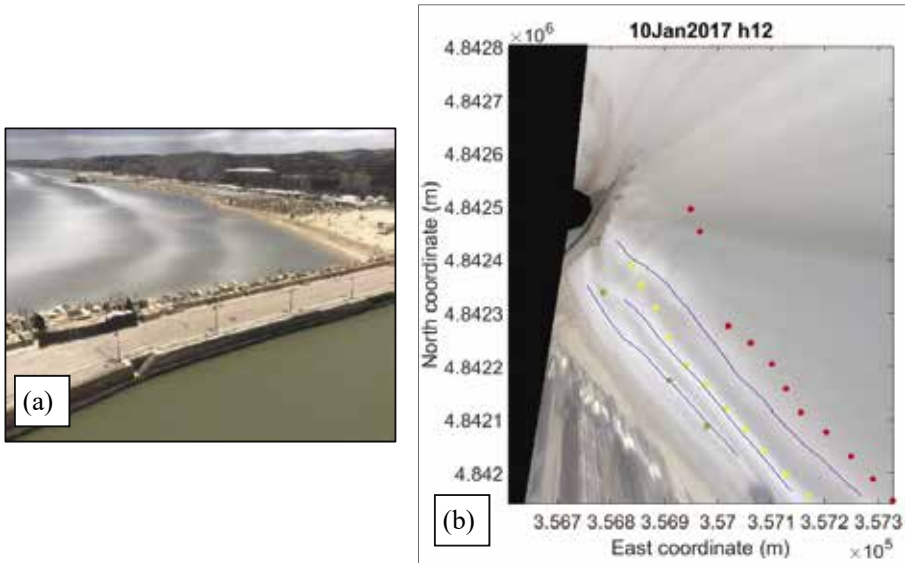


Figure 3 – (a) Example of a Timex image. (b) Example of bar crest identification from orthorectified timex image and comparison with the bathymetric survey of 2013. Blue lines are the breaking lines from BLIM; red, yellow and green dots are, respectively, outer, intermediate and inner bar crests location from the bathymetric survey.

Results and Discussion

We compared the results found using BLIM toolbox with the bathymetries available from the surveys to evaluate the capability of the optical technic to correctly identify the position of the sand bars. Analysis confirmed agreement between the digitized sand bar positions and the location of the crests highlighted in the surveys executed in 2010-2013. Figure 3b shows an example of the comparison between the bar crests identified from orthorectified timex image and the bar crests identified from the bathymetric survey of 2013. Three sand bars were consistently present and variability is related to seasonal evolution of the bars, particularly for the outer one that is the more variable in position and size, as shown in Postacchini et al. [5].

We visually analysed the bar characteristics for the available SGS data from 2015 to 2017. Note that, to this analysis, it is not possible to use all the data available but we must neglected the days/hours with no wave breaking. In these cases it is not possible clearly identify the breaking band over the bars. Examples of breaking patterns are shown in Figure 4.

In general, the sand bars system in Senigallia beach is mainly composed of three bars that are typically alongshore uniform, but occasionally display some complexity. Because of this complexity, the designation of a single bar is not always objective since sometimes two different breaking lines join together (see Figure 4f), while other times a single breaking line divides into two separate parts, as shown in Figure 4c. In addition, the

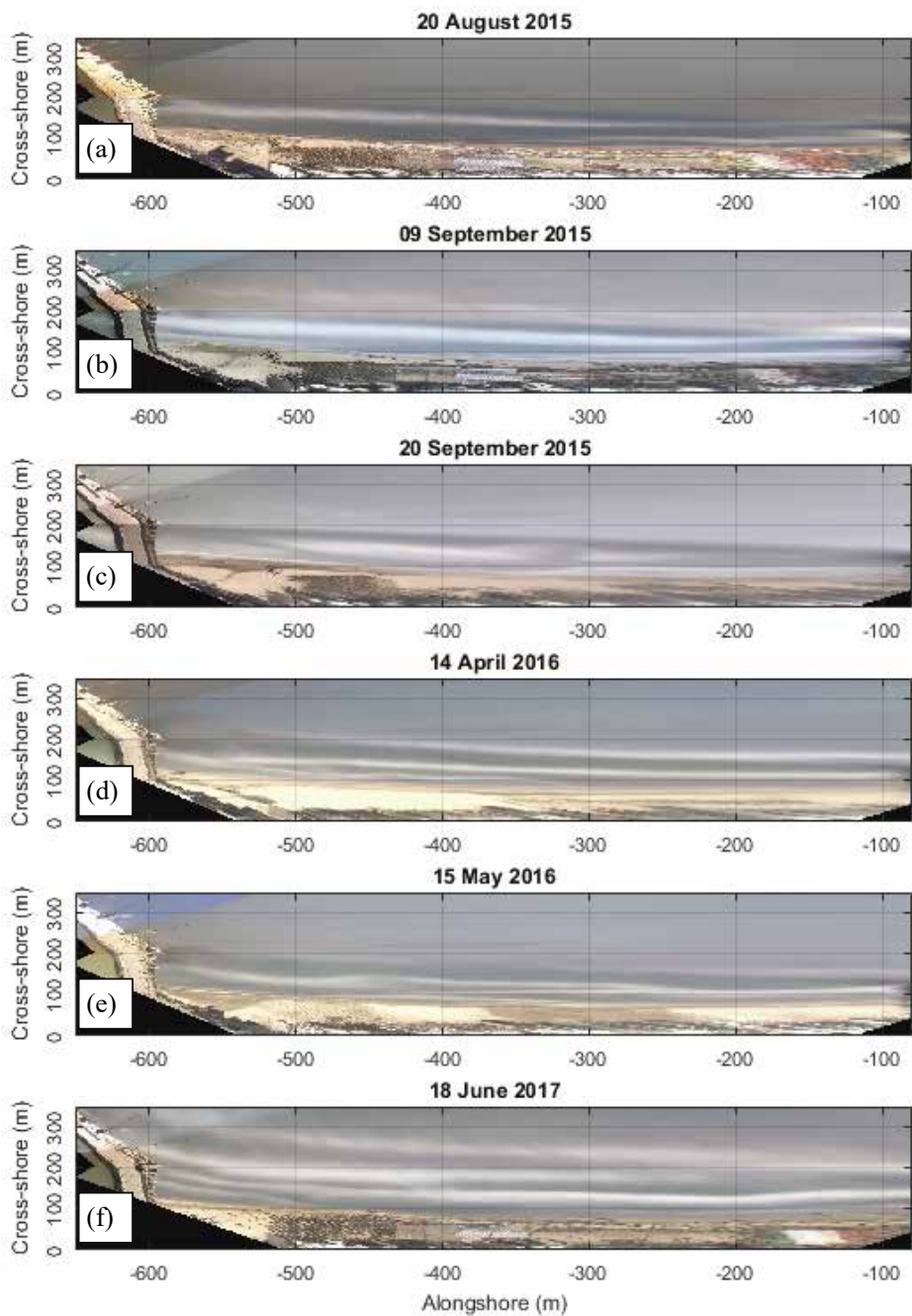


Figure 4 – (a)-(f) Changes to sand bars configuration occurring during the SGS station functioning.

outer bar, located in deeper water, is usually identifiable only for more intense sea states. An additional breaking line is sometime visible in the swash zone and multiple bands of breaking are observable close to the harbour. In this area, a low bathymetry is present due to the natural accumulation of sand near the pier and the linear development of the bars is modified by the presence of the harbour, resulting in a bending of the bars (see Figure 4d). Also, tidally modulated wave braking influences bar identification, even if it does not affect the bar behaviour. Moreover, the waves coming from ESE are characterized by longer wavelengths and higher sea surge that can prevent the breaking of the smaller waves over the bars.

To improve our knowledge on the behaviour of the multiple sand bar system of Senigallia we related the changes to sand bar position with the wave climate, analysing the influence of both single storm and seasonal events. Two wave buoys of the Italian wave measurement network have collected data from 1999 to 2013 offshore of Senigallia but currently they are not working. Therefore for the following analyses we referred to data extracted from the COAWST Model, a global circulation model available for the Adriatic Sea. COAWST is a Coupled Ocean–Atmosphere–Wave–Sediment Transport modelling system based on the Regional Ocean Modelling System (ROMS) and Symulating Waves Nearshore (SWAN) system (e.g. [10], [7]). The model covers the northern Adriatic Sea and it has a grid resolution of 1 km. In this analysis, we consider data from three points of the model grid: P3, P2 and P1 at 50 m, 10 m and 5 m of depth respectively.

Comparing the wave frequencies distribution with respect to the direction of propagation for Ancona Buoy and for COAWST model, plotted with red lines in Figure 5, it is evident that the model correctly reproduces the typical distribution of waves for this site. It is important to observe that in the period 2015-2017 the distribution of wave energy flux, represented with blue lines in Figure 5b, is mainly concentrated from NNE and ENE, while there were not any storms generated by Scirocco wind that are typically the most energetic storms for that area, as shown in Figure 5a. Only in 2016 there is a 5 % of wave energy flux coming from ESE direction.

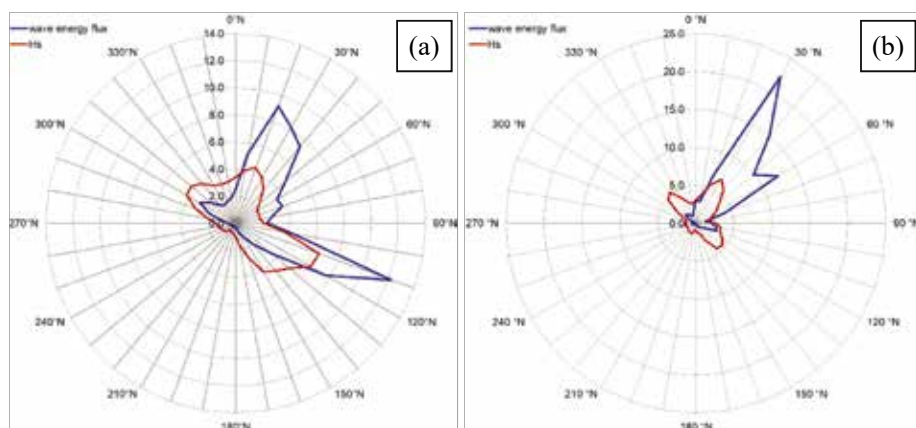


Figure 5 – Frequency distribution of significant wave height (red line) and wave energy flux (blue line): (a) RON buoy 1999-2006 & 2009-2013. (b) COAWST model 2015-2017, P3.

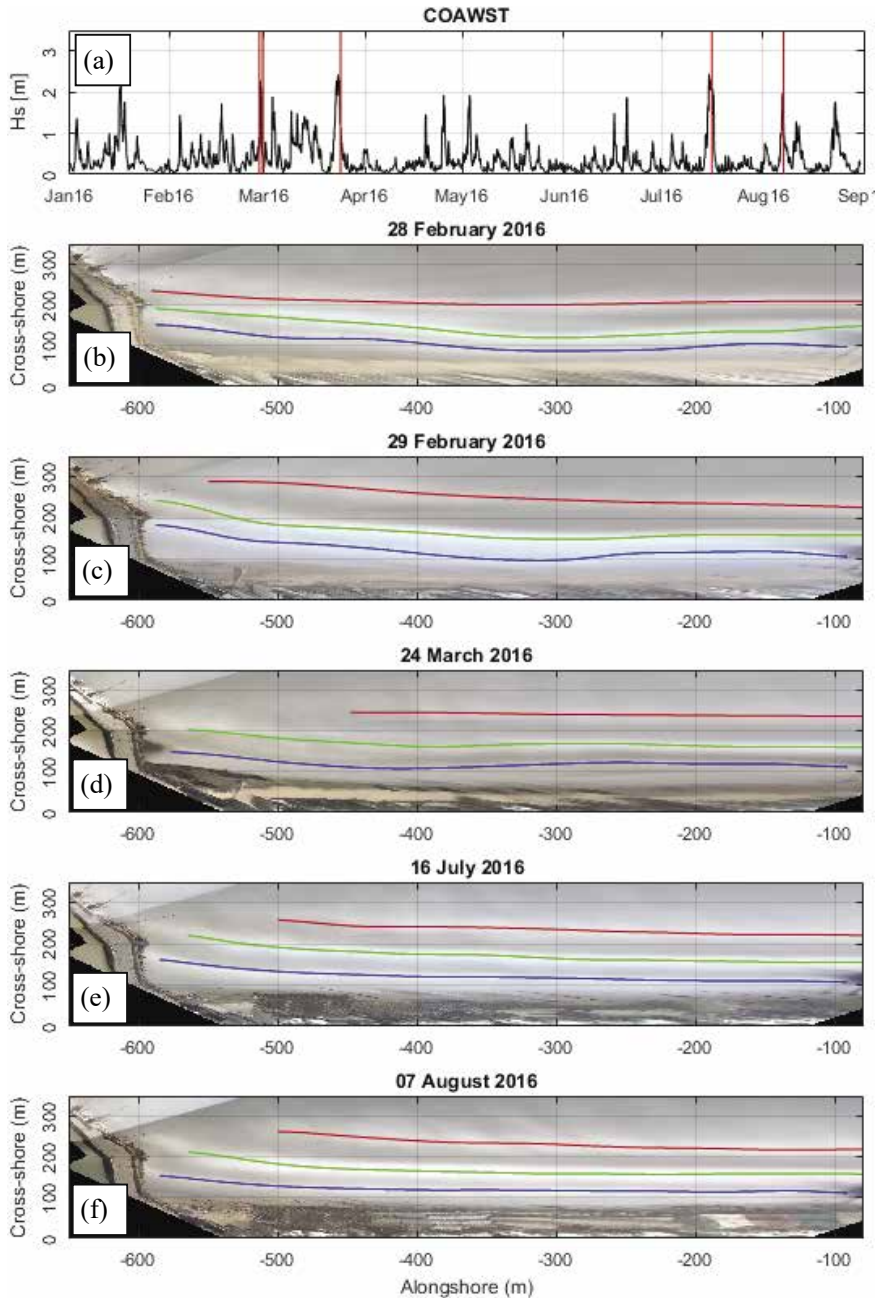


Figure 6 – Sand bar position with respect to the wave climate. (a) Significant wave height from COAWST model; (b)-(f) breaking lines extracted from timex images: blue, green and red lines are for inner, intermediate and outer bars respectively.

Figure 6 shows a preliminary relationship between the wave height time series of point P2 of the wave model and the migration of the sand bars, from January to September 2016. All the storms occurred in this period come from NNE, except for the storm of February 28-29 that come from ESE and therefore is the most energetic storm of the observed period. Looking at the position of the bars before and after the storm (panels b and c of Figure 6), a rapid shift toward offshore of the breaking line, and consequently of the submerged bars, is very evident, particularly for outer and intermediate bars. Overall, the outer bar is more influenced by single storm events than the inner and other bars.

No relevant modifications of the bar positions occur along the other analysed period even if other storms with significant wave height happen. However these storm, coming from NNE, are less energetic and are not able to modify the cross-shore position of the bars in a significant way, but some local change, mainly in along shore direction can be observed, in particularly for the inner and intermediate bars.

Conclusions and ongoing research

The video-monitoring station installed in Senigallia is a new tool for investigating nearshore hydro-morpho-dynamics that can give much more data than in situ methods with higher temporal and spatial resolution over a long period of observation. In particular the time-exposure images permit to identify the preferred breaking areas and consequently to analyse the evolution of the submerged bars.

SGS images have been analysed by means of BLIM toolbox and the highlighted sand bar positions are consistent with the presence of two or three submerged bars characterized in bathymetric surveys collected between 2010 and 2013.

In general, the sand bar system in Senigallia beach, between the harbour jetty and the Rotonda pier, is mainly composed of three bars that are typically alongshore uniform, but occasionally display some complexity. Visual observation of breaking patterns reveals that changes occur not only during storm events but also during mean sea conditions. The outer bar position is more influenced by single storm events, while wave direction has a major role for the general displacement of the bar array.

More in-depth results can be obtained by means of: (i) a complete analysis of the whole data-set and (ii) a quantitative evaluation of the sand bar movement. The latter issue could be achieved by introducing, for example, the alongshore mean position of the breaking line delineated by BLIM toolbox to represent the position of the bars for each day of the year in which breaker are evident in the timex images. Possible comparison with data from different sites are also useful to better understand the sand bar movement over seasonal to storm time scales.

Acknowledgments

This work was supported under base funding to the Naval Research Laboratory from the Office of Naval Research. The authors would like to thank A. Coluccelli for sharing the data of the COAWST Model and B.G. Ruessink and T.D. Price for the information on

the BLIM toolbox. Special thanks go to J. Calantoni of the Naval Research Laboratory and M. Brocchini of the Department of Civil and Building Engineering and Architecture for their work of supervision of the EsCoSed project.

References

- [1] Archetti R. - *Quantifying the Evolution of a Beach Protected by Low Crested Structures Using Video Monitoring*, J. Coast. Res. (2009) 254, 884 - 899, doi: 10.2112/07-0994.1.
- [2] Armaroli C., Ciavola P - *Dynamics of a nearshore bar system in the northern Adriatic: a video-based morphological classification*, Geomorphology (2011) 126, 201-216, doi: 10.1016/j.geomorph.2010.11.004.
- [3] Holman R, Stanley J - *The history and technical capabilities of Argus*, Coast. Eng. (2007) 54 (6-7), 477 - 491, doi: 10.1016/J.COASTALENG.2007.01.003.
- [4] Lippmann T., Holman R. - *The spatial and temporal variability of sand bar morphology*, JGR (1990) 95 (C7), 11575 – 11590, doi: 10.1029/JC095iC07p11575
- [5] Postacchini M., Soldini L., Lorenzoni C., Mancinelli A. - *Medium-term dynamics of a middle Adriatic barred beach*, Ocean Sci. (2017) 13 (5), 719 - 734, doi: 10.5194/os-13-719-2017.
- [6] Ruessink B.G., Terwindt J.H.J. - *The behaviour of nearshore bars on the time scale of years: a conceptual model*, Mar. Geol. (2000) 163 (1-4), 289 – 302, doi: 10.1016/S0025-3227(99)00094-8.
- [7] Russo A., Coluccelli A., Carniel S., Benetazzo A., Valentini A., Paccagnella T., Ravaioli M., Bortoluzzi G. - *Operational models hierarchy for short term marine predictions: The Adriatic Sea example*, Proc. OCEANS 2013 MTS/IEEE Bergen: The Challenges of the Northern Dimension, Bergen, Norway, 2013.
- [8] Soldini L., Postacchini M., Lorenzoni C., Mancinelli A. - *L'evoluzione della costa nel breve e lungo periodo: il caso di Senigallia (AN)*, Proc of 5th Int. Symp. Monitoring of Mediterranean Coastal Areas: problems and measurements techniques, Livorno, Italy, June, 2014, 759-768, (in Italian).
- [9] Warner J.C., Armstrong B., He R., Zambon J.B. - *Development of a Coupled Ocean–Atmosphere–Wave–Sediment Transport (COAWST) Modeling System*, Ocean Modelling, (2010) 35, 230–244.
- [10] van Enckevort I., Ruessink B.G. - *Effect of hydrodynamics and bathymetry on video estimates of nearshore sandbar position*, JGR: Oc. (2001) 106 (C8) 16969-16979, doi: 10.1029/1999JC000167.

EVALUATION OF EROSIONAL PROCESSES OF THE ERODING FLYSCH CLIFF IN THE SPLIT URBAN ZONE (CROATIA)

Kristina Pikelj¹, Goran Vlastelica², Branko Kordić³

¹University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Geology,
Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, (kpikelj@geol.pmf.hr)

²Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split,
Matice hrvatske 15, 21 000 Split, Croatia.

³Faculty of Geodesy, University of Zagreb, Kačićeva 26, 10 000 Zagreb, Croatia.

Abstract – Marlstone-dominated coastal cliff situated in the Split urban zone (Croatia) was monitored over the 5-year period in order to detect main erosional processes acting over the cliff and to assess the cliff erosion rates.

Results of the terrestrial laser scanning showed that non-vegetated cliff parts retreat 3-18 cm/y. Weathering of the marl is mostly due to the slaking, enhanced during cold (wet) season. Besides repeated rain-caused wetting and drying, cliff face is weathered by seepage of the groundwater and by carving of the rills by surface runoff. Furthermore, more frequent and more intensive rains may trigger landslides in unstable parts of the cliff, as detected in May 2018. Loose weathered material usually accumulates at the cliff base in form of the talus cones and it is eventually removed by waves. Strong subaerial weathering of the marl is a natural process and it is likely that the retreat of the Duilovo cliff will continue in the future. Therefore, a solution other than stopping the erosion have to be found to reduce further risks.

Introduction

Croatian eastern Adriatic coast is a rocky part of the Mediterranean coasts, predominantly shaped in hard Mesozoic carbonates (limestones and dolomites), as the result of the submersion of the previously karstified relief. Due to the predominant carbonate coastal environments, true littoral forms (such as cliffs and beaches) are generally rare. However, fault-cliffs are common [1]. They are generally formed by dislocation along fault planes without shore platforms. Coastal cliffs developed in the soft rocks are rare, most of which are situated outside of settlements, exposed to natural coastal processes and largely without anthropogenic influence. One of the rare exceptions is the Duilovo coastal cliff situated in the urban zone of the town of Split (Fig. 1A). The top of the cliff is an inhabited area and the part of the Split urban zone and its ongoing erosion is posing a serious threat to the coastal community (Fig. 1B), requiring thus the urgent development of erosion management strategy. To do so, the understanding of dominant erosional processes is necessary. This work tends to give the calculation of cliff retreat rates and to recognize main erosional processes acting over the cliff, both for the future risk assessment and mitigation measures.

Study site

The ~30 m high and ~2 km long cliff was developed in Eocene flysch along the Kaštela Bay-Ploče flysch zone [1]. In the regional scale, these rocks represent a distal facies of the flysch complex, characterized by increased fine-grained (marl) component and less frequent occurrence of sandstone layers [2]. The thickness of individual marl layers ranges from several mm up to 15 cm, while sandstone layers reach metric thickness. In case of this particular cliff, the number of marl layers is much higher compared to sandstone, thus giving the impression that much of the cliff is built entirely in marl. Flysch is generally susceptible to mechanical weathering, while all involved processes may even act much faster in predominantly marly flysch. This low rock resistance allowed the erosion and development of the Duilovo cliff.



Figure 1 – Location of the Split on the coast (insert) and the Duilovo cliff (red oval) within Split.

The cliff is fronted by the wide, partially submerged shore platform. In its shallowest part, geological structures are visible, mostly built of more resistant marl layers or sandstones (Fig. 2). Its subaerial part is up to 6 m wide and covered mostly in form of gravel beach, while sandy beach exists in its north-western part. Coarse pebbles to cobbles are mostly biocalcarenes, while a minor part of gravel derives from flysch sandstones. Sand is present to a lesser extent and it is mostly carbonaceous [3].



Figure 2 – Duilovo cliff with its shore platform. (A): scanned part of the Duilovo cliff. (B): Westernmost part with landslide occurrence.

Materials and methods

The chosen study area comprises 1400 m² of the non-vegetated cliff face, scanned with terrestrial laser scanner 8 times during the 5 year monitoring period (2012-2017). Point clouds were constructed and post-processed using Trimble RealWorks software. The first point cloud was georeferenced using orientation points, measured by Trimble R8 GNSS receiver using CROPOS VPPS virtual reference station real-time kinematic positioning service. Obtained horizontal and vertical accuracies were up to 2 cm and 4 cm respectively and the subsequent point clouds were georeferenced according to the first one, using the mutual points. The first cliff erosion assessment and the analysis of the changes in the monitoring period was done on the four representative profiles along the study area, after point clouds being overlapped.

In order to recognize and evaluate dominant erosional processes, prospection of the cliff area was carried out up to 10 times, in various seasons and weather conditions. Additionally, Structure-from-Motion (SfM) photogrammetry was applied in 2018 in the most endangered western part of the cliff, suffered from the several landslides. The data acquisition was carried out twice during one month period (April 29th, 2018 and May 27th, 2018), after intensive rains and minor landslide. Between 200 and 300 photographs (80 % overlap) were taken each time using DJI Phantom 4 UAV equipped with a 20 MPX DJI FC6310 camera with 24 mm fixed focal length. Agisoft Photoscan and Surfer software were used for photo post-processing, point cloud construction, digital surface model (DSM) building and DSM of difference (DoD) construction. Nine fixed red dots of 5 cm in diameter were used as ground control points. Their position was measured using the same equipment as in case of laser scanning, with the same accuracies obtained. The overall root means square error of GCPs positions for subsequent models were 3 and 6 cm, respectively.

Results

Laser scanning and cliff prospection

Besides the minor differences, all profiles showed a similar pattern of erosion and cliff development (Fig. 3). On the uppermost parts of the profiles (Fig. 3A) (50°÷60° steep-cliff face) both, erosion and accumulation were observed. The middle parts of profiles are the steepest (80°÷90°) where continued erosion was detected (Fig. 3B), with cliff retreat rates ranged between 3 and 16 cm/y and an extreme rates of 28 and 34 cm/y during the 2014/2015 monitoring period. The lowest, basal part of the cliff showed continued retreat rates in 7÷18 cm/y range where the slope was 70°÷80° steep, with occasional accumulations of eroded material along the cliff toe (Fig. 3C).

The total volumetric change over the monitoring period was the loss of almost 300 m³ of the studied cliff-face, with the seasonal trend: higher amounts of weathered and eroded material was detected during the cold and wet season.

As for multiple cliff prospection, various morphological features were observed during the monitoring period. Along its lowest parts, various phases of repeated occurrence and erosion of talus cones were observed (Fig. 4A). In the upper and middle parts, numerous gullies were found (Fig. 4C), particularly after intensive rains. Finally, groundwater seepage was observed at all heights and in various quantities. Almost as a rule, enhanced flysch erosion was detected right below the seeping line (Fig. 4B).

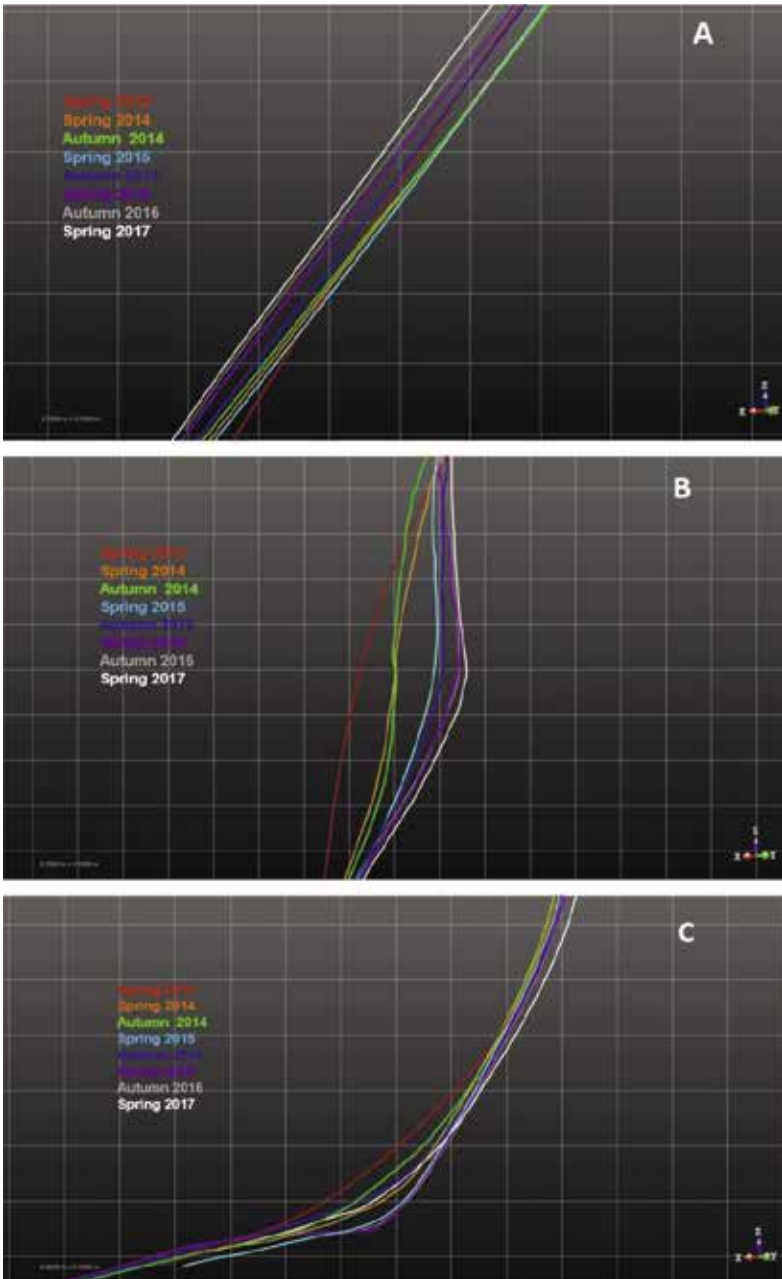


Figure 3 – General changes along the chosen profiles: upper cliff (A), middle cliff (B) and lower cliff (C) parts. Note: grid cell size is 20x20 cm for figure A and 40x40 cm for figures B and C.



Figure 4 – Morphological features found along the Duilovo cliff: cone piles (A), groundwater seepage and sapping erosion (B) and rills with partially abraded cone on the cliff toe (C).

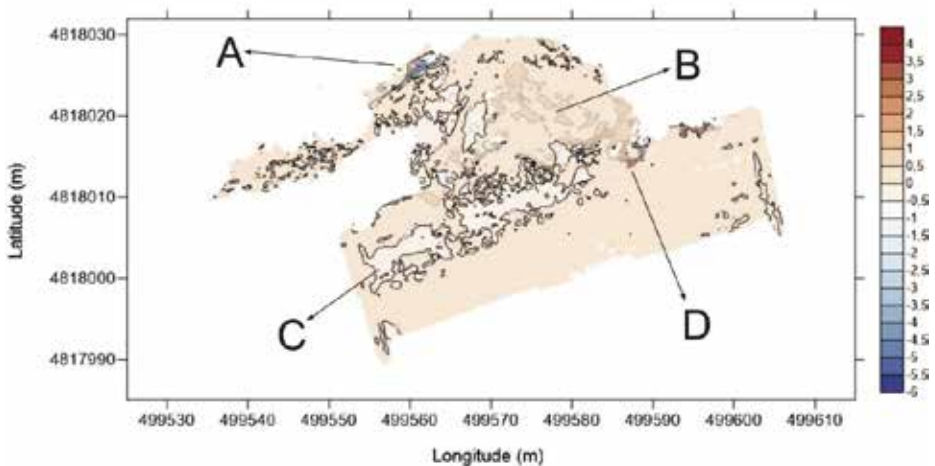


Figure 5 – Digital surface model (DSM) of difference for the western part of the cliff (scale is in meters).

SfM photogrammetry and cliff prospection

DSM of difference (Fig. 5) summarize observed changes on the most western cliff section after the observed landslide (Fig. 6). The most prominent negative elevation change was detected in the upper part of the cliff (Fig. 5A), where lowering of up to -4 m was detected. The middle part of the landslide foot showed both: lowering up to -1 m and surface elevation of up to 1 m (Fig. 5B and 5D). On the lowermost part of the landslide toe, general erosion in the contact with the sea was detected (Fig. 5C).

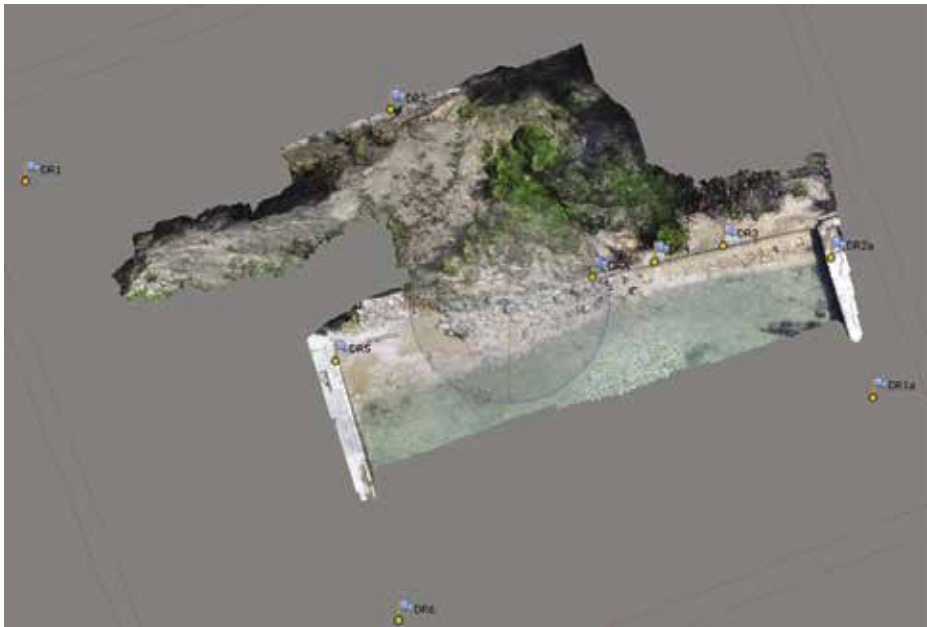


Figure 6 – Dense point cloud constructed after the landslide.

Discussion

As shown in Figure 3A, the uppermost parts of the profiles recorded both, erosion and accumulation. The erosion was recognized as a classic decrease of the rock stability due to the weathering of the flysch material, followed by the gravitational processes. The accumulation of the loose material was recognized to occur in places where sandstones, that are more resistant, protrude, stopping temporary further gravitational response. Due to the interchanging phases of erosion-accumulation cycles, the retreat rates in these parts of profiles cannot be relied upon, since the boundary of loose material and the firm rock was unknown.

Continued erosion of rate $3\div 16$ cm/y on the steepest parts of the cliff (Fig. 3B) is probably the result of its angle and the micro-local lithology, lacking in sandstone layers. This predominant marly flysch showed extreme rates of cliff retreat (28 and 34 cm/y) during the 2014/2015 monitoring period, which is attributed to above-average rain precipitation in Split in 2014. Namely, as observed during the cliff prospection, mechanical action of the rain accompanied with strong wind may cause weakening of surface layers of the marl. Furthermore, re-wetting of the clay-rich flysch causes slaking – the disintegration of marl when exposed to moisture [4]. This is also confirmed by the seasonal trend of overall erosion: despite its high annual variability, significantly more material was eroded during the cold season, when the precipitation on the Adriatic coast rises.

As for the higher rain intensities, a landslide on the most western part of the cliff occurred in March 2018, after heavy rains and cold weather. Since rains continued during April, following landslide was likely to occur, which happened at the beginning of the May and it was recorded between two SfM campaigns. As can be seen on the Figure 5, the most prominent erosion of up to -4 m was detected in the upper part (Fig. 5A), where semidetached block slumped and crushed material dispersed in form of the new elongated debris cover on the left part of the landslide foot. Where in contact with the sea, debris was continually eroded by waves, resulting in general loss of the material (Fig. 5C). According to the same figure, in the central part of the area, positive change occurred (Fig. 5B). However, this zone was covered by shrubbery during both surveys and the only difference observed during the second survey was related to the increased vegetation height and coverage size. This difference was attributed to the favourable conditions for plant growth, such as increased air temperature and amount of water. Opposite of that, in the area immediately below the detached block, the negative change was detected (Fig. 5). This area was covered by low vegetation during the first survey; while after the slide, most of these plants were covered by debris and thus lowered, mimicking the erosion. Despite the fact that the vegetation cover is usually removed from DSM to produce DEM, this was not attempted here and it will be removed in the future work. Namely, vegetation along this cliff acts as a stabilizer and it is expected that parts of the cliff under the green cover will suffer less erosion in the coming period.

Since being mostly composed of marly flysch, studied cliff is naturally susceptible to the mechanical weathering. As demonstrated during two months monitoring, intensive and abundant rain may enhance erosion and trigger landslides. Furthermore, another two processes associated with the water were found along the cliff. The first one is an occurrence of gullies, carved by the surface runoff (Fig. 4C). When deepened, they may disrupt the continuity of the cliff, increasing thus the possibility of landslides or rockfall occurrence [5]. The second process is seepage of groundwater (Fig. 4B), which appears on the cliff face along structural discontinuities, such as contacts of layers of various permeability, joints or fractures. Groundwater seepage occurs on various heights on the cliff face and they are more common after intensive rains. As the consequence of the water leakage, surface erosion of marl below the seeping line occurs. This process is also known as “sapping” or seeping erosion [6].

As the consequence of weathering and erosional processes caused by water and gravitation, debris piles in form of talus cones occur along the cliff toe (Fig. 4B). They are eventually undercut and gradually washed away by waves (Fig. 4C).

Since being inhabited, the stability of parts of the cliff was presumably disturbed, which could lead to landslide movement. On the other hand, vegetation largely spread over

the cliff face, may increase stability. However, this applies mostly to low and short-root vegetation, since higher trees of deeper roots may cause development of fissures and cracks, lowering thus the stability of the underlying rock [ref mišč zadar]. However, several wildfires during autumn 2017 attacked both, top and slopes of the cliff, after which enhanced surface erosion was observed during cliff prospection.

Conclusion

Monitoring of the studied marlstone-dominated cliff during the 5-year period showed erosion rates in the range of 3–18 cm/y, being higher during the cold (wet) season. This is attributed primarily to the mechanical weathering of the marl after being repeatedly dried and wetted. Additionally, seepage of the groundwater contributes to slaking process on various heights on the cliff face. Once weathered, marl debris is removed under the force of gravity, usually forming talus cones. Landslides and falls occurred as well in the most western part of the cliff after periods of heavy rains. Finally, loose material accumulated at the cliff base is eventually removed by waves.

Since being inhabited, erosion of the Duilovo cliff became serious threat for the public safety, mostly due to collapse of the material on a public beach. Furthermore, cliff-top infrastructure is threatened: part of the promenade already collapsed, while cliff retreat reached several private properties. In order to reduce posed risks, management of the cliff is promptly needed. Due to its predominantly marl lithology, subaerial weathering of the cliff is likely to continue and solutions other than stopping the erosion have to be found.

Acknowledgements

This research was supported largely by the project entitled “Risk Identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides”, sponsored by Japan Science and Technology Agency - JST, Japan International Cooperation Agency - JICA and Ministry of Science, Education and Sport of Republic of Croatia. Cyndi Leneveu is acknowledged for her help during part of the fieldwork and visual preparation of SfM data. We thank Robert Koščal for technical support.

References

- [1] Pikelj, K., Juračić, M. - *Eastern Adriatic Coast (EAC): geomorphology and coastal vulnerability of a Karstic Coast*. J. Coastal Res. (2013) 29 (4), 944–957.
- [2] Marinčić, S. - *Eocenski fliš jadranskog pojasa [Eocene flysch of the Adriatic coastal belt – in Croatian]*. Geol. Vjesnik (1981) 34, 27–38.
- [3] Pikelj, K., Kovačić, M., Cvetko Tešović, B. - *Geological control of beach sediment in the Kaštela-Ploče flysch zone (Adriatic Sea, Croatia)*. 5th International Symposium Monitoring of Mediterranean coastal areas: problems and measurement techniques - Abstracts, Livorno, Italy, June, 2014, 704–711.

- [4] Vlastelica, G., Mišćević, P., Pavić, N. - *Testing the shear strength of soft rock at different stages of laboratory simulated weathering*, Građevinar, 68 (2016) 12, pp. 955-966, doi: <https://doi.org/10.14256/JCE.1878.2016>
- [5] Hampton, M. Griggs, G.B., Edil, T.B., Guy, D.E., Kelley, J.T., Komar, P.D., Mickelson, D.M., Shipman, H.M. - *Processes that Govern the Formation and Evolution of Coastal Cliffs*. USGS professional paper 1693: Formation, Evolution and Stability of Coastal Cliffs-Status and Trends, (2004), 7–38.
- [6] Higgins, C. - *Drainage systems developed by sapping on Earth and Mars*. Geology (1982), 10, 147–152.
- [7] Mišćević, P., Vlastelica, G., Salvezani, D. - *Maintenance of slope surfaces excavated in soft rock*. 6. Savjetovanje Hrvatskog geotehničkog društva, Zadar, Croatia, 2013, 89-94

L'APPROCCIO DEL TEAM COSTE: UNA SFIDA PER PRENDERE DECISIONI CONSAPEVOLI LUNGO LE COSTE

Giovanni Sarti¹, Duccio Bertoni¹, Daniela Ciccarelli², Andrea Caiti³,
Riccardo Costanzi³, Alessandro Mecocci⁴, Alessandro Pozzebon⁴,
Sandro Bartolini⁴, Filippo Catani⁵, Sandro Moretti⁵

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, via Santa Maria 53 - 56126 Pisa (Italy),
phone +39 050 2215734, e-mail: giovanni.sarti@unipi.it

²Dipartimento di Biologia, Università di Pisa

³Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Pisa

⁴Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Scienze Matematiche, Università di Siena

⁵Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze

Riassunto – La difesa delle coste è una sfida cruciale che ogni municipalità costiera deve affrontare nel nuovo millennio. In passato le opere rigide erano spesso per controbattere l'erosione costiera, ma talvolta non veniva prestata la necessaria attenzione alle conseguenze sui settori adiacenti. Il sistema costiero va infatti analizzato in modo trasversale dal bacino idrografico fino al mare aperto, ma una oculata gestione dipende da una forte *governance* che possa essere capace di superare i limiti amministrativi, permettendo di affrontare il problema dell'erosione costiera non più localmente, bensì in termini di unità fisiografica. Il Team COSTE fa proprio il concetto di scala trasversale e longitudinale per approcciare qualsiasi studio relativo ai processi costieri e alla loro gestione: il “sistema costiero” può essere realmente compreso solo se le conoscenze riguardanti i tre settori “bacino idrografico – costa – mare” aumentino contestualmente e non separatamente. Il gruppo di ricerca ritiene che il modo migliore per ottenere risultati immediati sia un approccio multidisciplinare: per questo motivo il Team COSTE, costituito dalle tre Università toscane (Pisa, Siena e Firenze), ha sancito la collaborazione attraverso la condivisione di conoscenze, strumentazioni e soluzioni tecnologiche *low-cost*.

Abstract – *The preservation of the coast is a major challenge that any littoral municipality needs to face in the new millennium. In the past hard protection structures were built to tackle coastal erosion issues, sometimes without taking into full account the consequences on the adjacent sectors of the coast. The coastal system must be analyzed in a cross-shore sense from the drainage basin to the sea, but a wise and effective coastal management depends on a strong and influential governance that might be able to cross the administrative limits, allowing to consider the erosion issue in terms of littoral cells and no more just locally. The Team COSTE agreed to accept the concept of the transversal and longitudinal scale to address any issue related to coastal processes and management: the “coast system” can be really understood only if knowledge about the three sectors “drainage basin – coast – sea” increases collectively and not separately. A multidisciplinary approach was perceived as the best to gain immediate results: the group, affiliated to the three Tuscany universities (Pisa, Siena and Florence), put into effect the collaboration sharing knowledge, equipment and low-cost technologic solutions.*

Introduzione

Le coste e le aree ad esse limitrofe sono zone densamente popolate ed il loro impatto sulle realtà socio-economiche e sulla loro preservazione dal punto di vista ambientale è di eccezionale importanza. Dati recenti indicano che soltanto in Europa, circa 86 milioni di abitanti vivono entro 10 km dalla linea di costa [9] con una tendenza ad un progressivo aumento della pressione antropica. Questo nonostante l'estrema dinamicità insita nel sistema costiero stesso ed i rischi naturali, o indotti dall'uomo, ai quali esso è soggetto. Tra questi il problema dell'erosione delle spiagge è uno tra i più sentiti, ed è strettamente legato alla combinazione tra processi naturali e antropici quali deficit di apporto sedimentario fluviale, subsidenza, innalzamento del livello del mare, costruzione di opere rigide. Attualmente, lo stato di buona parte delle coste europee è caratterizzato da un'esposizione da molto alta ad alta ai fenomeni erosivi [5] e ciò non può che costituire un elemento di forte preoccupazione. L'erosione dei litorali, infatti, non è solo un problema di natura ambientale o di rischio naturale, ma ha anche, soprattutto, delle forti ricadute dal punto di vista del tessuto socio-economico. Inoltre, l'aumento a partire dagli anni '60 del tasso d'innalzamento naturale del livello del mare a causa dell'effetto serra [6], processo amplificato in molte aree costiere dall'incremento della subsidenza per eccessivo emungimento delle falde, indirizza l'attenzione su una problematica di ordine gerarchico maggiore e di più difficile soluzione: la tendenza alla sommersione delle coste con elaborazione di scenari evolutivi in finestre temporali brevi (decine di anni) molto preoccupanti.

Il problema dell'erosione costiera non è stato sempre efficacemente affrontato dagli enti preposti. Infatti, invece di contestualizzare i problemi di uno specifico tratto di costa all'interno dell'unità fisiografica di riferimento e di collegare quest'ultima alle corrispondenti aree di alimentazione sedimentaria, si è spesso scelto di arginare a scala locale il processo erosivo attraverso la costruzione di protezioni rigide. Se da un lato queste strutture hanno contribuito a proteggere il litorale da rischi maggiori, dall'altro hanno generato ovvie conseguenze sulla normale dinamica di onde e correnti, determinando con un effetto "domino" la propagazione progressiva del processo erosivo nelle aree sottoflutto. Scelte consapevoli che sappiano affrontare in modo equilibrato la legittima richiesta delle amministrazioni, dei portatori d'interessi e dei cittadini di trarre beneficio dalla "risorsa costa", devono trovare un adeguato e pensato contrappeso con l'altrettanto legittima preoccupazione di consegnare alle future generazioni il territorio in condizioni quantomeno accettabili. A tutt'oggi, la semplice osservazione visiva di buona parte delle coste italiane evidenzia drammaticamente come per ampi tratti questa regola del contrappeso sia stata ignorata, generando degrado e un disequilibrio difficilmente recuperabile. Di conseguenza è difficilmente controvertibile affermare che il modo di pensare e agire, il sistema di credenze nel quale ci si è mossi in questi ultimi 20-30 anni per intervenire sul sistema costa, per decidere, costruire, modificare, sia totalmente inadeguato. Pertanto, risulta fondamentale pensare in termini di sistema, anche quando il problema si riduce ad un singolo, confinato settore di un tratto di costa.

Attraverso un protocollo di intesa tra le tre Università toscane (Pisa, Siena e Firenze), nel 2017 si è costituito formalmente il Team COSTE, un gruppo di ricerca che si caratterizza per un approccio multidisciplinare allo studio dell'ambiente costiero. Il Team COSTE è fermamente consapevole che il problema di un tratto di costa specifico, per essere realmente compreso e ben dimensionato, non può prescindere da comprensione e

dimensionamento del sistema più ampio in cui è inserito, ovvero l'unità fisiografica. Il buon dimensionamento avviene principalmente in termini di valutazione dei volumi di sedimento in gioco nel sistema, mentre la comprensione riguarda in particolar modo i processi di trasporto di sedimenti dai fiumi al mare e la loro redistribuzione per mezzo di onde e correnti litoranee lungo costa e verso mare aperto. Tutto questo tenendo ben presente che i processi che agiscono a costa non possono mai essere separati da quelli che agiscono nel bacino idrografico e nelle zone di mare più profondo.

Approccio metodologico

L'elemento costitutivo del Team COSTE è la condivisione della necessità di un approccio multidisciplinare differente rispetto a quanto sino ad ora fatto almeno per quanto riguarda la Regione Toscana, definendo quindi due ordini maggiori e prioritari di scale di studio del "sistema costa": *i*) una scala longitudinale parallela alla costa (da chilometri a decine di chilometri) e coincidente con le dimensioni dell'unità fisiografica; e *ii*) una scala trasversale, circa ortogonale alla linea di riva, che si estende alla scala dei bacini idrografici maggiori e minori che concorrono ad alimentare con sedimenti la costa stessa (Figura 1).



Figura 1 – Il concetto di scala trasversale e longitudinale applicato all'unità fisiografica della Toscana settentrionale (foce Fiume Magra – Monti Livornesi).

Figure 1 – The concept of transversal and longitudinal scale applied to the northern Tuscany littoral cell (Magra River's mouth – Livornesi Mounts).

Solo dopo aver definito quali sono i processi attivi all'interno della singola unità fisiografica sarà quindi possibile contestualizzare in modo corretto i problemi specifici di una determinata area. Allo stesso modo è necessario agire in direzione trasversale: l'ambiente costiero è un sistema aperto che riceve il sedimento raccolto e trasportato dai corsi d'acqua. Tale sedimento, che arriva alla costa soltanto in parte e in quantità non conosciuta, è ridistribuito dalle correnti litoranee lungo costa, mentre una parte di esso (anch'essa non conosciuta) esce definitivamente dal sistema ad esempio durante eventi di mareggiata, andandosi a depositare oltre la profondità di chiusura della spiaggia. In sintesi, la scala longitudinale minima corrisponde all'unità fisiografica, in cui il tratto di costa è inserito e dove è confinato il trasporto e la rimobilizzazione del sedimento; la scala trasversale inizia dai bacini di drenaggio dei fiumi che portano sedimento a mare e procede verso mare: la costa è fondamentalmente la zona di passaggio tra il sistema monti-colline-pianure e il mare aperto.

Il "sistema costa" può essere realmente compreso solo se le conoscenze nei tre settori "bacino idrografico – costa – mare" si implementano e si integrano organicamente, consentendo così di elaborare stime quantitative del budget sedimentario, la cui conoscenza è elemento imprescindibile per una corretta gestione delle coste. Per cambiare rotta è quindi fondamentale che i vari specialisti, oltre ad adottare un approccio multidisciplinare, interagiscano tra loro in maniera efficace: i gruppi afferenti alle tre Università toscane hanno concretizzato la collaborazione in quest'ottica, ciascuno mettendo a disposizione il proprio bagaglio scientifico/culturale e le proprie strumentazioni, tra cui alcune soluzioni ingegneristiche realizzate appositamente allo scopo che, seppur avanzate tecnologicamente, sono caratterizzate da costi molto limitati. Ovviamente, la realizzazione di questo approccio multidisciplinare necessita di finanziamenti per essere sviluppato adeguatamente. I fondi possono attingere sia dal binario della ricerca accademica nazionale (per esempio PRIN, SIR, etc.) ed internazionale (per esempio, i bandi Horizon 2020, Interreg, Life, etc.) sia in termini di investimento a medio/lungo termine da parte degli enti preposti, istituzionalmente, alla gestione delle coste, quali principalmente le Regioni e subordinatamente i Comuni. Nei paragrafi seguenti saranno illustrati in maggior dettaglio le tecniche integrate per ciascun settore di studio, in accordo con [1].

Bacino Idrografico

All'interno del bacino idrografico, o meglio dei bacini idrografici maggiori e minori che alimentano la costa, occorre mappare e monitorare le frane per una valutazione dei fenomeni erosivi che sono fra i fattori di produzione di sedimento sia a scala di bacino, per mezzo di analisi di immagini satellitari ottiche e radar, sia a scala locale, per mezzo di un drone equipaggiato con camera ottica e di un laser scanner. Le immagini satellitari possono essere utilizzate anche per meglio definire le dinamiche fluviali, che potranno essere anche descritte attraverso lo sviluppo di modelli matematici una volta acquisita un'adeguata mole di dati per la loro calibrazione. Per lo studio della dispersione dei sedimenti in corrispondenza delle foci dei corsi d'acqua sono previsti sia l'utilizzo di una telecamera termica basata a terra sia quello di immagini satellitari. Per una migliore taratura, quest'ultime saranno associate ai dati di campagna misurati da un prototipo di densimetro da installare in punti opportuni della foce sviluppato dal Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e di Scienze Matematiche dell'Università di Siena (Figura 2).

Infine, il trasporto di sedimenti ad opera dei fiumi sarà studiato sia attraverso tradizionali indagini sedimentologiche e geochimiche sia attraverso la messa a punto di soluzioni di sensoristica *wireless low-cost* basate su protocollo ZigBee, utile anche per la misurazione del carico in sospensione. A tale scopo saranno realizzati strumenti in grado di effettuare in tempo reale e da remoto la misurazione del trasporto sedimentario sia in sospensione che sul fondale, con particolare attenzione alle aree di foce, tramite l'ingegnerizzazione di dispositivi *ad-hoc* (densimetri e trappole sedimentarie). Per la valutazione del trasporto solido saranno anche utilizzate opportune soluzioni di video-analisi.



Figura 2 – Prototipo di densimetro per misure di carico in sospensione nei fiumi.
Figure 2 – Prototype of a densimeter to measure river suspended load.

Settore costa

Per quanto riguarda le coste, il gruppo di ricerca propone innanzitutto di individuare e monitorare la dispersione dei sedimenti lungo costa attraverso l'uso di un drone equipaggiato con camera ottica e l'analisi di immagini satellitari ottiche e radar, che serviranno anche a valutare la variazione della linea di riva a scala di unità fisiografica, ma anche per analisi di dettaglio di aree localizzate. La redistribuzione dei sedimenti, fondamentale per quanto riguarda la gestione della risorsa principale per l'ambiente costiero, la sabbia, sarà anche affrontata per mezzo dell'implementazione di reti di sensori *wireless*, tra cui dispositivi in grado di valutare in tempo reale gli accumuli e il trasporto puntuale di sabbia (Figura 3), come trappole sedimentarie e misuratori del livello dello strato sabbioso [7].

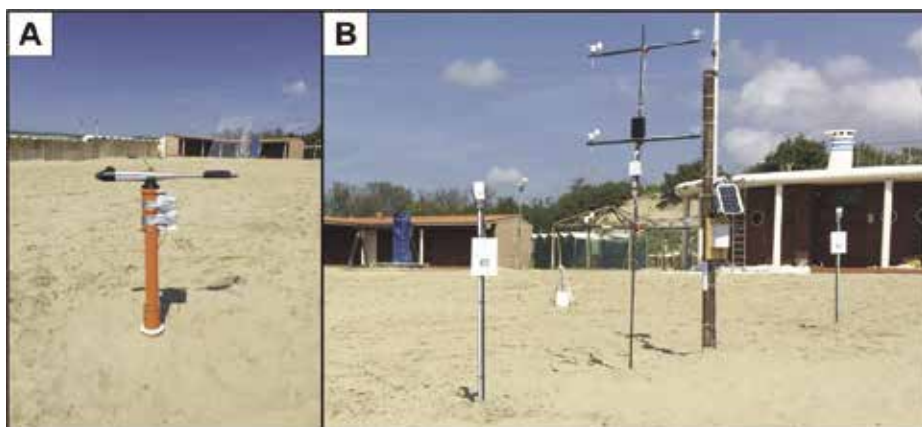


Figura 3 – Rete di sensori *wireless*: trappola sedimentaria (A) e misuratori del livello dello strato sabbioso (B).

Figure 3 – Wireless sensor network: sediment trap (A) and poles measuring sand level variations (B).

Anche il trasporto di sedimenti grossolani potrà essere definito per mezzo del miglioramento e sviluppo di soluzioni basate sulla tecnologia di identificazione a radiofrequenza (RFID), già utilizzate efficacemente sulla costa toscana [2, 3]. L'evoluzione morfologica delle spiagge e delle dune sarà studiata attraverso l'uso del drone e del laser scanner, il quale risulta estremamente efficace anche per il monitoraggio delle zone di debolezza delle strutture costiere quali pennelli, scogliere, etc., così come attraverso lo sviluppo di sistemi di video-analisi.

Anche in questo settore, di grande supporto sarà l'analisi periodica di immagini satellitari, che permetteranno di valutare con buona approssimazione le variazioni nel tempo della linea di costa. Le reti di sensori *wireless* saranno sviluppate anche per l'analisi del trasporto eolico, tramite l'integrazione di strumenti di misura delle correnti d'aria su più livelli, quali anemometri e anemoscopi [8]. Per quanto riguarda le dune, in particolare, saranno effettuate frequenti analisi vegetazionali direttamente in situ (in accordo con la

tecnica utilizzata in [10]) e usando il drone, mentre attraverso l'analisi delle immagini satellitari ottiche potrà essere valutato lo stato di salute della vegetazione dunare e costiera in relazione all'intrusione del cuneo salino. Lo spettroradiometro portatile Fieldspec permetterà inoltre l'analisi di dettaglio della composizione mineralogica, chimico/fisica e granulometrica dei sedimenti di spiaggia e di duna [4]. Infine, quando i dati a disposizione saranno sufficienti, verranno contestualmente implementati modelli matematici volti a definire l'evoluzione del litorale.

Spiaggia sommersa

Lo studio della spiaggia sommersa prevede l'installazione di una rete sensoristica wireless su protocollo ZigBee, basata su piattaforme hardware a basso costo sia per quanto riguarda i microprocessori (Arduino, Intel Galileo) che per i sistemi di misura, per la misurazione del trasporto sedimentario lungo costa e trasversale a costa (trappole sedimentarie) e per l'analisi dei parametri del modo ondoso e delle correnti (ondametri e correntometri). L'architettura di sensoristica *wireless* in mare sarà integrata con l'infrastruttura tecnologica su costa e connessa con un centro di raccolta dati che permetterà di effettuare attività di monitoraggio da remoto in tempo reale. L'analisi delle immagini satellitari ottiche e radar consentiranno la valutazione della dispersione dei sedimenti a largo e l'individuazione delle principali correnti marine responsabili del trasporto dei sedimenti. Inoltre, l'utilizzo di veicoli autonomi sottomarini (AUV) renderà i rilievi subacquei più completi e puntuali (Figura 4).



Figura 4 – Il veicolo autonomo sottomarino TifOne durante un rilievo (modificato da [1]).
Figure 4 – The autonomous underwater vehicle TifOne during a survey (modified after [1]).

Gli AUV permetteranno infatti una serie di indagini molto importanti per questo settore, ovvero la ricostruzione della morfologia del fondale, il recupero di campioni di sedimento, la valutazione dei fenomeni di erosione nella parte sommersa della spiaggia, la valutazione dei fenomeni di insabbiamento alle foci dei principali corsi d'acqua. Infine, saranno sviluppati modelli matematici, integrati con quelli relativi agli altri settori, per la definizione di un approccio integrato al problema della gestione delle coste.

Conclusioni

La gestione dell'ambiente costiero costituisce una problematica molto complessa che, per essere correttamente affrontata, necessita di approcci altrettanto complessi. La fascia litorale, infatti, è un'area intrinsecamente soggetta a cambiamenti significativi anche in tempi brevissimi, sia dovuti ai numerosi processi naturali che la caratterizzano sia indotti da fattori puramente antropici. Per questi motivi, lo studio dei processi naturali che agiscono nella fascia costiera è un punto cruciale per pianificare qualsiasi tipo di operazione finalizzata alla protezione della costa dai fenomeni erosivi. Tali fenomeni rappresentano un rischio concreto per gli insediamenti localizzati lungo il litorale, per le attività turistiche legate alla stagione balneare, per gli ambienti naturali protetti e per le attività portuali che costellano l'intero tratto costiero regionale. Su iniziativa del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa, si è ufficialmente costituito il Team COSTE, che sancisce la mutua collaborazione tra le tre Università della Regione Toscana (Pisa, Siena e Firenze) allo scopo di cooperare efficacemente e condividere dati riguardanti la gestione delle coste. L'approccio multidisciplinare che il gruppo di ricerca propone per la messa a sistema dei dati costituisce allo stesso tempo un elemento di novità e di sfida per mettere a disposizione delle autorità preposte alla gestione del "patrimonio" costa quel budget minimo di dati necessario ad operare scelte a medio e lungo termine consapevoli e mirate.

L'obiettivo finale è quello di convogliare tutti i dati acquisiti e quelli in via di acquisizione in una piattaforma liberamente accessibile [1]. Tale piattaforma è previsto che integri differenti sotto-sistemi di monitoraggio che concorrono a creare set di dati eterogenei, che possano essere analizzati per definire la dinamica costiera alla scala dell'unità fisiografica, così da supportare le pubbliche amministrazioni nell'affrontare le problematiche legate all'erosione costiera. Grazie a questo approccio, l'elaborazione e l'interpretazione dei dati potrà essere più immediata e le osservazioni risultanti potranno essere utilizzate per prendere decisioni adeguate per quanto riguarda la gestione delle coste. La piattaforma potrà essere inoltre provvista di un elemento di visualizzazione estremamente innovativo basato sul concetto di *Augmented Virtuality*, che permetterà non solo di consultare interattivamente i dati immagazzinati sia da ricercatori che da studenti, ma anche da liberi cittadini e le pubbliche amministrazioni.

Bibliografia

- [1] Bartolini S., Mecocci A., Pozzebon A., Zoppetti C., Bertoni D., Sarti G., Caiti A., Costanzi R., Catani F., Ciampalini A., Moretti S. - *Augmented virtuality for coastal management: A holistic use of in situ and remote sensing for large scale definition of coastal dynamics*, ISPRS Int. J. Geo-Information (2018) 7 (3), 92.

- [2] Bertoni D., Sarti G., Benelli G., Pozzebon A., Raguseo G. - *Radio Frequency Identification (RFID) technology applied to the definition of underwater and subaerial coarse sediment movement*, Sed. Geol. (2010) 228, 140-150.
- [3] Bertoni D., Sarti G., Grottoli E., Ciavola P., Pozzebon A., Domokos G., Novák-Szabó T. - *Impressive abrasion rates of marked pebbles on a coarse-clastic beach within a 13-month timespan*, Mar. Geol. (2016) 381, 175-180.
- [4] Ciampalini A., Consoloni I., Salvatici T., Di Traglia F., Fidolini F., Sarti G., Moretti S. - *Characterization of coastal environment by means of hyper- and multispectral techniques*, App. Geogr. (2015), 57, 120-132.
- [5] Doody P., Ferreira M., Lombardo S., Lucius I., Misdorp R., Niesing H., Salman A., Smallegange M., Cipriani L. E., Lanza S., Pranzini E., Randazzo G. - *Vivere con l'erosione costiera in Europa*, (2007), Regione Toscana, Firenze.
- [6] Mach K., Mastrandrea M. - *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability*, (2014). Cambridge University Press, Cambridge.
- [7] Pozzebon A., Andreadis A., Bertoni D., Bove C. - *A wireless sensor network framework for real-time monitoring of height and volume variations on sandy beaches and dunes*, ISPRS Int. J. Geo-Information (2018) 7 (4), 141.
- [8] Pozzebon A., Cappelli I., Mecocci A., Bertoni D., Sarti G., Alquini F. - *A wireless sensor network for the real-time remote measurement of aeolian sand transport on sandy beaches and dunes*, Sensors (2018) 18 (3), 820.
- [9] Ramieri E., Hartley A., Barbanti A., Santos F. D., Gomes A., Hilden M., Laihonen P., Marinova N., Santini M. - *Methods for assessing coastal vulnerability to climate change*, ETC CCA Technical Paper 1.2011, (2011), 1-93.
- [10] Ruocco M., Bertoni D., Sarti G., Ciccarelli D. - *Mediterranean coastal dune systems: Which abiotic factors have the most influence on plant communities?*, Est., Coast., Shelf Sci. (2014) 149, 213-222.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF NORTHERN GOLDEN HORN HOLOCENE SEDIMENTS (İSTANBUL-TURKEY)

Fulya Yücesoy Eryılmaz¹, Engin Meriç², Mustafa Eryılmaz¹

¹ Mersin University, Faculty of Engineering, Geological Eng. Department, Çiftlikköy Campus, Mersin-Turkey. e-mail: fyucesoy@mersin.edu.tr

² Moda, Hüseyin Bey Sokak 15/4, Kadıköy-İstanbul-Turkey

Abstract - İstanbul Strait is a channel between the Black Sea and Sea of Marmara which sustain the transfer of water and organic-inorganic materials. The Golden Horn is a narrow, long gulf located in the Bosphorus.

In this study, sedimentary and geochemical analyzes of the core samples taken from the northern Golden Horn have attempted to determine the changes in sedimentation conditions. Samples were taken at sixteen different levels from three borings (HK 15, HK 17, and HK 18) in northern Golden Horn, These borings were drilled in the context of Yenikapı – Taksim metro project.

The deepest of the 7 levels taken from boring number HK-15, on the shore of Şişhane in Haliç, represents the 25.50 ÷ 25.95 m interval. While at this level the organic carbon is at 2 %, CaCO₃ is ~15 %. The highest level of organic carbon is at 18.00÷18.45 m interval and is about 6 %. The boring HK-17 is at 70 m north of HK-15. Six levels have been studied at HK-17. At all levels organic carbon is close to constant (1 %). CaCO₃ is about 80 % at 21.00÷21.45 m level. HK-18 is at 110 m north of HK-15. Samples were taken from 3 levels. It shows a constant organic carbon distribution just like HK-17 (~1 %). On the other hand at the 15.00÷15.45 m interval CaCO₃ is 70%, at the 10.50 – 10.95 m interval 80 %, and falls down to 20 % at the 4.50 ÷ 4.95 interval. While the levels and distributions of organic carbon and CaCO₃ is similar in the sediments taken from borings HK-17 and HK-18, sediments of HK-15 shows different concentration and distribution.

Heavy metals (Cu, Zn, Ni, Mn, Co, Fe) of the boring sediments were analyzed. Cu and Ni at HK-15 rises up from deepest level towards surface with slight oscillation Zn shows a similar characteristic but at the highest level boosts (3643 ppm). Also Fe rises up to 12 % at this level with Cr. This level can be characterized with metal concentration increases.

In HK-17 boring sediments Fe, Mn, Co and Cr shows an increase to surface. Cu, Ni and Zn have low concentration at the first two levels. Both rise up suddenly at 9.00÷9.45 m interval. (Cu 236 ppm, Zn 725 ppm). Outstanding level for Zn is 3.00÷3.45 m interval. At this level Zn has 2059 ppm concentration while other metals have low concentrations. At the 15÷15.45 m interval from HK-18 boring Zn, Cu and Ni show similar value at 4.50 ÷ 4.95 m interval Zn rises to 170 ppm, Cu to 270 ppm and Fe to 2.9 %.

Increases of metal concentration at different levels of HK-15 and HK-17 borings might be an outcome of environmental differentiation (lagoon, beach, marsh, fresh-saline water interaction, or land sediments), different particle input, land uplift or landslide as well as metal precipitation with some chemical reactions.

Introduction

The Golden Horn is a narrow, long gulf located in the Bosphorus (Figure 1). The Golden Horn is 7 km long and 150 ÷ 900 m wide (average 370 m). The water depths decrease from about 40 m. In the last glacial era, it was terrestrial, and the two rivers emptied the water and the period wetland. The result of the rising water level of the glaciers about 8 thousand years ago, the Golden Horn is under the sea water invasion. In this process, freshwater and salt water have been effective in changing the living conditions of terrestrial and aquatic organisms. It also affected sedimentation conditions and sediment quality [1]

The geochemical and sedimentological studies on the sediments give information about the sedimentation, accumulation and formation conditions of the sediments and the geological features of the region.

Examples of drilling samples are the sedimentation rate, sediment depth, age and so on. If the drilled samples are taken from the transitional zone where the marine and terrestrial interactions such as shallow sea, coastal, lagoon, delta or estuary are very experienced, material transport and sediment migration is intensive, the above mentioned sedimentary information as well as the erosional properties of the zone, sea level or shoreline changes, bedding and / or mouth changes of rivers, swamp migration from the lagoon environment, and so on.

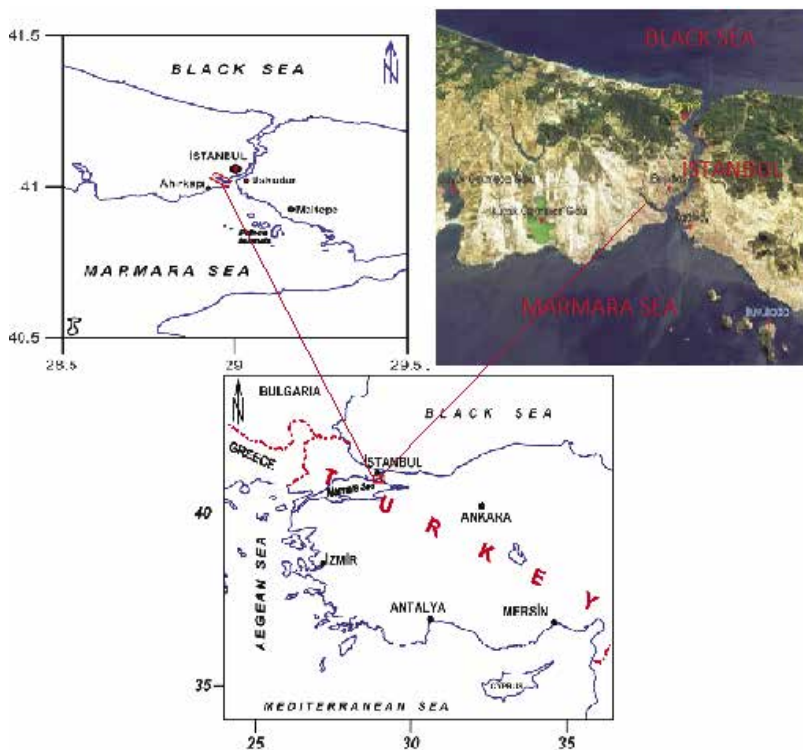


Figure 1 – Istanbul- Bosphorus- Golden Horn site map.

In addition to the information obtained about the properties of the media and the changes in the drilling samples studied, the conditions of the metal enrichments at certain levels could be the result of heavy metal analysis.

Materials and Methods

The samples taken from the drillings made for the bridge planned to be built in the Golden Horn within the framework of Yenikapı-Taksim metro project are taken from 16 levels of three drillings located in Şişhane. Figure 2 shows drilling locations.

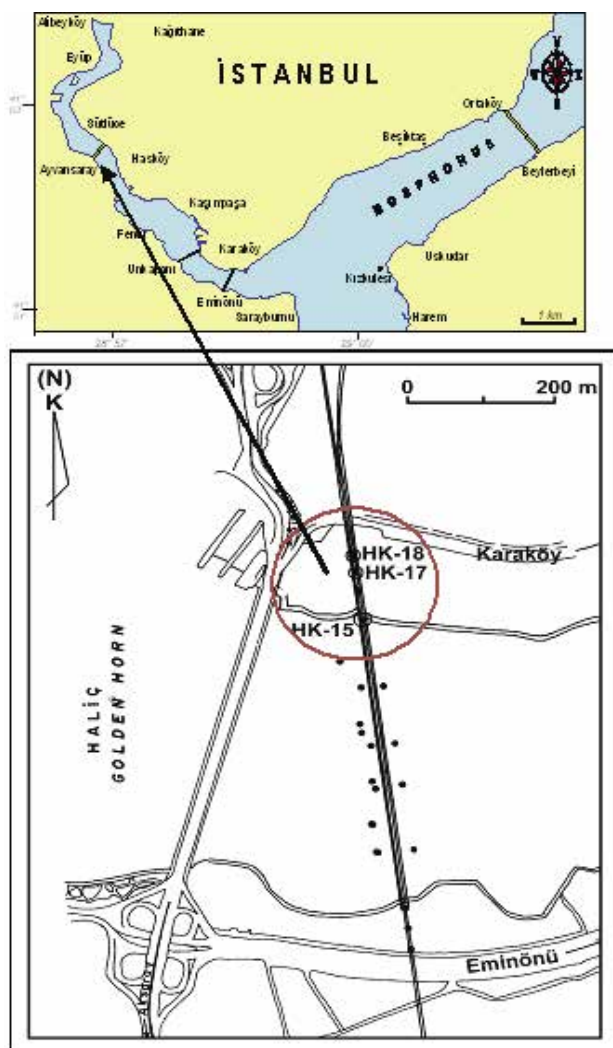


Figure 2 – Location map of the boreholes.

The 7 samples taken from the HK-15 sounding carried out on the shore of the Golden Horn show the depth of 25.50-25.95 m. The height of this drilling is 1.66 m above sea level. Drill HK-17 is located 70 m north of the HK-15 and the drilling code is 2.94 m. The 6 samples of this sounding were studied and it is the deepest interval of 21.00-21.45 m. HK-18 is located 110 m north of HK-15 and sampled from 3 different levels. The 15÷15.45 m range is the deepest example and the height from sea level is 4.0 m.

The lithogenic and biogenic characteristics of the samples were investigated, and plant and animal residues of terrestrial or marine origin were determined. The properties of the lithogenic grains (roundness, angle, color, grain sizes and ratios) were investigated.

16 carbon samples were determined by total organic carbon titration method [2], total carbonate gasometric method [3].

Heavy metal analysis (Cu, Zn, Ni, Mn, Co, Cr and Fe) was performed on the drilling sediments. For this, samples were taken at various temperatures by dissolving with the aid of acids [4, 5, 6]. Concentrations were determined on an atomic absorption spectrophotometer.

Deposition Features

HK-15 is the nearest sounding to today's sea level: In the sample representing 25.50÷25.95 m, the ratio of sand + gravel is high, large gravels are abundant and cornered. Gray mud + fine sand is also available. In small quantities, marine shell fragments, terrestrial plant scraps, and darkened, charred wood fragments and some gravels were observed to be anchored.

In the range of 21.00÷21.45 m, gray-light brown, azimuth-like flattened granules, clumpy mud, small crumbs and plant remnants were observed. There is no trace of iron formation on the grains. It looks like soils. In the range of 18.00÷18.45 m, terrestrial plant breaks and shell breaks were increased and terrigenous gravel sand was decreased. Increase in gray-brown fine sand + silt grain size and slight iron contamination in humus soil image have been found on some plants.

In the range of 13.50÷13.95 m, flat, rounded granules with small angles and shore-glacial features were observed. It is in the form of a mixture of two different units. There are also quartz. Dark gray-brown and light colored granules also appear in complex color. The terrestrial plant crest was also observed at this level, and slag and very few shell fractures were observed. In the sediments between 9.00 and 9.45 m, terrestrial vegetation breaks, while slightly rounded, angular dark brown gravel + sand as well as fine sand + silt form lithogenic granules. Although it is observed in light colored lithogenic granules, it is contaminated with mud color.

In the range of 6.00÷6.45 m, Siyah close to dark brown, slightly rounded, corrugated in various lengths forms an important part of the gravel sand unit. There are very few crusts of crust and light colored granules in this dark color. Curves are over. The sediments in the range of 3.00÷3.45 m are typical of the rubble, with gravel and sand, angular tile cracks, anthropogenic fragments, slag and very few crustal bruises in various pale brownish floors.

The sediment characteristics of the sounding of HK-17 in the 2.94 m contour 70 m north of the HK-15: at 21.00÷21.45 m, the marine is abundant with fossil crust, few peccypods and gastropods, and little gray colored litho mud. Shallow dynamic marine environment. In the range of 15.00÷15.45 m, the majority of peccypods were found to be plentiful sea shell sediments. The sludge ratio is high (gray color) and it can be named as fossilized pebbly mud. In the range of 9.00÷9.45 m, the particles varying from gravel to mud which resemble river sediments are round and angular. The light brown, beige colored sediments are all lithogenic

at this level where there is no artifacts. The sediments between 6.00÷6.45 m are in gravel, coarse, medium sand, angular, various colors. The overall color is light brown, with tile color grains as well as iron oxide found in granules. In the range of 3.00÷3.45 m, gray colored lithogenic material ranging from angular gravel to fine coarse represents this level. At a level of 0.00÷1.50 m, there is a small amount of light colored granules in the dark gray square, a little round, pebbly sand.

HK-18 drill located 110 m north of the drill number HK-15; at 15.00÷15.45 m, lithogenic gravel in small quantities, abundant gray color, clay fragments and mud-sized material. In the sample representing the range of 10.50÷10.95 m, abundant shell fragments were found, a small amount of lithogenic small gravel, heavy sand and mud were determined. It was observed that the light gray fine grain was formed by shell fractures. In the range of 4.50÷4.90 m, it is similar to the lithogenesis of the grain size ranging from polygonal pebbles to mud, as well as clay cracks, slag, gray-brown tile boulders, quartz rubble pile.

Deposition Environments

There have been some conclusions about the nature of the sedimentary environment by taking advantage of the dimensions, properties, colors, proportions, and biogenic contents of lithogenic granules such as terrestrial, marine vegetal or animal. [1, 7, 8, 9, 10] investigated the sedimentation conditions of the Holocene sediments. Similar results have been achieved in this study although there are some changes in the point size.

The analysis of the environment according to the sedimentological data is given below.

The environmental character of the HK-15 drilling from the surface to the deep:

3.00÷3.45 m: terrain rubble.

6.00÷6.45 m: may be anoxic environment with coastal and / or closed basin deposits.

9.00÷9.45 m: wet transition environment.

13.50.13.95 m: wetland transition, coastal.

18.00÷18.45 m: transition from wetland to sea area, lagoon or delta, may be anoxic environment.

21.00÷21.45 m: shallow wetland like a delta, lagoon.

25.50÷25.95 m: shallow wetland, like a delta, lagoon.

The environmental character of the HK÷17 drilling from the surface to the deep:

0.00÷1.50 m: terrestrial sediment.

3.00.3.45 m: terrestrial sediment.

6.00÷6.45 m: shore or stream mouth is sedimented.

9.00÷9.45 m: shore or stream is sedimented.

15.00÷15.45 m: Biogenic sediment under marine wave basin.

21.00÷21.45 m: shallow shallow dynamic environment with sediment.

The environmental characteristic of the precipitates of the HK÷18 drilling:

4.50÷4.90 m: terrestrial rubble.

10.50÷10.95 m: shallow marine sediment.

15.00÷15.45 m: shallow marine sediment.

Organic Carbon and Carbonate Exchange in Drilling Deposits

The data obtained from geochemical studies in drilling samples are given in Table 1, Figure 3 and Figure 4.

The 7 samples taken from the HK-15 sounding carried out on the shore of the Golden Horn show the depth of 25.50±25.95 m. At this level, the organic carbon is 2 % CaCO₃ ~ 15 % (Table 1, Figure 3). The highest organic carbon is around 6 % in the range of 18.00±18.45 m. Towards the upper levels, the organic carbon is again reduced to 2 % (range 13.50±13.95 m) reaching 4 % in the range of 6.00±6.45 m, while the CaCO₃ at this level drops to 6 %. At the highest level of 3.00±3.45 m, organic carbon is 1 % and CaCO₃ is 16 %.

Six specimens of HK-17 sounding were studied. Organic carbon is stable at all levels (1 %). CaCO₃ decreases from 80 to 70 % in the range from 21.00 to 21.45 m and decreases in the range from 6.00 to 6.45 m (30 %). After this point it reaches 40 % at 3.00±3.45 m. The highest working sediment falls to 10 % (Figure 3, Table 1).

HK-18 exhibits a constant organic carbon distribution (~ 1 %) similar to HK-17, 70 % CaCO₃ in the range of 15.00 ÷ 15.45 m; 80 % in the range of 10.50÷10.95 m and 20 % in the range of 4.50 ÷ 4.95 m (Figure 3, Table 1).

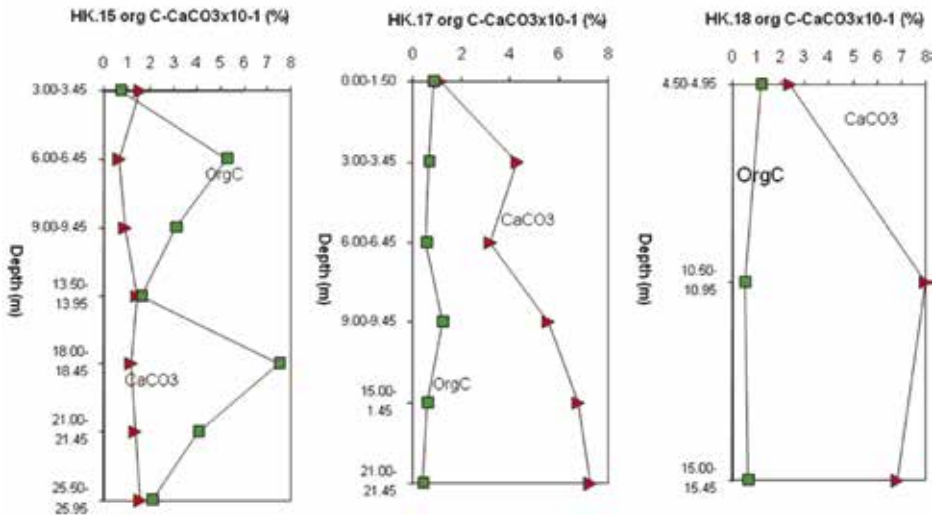


Figure 3 – Organic carbon and total carbonate versus depth graphs.

The organic carbon and CaCO₃ distributions of the HK-17 and HK-18 boreholes have similar characteristics, but the organic carbon and CaCO₃ concentrations and distribution graph of the Borehole No. 15 have a great difference. The increase in the level of organic carbon at the two levels is the product of terrestrial plant breaches and possibly anoxic properties.

Heavy Metal Exchange in Drilling Sinkers

The variation of metal concentrations in each drilling is shown in Figure 4. At HK-15 the Cu increased from the deepest level (13 ppm) to the surface with slight oscillations. The highest value is 57 ppm in the range of 6.00÷6.45. Zn showed the same characteristic at the beginning but showed an abnormal increase in the top level (3643 ppm). Nickel was measured as 62 ppm in the highest range of 6.00÷6.45 m. Starting at 557 ppm at the lowest level of Mn, it is 1685 ppm in the range of 6.00÷6.45 m. Iron reaches 12 % in this level. Cr in these drilling deposits reaches 332 ppm at 13.50÷13.95 meters. This level is remarkable with the increase in metal concentrations (Figure 4, Table1). Iron and Manganese joint behavior exhibits are organometallic, and it is possible to have a field where the organic rich sweet and salt water initiative is realized.

In the HK-17 borehole deposits, Fe, Mn, Co and Cr increase deeply to the surface. Ni was not readable at the two lower levels, it was found to be 50 ppm in the range of 9.00÷9.45 m, and 14 ppm in the range of 6.00÷6.45. The surface is 31 ppm. In these drilling sediments Cu and Zn are in low concentrations in the bottom two samples, while they suddenly rise in the range of 9.00÷9.45 m (Cu: 236 ppm; Zn: 725 ppm). In the range of 6.00÷6.45 m Cu is 50 ppm while Zn is 266 ppm. The most different level for Zn is 3.00-3.45 m. Here, besides Zn with a concentration of 2059 ppm, the uptake of other metals is low. At the top level, Cu was determined as 130 ppm and Zn as 407 ppm (Figure 4, Table 1). Cu and Zn are indicative of the fact that they are derived from the same source of high concentration in the mean temperate.

Table 1 – Geochemical data of boreholes Golden Horn.

HK-15									
Depth (m)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	Fe (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	
3.00÷3.45	0.70	15.6	4.63	1050	3643	21	12	89	
6.00÷6.45	5.23	6.7	12.42	1685	41	57	63	22	
9.00÷9.45	3.06	8.9	7.01	836	44	33	1	17	
13.50.13.95	1.62	13.8	7.39	795	48	18	ND	332	
18.00÷18.45	7.50	11.6	8.25	374	46	31	10	41	
21.00÷21.45	4.02	13.6	2.4	423	41	14	52	35	
25.50÷25.95	2.04	15.3	2.71	557	58	13	28	39	
HK-17									
Depth (m)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	Fe (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Co (ppm)
0.00÷1.50	0.86	11.5	5.80	477	708	131	31	65	31
3.00÷3.45	0.68	42.5	5.06	692	2059	74	19	55	14
6.00÷6.45	0.57	31.5	4.40	390	266	50	14	57	18
9.00÷9.45	1.21	55.4	2.19	414	725	236	50	27	ND
15.00.15.45	0.61	67.8	1.80	197	40	17	ND	25	15
21.00÷21.45	0.44	72.4	0.97	35	29	6	ND	ND	5
HK-18									
Depth (m)	Corg (%)	CaCO ₃ (%)	Fe (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	
4.50÷4.90	1.20	23.8	2.91	148	171	271	25	29	
10.50÷10.95	0.52	80.0	0.89	100	18	8	30	*	
15.00÷15.45	0.59	68.4	0.85	157	21	3	14	3	

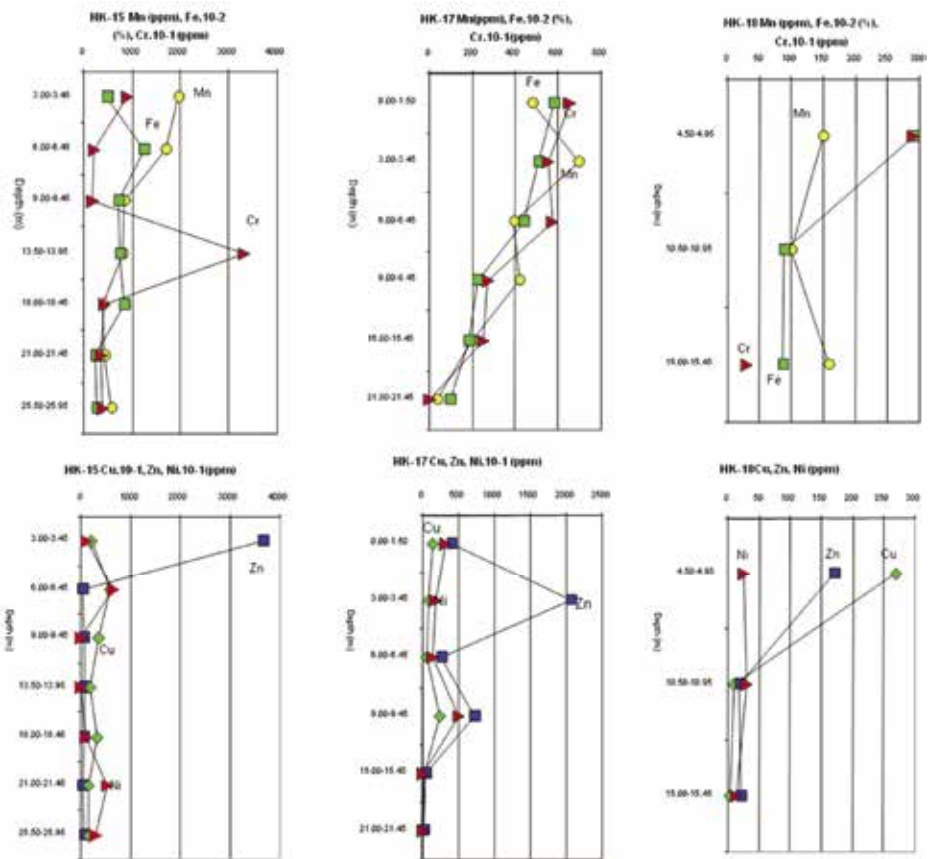


Figure 4 – Heavy metal concentration versus depth graphs.

In the HK-18, Zn is 21 ppm (in the range of 15÷15.45 m), 170 ppm (4.50÷4.95 m); Cu is 27 ppm to 270 ppm, and Fe is from 0.85 % to 2.91 %. While Ni increased from 14 ppm to 24 ppm, no significant change was observed in the lower and upper levels in the Mn concentration (Fig. 3, Table 1). High concentrations of Zn and Cu in the range of 4.50÷4.90 m of the HK-18 drilling, which are well above the mean shale value, except Zn, Cu, Fe, Cr and Ni in this drilling have similar properties.

Taking into consideration the location of the drillings relative to the present sea level, the geochemical change of the sediments by lowering the single plateau is examined in Figure 4. That is, it is planned to decrease to the common level at the settling time by lowering HK-15 to 1.66 m, HK-17 2.94 m and HK-18 4.00 m. According to this, the intervals where the working levels of the drillings are closest to each other are compared. Cr, Fe, Mn Zn increases from land to sea at the upper levels of the drillings. Ni and Cu decrease from land to sea. At the middle level, Fe, Mn and organic carbon exchange are increasing from land to sea, providing similar graphs. Ni, Zn, Cu and Cr peak at a significant concentration

in HK-17 sounding. However, the sounding number 15, near the sea, was read at low concentrations. Cr, Fe, Mn, and organic carbon are at similar concentrations of HK-18 and HK-17 compared to 11.00÷11.45 m, corresponding to the final level of 15.00÷15.45 m in the single leveling operation due to the HK-18 sounding. Zn and Cu are increasing at HK 17 and it is continuing at HK-15.

According to this data, three drillings show different variations due to environmental change in the metal concentrations of sedimented levels at about the same time.

Results

The organic carbon and carbonate values of the HK-15 drilling sediments are very different from the concentrations obtained in the other two drilling sediments. The HK-15 has a high concentration of organic carbon while the carbon is very low. The other two cores are opposite. This differentiation, which represents different environments and / or sedimentation conditions and sedimentation, is an important clue to sudden environmental changes in the Haliç. It is possible to locate the river mouth of the HK-15, which contains dense terrestrial vegetation, at a point where there is a lagoon-like freshwater connection. In addition, some of these plant deciduous fragments suggest carburization-like traces in the anoxic environment. In addition, visible iron contamination and high iron concentration of these levels also support the anoxic environment properties.

It is possible to say that at some levels of sudden peaking, different factors are engaged, while similar changes in metals are caused by environmental properties. Enrichment of Fe and Mn was observed in the precipitates of the HK-15 drilling, while enrichment of Zn and Cu was determined in the drill of HK-17. The first one is the organometallic formation of anaerobic conditions and the other lithogenic granules.

According to this data, there are variations in the environmental concentrations of the metal concentrations of sedimented levels at about the same time in three boreholes. Increases of metal concentration at different levels of HK-15 and HK-17 borings might be an outcome of environmental differentiation (lagoon, beach, marsh, fresh-saline water interaction or land sediments), different particle input, land uplift or landslide as well as metal precipitation with some chemical reactions.

Acknowledgement

We thank to Korkut Möroy for taken samples and Özcan Koç for lab work.

References

- [1] Ergin, M., Ediger, V., Bodur, M.N. and Okyar, M. - *A review of modern sedimentation in the Golden Horn Estuary (Sea of Marmara), Turkey*. Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata, (1990), VIII (2), 135-151.

- [2] Gaudette, H.E., Flight, W.R., Toner, L., Folger, D.W. - *An Inexpensive Titration Method for Determination of Organic Carbon in Recent Sediments*, Jour. Sed. Petr. (1974) 44 (1) 249-253.
- [3] Martin, L. - *Marine Chemistry*, Marcel Dekker Inc. (1972). New York
- [4] Loring, D.H. - *Reliability of trace metal analyses of marine sediments-Am ICES interaction study (I/TM/MS)*, ed: Lindberg, S.E. and Hutchinson, T.C., Heavy metals in the environment, (1987) 1, 352-356.
- [5] Loring, D.H., Rantala, R.T.T. - *An Intercalibration Exercise for Trace Metals in Marine Sediments*, Marine Chemistry, (1988) 24, 13-28.
- [6] UNEP/IAEA. - *Determination of total iron in marine sediments in flame atomic absorption spectrophotometry*, Reference methods for marine pollution studies, (1986). 37-39.
- [7] Meriç E., Kereç,İ.E., Avşar, N., Tuğrul A.B., Suner, F., Sayar, A. -. *Haliç (İstanbul) kıyı alanlarında (Unkapanı-Azapkapı) gözlenen Holosen çökelleri hakkında yeni bulgular*. *Yerbilimleri*. (2003), 28. 9-31.
- [8] Meriç, E ve Sakınç, M. -. *Foraminifera İstanbul Boğazı güneyi ve Haliç'in Geç Kuvaterner (Holosen) dip tortulları*, ed. Meriç E. (1990),15-41.
- [9] Kıratlı, N. - *Güncel çökellerde (geç Holosen) Haliç ve Karadenizden iki jeokimyasal yaklaşım*, İstanbul Ü. Deniz Bilimleri ve Coğ. Enst. (1992).
- [10] Yücesoy-Eryılmaz F., Eryılmaz M., Meriç E. ve Avşar, N. - *Şişhane (Kuzey Haliç-İstanbul) Holosen Çökellerinin Jeokimyasal Özellikleri*. İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu - II (2005) İstanbul, 15-28.

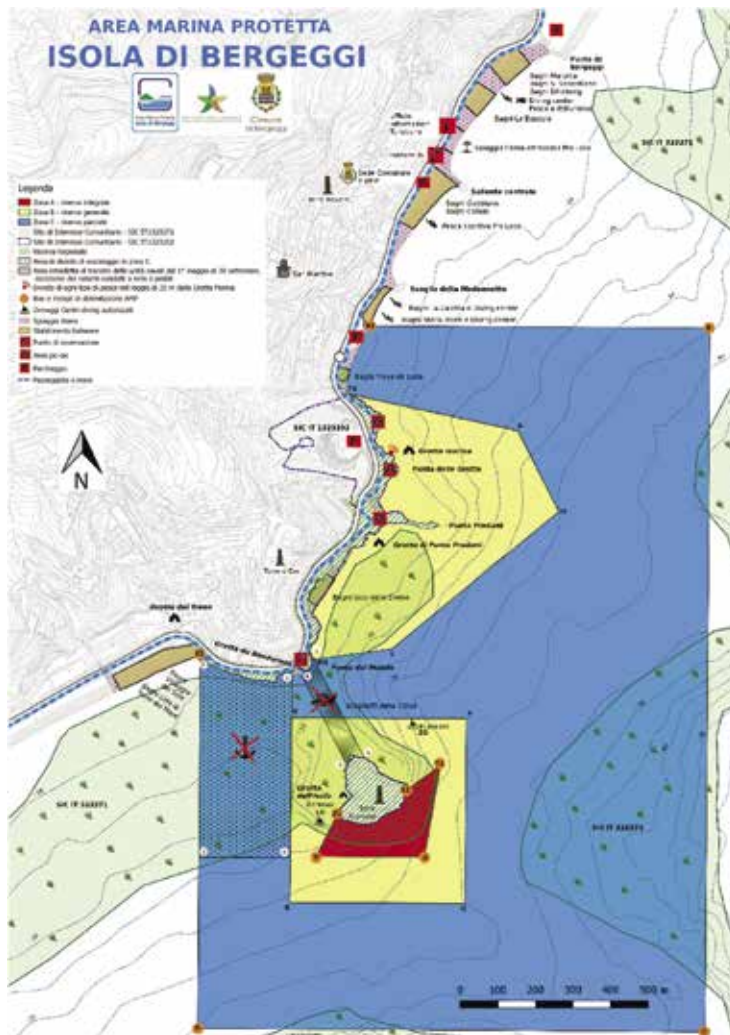
SESSION

**INSTITUTIONS FOR THE PROTECTION
OF THE MARINE AND COASTAL ENVIRONMENT**

L'AREA MARINA PROTETTA (AMP) "ISOLA DI BERGEGGI"

Area Marina Protetta (AMP) "Isola di Bergeggi" Via A. de Mari n. 28/D - 17028 Bergeggi (SV)
email direttore@ampisolabergeggi.it

L'AMP, istituita nel 2007, è compresa interamente nel Comune di Bergeggi (area di 215 ha); è suddivisa in zone sottoposte a diverso regime di tutela ambientale, secondo le caratteristiche ambientali e socio-economiche del territorio interessato (ZONA A, riserva integrale; ZONA B, riserva generale; ZONA C, riserva parziale).



Gli obiettivi dell'AMP sono la tutela e la valorizzazione delle caratteristiche naturali, chimiche, fisiche e della biodiversità marina e costiera, la promozione dell'educazione ambientale, la realizzazione di programmi di studio, monitoraggio e ricerca scientifica nei settori delle scienze naturali e della tutela ambientale, al fine di assicurare la conoscenza sistematica dell'area, la promozione dello sviluppo sostenibile dell'area, con particolare riguardo alla valorizzazione delle attività tradizionali, delle culture locali, del turismo ecocompatibile e alla fruizione da parte delle categorie socialmente sensibili.

Nel territorio dell'AMP ci sono habitat e specie protette!

Il Sito della Rete Natura 2000 "Fondali Noli-Bergeggi" (IT 1323271), Zona Speciale di Conservazione (ZSC) dal 2016, è caratterizzato da praterie di *Posidonia oceanica* e da tratti rocciosi con formazioni a coralligeno.

La prateria è frammentata e presenta segni di regressione e zone di "matte" morta, probabilmente a causa degli impatti dovuti al rimaneggiamento della linea di costa nel corso del secolo scorso: al suo interno si possono trovare specie protette e carismatiche quali *Pinna nobilis*.

All'interno dell'habitat costituito dalle rocce del largo limitrofe sono presenti: *Epinephelus marginatus*, *Antipathella subpinnata*, *Savalia savaglia*, *Corallium rubrum* (seconda popolazione di Liguria), *Leiopathes glaberrima* (primo record di ritrovamento nel



Mar Ligure), *Dendrophyllia cornigera* (popolazione più superficiale del Mediterraneo), *Madrepora oculata*.

Il Sito della Rete Natura 2000 "Isola di Bergeggi - Punta Predani" (IT 1323202), ZSC dal 2017, è costituito dall'isola e la costa prospiciente: l'*habitat* più rappresentativo è la Grotta Marina (notevole interesse archeologico e naturalistico) che ospita importanti specie come *Sciaena umbra* e *Scyllarus arctus*.

L'isola presenta una costa rocciosa medio-alta caratterizzata da macchia mediterranea con *Campanula sabatia*, *Euphorbia dendroides* e *Anthyllis barba-jovis*. Sulle rupi soggette agli spruzzi delle onde, non mancano comunità alofitiche a *Chrithmum maritimum* e *Limonium cordatum*.

Monitoraggi e Gestione Integrata

Dal 2010 l'AMP effettua il monitoraggio delle attività antropiche (balneazione, subacquea e pesca ricreativa), anche nelle ZSC e nella Riserva Regionale, per una gestione integrata del territorio e per realizzare una contabilità ambientale basata sulla quantificazione del valore, anche economico, del patrimonio ambientale e variazioni dei flussi che lo mantengono. I dati sono raccolti sul campo (monitoraggi visivi e interviste ai fruitori) ed elaborati con sistemi GIS.

Il monitoraggio caratterizza i fruitori del territorio e il loro comportamento: quantitativo di prodotti solari che ogni anno vengono rilasciati in mare, media annuale di tuffi subacquei, quantità di pescato per la pesca ricreativa.



I monitoraggi delle specie carismatiche (rare, iscritte a regimi di protezione, di interesse commerciale o turistico) hanno ottenuto importanti progressi nella conoscenza della biodiversità all'interno dell'AMP e nelle acque limitrofe: in AMP sono state rinvenute 54 delle 117 specie presenti in Mediterraneo! Il monitoraggio sulla comunità di *Pinna nobilis* ha evidenziato una popolazione stabile e non perturbata.

I *visual census*, mirati alle specie target *Diplodus sargus sargus*, *Diplodus vulgaris* e *Epinephelus marginatus*, condotti nel 2010 e nel 2014, hanno verificato l'effetto riserva all'interno dell'AMP e anche l'effetto *spillover* sul territorio della ZSC, confermato dalle rese di pesca registrate. Monitoraggi subacquei hanno evidenziato il problema delle reti e lenze perse.

AREA MARINA PROTETTA (AMP) PORTOFINO: L'ALTO VALORE ECOLOGICO DEI SUOI HABITAT DI PREGIO

S. Venturini¹, L. Merotto¹, V. Cappanera¹, G. Fanciulli¹, P. Vassallo², C. Paoli², P. Povero²

¹ Area Marina Protetta Portofino, Viale Rainusso 1, 16038 Santa Margherita Ligure (Genova), Italy.

Tel +39 0185 287247, Fax +39 0185 287249, e-mail: s.venturini@portofinoamp.it

² Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV),
Università degli Studi di Genova

L'Area Marina Protetta (AMP) di Portofino, istituita nel 1999, con un'estensione di 346 ettari è tra le più piccole AMP in Italia e comprende i comuni di Camogli, Portofino e Santa Margherita Ligure (Venturini et al., 2018a). Pur essendo un'area di limitata estensione possiede una grande rilevanza di tipo ambientale: oltre ad essere sito NATURA 2000 (SIC IT1332674: Fondali monte di Portofino), dal 2005 è sito ASPIM (UNEP, 2005), Area Specialmente Protetta di Interesse Mediterraneo, e dal 2007 fa parte della rete LTER (*Long-Term Ecological Research*) (Venturini et al., 2018b).



Figura 1 – Area Marina Protetta Portofino, habitat coralligeno (zona B).

Al fine di valorizzare il proprio patrimonio ambientale, l'AMP Portofino ha partecipato al progetto di contabilità ambientale nelle Aree Marine Protette italiane (Progetto ministeriale MATTM). Il progetto prevede di giungere ad una stima del valore del capitale naturale stoccato nelle diverse AMP italiane. La procedura di calcolo del capitale naturale all'interno delle AMP è stata descritta da Vassallo et al. (2017). Diversi sono i risultati che si possono ottenere da questo tipo di studio.

Un'interessante applicazione della metodologia consiste nella realizzazione di un bilancio tra produttività generata dagli autotrofi all'interno di una biocenosi, di una zona o dell'intera AMP e la produttività richiesta per il mantenimento delle esigenze metaboliche degli eterotrofi che compongono la rete trofica considerata. In questo modo è possibile comprendere se la biocenosi, o qualunque porzione dell'AMP oggetto di studio, è in grado di produrre le risorse di cui necessita, ed è quindi autosufficiente, oppure è dipendente da risorse provenienti da altre biocenosi, potenzialmente situate anche fuori dall'AMP. Una biocenosi in grado non solo di mantenersi ma anche di esportare risorse per altre biocenosi assume un ruolo chiave poiché da essa dipende la sopravvivenza non solo dell'habitat che essa stessa costituisce ma anche degli habitat circostanti.

In particolare nell'AMP Portofino si evidenzia come l'ambiente coralligeno (Figura 1), presente su tutto il versante sud del promontorio (zona B), e le praterie di *Posidonia oceanica* (zona C) rappresentino *hot-spot* di alto valore ecologico (Figura 2). Il danneggiamento di questi habitat porterebbe ad una perdita di capitale naturale che di



Figura 2 – Area Marina Protetta Portofino, prateria *Posidonia oceanica* (Zona C).

conseguenza comporterebbe l'impossibilità, per l'ecosistema considerato, di generare funzioni e servizi ecosistemici per l'ambiente e l'uomo.

I risultati derivanti dal Progetto ministeriale MATTM rappresentano, inoltre, il punto di partenza per la realizzazione del progetto europeo INTERREG Marittimo GIREPAM (Gestione Integrata delle Reti Ecologiche attraverso i Parchi e le Aree Marine) attualmente in corso di svolgimento che si propone di attribuire un valore non solo al capitale naturale ma anche alle funzioni ecosistemiche da esso generate (e.g. ossigenazione, generazione di produttività primaria). Il progetto, inoltre, fornirà una metodologia aggiornata, multidisciplinare, integrata e completa per la realizzazione di una contabilità ambientale di Parchi e Aree Marine Protette in grado di tenere conto degli aspetti sia ambientali sia economici.

Bibliografia

- [1] Venturini S., Massa F., Castellano M., Fanciulli G., Povero P., 2018a. *Recreational boating in the Portofino Marine Protected Area (MPA), Italy: Characterization and analysis in the last decade (2006–2016) and some considerations on management*. Marine Policy, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.06.006>.
- [2] Venturini S., Merotto L., Campodonico P., Cappanera V., Massa G., Fanciulli G., 2018b. *Monitoraggio delle principali attività di fruizione dell'Area Marina Protetta di Portofino*. Poster Settimo Simposio Monitoraggio Costiero Mediterraneo, Problematiche e tecniche di misura, Livorno.
- [3] Vassallo P., Paoli C., Buonocore E., Franzese P.P., Russo G.F., Povero P., 2017. *Assessing the value of natural capital in marine protected areas: A biophysical and trophodynamic environmental accounting model*. Ecological Modelling 355, 12-17

AMP DELLE SECCHIE DELLA MELORIA PECULIARITÀ E MONITORAGGIO

L. Pacciardi ⁽¹⁾ *; C. Ceccarelli ⁽¹⁾; C. Pretti ⁽¹⁾; A. Porchera ⁽²⁾; A.M. De Biasi ⁽¹⁾

(1) Consorzio per il Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata
G. Bacci V.le N. Sauro, 4 - 57128 Livorno Tel. 390586807287 email cibm@cibm.it

(2) Parco Naturale di Migliarino San Rossore e Massaciuccoli

* autore di riferimento Lorenzo Pacciardi email pacciardi@cibm.it

Curiosità

Il nome Meloria sembra origini dal meno piacevole “Malora” termine riportato su antiche carte nautiche a fronte dei frequenti naufragi delle imbarcazioni al tempo delle Repubbliche marinare. Pertanto la Repubblica marinara di Pisa decise di erigere, nel 1150, una torre che segnalasse l’insidioso pericolo. Tuttavia, essa fu distrutta e ricostruita molte volte e fu sede di innumerevoli battaglie fra le quali la più memorabile quella del 1284 quanto i genovesi sconfissero i pisani. Due anni dopo i genovesi distrussero la torre che fu ricostruita solo nel 1598 da Ferdinando I de’ Medici, figlio di Cosimo I de’ Medici. Ma anch’essa non sopravvisse. Bisognerà aspettare i primi anni del Settecento quando Cosimo III de’ Medici decise di costruire la struttura attuale, massiccia a base quadrata alta 15 metri e larga 7 metri. Solo nel 1867, a poca distanza, fu eretto il faro.



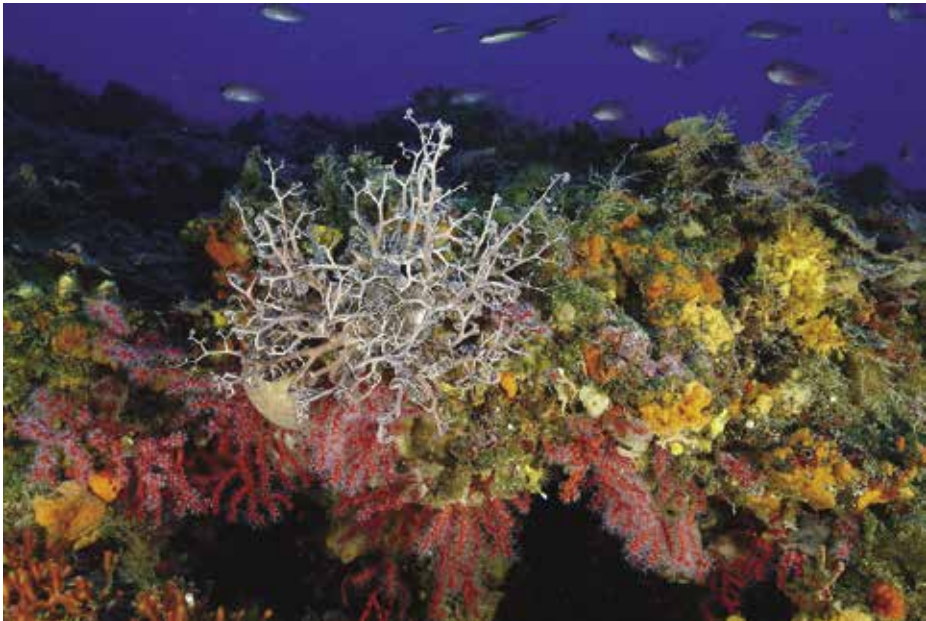
Torre (in alto) e
faro (a sinistra) della Meloria

Caratteristiche generali

Le Secche della Meloria sono un banco roccioso con una profondità che varia da un minimo di 2-3 metri, il cappello della secca, fino ad un massimo di 30 metri. A profondità maggiori il banco degrada su fondale fangoso.

Le Secche della Meloria hanno destato l'interesse dei ricercatori fin dai primi anni sessanta in quanto esse ospitano tra le biocenosi più ricche e produttive del Mediterraneo praterie di *Posidonia oceanica*, coralligeno, detritico costiero, oltre ai catini che per il loro numero non possono essere considerati depressioni occasionali, ma un vero e proprio habitat a sé stante. La *Posidonia oceanica* (L.) Delile, rappresenta un elemento dominante della Secca dove occupa vaste aree da pochi metri di profondità fino alla batimetrica di 30 metri colonizzando diverse tipologie di substrato come sabbia, roccia, "matte". In particolare nella parte occidentale e sud-occidentale forma una estesa prateria con valori di ricoprimento intorno al 60 %.

A fianco della *Posidonia* si pone per produttività, complessità, alta biodiversità, il coralligeno la più importante tra le costruzioni biogene del Mediterraneo. Esso è formato primariamente da alghe Corallinacee ed è successivamente colonizzato da altre specie algali, principalmente Peyssonneliaceae, e da organismi quali serpulidi, briozoi e sclerattinie, che contribuiscono a formare un popolamento pluristratificato ad elevata ricchezza specifica. Nella Meloria esso è presente ai margini esterni nel settore occidentale tra i 20 e i 50 metri di profondità. Più superficialmente, nella parte centrale della secca, sono presenti delle creste rocciose con orientamento NE SW assimilabili a tali concrezioni.



Coralligeno

Il coralligeno, nella sua parte W-SW degrada su un fondale sabbioso colonizzato da un popolamento bentonico riconducibile alla biocenosi del detritico costiero (presente con differenti facies) dove piccoli banchi coralligeni ospitano rami di *Eunicella singularis* e *Posidonia oceanica*. Infine, nonostante scarsamente segnalata nella letteratura scientifica, è nota, in Meloria, la presenza del corallo rosso (*Corallium rubrum*), specie diffusamente conosciuta per il suo largo uso nella realizzazione di monili.

I catini: una peculiarità della Meloria

Queste depressioni pseudocircolari sarebbero assimilabili alle più piccole “marmitte” livornesi, dalle quali differiscono solo per le maggiori, ipotizzando che i catini rappresentino lo stadio evolutivo o comunque uno stadio di avanzamento corrosivo delle “marmitte” stesse. Secondo l’ipotesi più recente i dati geomorfologici confermerebbero una genesi carsica in ambiente emerso per queste depressioni, come confermerebbe l’aspetto delle pareti e in particolare il perimetro del *catinone* che sembra derivare dalla coalescenza di più catini minori.

All’interno di tutti i catini è presente un sedimento grossolano di origine biottrica con abbondanza di gusci di molluschi, dove si instaura una fauna molto ricca e in alcuni casi unica. Per esempio, le indagini sui gastrotrichi hanno consentito di identificare in questa area ben 18 specie che vanno a costituire popolamenti abbondanti e diversificati durante tutto l’arco dell’anno.

Fra i copepodi merita un cenno particolare *Meloriastacus ctenidis* genere e specie nuova per la scienza che per questo motivo ha preso il nome dalla Secca stessa.

Anche la macrofauna è risultata costituita da un popolamento ricco e diversificato. L’indagine svolta su soli 3 dei 27 catini presenti ha consentito di campionare 191 specie. È stato ipotizzato che tale ricchezza sia in parte conseguenza di un fenomeno di convergenza di taglia che incrementa la diversità filetica ed in parte sia dovuta al ruolo dei catini come rifugio per specie rare (es. *Stenothoe elachista*, *Caprella lilliput*).

In corrispondenza dei catini, inoltre, si instaurerebbe un popolamento più ricco rispetto alle aree circostanti con la presenza di alcune specie “carismatiche” (es. giovanili di cernia bruna, *Epinephelus marginatus*) che, seppure con la dovuta cautela, potrebbero indicare un locale incremento della biodiversità ittica.



Actinia equina

AREA MARINA PROTETTA “ISOLA DELL’ASINARA” MONITORAGGI E TECNICHE DI STUDIO

V. Gazale*, G. Vargiu*, A. Zanello*, D. Nieto Yàbar**, E. Gordini**, D. Cotterle**,
M. Deponte**, L. Baradello**, R. Romeo**, M. Caffaù**, R. Auriemma**,
E. Lodolo**, A. Affatato**, A. Falace***, P. Del Negro**, R. Blanos**,
P. Paganini**, A. Pavan**, C. Pietrapertosa**, P. Sterzai**.

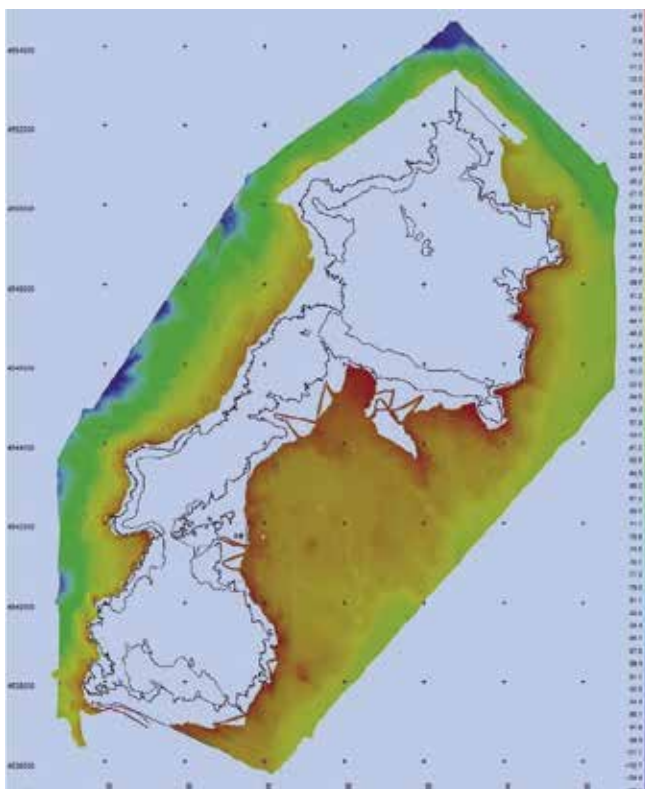
*Parco Nazionale dell’Asinara e Area Marina Protetta “Isola dell’Asinara”;

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale; *Università di Trieste.

Introduzione

L’Area Marina Protetta *Isola dell’Asinara*, istituita nel 2002 ed estesa circa 108 km², presenta una grande eterogeneità di macro e microambienti. Al fine di studiare nel dettaglio la conformazione e composizione dei fondali dell’AMP, l’Ente Parco e l’Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS) hanno avviato una collaborazione che ha permesso di approfondire le conoscenze dei diversi ambienti che caratterizzano l’area protetta.

Figura 1 – Elaborato cartografico ottenuto tramite rilievi *Multibeam*.



Sono state applicate diverse metodologie di studio che hanno permesso di realizzare una mappatura di dettaglio dei fondali dell'AMP. Tali metodologie possono essere riassunte come segue:

- rilievi batimetrici ad alta risoluzione (*Multibeam*) e rilievi *Side Scan Sonar* delle aree prospicienti la linea di costa;
- rilievi sismici monocanale ad alta risoluzione tipo Boomer;
- analisi dei campioni di sedimenti raccolti con il sistema delle bennate;
- rilievi video e fotografici (foto-composizione lungo transetti) di parti dei fondali marini in prossimità dei campionamenti effettuati;
- rilievo iperspettrale condotto da aereo dell'intera Isola dell'Asinara.

Risultati

Il sistema innovativo *multibeam Reson SeaBat 7125* ha permesso di elaborare una mappatura ad alta definizione del fondale marino investigato. Rispetto alle classiche metodologie di rilievo batimetrico tramite normali ecoscandagli (*singlebeam*), questa tecnica si caratterizza per la notevole mole di dati misurati nella stessa unità di tempo. Sostanzialmente, tale strumento non è altro che un ecoscandaglio il quale, anziché misurare una sola profondità, ne misura 512 contemporaneamente, con frequenza di sparo massima di 50 Hz e con una apertura angolare pari a 140° (165°). Tecnicamente, esso può essere descritto come un sonar acustico che rileva le distanze tra il trasduttore e il fondale marino o qualsiasi altro target presente sul fondo. Il trasduttore del sistema è composto da tanti ricevitori che rilevano l'eco di ritorno proveniente dal suono emesso dal trasmettitore e riflesso dal fondo. La Figura 1 rappresenta la mappatura ottenuta in seguito alle diverse sessioni di monitoraggio. La Figura 2 riporta un particolare di una elaborazione dei dati ottenuti tramite *Multibeam*.

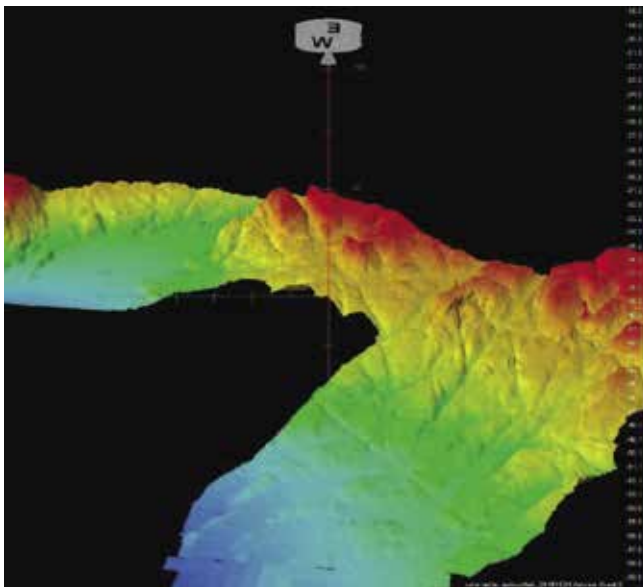


Figura 2 – Elaborazione grafica tridimensionale di una porzione dei fondali dell'area di studio. Rilievi *Multibeam*.

L'indagine ha previsto inoltre l'utilizzo di un *Side Scan Sonar* (SSS) digitale modello DF1000 della Edgetech ad alta risoluzione con frequenza operativa di $100\div 500$ kHz, trainato a poppa della nave con un ombelicale elettromeccanico coassiale.

Il sonar a scansione laterale (*Side Scan Sonar*) è uno strumento che si basa sulla riflessione e diffrazione del suono in acqua, producendo immagini del fondo a grande scala simili a fotografie aeree.

Una peculiarità delle registrazioni con *Side Scan Sonar* è data dall'importanza delle ombre generate da oggetti presenti sul fondo, in quanto consentono di ottenere una visione tridimensionale dell'immagine e di definirne le altezze.

In base alla diversa risposta acustica è stato possibile ricavare anche informazioni indirette di carattere puramente indicativo sulla natura del sedimento. In Figura 3 viene riportata una schermata del software per l'acquisizione dei dati: si può apprezzare una rappresentazione preliminare del tratto di fondo indagato.

Evidenti limiti fisici (scogli, acqua bassa, ecc.) non hanno permesso di restituire la batimetria dell'area limitrofa alla linea di costa. Per tale motivo si è cercato di coprire il più possibile tali mancanze di dato utilizzando la metodologia iperspettrale. Quest'ultima ha comportato un rilievo aereo dell'isola.

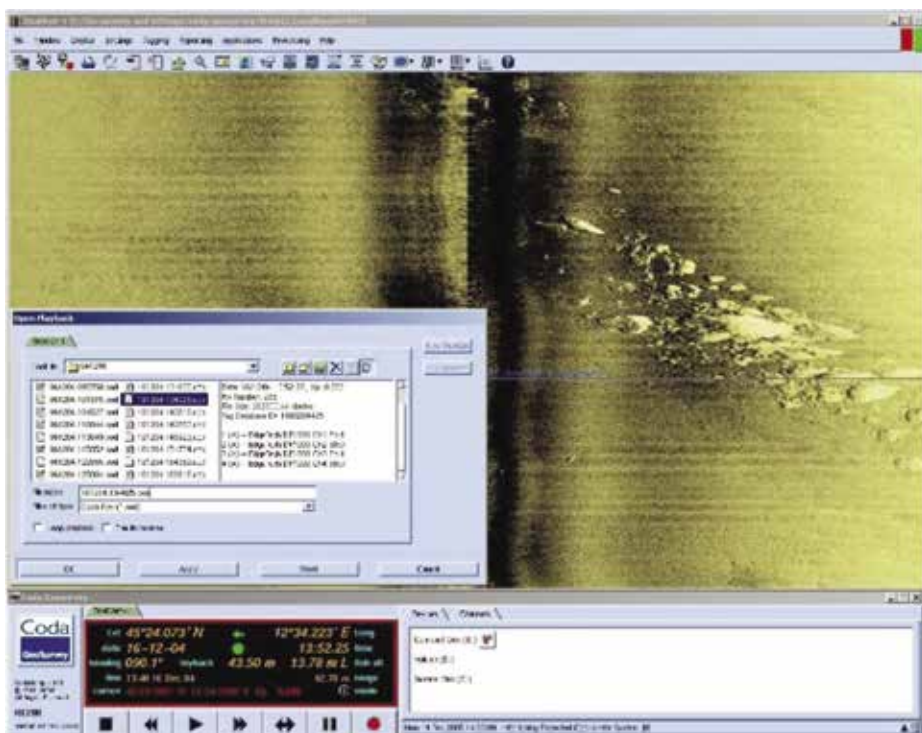


Figura 3 – Fase di raccolta dati tramite *Side Scan Sonar*. Esempio di *screenshot* del programma di acquisizione dati.

La componente sedimentaria è stata indagata più nel dettaglio attraverso altre metodologie di studio:

- al fine di tracciare la mappa delle isopache dei sedimenti, ovvero per valutare la presenza e lo spessore dei sedimenti superficiali, è stata avviata una campagna sismica a riflessione monocanale. La tecnica di studio ha implicato l'utilizzo di un Boomer, un generatore di sorgente sismica costituito da una piastra elettrodinamica UWAK della Nordik Nord;
- associazioni micro-bentoniche e dei popolamenti macro-bentonici sono state inoltre indagate tramite l'analisi di campioni di sedimento raccolti col sistema delle bennate.

Sui siti di campionamento sono state inoltre effettuate riprese video utilizzando una *GoPro* installata lungo un'asta solidale ad un fianco dell'imbarcazione utilizzata. Attraverso le riprese video è possibile realizzare dei mosaici di immagini rappresentative delle comunità (biocenosi) del fondo mare.

Tra i principali risultati dell'indagine, che saranno oggetto di specifiche pubblicazioni, si evidenziano: la valutazione dello stato di conservazione delle praterie di *Posidonia oceanica*; la rilevazione e la quantificazione di solchi dovuti ad attività illegale di pesca a strascico; la mappatura dei fondi duri e molli della AMP per la caratterizzazione biocenotica; la realizzazione di una carta batimetrica di dettaglio.

Bibliografia

AA.VV. 2018 - *Relazioni di campagna*. Report tecnico prodotto nell'ambito della convenzione tra Ente Parco dell'Asinara e Area Marina Protetta "Isola dell'Asinara" e dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale. 161 pagine.

REGNO DI NETTUNO: PECULIARITÀ E CARATTERISTICHE SALIENTI

Caterina Iacono
Direzione f.f. A.M.P. Regno di Nettuno
cell. 333.53.51.701 – 338.40.77.563, e.mail info@nettunoamp.it

L'AMP Regno di Nettuno, istituita con D.M. 27/12/2007 ed attualmente affidata in gestione provvisoria alla CP di Napoli come da D.M. n.74 del 17.04.2015, persegue la protezione ambientale la tutela e la valorizzazione del mare che circonda le isole di Ischia Procida e Vivara.

Il Regno di Nettuno deve la sua incredibile ricchezza anche alla sua particolare posizione geografica su di un confine che divide l'area Nord del Mediterraneo da quella Sud. Trattasi di un confine climatico, che fa sì che l'arcipelago flegreo si trovi all'estremo Nord dell'area di espansione delle specie che colonizzano il Mediterraneo

Meridionale ed all'estremo Sud dell'area di espansione delle specie che preferiscono climi più freddi. Il risultato è la contemporanea presenza di tutte le specie presenti nel Mediterraneo, caratteristica che convinse Anton Dohrn, studioso tedesco amico di Charles Darwin a stabilire tra Napoli ed Ischia i suoi studi ed a costruire il primo istituto di biologia marina al mondo nel 1872.

I fondali ed il mare dell'AMP Regno di Nettuno comprendono un'assoluta varietà di ambienti, in particolare, aree di coralligeno con incredibili formazioni di alghe rosse, madrepora e coralli. Caratteristico di Ischia è il "falso corallo nero" *Gerardia savalia* presente lungo il costone della torre di Sant'Angelo (zona B n.t.).

La specie caratteristica che viene racchiusa dai confini dell'AMP è una straordinaria prateria di *Posidonia oceanica*, che circonda per decine di chilometri quadrati le isole, in particolare Ischia (zona B e C) e la cui distribuzione ha influito fortemente la definizione della zonizzazione dell'AMP.

Le acque dell'AMP sono frequentate da tutte le specie ittiche degli ambienti rocciosi mediterranei e sono anche al centro di flussi migratori di totani e calamari e tutte le specie del pesce azzurro e dei piccoli tinnidi.

L'area ad Ovest, verso l'isola di Ventotene e l'area a Nord sono le zone mediterranee che presentano la più alta densità di mammiferi marini, con la contemporanea presenza di tutte le specie che vivono in questo mare.

Il prolungamento verso Nord, identificato come il "Canyon di Cuma" di due miglia di larghezza ha, infatti, la funzione di estendere la protezione dell'AMP ai cetacei, in particolar modo ai delfini, alle balene e ai capodogli che abitualmente frequentano questo tratto di mare. In particolare si monitorizza la presenza del "delfino comune" *Delphinus delphis*, che, a dispetto del nome, è oggi a rischio ed inserita nella lista rossa delle specie in via di estinzione (zona D).



Decreto Ministro dell'Ambiente n. 74 del 10.04.2015
Gestione Provvisoria Capitaneria di Porto di Napoli



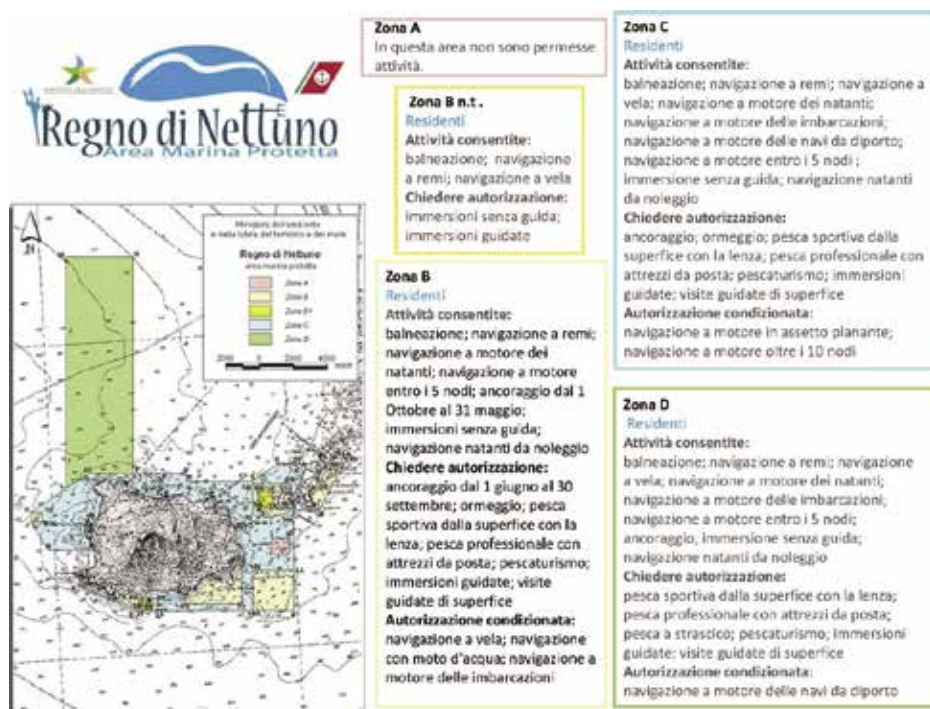
Posidonia Oceanica e *Pinna Nobilis* nella Baia di Cartaromana (Ischia). Foto: Guido Villani.



Parazoanthus axinellae (margherita di mare) e *Paramuricea clavata* (gorgonia rossa). Parete dell'Elefante, Sant'Angelo (Ischia). Foto: Pasquale Vassallo.

Per la presenza delle rilevanze ecologiche menzionate e per le altre particolarità di enorme interesse, non solo naturalistico, racchiuse all'interno del suo perimetro il Regno di Nettuno, che con i suoi 11 256 ha di superficie risulta la più estesa AMP della Campania, presenta nella sua zonizzazione due particolarità rispetto alle altre AAMMPP italiane.

La zonizzazione del Regno di Nettuno, infatti, comprende due zone di tutela aggiuntive alle canoniche zona A (di tutela integrale), zona B (di riserva generale) e zona C (di riserva parziale) individuate nelle zone B n.t. (di riserva generale speciale) "No Take" e nella zona D (di tutela dei mammiferi marini).



AREA MARINA PROTETTA DI PUNTA CAMPANELLA

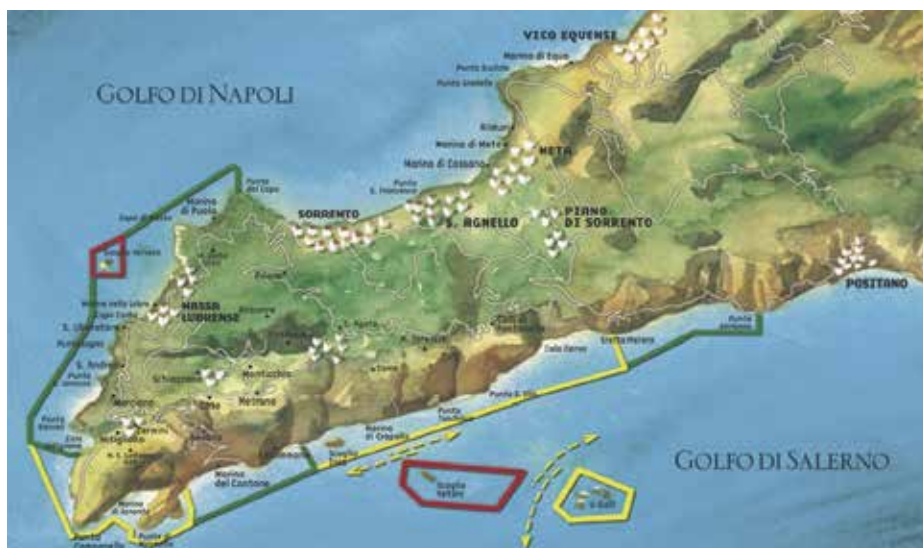
AMP PUNTA CAMPANELLA - Sede: via Roma, 29 -31, 80061 MASSA LUBRENSE (NA)

Tel.: +39 0818089877 Fax: +39 0818789663 Web: www.puntacampanella.org

e-mail: info@puntacampanella.org; centrovisite@puntacampanella.org

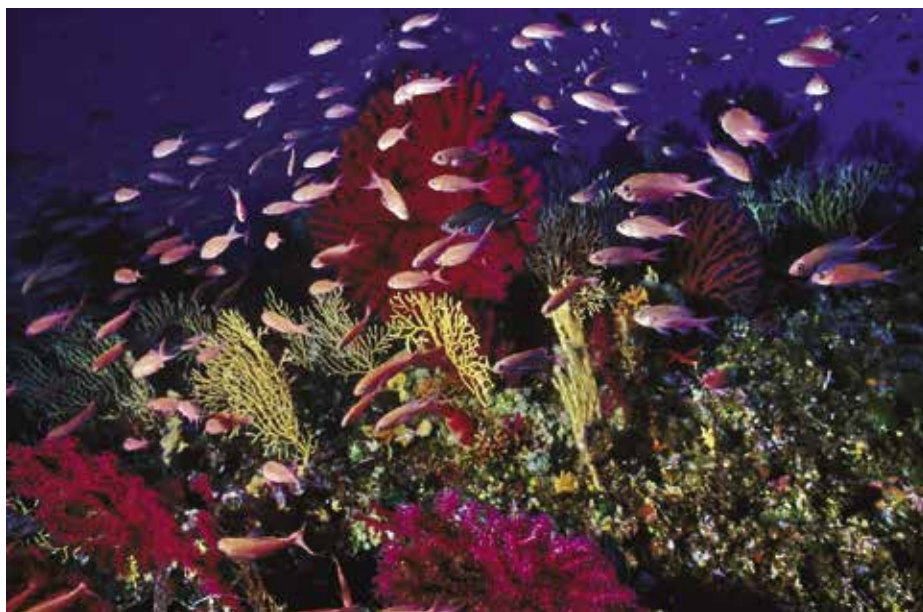
direttore Miccio Antonino; Presidente Michele Giustiniani

Punta Campanella, il promontorio che guarda i faraglioni di Capri, e divide il golfo di Napoli da quello di Salerno, ha dato il nome all'Area Marina Protetta più longeva della Campania. Istituita nel 1997. Con i suoi 31,33 km di costa attraversa la parte finale della penisola sorrentina per giungere in costiera amalfitana, fino a Punta Germano. Un luogo straordinario, dove storia e mito si fondono insieme a una natura rigogliosa e un paesaggio mozzafiato.



Il mondo subacqueo

Per chi volesse immergersi realmente nel mondo subacqueo, l'Area Marina rappresenta un paradiso. Lo scoglio del Vervece, zona A di riserva integrale, è situato a circa mille metri dal porticciolo di Marina della Lobra (Massa Lubrense). È un vero e proprio Santuario del mare per la presenza, a -12 metri, della statua della Madonnina che protegge le immersioni dei sub. L'immersione è consentita previa autorizzazione da parte dell'ente gestore. Dalla superficie al fondo il Vervece racchiude tutto il fascino dell'immersione in Mediterraneo. Appena sotto il pelo dell'acqua, le pareti sembrano giardini fioriti ricoperti da *Parazoanthus*



con i polipi aperti in corrente pronti a catturare particelle planctoniche. Rosse Stelle marine si adagiano sulle gialle colonie mentre centinaia di pesciolini dalle livree multicolori volteggiano intorno ai sub. Il Vervece è il regno delle *Gorgonie*: prima quelle bianche (*Eunicella singularis*) su cui è possibile trovare piccole conchiglie fusiformi (*Simnia spelta*) che si nutrono dei suoi polipi, poi quelle arancio (*Eunicella cavolinii*) che colonizzano intere pareti. A circa -35 metri di profondità una distesa sabbiosa è fiancheggiata da alte pareti letteralmente ricoperte da *Eunicelle*, fra questi rami sporgono corolle di *Spirografi* e antenne di *Aragoste*, fitte schiere di rosei *Anthias* abbelliscono lo scenario: siamo nel *Viale delle Gorgonie*. Le pareti più profonde situate sul versante settentrionale affascinano per la presenza di imponenti foreste di *Paramuricea clavata*. Ma non c'è solo il Vervece: molte altre sono le immersioni consigliate tra cui quelle di Vetara o delle grotte sotto-marine, come lo Zaffiro.

Navigando da Sorrento a Positano, tra natura, spiagge, storia e mito

Tornando in superficie è possibile ammirare dalla barca uno spettacolo unico. L'incantevole paesaggio e le imponenti pareti rocciose a picco sul mare rendono quest'area un piccolo gioiello incastonato tra i due golfi di Napoli e Salerno. Un territorio ricchissimo di storia, mito, cultura, archeologia e tradizioni. Circondato da un mare trasparente e caratterizzato da stupefacenti baie, calette e testimonianze di antiche civiltà. La presenza millenaria dell'uomo ha lasciato tracce di grandissimo valore antropologico, storico e archeologico. Basti pensare al Tempio di Minerva che oltre duemila anni fa era situato proprio sul promontorio di Punta Campanella. O alle numerose ville romane e alle tantissime torri di avvistamento saracene. Partendo dal Capo di Sorrento, si incontrano, durante la navigazione, borghi marinari di grande tradizione e bellezza. Dopo pochi minuti è possibile



ammirare i ruderi della Villa Romana di Pollio Felice in località Regina Giovanna. Proseguendo verso la Punta della Campanella, si incontrano Marina di Puolo e Marina della Lobra, tipici borghi marini, abitati da pescatori e sbocchi a mare naturali per gli abitanti di Sorrento e soprattutto Massa Lubrense. Più avanti lo sguardo sarà rapito dalla Cala di Mitigliano, piccola insenatura compresa tra *Punta Baccoli* e *Fossa Papa*. La minuscola spiaggia di sassi, di formazione abbastanza recente, è una delle più amene tra quelle racchiuse nel territorio dell'Area Marina Protetta di Punta Campanella. È raggiungibile anche da terra, tramite un piacevole e poco impegnativo

sentiero. Dopo pochi minuti ecco Punta della Campanella, con il faro e l'antica torre di avvistamento saracena. Alle sue spalle appare, incantevole in tutto il suo splendore, la straordinaria Baia di Ieranto. Nelle sue acque è vietato transitare a motore e ancorarsi per non creare danni alla posidonia. La sua piccola spiaggia, raggiungibile anche via terra attraverso un sentiero che parte dalla piazzetta di Nerano, è sicuramente una delle più belle della zona con vista sui faraglioni di Capri e Punta Campanella. Lasciando la Baia, dopo aver doppiato Punta Campanella, si entra nel Golfo di Salerno. Subito si incontra Marina del Cantone, caratteristico borgo marinaro di Nerano e luogo di grande vivacità turistica con spiagge e ristoranti rinomati. Dopo pochi minuti di navigazione ecco la baia di Recommonne, piccolissimo borgo marinaro



con una splendida spiaggetta di ciottoli e una Torre di avvistamento risalente al 1567. A largo si possono ammirare Li Galli, i tre isolotti abitati tempo fa dal grande ballerino russo Nureyev, e Vetara, la seconda area di riserva integrale del parco marino. Proseguendo in direzione Salerno, ecco affiorare lo scoglio dell'Isca, dimora del grande Eduardo De Filippo, e l'incantevole fiordo di Crapolla, caratteristico borgo marinaro, luogo in cui si notano svariati resti di costruzioni romane e un'abbazia benedettina. Al termine del viaggio attraverso l'Area Marina protetta di Punta Campanella si giunge infine in località Tordigliano, con la sua grande spiaggia delimitata da Punta San Germano. Qui finisce il Parco Marino, a poche miglia da Positano, dopo una piacevole navigazione partita da Sorrento.



Il Centro Visite Interattivo

Da gennaio 2018 l'AMP ha aperto un nuovo Centro Visite Interattivo con visione dei fondali del Parco attraverso telecamere subacquee, acquario, documentario 3D e altre novità in grado di far immergere il visitatore nelle bellezze dell'Area Marina Protetta di Punta Campanella. È stato realizzato attraverso la ristrutturazione di due edifici storici di Massa Lubrense: il Collegio "il Gesù" comunemente chiamato "Villarco" e il "Torrione" ad esso collegato, un importante complesso seicentesco di notevole interesse storico-artistico. Si compone di quattro ampie sale. La prima è destinata all'accoglienza e al *front-office*. Qui il visitatore può visionare opuscoli e altre pubblicazioni, ricevere direttamente informazioni dagli operatori o acquistare prodotti editoriali. Nella seconda sala si entra nel vivo della struttura, nel mondo sottomarino. Grazie a telecamere subacquee i visitatori, in un arredo che permette la piena immersione nell'ambiente, potranno vedere su monitor tv le riprese in diretta ad alta definizione dei fondali marini, con possibilità di spostare la visuale attraverso un joystick. La terza sala è caratterizzata dalla presenza di numerosi monitor che proiettano in *time lapse* una giornata di 24 ore nella Baia di Ieranto, dall'alba al

tramonto in pochi minuti, attraverso la riproduzione di fotogrammi veloci, si potranno ammirare i paesaggi e i fondali della bellissima insenatura che divide i Golfi di Napoli e Salerno. Nella quarta sala ci sono i diorami con la ricostruzione di ambienti naturali tridimensionali, rocce, plastici naturalistici e modelli di riproduzione di flora e fauna. Inoltre è presente un acquario, che ripropone gli habitat tipici del Parco Marino con una varietà di specie di notevole interesse, e una sorta di mongolfiera, nella quale, all'interno di un cono buio, si può assistere alla visione di un video che fa vivere un'esperienza unica: quella di essere sdraiati su un fondale e guardare e sentire cosa accade lungo la colonna d'acqua. Un documentario 3D con occhialini e pannelli esplicativi completano il tutto, in modo da offrire al visitatore le informazioni necessarie per godere appieno della struttura.

Il campo boe de “Le Mortelle”

Da tre anni in località “Le Mortelle” è presente un campo boe gestito dall'Area Marina Protetta dove i diportisti possono ormeggiare senza causare danni alle praterie di posidonia che caratterizzano i fondali. Il campo si trova a poche centinaia di metri da Marina del Cantone in una baia meravigliosa e può ospitare circa 35 imbarcazioni previo il pagamento di un ticket molto economico (10 euro).

Le escursioni terrestri

Quasi 20 km² del territorio lubrense, nonostante siano circondati dal mare, sono marcati da una fittissima rete viaria che, in alcune sue parti, ricalca tracciati risalenti anche a oltre 2000 anni fa. Camminando lungo queste antiche vie si può godere di bellezze paesaggistiche e naturali. Attraverso la visione di resti archeologici, edifici religiosi o torri costiere, inoltre, è possibile ritornare indietro nei secoli e quasi rivivere le suggestioni del tempo che fu. La ricchezza di biodiversità è un elemento che caratterizza inconfondibilmente l'area marina di Punta Campanella. La sua varietà è favorita da particolari microclimi, dovuti ad un assetto geomorfologico accidentato, dove versanti aridi e assolati si alternano a profondi valloni. Numerose insenature e anfratti creati da fenomeni erosivi, la pioggia, il vento ma soprattutto il mare, costituiscono un meraviglioso spettacolo naturale. In prossimità del mare è presente la vegetazione tipica della gariga, costituita da arbusti nani e poco addensati, capaci di sopravvivere in ambienti poco ospitali. Le piante caratteristiche della macchia mediterranea ci sono tutte e in abbondanza. Un vero paradiso per gli escursionisti.



La gestione dell'Area Marina Protetta

Il Parco marino è gestito da un Consorzio di sei comuni: Massa Lubrense, Piano di Sorrento, Positano, Sant'Agello, Sorrento e Vico Equense. Obiettivi fondamentali dell'Ente gestore sono la tutela e valorizzazione delle risorse biologiche e geomorfologiche, la divulgazione di tutte le caratteristiche degli ambienti marini e costieri, la promozione dello sviluppo ecocompatibile. La tutela dell'area è garantita da alcuni vincoli e divieti ma ciò non impedisce una fruizione corretta ed ecosostenibile di questo straordinario mare. In questi anni, grazie alle attività svolte, l'Area marina ha ottenuto pregevoli riconoscimenti come le 10 bandiere blu, l'elevata biodiversità nella zona A del Vervece e l'inserimento nell'elenco internazionale ASPIM (area specialmente protetta di interesse mediterraneo). I fondali sono ricchi di vita, spesso si incontrano delfini, tartarughe e anche piccoli squali o grandi capodogli. Qualche anno fa l'incontro di alcuni subacquei con una rarissima teca ovarica di calamaro e con una tartaruga che riposava tranquillamente adagiata sul fondale del Vervece. È attraverso diversi progetti, pur tra difficoltà economiche e di gestione, che l'Ente gestore ha tutelato e rivalutato una zona di grande valenza naturalistica e paesaggistica. Il monitoraggio costiero e subacqueo, le attività di pulizia delle acque con lo spazzamare, il centro di recupero delle tartarughe marine e le numerose azioni di educazione e comunicazione ambientale hanno caratterizzato gli ultimi anni di attività del Parco, anni ricchi di soddisfazioni e risultati importanti. Circa 150 le Tartarughe salvate e rimesse in mare dal Centro Tartanet del Parco che ha contribuito non poco alla salvaguardia della *Caretta caretta* lungo le coste campane. Alcuni anni fa, lo studio del professore Giovanni Fulvio Russo - presidente dei Corsi di laurea in Scienze Biologiche e Scienze Ambientali della Parthenope di Napoli e tra i maggiori esperti di aree marine in Italia - che rimase positivamente sorpreso dall'ottimo stato di conservazione dei fondali del Vervece, constatando una elevata biodiversità non solo nella più appariscente fauna ittica, ma anche nella minuscola fauna ad invertebrati. "Mi è sembrato di tornare indietro nel tempo di quarant'anni", scrisse il professore al Direttore, Antonino Miccio. Un evidente risultato dell'*effetto riserva*, ottenuto grazie all'impegno profuso dall'area marina protetta. Lo scorso mese di settembre un team di 40 persone tra biologi, subacquei e appassionati ha monitorato per 24 ore consecutive alcuni punti di immersione del Parco. Sono state censite 154 specie animali nelle diverse aree analizzate. Una fotografia dell'ottimo stato di salute del Parco con l'assoluta necessità di preservare tale patrimonio.



II RUOLO DEL CORPO DELLE CAPITANERIE DI PORTO NELLA TUTELA DELL'AMBIENTE MARINO E COSTIERO

Direzione Marittima di Livorno
Ufficio Demanio/Ambiente, Polizia Marittima - Difesa Marittima e Costiera;
email urp.cplivorno@mit.gov.it

Le norme di legge a salvaguardia dell'ambiente marino e costiero che si sono susseguite nel tempo hanno elettivamente individuato nel Corpo delle Capitanerie di porto – Guardia Costiera, cui è storicamente affidata la disciplina e la vigilanza su tutte le attività marittime e portuali, l'istituzione le cui specifiche competenze e la capillare presenza territoriale permettono una puntuale e costante attività di tutela dell'ambiente marino e costiero.

L'attuazione di tali compiti è realizzata tramite la Centrale Operativa del Comando Generale, i Comandi territoriali e le componenti specialistiche - Mezzi aeronavali, Nuclei subacquei, Laboratori Ambientali Mobili (L.A.M.), integrati da un servizio di sorveglianza satellitare realizzato nell'ambito di una specifica collaborazione con l'*European Maritime Safety Agency* (EMSA).

La vocazione ambientale del Corpo, è stata riconosciuta con la dipendenza funzionale dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ai sensi dell'articolo 8, della Legge 8 luglio 1986, n. 349 e dell'articolo 3, della Legge 28 gennaio 1994, n. 84, che gli attribuisce funzioni di vigilanza e controllo in materia di tutela dell'ambiente marino e costiero nelle zone sottoposte alla giurisdizione nazionale ed in particolare modo nelle aree soggette a vincoli ambientali quali le aree marine protette e i parchi con estensione a mare.

Le Capitanerie di porto sono impegnate in prima linea nella lotta e nella prevenzione dell'inquinamento da idrocarburi ed altre sostanze tossiche e nocive e nella promozione della sicurezza ambientale in mare, con riferimento alla Legge 31 dicembre 1982, n. 979 (Legge sulla Difesa del Mare), alla legge di ratifica della Convenzione Internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi (*Marpol*), e delle altre Convenzioni e Protocolli emanati dall'*International Maritime Organization* (IMO) in materia ambientale, nonché in adesione alle normative comunitarie e regionali di settore.

Al personale del Corpo compete, inoltre, ex D. Lgs. n. 152 in data 3 aprile 2006, la sorveglianza e l'accertamento delle violazioni in materia di tutela delle acque e di gestione delle risorse idriche, ed in materia di rifiuti, tra cui la repressione dei traffici illeciti e degli smaltimenti illegali dei rifiuti ed il monitoraggio e controllo sulle attività di dragaggio e di immersione in mare di materiali provenienti da escavo di fondali, con specifico riferimento agli ambiti marittimi, costieri e portuali.

Da sempre, al centro dell'attività del Corpo, le tematiche relative alla gestione del territorio e allo sviluppo sostenibile della fascia costiera, con la prevenzione e repressione di qualsivoglia forma di abusivismo, alterazione, compromissione ed illecito sfruttamento delle componenti ambientali, anche mediante l'utilizzo di strumenti e metodologie di monitoraggio aereo.

A tutela dell'utilizzo sostenibile dell'ambiente marino si evidenzia l'attività facente capo al Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, nell'attuazione degli

obiettivi di Politica Comune della Pesca, intesi a garantire i limiti di tollerabilità di pesca e acquacoltura dal punto di vista ecologico, economico e sociale. Il coordinamento nazionale di detta attività è stato confermato con il D. Lgs. n.4 in data 9 gennaio 2012, attraverso verifiche sulle attività di pesca, sul commercio e sulla somministrazione dei prodotti di essa.

Da ultimo, nel quadro interdisciplinare del Simposio, non si può non citare l'impiego dei Nuclei Operatori Subacquei della Guardia Costiera in campagne di scoperte e di tutela del patrimonio archeologico sommerso, in stretta collaborazione con i vari Nuclei di Archeologia Subacquea della Sovrintendenza Archeologica delle regioni italiane costiere. Inoltre è in corso l'attuazione di un Protocollo d'Intesa tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca e il Comando generale, per lo svolgimento di programmi di comunicazione ed educazione ambientale affidati al Corpo negli istituti scolastici primari e secondari.

Ultimamente, con il "*Piano di rilancio strategia ambientale*" - approvato dal Ministro dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, sono state sviluppate nuove linee d'azione a tutela dell'ambiente marino che incrementano il coordinamento e la valorizzazione delle già significative attività svolte in materia ambientale dal Corpo.

Attività di tutela ambientale della Direzione Marittima della Toscana

Lo scorso anno tre eventi di particolare rilevanza e di forte connotazione ambientale, hanno interessato la Direzione Marittima della Toscana:

- Naufragio della M/N Sigma, incagliatasi davanti alla spiaggia dei "Tre ponti", in località Ardenza a Livorno il giorno 13 gennaio 2017, disincagliata e poi rimorchiata in porto nella notte tra il 15 e il 16 gennaio;
- Alluvione che ha colpito la città di Livorno e dintorni, il 10 settembre 2017;
- Traffico e gestione illecita di rifiuti pericolosi.

Quanto al primo evento, il rischio ambientale - dato il pregio della fascia costiera interessata - era costituito non solo dal naufragio in sé ma anche, in caso di eventuali cedimenti strutturali della nave, dalla possibile dispersione di 25 metri cubi di carburante presente a bordo e di oltre 1 000 litri di olio lubrificante. Per fronteggiare eventuali sversamenti dalla nave, è stato prescritto immediatamente all'armatore di dotarsi di un idoneo sistema di contenimento con panne galleggianti e assorbenti.

In ogni fase dell'emergenza è stata posta particolare attenzione sia alla salvaguardia della vita umana in mare che alla tutela dell'ambiente marino-costiero circostante, attuando un sistema di monitoraggio e controllo continuo, anche con l'impiego di mezzi aerei e nucleo sommozzatori, sia sulle condizioni strutturali della nave (con un proprio *team* di esperti tecnici), che sulle acque limitrofe mediante campionamenti ed analisi, da parte dei biologi del Laboratorio Ambientale Mobile del Comando Generale.

È stato così evitato uno sversamento, che avrebbe potuto provocare sull'intera costa labronica, un danno ecologico di estrema gravità.

Il secondo evento, relativo al nubifragio che ha colpito la città di Livorno e zone limitrofe nella notte tra il 9 e il 10 settembre 2017, ha coinvolto la Capitaneria di porto di Livorno sia sul fronte della ricerca e soccorso dei dispersi, che su quello del monitoraggio delle acque, per la prevenzione e l'eventuale contrasto dai rischi di inquinamento derivanti dalle esondazioni di alcuni torrenti e canali che sfociano in mare ed in cui avrebbero potuto essersi riversati materiali inquinanti.

L'attenzione della Capitaneria di porto, si è concentrata in particolar modo sull'intera area portuale, notoriamente ad elevatissima connotazione industriale, con la presenza di impianti che trattano idrocarburi e altre sostanze potenzialmente inquinanti.

Grazie ad un capillare controllo della fascia costiera e al monitoraggio aereo, è stata prontamente individuata la presenza di una rilevante quantità di idrocarburi provenienti da un piccolo canale, la cui origine è stata poi individuata in una raffineria situata a nord della città di Livorno. Sono state così avviate delle indagini per accertare danni ed eventuali responsabilità, riferendo nel dettaglio alla competente autorità giudiziaria.

Al termine delle operazioni di bonifica sono state raccolte dai mezzi disinquinanti 25 tonnellate di acque contaminate da idrocarburi nelle acque portuali e 225 tonnellate di acque contaminate da idrocarburi nei canali interni.

Inoltre, la salvaguardia ambientale è stata garantita anche con il recupero sui fondali antistanti il litorale di Livorno, di sei automobili, un carrello e numerosi altri materiali dispersi, portati in mare dalla stessa alluvione. Tali operazioni hanno permesso un veloce ripristino dei luoghi, nonché scongiurato ulteriori rischi di inquinamento.

Terzo ed ultimo evento - contrasto del traffico e della gestione illecita di rifiuti pericolosi - riguarda le numerose operazioni di polizia ambientale, coordinate dall'Autorità Giudiziaria, che hanno portato ad interrompere, solo nell'ultimo anno, diverse attività illecite giungendo al sequestro di oltre 400 000 metri cubi di materiale contaminato, di un TIR contenente 30 tonnellate di rifiuti metallici non bonificati e alla interruzione di scarichi illeciti industriali.

Sul fronte della prevenzione e della cooperazione, si ricorda la recente firma del Protocollo Cave, accordo mirato a valorizzare il coordinamento di soggetti istituzionalmente coinvolti nella salvaguardia della legalità e nella promozione della sostenibilità dell'attività estrattiva nel distretto Apuo-Versiliese. L'intesa, soprattutto con riferimento alle cave in attività nell'ambito del citato Distretto, assume rilevanza anche ai fini della tutela dell'ambiente marino della sottostante fascia costiera della Versilia dai pericoli che possono arrecare ad esso i corpi idrici superficiali o sotterranei, laddove recapitano acque interessate da effluvi derivanti dalla medesima attività estrattiva.

Infine è stata rinnovata la Convenzione sottoscritta con l'Ente Parco Nazionale dell'Arcipelago toscano per il potenziamento della sorveglianza e controllo a tutela dell'ambiente marino e costiero del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano. Saranno monitorate le aree sottoposte a maggiore tutela, secondo accordi tecnico-operativi, per prevenire e reprimere eventuali condotte illecite, con particolare riguardo alle zone parco di Pianosa, Montecristo, Giannutri e Capraia, isole interessate da possibili azioni di bracconaggio.

MODELS OF INTEGRATED TOURISM IN THE MEDITERRANEAN - MITOMED+ PROJECT OVERVIEW

Valentina Marchi ⁽¹⁾, Antonio Raschi ⁽¹⁾, Sonia Trampetti ⁽¹⁾

(1) Istituto di Biometeorologia – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IBIMET)

Abstract – Mediterranean is the world's leading tourism destination. Maritime and coastal (M&C) tourism in the Mediterranean area play a predominant role for economic growth and employment. At the same time the economic activities can have an impact on the natural and cultural heritage. The need to develop sustainable strategies is increasingly present. In the framework of Interreg MED Programme has been developed and financed MITOMED+ project. MITOMED+ is the acronym of 'Models of Integrated Tourism in the MEDiterranean' and the project supports involved regions in developing a responsible and sustainable maritime and coastal tourism. The project developed a system of indicators and an online platform to monitor and measure the coastal destinations and it created a 'Green beach' model for a sustainable management of the MED beaches.

Keywords: Mediterranean; Green Beach; Set of indicators; Sustainable tourism; open platform

Introduction

The Mediterranean basin is an area in constant development and a predominant source of revenue, growth and jobs. M&C tourism play a fundamental role for the development of Mediterranean. The phenomenon of tourist is characterized by a strong seasonality with differences in occupancy rates between the winter and summer period in the Mediterranean area (Amelung B., & Viner D.; 2006). The impact of climatic change and consequently the seasonality are factors to be considered for the management and development of sustainable strategies. The pressure on territories by tourist flows can have different impacts on the Mediterranean area, such as anthropic impacts, coastal erosion, over exploitation of natural and cultural heritage or worsening conditions of sea water.

Tourism is a sector in constant development and it is one of the most risk industries on earth (Manning T.; 1999).

In order to protect and conserve the natural and cultural heritage a sustainable tourism management strategy is required. The cultural and natural heritage preservation and protection for future generations needs a sustainable management of tourism with all stakeholders' engagement. Researchers introduced parameters to measure the impact of tourist flows since the introduction of sustainability concept (Wheeller B.; 1993). The importance of sustainable indicators' use for public management and planning is stressed by WTO (1995). Indicators have been defined as an essential tool to facilitate the data analysis and to trace quantitative information for taking decisions and improving the implementation of regional development policies (Manning T.; 1996).

The literature widely developed indicators systems to monitor and manage sustainability. In tourism sector, various set of indicators have been studied and analysed to

monitor and manage the sustainability (Miller G., 2001; Choi H. C., & Sirakaya E.; 2006). But their use has been obstructed by technical and conceptual difficulties (Torres-Delgado A., & Saarinen J.; 2014).

In the Mediterranean area, the main challenge is related to identify a model of indicators suitable for all destinations because today data in some cases are not available, or fragmented, or not comparable between destinations.

MITOMED+ project aims to enhance the sustainability and responsibility in Maritime and Coastal tourism, through the definition of an indicators model.

MITOMED+ Project

MITOMED+ Project¹ is a modular project financed by the Interreg MED Programme² on the Priority Axis 3 “Protecting and promoting Mediterranean natural and cultural resources” and the Specific Objective 3.1 ‘To enhance the development of a sustainable and responsible coastal and maritime tourism in MED area.

MITOMED+ project started in February 2017 and have a duration of 36 months, till January 2020. The project is a follow up of the previous MITOMED project (MED Maritime), which has been working to promote the integrated management of M&C tourism by improving the knowledge of data, services through a set of indicators based on the NECSTouR model³.

The project partnership is widely and various, and includes regional authorities, association of local authorities, territorial development agencies, higher educational institution, research centres, European networks and M&C tourism stakeholders⁴.

Mitomed+ project intends to supports involved regions in developing a responsible and sustainable M&C tourism. To achieve this objective the project intends to increase knowledge and social dialogue regarding the development of M&C tourism in each partner region for better decision-making; improve M&C tourism planning at destination level and its coordination for a transnational governance; mainstream its results into local, regional and national policies; set up a MED M&C tourism model.

¹ <https://mitomed-plus.interreg-med.eu>

² The Interreg MED Programme is financed by the European Regional Development (ERDF). The Programme supports projects developing innovative concepts and practices and promoting a reasonable use of resources. Its objective is to promote sustainable growth in the Mediterranean area, strengthen transnational cooperation between regions and participating countries and supporting integration through integrated cooperation approach - <https://interreg-med.eu>.

³ NECSTouR (Network of European Regions for a Sustainable and Competitive Tourism) is a network of European regions aiming to develop and promote a sustainable and competitive tourism, through the strengthening of coherent framework for the coordination of regional development programmes and research (COM (2007) 0621 - 19-10-2007) - <http://www.necstour.eu>.

⁴ The partners involved in the project are: Tuscany Region – lead partner (Italy); ANCI Toscana – Association of Tuscan Municipalities (Italy); CNR-IBIMET National Research Council Institute of Biometeorology (Italy); University of Girona (Spain); Public Enterprise for the Management of Tourism and Sport of Andalusia (Spain); Institute of Agriculture and Tourism (Croatia); CPRM – Conference of Peripheral Maritime Region of Europe (France); Larnaca and Famagusta District Development Agency (Cyprus); NECTSouR – Network of European Regions for a Sustainable and Competitive Tourism (Belgium).

The project is articulated into two modules ‘Testing and Capitalizing’.

The testing module consists in the identification of a set of indicators through the sustainable tourism evaluation tool and the development of an ‘Open platform for data indicators’. Another pilot action of the testing module is the implementation of the Green beach model with the aim to develop a sustainable eco-beach that is able to include leisure and economic activities and at the same time, preserve natural and cultural heritage in the Mediterranean areas. The testing phase includes 15 destinations, located in 4 different countries and 5 different regions (Andalusia, Catalunya, Cyprus, Istria, Tuscany). While the capitalisation module aims to transfer the results at transnational level.

Tourism data indicators and the Open platform

MITOMED+ aims to support involved regions in developing a responsible and sustainable M&C tourism. To reach this goal one of the main actions of the project is the identification of a set of indicators to measure and monitor tourism activities in the Mediterranean area. Based on previous work conducted during MITOMED project the partnership has been identified a system of 33 indicators. Since tourism is a crosscutting sector, strictly related to other economic, social, cultural and environmental sectors, sustainability indicators analysed different aspects related to tourism, such as residents’ quality life, quality of work, de-seasonalization, water management or water pollution. The testing phase included also the development of an online common open platform⁵ that will gather the data with the aim to help local and regional policy makers to monitor and measure environmental and social impacts of maritime and costal tourism and benchmark with other M&C tourism destinations. In the online platform is available a section related to the methodological data for each indicator. This kind of indicator’s guide line supports the administration during the collection and estimation of data, in order to collect comparable data with Mediterranean destinations.

This action is supported by a structured social dialogue aiming to create an ecosystem of tourism stakeholders and operators, with the aim to develop an informed planning of regional policies with an integrated and their coordination at the wider transnational level. Creation of the right balance between the tourist’s wellbeing, the host community and environment is the key to promote a sustainable tourism.

Green Beach model

MITOMED+ Green Beach is an eco-beach or a sustainably managed recreational beach, planned and built following sustainable criteria, able to include leisure and economic activities and, at the same time, preserve natural and cultural heritage. The Green Beach Model helps local authorities and beach operators to make better-informed decisions about managing beaches using a consistent approach.

The tourism development in coastal areas presents a strongly dependence on the physical environmental, cultural and socio economic features of the receiving coastal environment.

The demand for quality and sustainable beaches is continuing growing, but the fragmentation of policies and the lack of sustainable planning of coastal area could compromise the preservation of the environmental heritage for the future generation.

⁵ <https://mitomedplus.andalucia.org/mitomedplus/index.html>

The 'Green Beach' model is composed into 8 categories which all are related to aspects with sustainable development and the green agenda, such as: bathing water quality; beach area quality; safety; information & education; sustainability; green facilities; accessibility and management. The 8 categories are subdivided into sets of 28 criteria and each of these has been allocated an individual weighting importance scores, in order to obtain the 'flag' of green beach.

Conclusion

MITOMED+ contributes to enhance the sustainability and responsibility in M&C tourism in the Mediterranean area. Data collected from destination management helps local and regional administrators and stakeholders to prevent factors of risk, to take decisions and to improve the implementation of policies for the M&C tourism development in the Mediterranean area.

Each activities of the project will be tested in 5 European regions. The testing phase results will be enriched and capitalized by the comparison with the other European projects of the previous programming already catalogued as "synergistic" by MITOMED and by exchanges with the synergistic projects of the new programming. In addition, special activities for the exchange of experience, transfer and capitalization will be activated in relation to the regions belonging to the two networks participating in the project, NECSTouR and CRPM.

Acknowledgement

MITOMED+ project is carrying out with the project partners in the framework of Interreg MED Programme.

Reference

- [1] Amelung, B., & Viner, D. (2006). Mediterranean tourism: exploring the future with the tourism climatic index. *Journal of sustainable tourism*, 14(4), 349-366.
- [2] Manning, T. (1996). *What tourism managers need to know: A practical guide to the development and use of indicators of sustainable tourism*. World Tourism Organization Pubns.
- [3] Manning, T. (1999). Indicators of tourism sustainability. *Tourism management*, 20, 179-182.
- [4] Miller, G. (2001). The development of indicators for sustainable tourism: results of a Delphi survey of tourism researchers. *Tourism management*, 22(4), 351-362.
- [5] Torres-Delgado, A., & Saarinen, J. (2014). Using indicators to assess sustainable tourism development: a review. *Tourism Geographies*, 16(1), 31-47.
- [6] Wheeler, B. (1993). Sustaining the ego. *Journal of sustainable tourism*, 1(2), 121-129.

INDEX OF AUTHORS

Affatato A.	649	Carboni D.	367
Aleya L.	239	Caridi A.	471
Aloia A.	523	Carmisciano C.	471
Ardielli M.	98	Caroti G.	453
Ardizzone G.	523	Caruso C.	297
Aronica S.	463	Casu A.	357
Asmundo G.	45	Catani F.	617
Auremma R.	649	Casti E.	441
Azevedo O. M.	401	Caviglia D. D.	471
Azzopardi J.	463	Ceccarelli C.	656
Baini M.	297	Cecchi E.	311
Bandiera G.	53	Cerasuolo C.	333
Baradello L.	649	Chirici G.	248, 266
Bartolini S.	617	Chiti M.	31
Bedini G.	317	Cianchi F.	297
Belabed B. E.	239	Ciccarelli D.	617
Belluscio A.	523	Ciraolo G.	463
Benedetti A.	471	Cohen O.	559
Benesperi R.	248	Colli M.	471
Bertoni D.	533, 617	Congiatu	367
Bianchi C. N.	311	Corbau C.	367
Bianchi E.	248	Corniello L.	89
Blanos R.	649	Cosoli S.	463
Broglia F.	61	Cossu A.	275
Bilić D.	68	Costa M.	569
Boccia L.	78	Costanzi R.	553, 627
Bonifazi A.	523	Cotterle D.	649
Bono A.	441	D'Amico G.	266
Borrello P.	256	D'Apolito N.	297
Bougherira A.	542	D'Onghia V.	166
Bozzeda F.	280	De Angelis A.	401
Bulfone Gransinigh F.	68	De Biasi A.M.	646
Buscaino G.	463	de la Ballina N. R.	401
Caffà M.	649	De Luca M.	275
Caiti A.	553, 617	De Rosa R.	506
Cannas I.	347	Del Negro P.	649
Cantisani E.	107	Del Perugia B.	266
Capodici F.	463	Delucchi A.	471
Capolupo	78	Dentale F.	523
Cappanera V.	643	Deponte M.	649

Di Nuzzo L.	248	Lorenzoni C.	597
Dominici R.	506	Macci C.	325
Doni S.	325	Maggiore L.	156
Drago A.	463	Magliocco T.	297
Ducci S.	13	Maltese A.	463
Eryılmaz M.	577, 587, 626	Mancino C.	297
Eryılmaz U.	577	Mancusi C.	297, 302
Falace A.	649	Marchi V.	665
Fanciulli G.	643	Maresca F.	401
Fanini L.	280	Marini M.	441
Floris M.	382	Marino G.	311
Fornasa P.	98	Marsili L.	297, 302
Fratini	107	Martinelli N.	166
Galea A.	463	Masciandaro G.	325
Gallico S.	117	Mazzanti C.	68
Gauci A.	463	Mazzola S.	463
Gazale V.	275, 649	Mecocci A.	617
Gennaro P.	311	Meriç E.	577, 626
Genovesi S.	13	Merotto L.	643
Ghodbani T.	542	Miccio A.	401
Giannetti F.	248, 266	Milella S.	166
Gioia I.	89	Mirra E.	89
Giordani E.	325	Montefalcone M.	311
Giordani P.	248	Moretti S.	617
Giudici G. N. M.	136	Morri C.	311
Giunti M.	317	Mottola C.	175
Gordini E.	649	Nencetti V.	325
Gori C.	128	Nieto Yábar D.	649
Guida D.	523	Pacciardi L.	646
Humenyuk H.	287	Paliaga E. M.	569
Iacono C.	653	Palmsten M. L.	597
Isola F.	382	Paganini P.	649
Jannuzzi F.	136	Paoli C.	643
Khomenchuk V.	287	Papetti L.	297
Klaric M.	156	Pascucci V.	275
Kordic B.	607	Pasquinucci M.	13
Lai S.	146	Patrizio S.	136
Lebani A.	569	Pavan A.	649
Leccis F.	391	Pavanello F.	333
Ledda R.	569	Pecchioli S.	325
Lenzi A.	325	Pecchioni E.	107
Leone F.	146	Pelosi N.	506
Lirer F.	506	Perugini E.	597
Lodolo E.	649	Petrucci W. A.	325
Lolli I.	481	Piazzi L.	311
Lombardi L.	317	Picardi E.	325

Piemonte A.	453	Sinatra R.	463
Pieracci Y.	453	Soldini L.	597
Pietrapertosa C.	649	Sommer M.	297
Pikelj K.	607	Spada E.	256
Pinna S.	391	Sterzai P.	649
Pisani Massamormile F.	136	Tata T.	239
Pittaluga D.	107	Terracciano G.	297, 302
Pitzalis A.	569	Tondini E.	317
Porchera A.	646	Tozzi F.	325
Povero P.	643	Trampetti S.	665
Pozzebon A.	533, 617	Travaglini D.	266
Pretti C.	646	Trematerra A.	89
Privitera F.	185	Tsokanos M.	156
Pungetti G.	195	Turco F.	333
Punzo M.	506	Turco M. G.	117
Raffa F.	463, 506	Valente A.	415, 523
Raschi A.	665	Vargiu G.	649
Renella G.	325	Vassallo P.	643
Ricciardi G.	357	Vendrame M.	333
Rigillo M.	78	Vendramini A.	333
Rocco R.	333	Ventrella S.	297, 302
Rodella I.	367	Ventura D.	523
Romeo R.	649	Venturi L.	297
Ruggeri D.	347	Venturini S.	643
Russo M.	201	Vezi A.	213
Salogni G.	333	Vlastelica G.	607
Saragosa C.	31	Voloshyn O.	287
Sarti G.	533, 617	Volpe V.	333
Senese M.	297	Yazar A.	426
Serafino F.	471, 506	Yücesoy Eryılmaz F.	577, 587, 626
Serena F.	311	Zanello A.	649
Sgambati D.	401	Zerbini M.	213
Simeoni U.	367	Zoppi C.	222

